

LATVIJAS UNIVERSITĀTE
EKONOMIKAS UN VADĪBAS FAKULTĀTE

Justs Dimants

Promocijas darbs

*Ūdeņraža enerģētikas mārketinga nepieciešamības attīstīšana
Latvijā*

The necessity to develop the hydrogen energy marketing in Latvia

Ekonomikas doktora (*Dr.oec.*) Zinātniskā grāda iegūšanai

Zinātņu nozare: **Ekonomika**

Apakšnozare: **Tirgzinība**

Darba zinātniskā vadītāja: Biruta Sloka, *Dr.oec.*, LU EVF profesore

Rīga, 2013



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919

EIROPAS SAVIENĪBA

IEGULDĪJUMS TAVĀ NĀKOTNĒ

*Šis darbs tapis ar Eiropas Sociālā fonda projekta “Atbalsts doktora studijām Latvijas
Universitātē” Nr. 2009/0138/IDP/1.1.2.1.2./09/IPIA/VIAA/004 atbalstu*

SATURS

Promocijas darbā lietoto saīsinājumu saraksts.....	5
Promocijas darbā iestrādāto attēlu saraksts.....	6
Promocijas darbā iestrādāto tabulu saraksts	7
Anotācija	9
Ievads	10
1. Mārketinga izmantošanas pieredze ūdeņraža ieviešanai enerģētikā un izmantošanā pasaulē.....	24
1.1. Jauns produkts un tā teorētisko nostādņu salīdzinājums.....	24
1.2. Jauna produkta ekonomika	29
1.3. Ūdeņraža iegūšana un loģistika	33
1.4. Ūdeņradis enerģētikā no mārketinga viedokļa.....	44
1.5. Mārketinga izmantošanas pieredze ārvalstīs.....	52
1.5.1. Austrālijas mārketinga pieredze.....	54
1.5.2. Āzijas mārketinga pieredze.....	55
1.5.3. Dienvideiropas mārketinga pieredze.....	57
1.5.4. Rietumeiropas mārketinga pieredze.....	58
1.5.5. Ziemeļeiropas mārketinga pieredze	65
1.5.6. Ziemeļamerikas mārketinga pieredze	77
2. Ūdeņraža ekonomikas iestrādes Latvijā un mārketinga iespēju analīze	83
2.1. Iestrādes Latvijas ūdeņraža enerģētikas pētniecībā	83
2.2. Mārketinga attīstība ūdeņraža ekonomikā Latvijā.....	91
2.3. Ūdeņraža ekonomikas mārketingu ietekmējošie faktori.....	100
2.4. Asociāciju veidošanās ar ūdeņradi ūdeņraža enerģētikas tehnoloģiju mārketiņgā.....	108
3. Ekspertu viedokļu un sabiedrības zināšanu analīze – ūdeņraža mārketinga novērtējums	112
3.1. Pētījumu apraksts un metodikas apkopojums	112
3.2. Pētījumu rezultāti par iedzīvotāju zināšanām enerģētikā.....	115
3.2.1. Latvijas iedzīvotāju zināšanas un attieksme par ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu novērtēšana	115
3.2.2. Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas lietderība Latvijas tirgū.....	116
3.2.3. Latvijas iedzīvotāju aptaujas rezultātu analīze par ūdeņraža ieviešanu enerģētikā Latvijā	128

3.2.4. Latvijā dzīvojošo pozitīvi domājošo iedzīvotāju ar ūdeņradi saistīto asociāciju izvērtēšana.....	134
3.2.5. Latvijas Universitātes personāla un studentu viedokļa analīze par LU Akadēmiskā centra aprīkošanu ar atjaunojamu energoresursu tehnoloģijām.....	137
3.3. Izglītības veicināšana atjaunojamo energoresursu kontekstā	148
3.3. Autora izstrādātā mārketinga kompleksa modeļa aprobācija	152
Secinājumi un priekšlikumi	154
Izmantotās literatūras un avotu saraksts	157
Pielikumi	176

Promocijas darbā lietoto saīsinājumu saraksts

BUFPI – Biomehānikas un fizikālo pētījumu institūts

CFI – LU Cietvielu fizikas institūts

CH₄ – metāns

CHHP – (co-generation heat, hydrogen, power) – ūdeņraža, siltuma un elektrības koģenerācijas sistēma

CO₂ – ogleņskābā gāze

DFC300 – (direct fuel cell 300) – tiešā degvielas šūna 300, tehnoloģijas nosaukums

FC – (fuel cell) – degvielas šūna vai kurināmā šūna, kurināmā elements

H₂ - ūdeņradis

H₂O - ūdens

LU – Latvijas Universitāte

O₂ - skābeklis

RTU – Rīgas Tehniskā universitāte

Promocijas darbā iestrādāto attēlu saraksts

1.1. attēls, Ūdeņraža potenciāls ražošanā izmantojot atjaunojamus un neatjaunojamus resursus	26.lpp
1.2. attēls, Enerģijas pārveidošana ūdeņradī uzglabāšanai shēma	28.lpp
1.3.attēls, Ar ūdeņradi darbināma autotransporta ienākšana Eiropas tirgū līdz 2050. gadam	37.lpp
1.4. attēls, Ūdeņraža dzīves cikla attīstība produkta dzīves cikla teorijas interpretācija pēc tirgū esošo tehnoloģiju analīzes	49.lpp
1.5. attēls, Produkta pieņemšanu ietekmējošie faktori	51.lpp
1.6. attēls, Ūdeņraža uzpildes staciju tīkls Eiropā uz 2013. gada pirmo ceturksni	59.lpp
2.1. attēls, Primāro enerģijas resursu plūsmu sadalījums Latvijā 2011. gadā	86.lpp
2.2. attēls, Teorētisks enerģētikas produkta (A) dzīves cikla salīdzinājums ar klasiska produkta (B) dzīves ciklu	92.lpp
2.3. attēls, Enerģijas resursu tirgus cenu salīdzinājums, izmantojot patērētāja uztveres matricu	93.lpp
2.4.attēls, Sabiedrības mārketinga koncepcija	94.lpp
2.5. attēls, Mārketinga kompleksa modelis ieviešot ūdeņradi enerģētikā Latvijā	96.lpp
2.6. attēls, Saules - ūdeņraža enerģijas sistēmas piemērs	106.lpp
3.1.attēls, Ekspertu novērtējuma par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā vidējās vērtības	118.lpp
3.2.attēls, Ekspertu novērtējuma par sabiedrības zināšanām attiecībā uz ūdeņraža enerģijas aspektiem Latvijā aritmētiski vidējie	120.lpp
3.3.attēls, Ekspertu novērtējuma vidējās vērtības ūdeņraža tehnoloģiju ierobežojumiem Latvijā	123.lpp
3.4.attēls, Ekspertu novērtējuma vidējās vērtības par ūdeņraža ekonomikas attīstību ietekmējošiem faktoriem	127.lpp
3.5.attēls, Informācijas avoti, kur respondenti uzzinājuši par ūdeņraža enerģiju	135.lpp
3.6.attēls, Respondentu asociācijas izdzirdot vārdu ūdeņradis	136.lpp
3.7.attēls, Respondentu sadalījums pēc Bučana sadalījuma pēc viedokļa par atjaunojamo enerģiju tehnoloģijām, kur A=Eksperti, B=Starptautisku izstāžu apmeklētāji, C=E-CO2 e-race apmeklētāji, D=LU pārstāvji	149.lpp

Promocijas darbā iestrādāto tabulu saraksts

1.1.tabula, Aptuvenais piešķirtais finansējums ūdeņraža un degvielas šūnu attīstībai uz 2011. gadu	79.lpp
1.2.tabula, Ārvalstu pieredzes apkopojums par īstenotajām ūdeņraža attīstības mārketinga aktivitātēm	80.lpp
3.1.tabula, Respondenta zināšanu un uztveri mēroši jautājumi	115.lpp
3.2.tabula, Korelācija starp sociāli ekonomiskiem rādītājiem attiecībā uz respondentu izglītības (zināšanu) līmeni par ūdeņraža enerģiju	115.lpp
3.3.tabula, Respondentu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums attiecībā uz respondentu izglītības (zināšanu) līmeni par ūdeņraža enerģiju	116.lpp
3.4.tabula, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā	117.lpp
3.5.tabula, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģiju iespējamo ietekmi uz ekonomikas attīstību Latvijā	118.lpp
3.6.tabula, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības izglītības līmeni attiecībā uz ūdeņraža enerģētikas aspektiem Latvijā	119.lpp
3.7.tabula, Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu Latvijā 10-12 gadu laikā veicinās tautsaimniecības nozaru attīstību attiecīgajos sektoros, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums	121.lpp
3.8.tabula, Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešana Latvijā 10-12 gadu laikā veicinās, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums	121.lpp
3.9.tabula, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas kavējošiem faktoriem	122.lpp
3.10.tabula, Ūdeņraža tehnoloģiju tirgus aptuvenais īpatsvars enerģētikā Latvijā, Ekspertu novērtējuma apkopojums	124.lpp
3.11.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģiju attīstības tendencēm	125.lpp
3.12.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža uzglabāšanas attīstības tendencēm	126.lpp
3.13.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par faktoriem, kas ietekmē ūdeņraža ekonomikas attīstību nozīmīgumu	126.lpp
3.14.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par potenciālajiem tirgiem ūdeņraža ieviešanai	127.lpp
3.15.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības atbalsta nozīmi ieviešot ūdeņraža tehnoloģijas	128.lpp
3.16.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības nostāju atjaunojamu resursu izmantošanā	129.lpp
3.17.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības zināšanām saistībā ar ūdeņradi enerģētikā	129.lpp

3.18.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības informētību saistībā ar udeņradi enerģētikā	130.lpp
3.19.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta vecuma par apgalvojumu: <i>Esmu informēts/informēta par udeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām</i>	131.lpp
3.20.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta dzīves vietas par apgalvojumu: <i>Esmu informēts/informēta par udeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām</i>	131.lpp
3.21.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības atbalstu udeņraža ieviešanai enerģētikā	132.lpp
3.22.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības atbalstu atjaunojamiem energoresursiem enerģētikā	133.lpp
3.23.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta vecuma par apgalvojumu: <i>Vēlos vairāk informācijas masu saziņas līdzekļos par udeņraža izmantošanas pieredzi ikdienas dzīvē</i>	133.lpp
3.24.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par dažādu institūciju nepieciešamām darbībām	134.lpp
3.25.tabula, Galveno statistisko rādītāju apkopojums par atjaunojamu energoresursu tehnoloģiju projekta nepieciešamību un pieņemšanu Latvijā	143.lpp
3.26.tabula, Galveno statistisko rādītāju apkopojums par izglītības un drošības jautājumiem Latvijā	144.lpp
3.27.tabula, Apgalvojuma „ <i>Esmu pārliecināts par udeņraža enerģijas drošību</i> ” vērtējumu sadalījums	144.lpp
3.28.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondentu fakultāšu piederības par apgalvojumu: „ <i>Esmu informēts par udeņraža tehnoloģijām</i> ”	145.lpp
3.29.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta dzimuma par apgalvojumu: „ <i>Esmu informēts par udeņraža tehnoloģijām</i> ”	146.lpp
3.30.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc fakultātes, kuru pārstāv respondents par apgalvojumu: „ <i>Atjaunojamas enerģijas tehnoloģiju ieviešana Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā ir nepieciešama</i> ”	146.lpp
3.31.tabula, Atbilžu vērtējuma īpatsvars pēc respondenta dzimuma par apgalvojumu: „ <i>atjaunojamas enerģijas tehnoloģiju ieviešana Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā ir nepieciešama</i> ”	147.lpp
3.32.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta kvalifikācijas par apgalvojumu: <i>atjaunojamu resursu tehnoloģiju ieviešana un izmantošana studiju procesā uzlabotu izglītības kvalitāti</i>	147.lpp
3.33.tabula, Atbilžu statistiskie raksturotāji par udeņraža fizikālajām īpašībām	148.lpp
3.34.tabula, galveno statistisko rādītāju apkopojums, dažādu mērķauditoriju zināšanu līmeņu par udeņraža tehnoloģijām salīdzinājums	149.lpp
3.35.tabula, Atjaunojamas enerģijas kursa nodarbību sadalījums	151.lpp
3.36.tabula, Alternatīvās enerģijas kursa saturs	151.lpp

Anotācija

Promocijas darbs sastāv no ievada, trim nodaļām, secinājumiem un priekšlikumiem, izmantotās literatūras un avotu saraksta.

Pirmajā nodaļā pamatota atjaunojamo enerģiju un ūdeņraža aktualitāte enerģētikā, ūdeņraža enerģētikas attīstības perspektīvas un mārketinga nozīmība ūdeņraža ieviešanas un izmantošanas aspektā. Ūdeņradis ekonomikā pētīts no produkta viedokļa. Apkopota pasaules pieredze mārketinga izmantošanā ūdeņraža ieviešanai enerģētikā.

Otrajā nodaļā analizēta Latvijas ūdeņraža enerģētikas pētniecība, mārketinga attīstība un iespēju analīze, ūdeņraža mārketinga ierobežojošie faktori, kā arī ūdeņraža ieviešanas enerģētikā aspekti.

Trešajā nodaļā aprakstīti autora veikto empīrisko pētījumu būtība, metodoloģija, kā arī galvenie empīrisko pētījumu rezultāti. Pētījumu galvenie rezultāti parāda pozitīvos aspektus un to izraisošos faktoros, gan arī nepilnības līdz šim esošajos mārketinga modeļos, kā arī to, ka Latvijā ir daudz neizmantotu iespēju ūdeņraža kā enerģijas avota mārketinga īstenošanā. Tas ņemts vērā, izstrādājot ūdeņraža ieviešanas koncepciju, uz kuras bāzes zinātniskām, valstiskām un privātām organizācijām ieteicams balstīt mārketinga stratēģiju ūdeņraža ieviešanai enerģētikā Latvijā. Promocijas darba pamatteksts ir izklāstīts 175 lappusēs un ilustrēts ar 19 attēliem un 38 tabulām. Darbam ir 23 pielikumi. Literatūras sarakstā iekļautas 264 literatūras vienības.

Atslēgvārdi: mārketinga, patērētāju attieksme, mārketinga stratēģija, sabiedrības mārketinga, ūdeņradis enerģētikā, atjaunojami energoresursi.

Ievads

Promocijas darba aktualitāte

Mārketinga zinātne aizvien vairāk ietekmē dažādu ekonomikas jomu attīstību, to apliecina pieaugošais mārketinga teorijas un prakses pētnieku, kā arī pašu pētījumu skaits un pieprasījums pēc kvalitatīva mārketinga īstenošanas. Nepietiekoša vai neveiksmīga mārketinga dēļ arī kvalitatīva prece par konkurētspējīgu cenu var saskarties ar realizācijas problēmām. Tāpat arī plaša patēriņa preču ražotāji un atpazīstamu zīmolu ražotāji aizvien lielāku uzmanību pievērš kvalitatīva mārketinga stratēģijas izstrādei, kas ir viens no galvenajiem nosacījumiem veiksmīgai produktu, zīmolu un uzņēmuma attīstībai kopumā. Arī enerģētikas nozarē jaunu produktu ieviešanai un izmantošanai mārketingam attīstītās pasaules valstīs tiek piešķirta nozīmīga loma, īpaši aktuāli tas ir atjaunojamo energoresursu ieviešanai, kas tiek aizvien plašāk attīstīti un izmantoti. Katru dienu pasaules ekonomikā arvien vairāk izmanto ūdeņradi, jo tam piemīt daudzfunkcionālas īpašības – tas ir gan enerģijas nesējs, gan degviela, gan vairākās tautsaimniecības nozarēs ekonomiski pamatota izejviela organisko un neorganisko vielu sintēzei, ko veiksmīgi izmanto daudzās pasaules valstīs. Ūdeņraža iegūšanas tehnoloģijas pieļauj tā ražošanu, izmantojot gan neatjaunojamus, gan atjaunojamus resursus. No ogļūdeņražiem izslēdzot ogli, gala rezultāts ir tīrs ūdeņradis, kas sadegot dod ūdeni un nepiesārņo vidi. Ūdeņradis, atkarībā no tehnoloģijas, ir izmantojams elektrības un siltuma iegūšanai, kā arī to var uzglabāt, lai izmantotu tad, kad radīsies papildus pieprasījums pēc enerģijas. Atkarībā no nepieciešamās jaudas pieprasījuma, kā arī infrastruktūras pieejamības, pastāv dažādas tehnoloģijas ūdeņraža pārveidošanai enerģijā. Ar katru gadu kopējais ūdeņraža patēriņš enerģētikā palielinās gan rūpniecības, gan transporta, gan arī mājsaimniecības nozarēs, par ko liecina pasaules prakse, it īpaši veiksmīgi tas tiek izmantots Vācijā, ASV, Islandē, Beļģijā, Nīderlandē, Taivanā, Portugālē, Lielbritānijā, u.c. valstīs. Daudzās valstīs ir izstrādātas ūdeņraža ekonomikas valsts programmas.

Enerģētikai attīstoties atjaunojamo resursu pielietošanas virzienā, ūdeņraža izmantošana enerģētikas nozarē pasaulē aizvien pieaug un liela nozīme tiek pievērsta tieši mārketinga izmantošanai tehnoloģiju ieviešanas veicināšanā. Energoresursu mārketings kopumā kļuvis par aktuālu pētniecības virzienu ekonomikā. Par ūdeņraža ieviešanas mārketinga aspektiem pasaulē ir veikti daudzi pētījumi un intensīvi tiek veikti padziļināti pētījumi par plašākām ūdeņraža izmantošanas iespējām ekonomikā. Piemēram, ūdeņraža enerģētikas mārketinga pētījumus un to sociālos aspektus, t.sk. tehnoloģiju akceptēšanu,

sabiedrības uztveri pētījuši B.Brohmans (*B.Brohmann*), S.J.Čerīmens (*S.J.Cherryman*), T.O'Garra, (*T.O'Garra*), M.Riči, (*M.Ricci*), un L.Robinsons (*L.Robinson*). Mārketinga scenārijus atjaunojamu energoresursu un ūdeņraža ieviešanai pētījuši L.Bareto (*L.Barreto*), C.Bresani (*C.Bersani*), T.Hogtons (*T.Houghton*), A.Veigls (*A.Waegel*). Mārketinga sistēmas pētījis S.Glasers (*S.Glaser*), mārketinga izglītošanu - B.Gunarsons (*B.Gunnarsson*), izglītošanas politiskos aspektus - J.Hoiks (*J.Hoek*), M.J.Kangs (*M.J.Kang*) un H.Parks (*H.Park*), un mārketinga komunikāciju - R.J. Vareijs (*R.J.Varey*).

Atjaunojamās enerģijas patēriņa palielināšana Latvijā var samazināt valsts energoatkarību no fosilo energoresursu importa, tādā veidā veicinot Latvijas ekonomikas stabilitātes ilgtspējīgumu. Tehnoloģiju ražošana un eksports, savukārt, var veicināt ekonomikas attīstību un izaugsmi. Atjaunojamu resursu patēriņš, kur ūdeņradi izmanto gan kā enerģijas uzkrājēju, gan kā nesēju, transporta un enerģētikas nozarēs varētu būt viens no scenārijiem, lai realizētu iepriekš minētā resursa potenciālu. Ūdeņraža ieviešana enerģētikā ir nepieciešama, lai veicinātu Latvijas konkurētspēju starp citām valstīm, un mārketinga instrumentu izmantošana var nodrošināt sekmīgu ieviešanas procesu norisi.

Pēc 2013. gada martā notikušās Starptautiskās konferences „Ūdeņraža tehnoloģijas – ilgtspējīgai pilsētas attīstībai” un ieguldīta darba, ūdeņraža potenciālu sāk apzināties arī pašvaldības, piemēram, lai Rīgā veicinātu ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu transportā un enerģētikā tiks veidota Ūdeņraža tehnoloģiju ekspertu konsultatīvā padome.

Lielākie ūdeņraža transporta patērētāji¹ šobrīd ir ASV, Japāna, Vācija un Islande. ASV ar ūdeņradi tiek darbināta daļa sabiedriskā transporta un ir izveidots plašs ūdeņraža uzpildes staciju tīkls². Japānā ūdeņradi izmanto transporta sektorā un mājāsaimniecībās. Vācijā, līdzīgi kā ASV ar ūdeņradi tiek darbināts sabiedriskais transports. Islandē ar ūdeņradi darbina sabiedrisko transportu, vieglās automašīnas un kuģus. Mārketinga zinātnes attīstība atjaunojamu energoresursu aspektā ir nepieciešama, lai veicinātu Latvijas zinātnes līmeņa celšanu un atpazīstamību arī starp pasaules zinātniekiem atjaunojamās enerģētikas kontekstā.

Citās pasaules valstīs ūdeņradis enerģētikā tiek izmantots sākot no izmēģinājumu un demonstrāciju pielietojumiem līdz ekonomiski pamatotiem pielietojumiem transportā un elektrības jaudu nodrošināšanā, piemēram, līdz 2012. gadam Vācijā uzbūvētas 27 ūdeņraža

¹ Lipman T. An Overview of Hydrogen Production and Storage Systems with Renewable Hydrogen Case Studies. A Clean Energy States Alliance Report, 2011. Available from: <http://www.cleanenergystates.org/assets/2011-Files/Hydrogen-and-Fuel-Cells/CESA-Lipman-H2-production-storage-050311.pdf>

² Fueling station distribution, United States Department of Hydrogen, skatīts 19.14.2013, pieejams, <http://www.hydrogen.energy.gov/>

uzpildes stacijas, līdz 2015. gadam plānots to skaitu palielināt līdz 50, bet līdz 2017. gadam - 1000³. Daimler un Mercedes-Benz Cars priekšsēdētājs Zetče (*Zetsche*), ir pārliecināts, ka autovadītāji un sabiedrība var tikai iegūt no ūdeņraža tehnoloģiju priekšrocībām – lieli attālumi, īss uzpildes laiks un nulle emisijas. 2007.gada 21.maijā Dānijā, Lollandē (*Lolland*) tika atklāts Lollandes ūdeņraža ciemats (*Hydrogen Community Lolland*), kura infrastruktūra tiek nodrošināta izmantojot tikai atjaunojamus energoresursus⁴. Reikjavīkā, Islandē no 2001. līdz 2005. gadam⁵ īstenots ūdeņraža integrēšanas projekts u.c. Latvijā ūdeņraža tehnoloģiju pētniecības virziens ir inovācija sociālo zinātņu jomā, un šīs nozares pētnieki tam pievērsušies salīdzinoši nesen. Līdz šim ūdeņraža pētniecība Latvijā salīdzinoši vairāk veikta tieši eksakto zinātņu jomās – tehnoloģijas atklājumi, pielietojumi, taču produkta ieviešanai un attīstībai nepieciešams arī sociālo zinātņu piensums, bez kura nav iespējama kvalitatīva tālāka kopējās jomas attīstība. Vairākās valstīs (tai skaitā Latvijā) nereti novērojams, ka politikas veidotāji, uzņēmēji, ar sociālajām zinātnēm nesaistīti zinātnieki bieži vien nepietiekoši izvērtē mārketinga nozīmi ūdeņraža pētniecībā, kā rezultātā nereti zūd zinātnes sasaiste ar sabiedrību (zinātnes komunikācija). Ūdeņraža enerģijas plašākai ieviešanai un produkta attīstīšanai nepieciešams izstrādāt mārketinga stratēģiju. Jo, ņemot vērā ūdeņraža mārketinga komunikācijas trūkumu sabiedrībā kopumā - valdības veidotāji, uzņēmēji, un iedzīvotāji - nav pietiekami informēti par ūdeņraža izmantošanu un iespējamiem ekonomikas attīstības ieguvumiem. Mārketinga analīze un mārketinga pasākumu īstenošana ir nepieciešama, lai nodrošinātu zinātnes saikni ar sabiedrību un sabiedrības izglītību atjaunojamo energoresursu un tieši ūdeņraža enerģijas aspektā. Ņemot vērā dažādu sabiedrības grupu atšķirīgās intereses, izglītības un zināšanu līmeni, nepieciešams analizēt dažādu mērķauditoriju zināšanu līmeni un nepieciešamības gadījumā to uzlabot.

Par svarīgākajām mērķauditorijām autors uzskata valsts un pašvaldību pārstāvjus, uzņēmējus, zinātniekus un potenciālos patērētājus – sabiedrību kopumā. Dažādu mērķauditoriju teorētiskās intereses saistībā ar ūdeņradi atšķiras, tāpat atšķiras arī zināšanu līmeņi. Lai attīstītu ūdeņradi enerģētikā un informētu sabiedrību kopumā, nepieciešams izstrādāt uz dažādām mērķauditorijām vērstu mārketinga koncepciju, kuras izmantošana sekmētu mārketinga stratēģijas izveidi konkrētu mērķauditoriju ietvaros.

³ Schoenung S., Linnsen J., Espegren K., (2012), IEA HIA Task “30” Global Hydrogen Systems Analysis, World Hydrogen Energy Conference, 4-7 June 2012 Toronto, Canada

⁴Hydrogen Community Lolland, skatīts 19.04.2013., pieejams, <http://www.climatebuildings.dk/vestenskov.php>

⁵Maack M. Case 22:ECTOS Hydrogen Project. July, 2006, skatīts 18.02.2011., pieejams: http://www.createacceptance.net/fileadmin/create-acceptance/user/docs/CASE_22.pdf

Veicot ārzemju pieredzes analīzi un mārketinga pētījumus, tiek analizēta noteiktu mārketinga aktivitāšu nepieciešamība, ieviešanas aspekti, sabiedrības zināšanu līmenis, pilnveidotas ūdeņraža iegūšanas metodes, uzglabāšanas metodes, kā arī enerģētikas tehnoloģiju materiālu pētniecība un izstrāde. Arī Latvijā iegūtie pētījumu rezultāti regulāri tiek apspriesti augsta līmeņa starptautiskās zinātniskās konferencēs, piemēram, *International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development, International Conference New Socio-Economic Challenges of Development in Europe, World Hydrogen Technology Convention, International Conference on Hydrogen Production, International Seminar on Advances in Hydrogen Energy: Opportunities and Challenges in a Hydrogen Economy, European Energy Conference, Latvijas Universitātes konference, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta zinātniskā konference, Bi-Annual Conference on European Association for Comparative Economic Studies: Comparing Responses to Global Instability, International Conference „Employability & Entrepreneurship”, International Conference of Young Scientists, International Conference “Environmental Science and Education in Latvia and Europe: From Green projects to Green society, International Scientific Conference „Regional issues: economic management technology”, International Scientific Conference „Environmental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation”, Russian Conference „Physical Problems of Hydrogen Energetics”* u.c.

Mārketinga nozīme, ieviešot atjaunojamus energoresursus, ir apstiprinājusies daudzviet pasaulē, piemēram, ASV, Lielbritānijas un citu valstu valdību piemērotie atvieglojumi ūdeņraža tehnoloģiju izmantotājiem un atbalsts pētniecībai. Arī Latvijas zinātnē ir saskatāms būtisks potenciāls ūdeņraža tehnoloģiju pilnveidošanai, ieviešanai un ražošanai. Ūdeņraža pētniecība kopumā Latvijā tiek veikta vairākos līmeņos, tai skaitā pasaulē atpazīstamos pētniecības centros - Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūtā un četrās fakultātēs Latvijas Universitātē – Ķīmijas, Bioloģijas, Ekonomikas un vadības, un Fizikas un matemātikas; Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūtā un Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūtā, kā arī Fizikālās enerģētikas institūtā. Citur pasaulē regulāri tiek veiktas aptaujas par ūdeņraža izmantošanu publiskajās un privātajās transporta sistēmās, balstoties uz pircēju un potenciālo izmantotāju viedokļiem. Daži no šiem izpētes projektiem tiek orientēti uz ūdeņraža pielietojuma novērtējumiem un ietekmējošo faktoru identificēšanu, ar mērķi šīs zaļās tehnoloģijas ieviešanas atbalstam. Minētajās aptaujās

mainīgie rādītāji, kas saistīti ar socio-demogrāfiskajiem faktoriem, zināšanu līmeni un attieksmi, norāda uz sabiedrības udeņraža atbalsta un tehnoloģijas pieņemšanas ciešu sakarību⁶.

Latvijas Universitāte un citas augstskolas katru gadu sagatavo lielu skaitu mārketinga speciālistu, kuru pievēršana mārketinga pētniecībai saistībā ar atjaunojamiem energoresursiem jau mācību procesā paaugstinātu mārketinga profesionāļu skaitu darbībām ar atjaunojamiem energoresursiem. Latvijā mārketinga zinātnē nozīmīgu ieguldījumu pētot gan teorētiskos, gan praktiskos aspektus snieguši Valērijs Praude, Baiba Rivža, Elīna Gaile – Sarkane, Jānis Ēriks Niedrītis un citi. Mārketinga komunikācijas un mārketinga informācijas sistēmu jautājumus pētījuši Valērijs Praude, Anda Batraga un Jeļena Šalkovska. Metodoloģiskus aspektus patērētāju uzvedībā pētījusi Rasma Garleja.

Promocijas darba mērķis

Izvērtējot ārzemju pieredzi mārketinga izmantošanā udeņraža ieviešanai enerģētikā, novērtēt Latvijas sabiedrības zināšanu līmeni par udeņradi enerģētikā un analizēt ekspertu viedokļus par udeņraža ieviešanu enerģētikas nozarē, izstrādāt priekšlikumus Latvijas situācijai piemērotas mārketinga koncepcijas izveidošanai udeņraža ieviešanai enerģētikā.

Pētījuma hipotēze

Informācijas pieejamība par udeņradi enerģētikā Latvijā ir vāja, līdz ar to zināšanu līmenis par udeņradi enerģētikā dažādos sabiedrības slāņos ir zems. Informācijas pieejamības nodrošināšana un zināšanu uzlabošana sabiedrībā kopumā, izmantojot mārketinga elementus, ir priekšnoteikums veiksmīgai udeņraža ieviešanai enerģētikā un viens no udeņraža tehnoloģiju attīstības pamatnosacījumiem.

Atbilstoši mērķim formulēti **uzdevumi**:

- Izpētīt ārvalstīs realizētos udeņraža enerģijas mārketinga pasākumus un apkopot labās pieredzes pārņemšanas iespējas;
- Izpētīt mārketinga likumsakarības un mārketinga stratēģijas attīstības nepieciešamību produkta griezumā;
- Izpētīt instrumentu kopumu udeņraža tehnoloģiju mārketingam Latvijā, izmantojot ekonomiskos un vides politikas instrumentus;
- Izpētīt politikas veidotāju un nozares ekspertu attieksmi par atjaunojamo energoresursu un udeņraža tehnoloģiju attīstības tendencēm;

⁶ Tarigan K.M Ari., Bayer B Stian, Langhelle O., Thesen G., Estimating determinants of public acceptance of hydrogen vehicles and refuelling stations in greater Stavanger, *International Journal of Hydrogen Energy* 37, 2012, pp.6063-6073.

- Izpētīt sabiedrības informētību un interesi par ūdeņraža enerģētikas nozares iespējām, kā arī izstrādāt priekšlikumus sabiedrības izglītības veicināšanai atjaunojamo enerģiju un ūdeņraža tehnoloģiju aspektā;
- Izpētīt ūdeņraža tehnoloģijas un to lomu atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju kapacitātes palielināšanā.

Pētījuma objekts: mārketinga attīstība ūdeņraža ieviešanai enerģētikā.

Pētījuma priekšmets: mārketinga stratēģijas koncepcija ūdeņradim enerģētikā.

Pētījumā izmantotās metodes

Veikts analītisks pētījums, balstoties uz zinātniskām publikācijām, izmantojot normatīvos aktus, veicot aptaujas (tai skaitā ekspertu aptaujas un iedzīvotāju aptaujas), kā arī kvalitatīvās pētījuma metodes (padziļinātās intervijas, situāciju analīzes, u.c.) loģiski konstruktīvo, normatīvo dokumentu analīzes un salīdzināšanas metodes. Veikta citu autoru pētījumu rezultātu analīze. Autora iegūto datu analīze veikta ar statistiskām analīzes metodēm, izmantojot centrālās tendences jeb lokācijas rādītājus (aritmētiskos vidējos, modu, mediānu), variācijas rādītājus, kā arī daudzdimensiju analīzi: regresijas un korelācijas analīzi.

Darba teorētiskais un metodoloģiskais pamats

Starptautiski zinātniskie žurnāli, tādi kā *Journal of Marketing Research*, *Journal of the Academy of Marketing Science*, *European Journal of Marketing*, *The Marketing Review*, *Harvard Business Review*, *International Journal of Hydrogen Energy*, *Energy Policy*, *Public Understanding of Science*, *Energy economics*, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *Journal of Power Sources*, *Current Applied Physics*, u.c.), Latvijas zinātnieku publicētā literatūra un raksti, kas veltīti ūdeņraža enerģētikas attīstības problēmām, kā arī speciālā ekonomiskā literatūra par mārketinga jautājumiem, publicētie pētījumi, zinātnisko konferenču un rakstu krājumu materiāli. Izstrādājot promocijas darbu, autors izmantojis pazīstamu zinātnieku un mārketinga speciālistu - Filipa Kotlera (*F.Kotler*), Valērija Praudes, Andas Batragas, Vadima Danoviča, Baibas Rivžas, Elīnas Gailes – Sarkanekas, Jāņa Klepera, T.Sigfusona (*T.Sigfusson*), M.Makas (*M.Maack*), N.Bento (*N.Bento*), Bokris (*J.O'M Bockris*), G.D. Bučana (*G.D. Buchan*), u.c. - darbus un konsultācijas. Izmantoti arī Centrālās statistikas pārvaldes, *Eurostat*, OECD un citu organizāciju publicētie statistikas dati, attiecīgie Eiropas Savienības un Latvijas Republikas normatīvie dokumenti, ar ūdeņraža enerģētiku saistītu asociāciju dati, Latvijas pašvaldību publiski pieejamā informācija, globālā tīmekļa resursi, cita publiski pieejamā informācija, kā arī citi

statistikas dati (LR, Eiropas ūdeņraža asociācija u.c.), ES politikas instrumentu un struktūrfondu informācija, normatīvie akti, aptauju dati (līdz šim veiktas iedzīvotāju, kā arī ekspertu aptaujas), padziļināto interviju rezultāti, u.c. Eiropas, ASV, Āzijas kontinentos publicētie zinātnisko pētījumu rezultāti, periodika un globālajā tīmeklī publicētie dati par ūdeņraža enerģētikas mārketinga jautājumiem. Izmantotās literatūras un avotu sarakstā ir iekļautas 264 vienības.

Pētījuma zinātniskā nozīmība un novitāte

- Izstrādāts mārketinga kompleksa modelis ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanai Latvijā preces dzīves cikla attīstības posmā.
- Izveidota uz ārzemju pieredzes pamatota mārketinga koncepcija ūdeņraža ieviešanas veicināšanai Latvijā, balstoties uz Latvijas sabiedrības zināšanu līmeni un ekspertu viedokļiem par ūdeņraža ieviešanu enerģētikas nozarē.
- Izstrādāta divu līmeņu sadarbības veicināšanas koncepcija sadarbības partneru mārketinga mērķu sasniegšanai.
- Pirmo reizi Latvijā veikti pētījumi par ūdeņraža tehnoloģiju lomu atjaunojamo energoresursu kapacitātes palielināšanā un sabiedrības attieksmi un zināšanām par ūdeņraža tehnoloģiju ienākšanu tirgū.
- Veikta mārketinga teorijas un prakses izpēte ūdeņraža ieviešanai enerģētikā.
- Izstrādāti priekšlikumi ūdeņraža ieviešanas mārketinga koncepcijai.

Promocijas darba praktiskā nozīme

Izpētīta un novērtēta ārvalstu mārketinga pieredze ūdeņraža enerģētikas nozares ieviešanā, tās pozitīvie un negatīvie aspekti, apzināti labākie piemēri, kā arī iespējamās kļūdas ūdeņraža enerģētikā ieviešanai. Ņemot vērā sabiedrības viedokli un Latvijas situācijai pielīdzināmu citu valstu piemērus, sagatavots mārketinga pasākumu komplekss ūdeņraža ieviešanai enerģētikā Latvijā. Pētījuma rezultātus varēs izmantot valsts iestādes, pašvaldības, nevalstiskās organizācijas (asociācijas), mācību iestādes, kā arī uzņēmumi, attīstot ūdeņraža enerģētikas nozari Latvijā. Izmantojot izveidoto mārketinga koncepciju, tiks uzlabota zinātnes sadarbība ar sabiedrību – sabiedrība tiks informēta par dažādās zinātņu jomās veiktajiem ūdeņraža pētījumiem Latvijā. Veiktas sešas aptaujas, tai skaitā iedzīvotāju aptaujas un ekspertu aptaujas. Līdz šim paveiktais darbs atspoguļots vairākās publikācijās, kā arī pētījumu rezultāti aprobēti vietējās un starptautiskās zinātniskās konferencēs gan Latvijā, gan ārzemēs.

Aizstāvēšanai izvirzītās tēzes

- Mārketiņgam ir nozīmīga loma jaunu tehnoloģiju integrēšanas procesā, savukārt, lai izveidotu veiksmīgu ūdeņraža ieviešanas mārketiņga koncepciju, nepieciešama uz teoriju un praksi balstīta mārketiņga pasākumu aprobācija;
- Ūdeņraža ieviešanas problēmĵautājums ir nepietiekama mārketiņga speciālistu piesaiste atjaunojamo energoresursu un ūdeņraža tehnoloģiju enerģētikas nozarei Latvijā;
- Citur pasaulē pieņemtā inovatīvu energotehnoloģiju mārketiņga prakse ir piemērojama Latvijas apstākļiem, kā arī pasaulē pastāvošās ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas problēmas ir tieši attiecināmas uz Latvijas situāciju;
- Latvijā veiktie zinātniskie pētĵjumi un to rezultāti netiek pietiekami popularizēti, un sabiedrības zināšanu lĵmenis par ūdeņradi kā enerģijas nesēju Latvijā vērtējams kā zems un ir nepieciešams to paaugstināt, ĵstenojot plānotas mārketiņga un izglĵtības pasākumu aktivitātes.

Pētĵjuma aprobācija

Uzstāšanās zinātniskās konferencēs

1. Marketing Strategy Development for Hydrogen in Energetics: Implementation Perspectives in Latvia, International Conference „New Challenges in Economic and Business Development – 2013”, 2013. g. 9.-11. maijs, LU Ekonomikas un vadĵbas fakultāte, 332. aud., Aspazijas bulv. 5, Rĵga. Lĵdzautors: Biruta Sloka.
2. Public Awareness Towards Hydrogen Energy Development and Implementation in Latvia, 18th International Scientific Conference "Economics and Management-2013 (ICEM-2013)" April 24-26, Kaunas, Lithuania. Lĵdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
3. Attieksme par ūdeņradi enerģētikā dažādām sabiedrības grupām Latvijā, Starptautiskā konference „Ūdeņraža tehnoloģijas – ilgtspējĵgai pilsētas attĵstĵbai” 2013. gada 20. martā Rĵgas domes sēžu zālē, Rĵgā, Rātslaukuma 1. Lĵdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Jānis Kleperis Jr.
4. Mārketiņga aspekti ūdeņraža enerģētikā ieviešanai Latvijā Latvijas Universitātes 71. konference, sekcĵja Mārketiņgs, 31.01.2013., LU Ekonomikas un vadĵbas fakultāte, 332.aud., Aspazijas bulv. 5, Rĵga. 71. konferences programma 2013. gada janvārĵ – martā, lpp. 114.

5. Marketing Approach for Society Associations with Hydrogen Energy, 5th International seminar / 3rd Scientific Workshop “Advances in Hydrogen Energy Technologies: Key to Sustainable Energy Markets”, P21, November 29 – 30, 2012, Oeiras, Portugal.
6. Public acceptance of hydrogen technology implementation, International Workshop “Hydrogen and Fuel Cells in Research Applications: facing to Latvia”, October 4 – 5, 2012, Riga, Latvia. Līdzautori: Ilze Dimanta, Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
7. Opportunities for Hydrogen Marketing – Public Opinion Analysis, In International Conference „New Challenges in Economic and Business Development – 2012”, 10.-12. maijs 2012., LU Ekonomikas un vadības fakultāte, 332.aud., Aspazijas bulv. 5, Rīga. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Dimanta, Jānis Kleperis Jr., Māra Gudakovska, Pēteris Tora.
8. Socio-economical approach for hydrogen implementation in Latvia, European Energy Conference 2012, Poster Nr 99, April 17-20, Maastricht, Netherlands. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
9. Konceptija ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanai Latvijas Universitātes Akadēmiskā centra ēku kompleksa elektrības un siltuma nodrošināšanai, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta 28. zinātniskā konference, sekcija Kodolu termiskā sintēze un ūdeņraža enerģētika, 08.02.1012., LU Cietvielu fizikas institūts, Ķengaraga iela 8, Rīga, LU CFI 28. zinātniskās konferences programma 2012. gada 8.-10. februāris, lpp.3. Līdzautori: Ilze Dimanta, Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
10. Ūdeņraža kā zīmola novērtējums, Latvijas Universitātes 70. konference, sekcija Mārketing, 03.02.2012., LU Ekonomikas un vadības fakultāte, 332.aud., Aspazijas bulv. 5, Rīga. 70. konferences programma 2012. gada janvārī – martā, lpp. 115.
11. Hydrogen Implementation in Latvia: Marketing Approach, The 4th International Seminar on Advances in Hydrogen Energy: Opportunities and Challenges in a Hydrogen Economy, Poster Nr. P13, November 10-11, 2011, Book of Abstracts, Instituto Politecnico de Viana do Castelo, p.44., Viana do Castelo, Portugal. Līdzautori: Ilze Dimanta, Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
12. Usage of selective industrial waste for bio-hydrogen production with anaerobic microorganisms in a bioreactor sistēma, The 4th International Seminar on Advances in Hydrogen Energy: Opportunities and Challenges in a Hydrogen Economy, Poster Nr. P09, November 10-11, 2011, Book of Abstracts, Instituto Politecnico de Viana do Castelo, 40. p., Viana do Castelo, Portugal. Līdzautori: Ilze Dimanta, Indriķis Muižnieks, Biruta Sloka, Jānis Kleperis.

13. The Development and Implementation of Hydrogen Technologies: Are They Going Fast Enough?, 4th World Hydrogen Technology Convention, Conference Abstracts, 14th-16th September 2011, Scottish Exhibition and Conference Centre, Glasgow, Scotland, UK 62 p.. Līdzautori: Jānis Kleperis, Biruta Sloka, Ilze Klepere.
14. Renewable Hydrogen Market Development: Forecasts and Opportunities for Latvia, 2011 International Conference on Hydrogen Production (ICH2P-2011), Abstracts of 2011 International Conference on Hydrogen Production, June 19-22, 2011, Center of Research and Technology SECC, Thessaloniki, Greece. Paper No 319GOV. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
15. Tendencies of the Hydrogen Market Development: Expert View, International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development, Abstracts of Reports International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development – 2011, May 5-7, 2011, University of Latvia, Riga p.32. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
16. Ūdeņraža loma enerģētikā nākošajā desmitgadē ekspertu vērtējumā, Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta 27. zinātniskā konference, veltīta LU Pusvadītāju fizikas problēmu laboratorijas un Salaspils Atomreaktora 50. gadu jubilejai Tēzes, 2011. gada 14.-16.februāris, LU Cietvielu fizikas institūts 2011, Rīga, lpp. 10. Līdzautori: Ilze Klepere, Biruta Sloka.
17. Ūdeņraža kā degvielas mārketinga – ārvalstu pieredze, Latvijas Universitātes 69. zinātniskā konference, 02.02.2011., LU Ekonomikas un vadības fakultāte, Aspazijas bulv. 5, Rīga, Konferences Programmas lpp.106.
18. Interdisciplinary Courses on Renewable Energies in Latvian Higher Education Establishments and Hydrogen Technologies, 4th International Conference “Environmental Science and Education in Latvia and Europe: From Green projects to Green society”, Abstracts of The 4th International Conference “Environmental Science and Education in Latvia and Europe: From Green projects to Green society”, October 22, 2010, Latvia University of Agriculture, Jelgava, abstract page 13. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
19. Teaching Renewables From Master Program Students At The School For Renewable Energy Sciences In Iceland: Sharing Study Experience, The 4th International Conference “Environmental Science and Education in Latvia and Europe: From Green projects to Green society”, Abstracts of The 4th International Conference “Environmental Science and Education in Latvia and Europe: From Green projects to

- Green society”, October 22, 2010, Latvia University of Agriculture, Jelgava, abstract page 15. Līdzautore: Ilze Klepere.
20. Education and promotion of public acceptance in order to facilitate hydrogen usage as an alternative energy carrier, International Conference „New Socio-economic Challenges of Development in Europe 2010”, October 7-9, 2010, University of Latvia, Riga. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
 21. Course on Alternative energy as a Road map for a Sustainable Public Education, International Conference „Employability & Entrepreneurship”- 2nd Edition, Abstracts of International Conference „Employability & Entrepreneurship”- 2nd Edition, September 27-28, 2010; Porto, Portugal, (abstract 1 page). Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
 22. Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply, 11th Bi-Annual Conference on European Association for Comparative Economic Studies: Comparing Responses to Global Instability, Abstracts of the 11th Bi-Annual Conference on European Association for Comparative Economic Studies: Comparing Responses to Global Instability. August 26-28, 2010, Tartu, (abstract 1 page). Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
 23. The role of hydrogen as energy carrier in economics of Latvia nearest future, Šauļu universitātes starptautiskā zinātniskā konference „International Conference of Young Scientists”, April 29-30, 2010, Šiauliai, Lithuania, International Conference of Young Scientists Program and Abstracts, Siauliai, Lithuania 2010. lpp.12.
 24. Ūdeņraža ekonomikas veiksmes piemēri pasaulē un ko no tā mācīties Latvijai, LU Cietvielu fizikas institūta 26. zinātniskā konference, LU CFI 26. zinātniskās konferences Tēzes, 2010.gada 17. – 19. februāris, LU Cietvielu fizikas institūts, Rīga, lpp. 73. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
 25. Are Latvia’s Car Drivers Ready to Use Alternative Fuel?, International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development - 2009, Riga, May 7 - 9, 2009. University of Latvia, Riga, International Conference Proceedings, lpp. 9. Līdzautori: Jānis Kleperis, Biruta Sloka.
 26. Economic independence and hydrogen technologies – is Latvia redy for it?, International scientific-methodical conference regional problems: Economics, Management, Technologies, Klaipeda Business School 30.10.2009, Klaipeda, (Lithuania). Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.

27. Step by step implementation of hydrogen as enviromental policy tool in Latvia, Starptautiska zinātniska konference Enviromental science and education in Latvia and Europe: Education and science for climate change mitigation, 2009. g. 23. oktobris, Vides ministrija, Rīga, lpp. 4. Līdzautori: Jānis Kleperis, Gunārs Bajārs, Biruta Sloka, Ilze Klepere.
28. Ūdeņraža ekonomikas mārketinga pasākumi pasaules tautsaimniecībā, Latvijas Universitātes 68. konference, LU Ekonomikas un vadības fakultāte, Aspazijas bulv. 5, 04.02.2010., Rīga, Konferences programmas lpp.93.
29. Ūdeņradis kā alternatīvs resurss enerģētikas sektora attīstības veicināšanai, Ventpils augstskolas studentu zinātniskās konferences Aktualitātes tautsaimniecībā, tulkošanā un tehnoloģijās, referātu kopsavilkumi, 2010. gada 13.maijs Ventpils augstskola, Ventpils, lpp.15.
30. No haosa līdz harmonijai sabiedrības atvесеļošanā caur videi draudzīgu enerģētikas politiku, 3. starptautiskā zinātniskā konference Sabiedrība un kultūra: Haoss un harmonija, 2010. g. 29.-30. aprīlis, Liepājas Universitāte, Liepāja, lpp.13.
31. Latvijas autobraucēju gatavība izmantot alternatīvo enerģiju, Latvijas Universitātes 67. konference, Latvijas Universitātes 67. konferences programma, LU, 2009. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis.

Zinātniskās publikācijas

1. Organisation of Surveys on Attitudes Towards Hydrogen as Energy Carrier, *Proceedings of Workshop of Baltic-Nordic-Ukrainian Network on Survey Statistics*, University of Latvia, Central Statistical Bureau of Latvia, Riga, 2012, pp. 100-106. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Dimanta, Māra Gudakovska, Jānis Kleperis Jr., Pēteris Tora.
2. Marketing Approach for Society Associations with Hydrogen Energy, 5th International seminar / 3rd Scientific Workshop “Advances in Hydrogen Energy Technologies: Key to Sustainable Energy Markets”, Conference Proceedings, 2012, Oeiras, Portugal.
3. Renewable Energy Powered Campus Proposal for the University of Latvia, *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, No. 9, 2012, pp. 10-17. Līdzautori: Ilze Dimanta, Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Jānis Kleperis Jr.
4. Lessons From Teaching Renewables: Domestic and Cross-Boarder Education Action – Latvian Solar Cup, *Regional Formation and Development Studies, Journal of Social*

- Sciences*, No. 1 (6), 2012, pp. 60-66. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis (**pieejams EBSCO datu bāzē**).
5. Opportunities for Hydrogen Marketing – Public Opinion Analysis, In International Conference „New Challenges in Economic and Business Development – 2012” Proceedings, 2012, University of Latvia, pp. 131-141. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Dimanta, Jānis Kleperis Jr., Māra Gudakovska, Pēteris Tora.
 6. Mārketiņa stratēģijas nozīme Islandes ūdeņraža enerģētikas attīstībā, *Latvijas Universitātes raksti* 2011, Ekonomika. Vadības zinātne. 771. Sēj., 457.-465. lpp.
 7. The Development and Implementation of Hydrogen Technologies: Are They Going Fast Enough? 4th World Hydrogen Technology Convention, University of Strathclyde, Conference Proceedings, 2011, UK pp. 404-408. Līdzautori: Jānis Kleperis, Biruta Sloka, Ilze Klepere.
 8. Hydrogen Implementation in Latvia: Marketing Approach, The 4th International Seminar on Advances in Hydrogen Energy: Opportunities and Challenges in a Hydrogen Economy, Conference Proceedings (CD). Līdzautori: Ilze Dimanta, Biruta Sloka, Jānis Kleperis.
 9. Renewable Hydrogen Market Development: Forecasts and Opportunities for Latvia. Paper No 319GOV, *Proceedings (CD) of International Conference on Hydrogen Production ICH2P-11*, June 19-22, 2011, Thessaloniki, Greece, pp. 1-6. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
 10. Possible Scenarios for Obtaining and Usage the Biohydrogen, Proceedings of the International Scientific Conference: Rural Development. 2011, Vol. 5 Issue 1, pp. 347-353. 7p. 1 Black and White Photograph, 1 Chart, 1 Graph. Līdzautori: Jānis Kleperis, Ilze Dimanta, Ilze Dirnena, Artūrs Gruduls, Ēriks Skripsts, Jānis Jasko, Biruta Sloka (**pieejams Thomson Reuters un EBSCO datu bāzēs**).
 11. Tendencies of the Hydrogen Market Development: Expert View, Proceedings of International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development – 2011, May 5-7, 2011, University of Latvia, Riga (Latvia) pp. 109-116. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
 12. Education and promotion of public acceptance in order to facilitate hydrogen usage as an alternative energy carrier, International Conference New socio-economic challenges of development in Europe 2010 Conference Proceedings, October 7-9, 2010, University of Latvia, Riga (Latvia), pp. 108-112. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.

13. Course on Alternative energy as a Road map for a Sustainable Public Education. Proceedings Book of International Conference „Employability & Entrepreneurship”- 2nd Edition, September 27-28, 2010, Porto, Portugal, pp. 196-203. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
14. Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply. Proceedings of 11th Bi-Annual Conference on European Association for Comparative Economic Studies: Comparing Responses to Global Instability. August 26-28, 2010, Tartu, Estonia, pages 12: <http://ec.ut.ee/eaces2010/artiklid/Dimants%20Sloka%20Kleperis%20Klepere-Hydrogen%20as%20innovative.pdf>. Līdzautori: Biruta Sloka, Jānis Kleperis, Ilze Klepere.
15. Ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas iespējas tautsaimniecībā: labās pieredzes analīze, Latvijas Universitātes raksti. 2010, 754. Sēj. Ekonomika un vadības zinātne 192.-200. lpp.

Citas publikācijas

16. Ūdeņraža tehnoloģijas un nākotnes enerģijas avoti, Schools at University for Climate and Energy (SAUCE) Universitāšu un skolu sadarbības projekts par ilgtspējīgu enerģijas izmantošanu un klimata pārmaiņām 2011., 8. lpp. Līdzautori: Līga Grīnberga, Jānis Kleperis, Jūlija Hodakovska, Ilze Klepere, Andris Šivars.
17. Latvijas Ūdeņraža asociācijas reklāmas materiāls. Latvijas Ūdeņraža asociācija, 03.2008., 5. lpp. Līdzautori: Līga Grīnberga, Mārtiņš Vanags, Jānis Kleperis.
18. Pētījuma rezultātu aprobācija Hydrogen Student Design contest 2012, topic: Design a Combined Heat, Hydrogen and Power (CHHP) System for a University Campus Using Local Resources”. Starp dalībniekiem no visas pasaules, Latvijas Universitātes komanda ieguvusi 7. vietu. Rezultāti pieejami: <http://www.hydrogencontest.org/previous.asp>.

1. Mārketinga izmantošanas pieredze ūdeņraža ieviešanai enerģētikā un izmantošanā pasaulē

1.1. Jauns produkts un tā teorētisko nostādņu salīdzinājums

Ūdeņraža ieviešana enerģētikā, jeb ūdeņraža ekonomikas ieviešanas idejas pēdējā laikā saņem lielu uzmanību gan zinātnes, gan likumdošanas aspektā. Trīs galvenie iemesli tam ir produkta piedāvātās garantijas globālā jomā, kas ietver enerģijas drošības uzlabošanu, negatīvās ietekmes samazināšanu uz vidi un iespēja kļūt par starpposmu fosilo resursu pārejai uz atjaunojamiem resursiem.

Zinātniskajā literatūrā jauna produkta attīstīšana tiek uzskatīta par svarīgu stratēģiju, kas var veicināt uzņēmuma ilgtermiņa panākumus⁷. Ne visi jaunie produkti ir vienādi⁸. Jauns produkts var būt jau esošs produkts, kurš ir uzlabots, lai būtu konkurētspējīgāks, kā arī jauns produkts var būt pilnīgs jaunums tirgū⁹. Jauna produkta izstrāde ir nestabils process, ņemot vērā tehnoloģiju attīstības, patērētāja vajadzību, konkurences, likumdošanas un politiskās vides izmaiņas. Piemēram, uz lēcieneidīgas dabas tehnoloģiskas bāzes balstītas inovācijas var negatīvi ietekmēt rūpīgi plānotas mārketinga un jauna produkta attīstības stratēģijas¹⁰. Jaunu produktu pieņemšanā liela loma tiek pievērsta orientācijai uz tirgu. Produkta inovācijas nozīme, lai uzlabotu uzņēmuma darbību, veidotu ilgtspējīgas konkurences priekšrocības, uzlabotu uzņēmuma vērtību zinātniskās publikācijās, tiek plaši novērtēta. Jauna produkta attīstība var nebūt atkarīga tikai no zināšanām un prasmēm, kuras ir uzņēmuma rīcībā, bet arī no efektivitātes, ar kādu uzņēmums spēj piekļūt pie ārējiem informācijas avotiem. Literatūrā tiek uzsvērta sadarbības nepieciešamība. Veiksmīgai organizāciju sadarbībai nepieciešami papildus resursi. Tāpēc, izvēlētajiem partneriem būtu jāpieņem resursiem, kādi nepieciešami uzņēmumam. Sadarbība var būt vertikāla - ar piegādātājiem un klientiem, ar konkurentiem un ar pētniecības iestādēm¹¹. Neskaidrība par pieprasījuma nākotni, tehnoloģiju attīstības un konkurences nosacījumu prognozēšanas problēmas traucē uzņēmumiem pieņemt svarīgus lēmumus, kas saistīti ar produkta attīstību, un bieži tiek vērtēti kā nopietnākie jauna produkta neveiksmes iemesli. Uzņēmumi izmanto

⁷ Chang, Z.Y., Yong, K.C. (1991). Dimensions and indices for performance evaluation of a product development project, *International Journal of Technology Management*, 6(12), pp. 155-168.

⁸ Kleinschmidt, E.J., Cooper, R.G. (1991). The impact of product innovativeness on performance. *Journal of Product Innovation Management*, 8(4), pp. 240-251.

⁹ Hart, S., Hultink, E.J., Tzokas, N., Commnadeur, H.R. (2003). Industrial companies evaluation criteria in new product development gates. *Journal of Product Innovation Management*, 20, pp. 22-36.

¹⁰ Eng T.Y., Quiaia G., (2009) Strategies for improving new product adoption in uncertain environments: A selective review of the literature, *Industrial Marketing Management* 38, pp.275–282.

¹¹ Fernandez P., Luisa Del Rio M., Varela J., Bande B., (2010) Relationships among functional units and new product performance: The moderating effect of technological turbulence, *Technovation* 30, pp. 310 –321.

dažādas stratēģijas, lai samazinātu šādas nenoteiktības, piemēram, veic tirgus pētījumus, palielina orientāciju uz patērētāju, nogaidīšana kamēr kāds no nenoteiktiem apstākļiem samazinās, nogaidīšana, paralēli analizējot, kā rīkojas citi tirgus dalībnieki¹² u.c. Jauna produkta ieviešana var sniegt konkurences priekšrocības kā arī pozitīvu atdevi no ilgtermiņa investīcijām. Tomēr jaunu produktu attīstība ir ilgstošs process ar augstu neveiksmes risku¹³.

Mārketinga teorijā, vairākums jauno produkta ieviešanas pētījumu uzsver tieši personīgo īpašību un sabiedrības komunikācijas mainīgos lielumus. Daži pētījumi fokusējas uz patērētāja *ad hoc* (īpašajām) vajadzībām produkta ieviešanas procesā. Pētījumi par patērētāja attieksmi^{14, 15, 16} attiecībā uz konkrētiem produktiem pierāda, ka patērētāja domas par produkta derīgumu atšķiras no situācijas. Situatīvās ietekmes pētījumi pierāda, ka indivīds visticamāk atbalstīs inovāciju, jo ieguvumi, ko viņš vai viņa iegūst no produkta, atbilst patēriņa situācijai¹⁷. Citiem vārdiem sakot, kad patērētājs atbalsta kādu inovāciju un iegādājas produktu, tas pārsvarā ir tādēļ, ka produkts tiek iegādāts, lai īstenotu kādu patērētāja vajadzību vai atrisinātu problēmu, nevis vienīgi personīgo prognožu un attieksmes dēļ. Pieaugusī ierobežojumu atzīšana patērētāja raksturošanā stimulējusi pētījumu veidošanos, kas apskata situatīvās ietekmes patērētāja uzvedībā¹⁸. Eksistē trīs situāciju veidi, kas būtiski mārketinga analīzei: komunikācijas situācija, iegādes situācija un patērēšanas situācija. Patērēšanas situācija attiecas uz produkta paredzēto lietošanas situāciju. Komunikāciju un iegādes situāciju nozīmīgums apskatīts daudzos pētījumos, kas pierādījuši šo situāciju nozīmes ietekmi uz patērētāju uzvedību kā vides apstākļu izmaiņu rezultātu. Vairums zinātnieku pievērsušies dažādu situāciju lēmumu pieņemšanas efektu pētīšanai, kā piemēram, dāvana pret iegādi individuālai lietošanai. Secināts, ka dažādu prečzīmju meklēšanas ilgums, meklētās informācijas veids, cenas limits, kā arī informācijas iegūšanas avoti ir atkarīgi no situācijas.

¹² Tyagi R.K., (2006) New product introductions and failures under uncertainty, *International Journal of Research in Marketing* 23 pp.199–213

¹³ Ching-Chin C., Ao Ieong Ka Ieng., Ling-Ling W., Ling-Chieh K., (2010) Designing a decision-support system for new product sales forecasting, *Expert Systems with Applications* 37 pp.1654–1665

¹⁴ G.J. Offer, M.Contestabile, D.A.Howey, R.Clague, N.P.Brandon, Techno-economic and behavioral analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system in the UK, *Energy Policy* 39 (2011) pp.1939–1950.

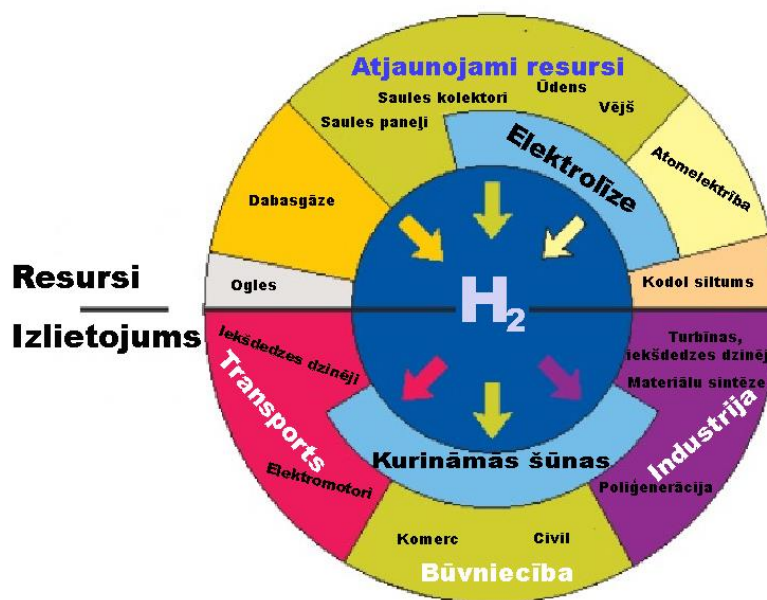
¹⁵ Menegaki A.N., (2012), A social mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys, *Renewable Energy*, 39, pp. 30-39.

¹⁶ Mumford J., Gray D., (2010), Consumer engagement in alternative energy - Can the regulators and suppliers be trusted? *Energy Policy* 38. pp. 2664–2671.

¹⁷ Wenben Lai A., (1991) Consumption Situation and Product Knowledge in the Adoption of a New Product, *European Journal of Marketing*, Vol. 25 Iss: 10, pp. 55 – 67.

¹⁸ Belk R.W., (1976) Situational Variables and Consumer Behavior, *Journal of Consumer Research* Vol.2, p 157.

Lai precīzāk raksturotu produktu, jāprecizē, ka ūdeņradis ir enerģijas nesējs¹⁹, nevis avots, un darbojas kā starpnieks enerģijas uzglabāšanā, un ūdeņraža ražošana iespējama, izmantojot dažādus atjaunojamus un neatjaunojamus resursus, un tā izmantošana iespējama dažādās sfērās (skatīt 1.1. attēlu).



1.1. attēls, Ūdeņraža potenciāls ražošanā, izmantojot atjaunojamus un neatjaunojamus resursus

Autora veidots attēls pēc U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy Resource Analysis for Hydrogen Production 2012.²⁰

Kad ūdeņradis tiek padots degvielas šūnai – gāzes akumulatoram, kas ūdeņradi ķīmiskā reakcijā pārveido par elektrību un ūdens molekulu – ir iegūta jauna bezizmešu tehnoloģija elektrības un siltuma iegūšanai, kas nākotnē aizstās fosilo energoresursu tehnoloģijas. Degvielas šūnas darbības vizualizāciju skatīt 15.pielikumā. Ūdeņradis uz Zemes brīvā veidā praktiski nav sastopams (visvieglākā gāze, kuru Zemes pievilkšanas spēks nespēj noturēt. Tādēļ ūdeņradis jāiegūst, patērējot tam nolūkam enerģiju. Elektriskā enerģija no fosiliem vai atjaunojamiem energoresursiem tiek izmantota, lai sašķeltu ūdeni par skābekli un ūdeņradi (molekulas O₂ un H₂), savukārt ogļūdeņražus (akmeņogles, naftu, dabas gāzi) pārveido ūdeņradī reformēšanas procesā, izmantojot siltumu vai elektrību, kas iegūta tradicionālās energotehnoloģijās, izmantojot atjaunojamus vai fosilos resursus Pastāv

¹⁹ Project no: 502687 NEEDS New Energy Externalities Developments for Sustainability atskaite, skatīts 19.04.2013., pieejams, <http://www.needs-project.org/RS1a/RS1a%20D8.2%20Final%20report%20on%20hydrogen.pdf>

²⁰U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, Resource Analysis for Hydrogen Production 2012, skatīts 06.06.2012., pieejams: http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review12/an026_melaina_2012_o.pdf

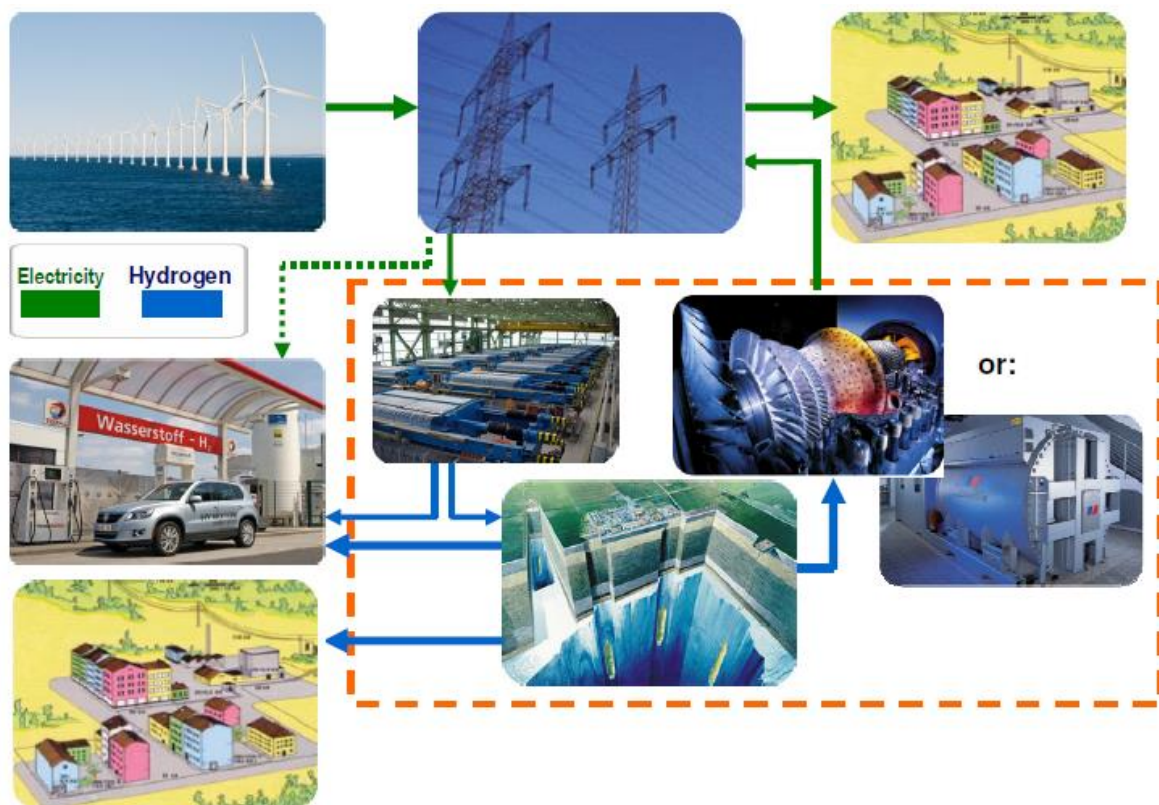
vairākas iespējas kā attīstīt ūdeņraža ekonomiku, un katrai iespējai ir sava ietekme uz dabu, ekonomiku un enerģijas drošību. Kopš 20.gadsimta sākuma līdz mūsdienām rūpniecībā dabas gāzes reformācija par ūdeņradi tiek izmantota visplašāk un dod arī lētāko gāzi, ko plaši izmanto ķīmiskajā rūpniecībā. Līdz ar to arī ūdeņraža ekonomikā tā var būt galvenā iespēja tuvākai nākotnei. Viens no iemesliem, kādēļ tiek dota priekšroka tieši šim risinājumam, ir tas, ka pastāv dabas gāzes infrastruktūra. Pirmēram, attiecībā uz ūdeņraža automašīnām infrastruktūras nepieciešamība ir atzīta svarīgāka par cenas samazināšanu²¹. Piemēram, 90% ASV tirgū saražotais ūdeņradis tiek iegūts dabas gāzes un ūdens tvaika reformācijas ceļā. Ūdeņraža daudzumu, kas būtu nepieciešams pārejas sākumā, nebūtu problēmas iegūt no jau esošās infrastruktūras.

Līdzīgi argumenti ir arī par ūdeņradi, kas iegūts no dabas gāzes, biomasas, ūdens elektrolīzes, kas darbināta ar saules vai vēja enerģiju. Visos gadījumos enerģijas avots, kas šobrīd ir diezgan ierobežots, spētu spēlēt nozīmīgu lomu enerģijas ekonomikā. Un tajā pašā laikā tiktu iegūta liela plūsma ar vides pasargāšanas un enerģijas drošības priekšrocībām.

Ūdeņradim ir divas īpašības, kas padara to par labu enerģijas glabātuvī. Pirmkārt, glabāšanas periodā tiek zaudēts mazs enerģijas daudzums. Piemēram, uzglabājot enerģiju baterijās, iekšējās pašizlādes dēļ tiek zaudēta enerģija un praktiski baterijas ir tukšas, bet stāvot tā ilgāku laiku - vairāk nav izmantojamas. Ūdeņradī pārveidotu enerģiju var uzglabāt vairākus mēnešus, nezaudējot ne mazāko daļu no enerģijas. Otrkārt, šāda glabāšanas metode ir relatīvi lēta. Ja enerģija tiek uzglabāta baterijās, tad sistēmas izmaksas korelē ar baterijas ietilpību. Ja vajadzēs uzglabāt divreiz lielāku enerģijas daudzumu, arī uzglabāšanas izmaksas būs divreiz lielākas. Savukārt, ūdeņraža uzglabāšanas sistēma un elektrības ražošanas tehnoloģija - degvielas šūna ir divas atšķirīgas lietas, un uzglabāšanas izmaksas ir samērā zemas (ūdeņraža enerģētiskās ietilpības vizualizāciju skatīt 12.pielikumā). Ja būtu nepieciešams uzglabāt divreiz lielāku daudzumu, izmaksas palielinātos tikai par daļu no visas summas²². 1.2. attēlā parādīta shēma kā var uzglabāt enerģiju, izmantojot ūdeņradi.

²¹ Park S. Y., Kim Y.W., Lee D.H., (2011) Development of a market penetration forecasting model for Hydrogen Fuel Cell Vehicles considering infrastructure and cost reduction effects, *Energy Policy* 39, pp. 3307–3315.

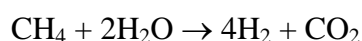
²² Waegel A., Byrne J., Tobin D., Haney B. „Hydrogen Highways: Lessons on the Energy Technology-Policy Interface”, University of Delaware, *Bulletin of Science, Technology & Society*, Vol.26, No.4, August 2006, pp. 288- 298.



1.2. attēls, **Shēma enerģijas uzglabāšanai, pārveidojot to ūdeņradī**

Attēls Pēc J.Toplera, *Deutscher Wasserstoff-Verband*, 2013

Viens no galvenajiem iemesliem, kādēļ tiek aktualizēta ideja par ūdeņraža kā enerģijas avotu, ir tas, ka, to var iegūt, neradot kaitējumu videi. Tā arī ir, ja ūdeņradi iegūst, izmantojot ūdeni un enerģiju no atjaunojamiem resursiem, bet patērēšanai izmantojot degvielas šūnas transportā vai spēkstacijā. Vienīgais blakusprodukts ir ūdens tvaiks. Taču bažas par vidi tomēr rodas, kad par ūdeņraža ieguves avotu tiek izmantoti avoti ar bioloģisku (metanols un biomasa) vai fosilu bāzi (nafta, akmeņogles un dabīgā gāze), kuri satur daudz citas molekulas, kuras tiek atbrīvotas brīdī, kad tiek iegūts ūdeņradis. Parasti šie elementi veido tos pašus savienojumus, kuri piesārņo vidi tradicionālajās tehnoloģijās, īpaši, oglekļa dioksīds (globālās klimata pārmaiņas veicinošās gāzes). Piemēram, dabas gāzes pārveidošanas procesā uz katrām četrām iegūtajām H₂ vienībām rodas viena oglekļa dioksīda molekula:



Tas, savukārt, līdzvērtīgs CO₂ daudzumam, kas atbrīvotos, dabas gāzi dedzinot (dedzināšanas procesā gan rodas vēl papildus veselībai un videi kaitīgās gāzes, tādas kā slāpekļa oksīdi, tvana gāze u.c.). Tātad, H₂ nekaitīguma pakāpe videi ir atkarīga no tā, no kā tas tiek iegūts un kādās tehnoloģijās izmantots.

Līderi H₂ enerģijas apgūvē ir Amerikas Savienotās Valstis, Eiropas Savienība (īpaši Vācija), Japāna un Dienvidkoreja. Kā viena no būtiskākajām H₂ izmantošanas jomām, protams, ir automašīnas, īpaši lielpilsētu sabiedriskais transports, turklāt, piemēram, Japānā valdība stimulē nelielu mājas elektrostaciju ieviešanu, kurās no ūdens vai dabasgāzes tiek ražots H₂, izmantojot saules baterijas (ūdeņraža uzkrāšana ir salīdzinoši daudz ērtāka nekā elektroenerģijas uzkrāšana akumulatoros). Ūdeņraža enerģijas ražošanu mājsaimniecībās atbalsta arī Dienvidkorejas valdība²³. Taivānā (Ķīnas Tautas Republikā), tā kā tā ir sala, uzmanība tiek pievērsta labai draudzīgākai un ekonomiski izdevīgākai jūras transporta attīstībai.²⁴ Pasaules tirgū ūdeņradis galvenokārt tiek iegūts atomelektrostacijās. -Kodolreaktoros ūdeņradi ražo, gan izmantojot ķīmiskos procesus, gan elektrolīzi, un tā kilograma pašizmaksa ir vidēji 2,33 USD, taču iegūšanas cenas samazinās, attīstoties tehnoloģijām. Vienlaikus jau sākts darbs pie jaunas paaudzes AES izstrādes, kuru viens no pamatuzdevumiem būs tieši H₂ ražošana, un, piemēram, Starptautiskā Atomenerģijas Aģentūra (*International Atomic Energy Agency*) norādījusi, ka viens jaunās paaudzes AES energobloks ik dienas spēj saražot 750 000 litriem benzīna ekvivalentu ūdeņraža daudzumu²⁵. Minētajos piemēros ūdeņraža attīstību ietekmējošs faktors ir valdības interese politikas veidošanas izpratnē. Tas liecina, ka valsts atbalsts šādām aktivitātēm ir fundamentāli nepieciešams.

1.2. Ūdeņraža kā produkta ekonomika

Enerģētikas resursi pasaulē balstās galvenokārt uz fosilajiem dabas resursiem, kuri neatjaunojas pārskatāmā periodā. Vispesimistiskākās prognozes liecina²⁶, ka enerģijas patēriņa tempiem pieaugot pašreizējā līmenī, nafta un gāze pietiks turpmākajiem 40-80 gadiem. Trīsdesmit gadu ilgi novērojumi piecdesmit pasaules valstīs liecinot, ka, vērtējot pasaules vidējo enerģijas iegūvi uz vienu cilvēku, jau 2030. sasniegsim 1930. gada līmeni. Fosilie resursi, sevišķi nafta ir ļoti vērtīga izejviela ķīmiskajai rūpniecībai, tādēļ to daudz lietderīgāk izmantot plastmasu un dažādu citādu produktu ražošanai nekā dedzināt

²³ Joo-won C., (2012) Korea to build world's largest hydrogen-powered town, *The Korea Herald*, Herald Corporation, 28.05.2012.

²⁴ Prospects for renewable energy for seaborne transportation – Taiwan example, Jian Hua, Yi-Hsuan Wu, Pang-Fu Jin, National Taiwan ocean university. *Renewable Energy* 33, 2008., pp. 1056-1063.

²⁵ Starptautiskās Atomenerģijas Aģentūras ziņojums par ūdeņraža ražošanu, skatīts 30.03.2012., pieejams <http://www.tgdaily.com/sustainability-features/62317-nuclear-plants-could-produce-clean-hydrogen>

²⁶ Kopējais patērētais enerģijas apjoms uz vienu cilvēku. Centrālā statistikas pārvalde, skatīts 15.04.2013., pieejams:

<http://data.csb.gov.lv/Dialog/varval.asp?ma=EN0150&ti=EN15%2E+ENERGOBILANCE%2C+TJ+%28NA+CE+1%2E1%2Ered%2E%29&path=../DATABASE/vide/Ikgad%E7jie%20statistikas%20dati/Ener%EC%E7t+ika/&lang=16>

automašīnu iekšdedzes dzinējos. Katras valsts ekonomikas stabilitāte lielā mērā atkarīga no enerģētikas nozares neatkarības, un ūdeņraža ekonomika daudzviet to var nodrošināt.

Ūdeņradis ir visvairāk sastopamais elements Kosmosā un uz Zemes, un tā masa uz Zemes sasniedz trīs ceturtdaļas no vielu atomu kopējā skaita, diemžēl saistītā veidā dažādās molekulās. Pēc enerģētiskās ietilpības viens kilograms ūdeņraža atbilst 3,5 litriem benzīna²⁷, jo tam sadegot izdalās trīs reizes vairāk siltuma. Ūdeņraža izmantošana dod iespēju samazināt kaitīgo izmešu daudzumu atmosfērā, jo, sadedzinot ūdeņradi, ķīmiskā reakcijā rodas ūdens tvaiki (ja dedzināšana notiek tīrā skābekļa vidē). Salīdzinot ar citiem resursiem, piemēram, vēja vai Saules enerģiju, ūdeņradis vairāk piemērots uzglabāšanai, un ir efektīvs energonesējs. Šobrīd ūdeņraža ražošana sasniedz aptuveni 500Mm³ (miljardi kubikmetru) jeb 44,6 miljoni tonnu gadā, kas ir aptuveni 2% no nepieciešamās primārās enerģijas daudzuma²⁸ un galvenokārt tiek izmantots ķīmiskajā rūpniecībā. Aptuveni 96% no tā tiek iegūti no fosilajiem resursiem²⁹. Atjaunojams ūdeņradis no tradicionāli iegūtā atšķiras ar to, ka ir ražots, izmantojot alternatīvus, atjaunojamus resursus un tas nozīmē, ka tā uzglabāšanai un transportēšanai arī būtu jābūt videi draudzīgai un ekonomiski izdevīgai. Tikai ūdenim piemīt iespēja kļūt par atjaunojamu enerģijas resursu avotu, ne tikai hidroelektrostacijās, paisuma-bēguma un viļņu elektrostacijās, bet arī elektrolīzes procesā, kad iegūtais ūdeņradis tiek izmantots kurināmā elementos lai ražotu elektrību un siltumu (atgriezenisks skābekļa-ūdeņraža cikls). Kurināmā elementi, kuri ķīmiski sadedzina tikai ūdeņradi, ir pilnībā ekoloģiski, jo ūdens tvaiki ir vienīgais savienojums to izmešos (atšķirībā no t.s. metanola kurināmā elementiem, kur, sadedzinot ķīmiski metanolu, izmešos ir arī ogļskābā gāze (CO₂), kas dod negatīvu ieguldījumu pasaules globālajā sasilšanā³⁰. Ūdeņraža tehnoloģijas tiek pastāvīgi uzlabotas. Piemēram, ASV lai uzlabotu degvielas šūnas efektivitāti tiek izmantotas nanotehnoloģijas³¹, Taiwānā izstrādāts ūdeņraža tehnoloģiju un ekonomikas attīstības plāns³². Palielinoties ūdeņraža izmantošanas apjomiem pasaulē ir radies jauns apzīmējums kas norāda uz ūdeņraža enerģētikas būtību – *ūdeņraža ekonomika*.

²⁷ R&D of Energy Technologies, International Union of Pure and Applied Physics, skatīts 26.03.2012., pieejams, <http://www.iupap.org/wg/energy/annex-1d.pdf>

²⁸ Dupont V., Steam reforming of sunflower oil for hydrogen gas production, *Helia*, 2007, pp. 30-103.

²⁹ Meyer P.E., Winebrake J.J., Modelling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refuelling infrastructure, *Technovation* 29, 2009, pp. 77-91.

³⁰ Kleperis J. Atjaunojamo energoresursu potenciāls Latvijā, Būvniecības, enerģētikas un mājokļu valsts aģentūra, 44 SIA „Gandrs” 2008, 44.lpp

³¹ ASV Enerģijas departamenta veiktie pētījumi, United States Department of Hydrogen, skatīts 14.04.2013., pieejams, <http://www.hydrogen.energy.gov/>

³² Lee Duu-Hwa, Lee Duu-Jong, Hydrogen economy in Taiwan and biohydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy* 33, 2008, pp. 1607 – 1618.

Ūdeņraža ekonomika

Zinātniskos rakstos vairakkārt tiek pieminēts termins *ūdeņraža ekonomika*. Dažādi zinātnieki šo terminu traktē atšķirīgi. Džons Bokris (*John O'M Bockris*)³³, pēc profesijas būdams ķīmiķis, ir pirmais, kurš šādu terminu zinātnē ieviesa 1970. gadā. Pēc Dž. Bokrisa, ūdeņraža ekonomika (*Hydrogen economy*) ir sistēma, kurā būtiska patērētās enerģijas daļa tiek saražota, izmantojot ūdeņradi, ko iegūst no atjaunojamiem energoresursiem - resursi, kas papildināmi dabiskā procesā, bet to papildināšana ir ierobežota. Faktiski tie laika gaitā ir neizsīkstoši, tomēr pieejamais resursu enerģijas apjoms noteiktā laika vienībā ir ierobežots. Atjaunojamajos enerģijas resursos ietilpst: biomasa, ūdens, ģeotermālā, saules un vēja enerģija. Nākotnē varētu izmanto arī okeāna viļņu un plūdmaiņas enerģiju, ģeotermālo enerģiju. Energozņēmumi atjaunojamus resursus izmanto lielapjoma elektrības ražošanā, elektrības ražošanā vietējam patēriņam, sadalītā elektrības-siltuma ražošanā, autonomā elektrības ražošanā bez pieslēgšanās tīklam un elektrības patēriņa samazināšanas tehnoloģijā, ar kurām tiek nodrošināta lielāka enerģijas izmantošanas efektivitāte.

Literatūrā nereti par sinonīmu *ūdeņraža ekonomikai* izmantots termins *ūdeņraža sabiedrība* (*Hydrogen Society*), kas pēc būtības nozīmē to pašu³⁴. Murejs (*M. L. Murray*) par ūdeņraža ekonomiku uzskata uz atjaunojamiem energoresursiem balstītu nulles emisiju ekonomiku, kurā ūdeņradis tiek izmantots enerģijas uzglabāšanai un kā degviela³⁵. Latvijas aspektā ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanai enerģētikā vajadzētu palielināt iekšzemē saražotās enerģijas īpatsvaru, kā arī enerģijas importa – atkarības no piegādātājiem, sazināšanos. Pasaulē termins *ūdeņraža ekonomika* biežāk tiek lietots, ar to domājot sabiedrību, kura izmanto ūdeņraža tehnoloģijas, patērējot ūdeņradi kā degvielu. Produkts ūdeņraža ekonomikas izteiksmē ir ūdeņradis, kā arī ūdeņraža tehnoloģijas. Ūdeņraža ekonomika ietver konkrētas sabiedrības kopas/ģeogrāfiskas teritorijas ekonomiku/tautsaimniecību, kurā enerģētika tiek pilnībā balstīta uz atjaunojamiem resursiem, ūdeņradi izmantojot kā enerģijas nesēju. Rezultātā tiek iegūta pašpietiekama, neatkarīga ekonomikas/tautsaimniecības sistēma, kurā nerodas pieprasījums pēc energoresursu un enerģijas importa. Ar ūdeņraža enerģētiku saistīti uzņēmumi bieži

³³ Bockris J.O'M. (2002) The origin of ideas on a Hydrogen Economy and its solution to the decay of the environment, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.27, pp. 731 – 74.

³⁴ Andrews J., Shabani B., Re-envisioning the role of hydrogen in a sustainable energy economy, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 37, Issue 2, January, pp. 1184-1203.

³⁵ Murray, M.L., Seymour E.H., Pimenta R., (2007), Towards a Hydrogen Economy in Portugal, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 32, Issue 15, October pp. 3223-3229.

atsaucas uz terminu *ūdeņraža ekonomika*, taču atkarībā no to darbības virzieniem minētais termins tiek traktēts atšķirīgi, piemēram, organizācija *Hydrogen Highway*³⁶ nesniedz savu interpretāciju par definīciju, vien norāda, ka ūdeņraža ekonomikas sniegto iespējamo sociālo labumu ekonomisks novērtējums ir sarežģīts. Pāreja uz ilgtspējīgu, zemas vai nulles oglekļa emisijas transporta ekonomiku ir sarežģīts process, kas ietver ne tikai tehnoloģiju attīstību, bet arī jaunas infrastruktūras un patērētāja izpratnes veidošanu³⁷. Autors piekrīt apgalvojumiem, ka ūdeņraža tehnoloģijas var būt nozīmīgs resurss, kurš jāizmanto, lai samazinātu cilvēkiem un videi kaitīgo izmešu daudzumu. Tas apstiprinās arī ASV zinātnieka Laitna (*Lattin, W.C.*)³⁸ pētījumā, kurā norādīts, ka ūdeņraža ekonomikas primārie attīstības iemesli ir sagaidāmais fosilo energoresursu sadārdzinājums, kā arī to intensīvas izmantošanas kietekme uz arvien pieaugošo vides piesārņojumu (globālā sasilšana). MakDovāls (*W. McDowall*) uzskatījis, ka ūdeņraža ekonomikai ir potenciāls nodrošināt ilgtspējīgu un drošu energoapgādes sistēmu³⁹. Floridas Saules enerģijas centrs⁴⁰ norādījis, ka ūdeņraža ekonomiku lēmumu pieņēmēji apstiprina kā vienu no atslēgām uz tīras enerģijas nākotni, par primāro elementu minot pasaules transporta sistēmu transformācijas nepieciešamību - no naftas produktu izmantošanas uz atjaunojamo energoresursu un ūdeņraža izmantošanu. Pēc autora domām termins „*ūdeņraža ekonomika*” vistiešākajā nozīmē tiek lietots, ar to domājot sabiedrību, kura izmanto ūdeņraža tehnoloģijas. Ūdeņraža ekonomika ietver konkrētas sabiedrības kopas/ģeogrāfiskas teritorijas ekonomiku/tautsaimniecību, kurā enerģētika tiek pilnībā balstīta uz atjaunojamiem resursiem, ūdeņradi izmantojot kā enerģijas nesēju. Rezultātā tiek iegūta pašpietiekama, neatkarīga ekonomikas/tautsaimniecības sistēma, kurā, ideālā scenārija piepildīšanās gadījumā, nerodas pieprasījums pēc enerģijas importa.

Ūdeņraža ekonomiku visdrīzāk tuvākā nākotnē nevajadzētu asociēt ar neatkarīgu ekonomisku sistēmu, drīzāk sistēmu, kurā ūdeņradis ieņem zināmu lomu konkrētā ekonomikā/tautsaimniecībā un tiek izmantots kā enerģijas nesējs un enerģijas avots.

³⁶ Hydrogen Highway announcements, skatīts 14.03.2013., pieejams, <http://www.hydrogenhighway.ca.gov/media/h2briefing/ogden.pdf>

³⁷ Kontogianni A., Tourkolias C., Papageorgiou E.I., (2013) Revealing market adaptation to a low carbon transport economy: Tales of hydrogen futures as perceived by fuzzy cognitive mapping, *International Journal of Hydrogen Energy* 38, pp. 709-722.

³⁸ Lattin, W.C. Utgikar V.P., (2007), Transition to hydrogen economy in the United States: A 2006 status report, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 32, Issue 15, October 2007, pp. 3230-3237.

³⁹ McDowall W., Eames M., (2006), Towards a sustainable hydrogen economy: a multi-criteria mapping UKSHEC hydrogen futures. London: Policy Studies Institute, full report.

⁴⁰ Floridas Saules enerģijas kooperācija, ūdeņraža ekonomikas skaidrojums, skatīts 15.03.2013., pieejams, <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/hydrogen/basics/economics.htm>

Analizējot ūdeņraža enerģētikas izmantošanas praksi pasaulē var secināt, ka izmantošanas ekonomiskais izdevīgums ir atkarīgs no vairākiem mainīgajiem, tādiem kā - ģeogrāfiskais novietojums, resursu pieejamība, resursu cena, ražošanas tehnoloģijas, uzglabāšanas un transportēšanas tehnoloģijas, izmantošanas tehnoloģijas, laiks un u.c. Ūdeņradis var būt gan ekonomiski izdevīgs, gan neizdevīgs resurss – viss atkarīgs no attiecīgiem mainīgajiem.

Bet ūdeņradi kā enerģijas nesēju vai degvielu iespējams izmantot gan transportā, gan siltuma un elektrības ieguvei, turklāt ūdeņraža sadedzināšana (gan tieši iekšdedzes dzinējos, apkures katlos, gan ķīmiski kurināmā elementos jeb degvielas šūnās) nepiesārņo apkārtējo vidi ar ogli un tās savienojumiem (kvēpi, ogļūdeņraži, tvana gāze CO, ogļskābā gāze CO₂). Tādēļ plaša pāreja uz ūdeņradi kā enerģijas nesēju un degvielu – ūdeņradis enerģētikā jeb ūdeņraža ekonomika iezīmē jauna laikmeta sākšanos, ko raksturo efektīvāka energoresursu izmantošana un mazāks apkārtējās vides piesārņojums.

1.3. Ūdeņraža iegūšana un loģistika

Viens no izplatītākajiem veidiem ūdeņraža ražošanai, ir izdalīt to no ūdens elektrolīzes procesā, kurā elektriskā enerģija tiek pārvērsta ķīmiskajā enerģijā un šīs ķīmiskās enerģijas nesējs ir ūdeņraža gāze. Ūdeņradim, augstākā kurināmā siltumspēja ir 140 MJ/kg, tas nozīmē, 140 MJ iegūst siltumu, ja sadedzina vienu kilogramu ūdeņradi. Elektrolīzes process saistās ar zudumiem un pagaidām tirgū piedāvājumiem elektrolīzeriem lietderības koeficients nepārsniedz 70%. Tātad, ja elektrolīzes procesā tiek patērēts 1 MWh elektroenerģijas, tad 0.7 MWh enerģijas nes saražotais ūdeņradis, un rodas jautājums, vai nav izdevīgāk izmantot elektroenerģiju pa tiešo. Protams, ka ir izdevīgāk, bet ir arī situācijas, kurās tomēr ūdeņradi saražot elektrolīzes procesā ir izdevīgi. Piemēram, saules baterijas un vēja ģeneratori ražo enerģiju tikai tad, ja spīd saule vai pūš vējš. Latvija ģeogrāfiski atrodas vietā, kur Saule spīd nevienmērīgi, ziemā pavisam maz, un arī vējš pūš nevienmērīgi. Lai pilnībā noslogotu šos enerģijas ražotājus brīžos, kad patērētājam nav vajadzīgs tik daudz elektrības, cik saražo Saule vai vējš, izdevīgi būtu pāri palikušo enerģiju pievadīt elektrolīzeriem, kas ražotu ūdeņradi, un tad, kad Saule nespīd, vai vējš nepūš, izmantot par enerģijas ražotāju ūdeņradi. Ūdeņradis izveido tiltu starp šiem enerģijas ražotājiem un patērētāju. Protams, ka šodien tas vēl ir dārgi, bet iegādāties sarežģītas akumulatoru sistēmas varbūt ir dārgāk, un neefektīvāk. Var piebilst, ka ražot šādi enerģiju ir ekoloģiski tīrs process, jo, pēc tam sadedzinot ūdeņradi, vienīgā izplūdes gāze ir

ūdens tvaiks, kuru atkal var izmantot elektrolīzes procesam. Ideāla reciklēšana. Ūdeņradi var iegūt reformējot dabas gāzi. Izmantojot par pamatu šajā procesā metānu vai metanolu, nav vajadzīga ārējas enerģijas pievade. Šajā procesā tomēr rodas siltuma zudumi, un rezultātā, lietderības koeficients ir ap 80%. Praktiski, dabas gāzi var izmantot tieši tāpat kā ūdeņradi un šāda reformēšana vietās, kur dabas gāze ir pieejama, būtu lieka. Dabas gāze ir vieglāk uzglabājama un transportējama. Arī iekārtas ir vienkāršākas, kurās izmanto dabas gāzi, apkures katli, gāzes plītis. Šo paņēmieni varētu izmantot vietās, kur dabas gāze nav pieejama. Citas transportēšanas metodes skatīt 10.pielikumā.

Ūdeņraža transportēšana uz patēriņa vietu ir viens no populāriem ūdeņraža loģistikas pētījumu jautājumiem, ņemot vērā konkrētas infrastruktūras nepieciešamību. Par vienu no tuvākā nākotnē izmantojamiem scenārijiem tiek atdzīts loģistikas procesu pārņemšana no pašreiz populāro degvielu izplatītājiem. Šāda scenārija gadījumā ir paredzēta degvielas ražotāju aktīva iesaistīšanās ūdeņraža ražošanā. Jau esošu infrastruktūru izmantošana tiek uzskatīta par ekonomiski izdevīgāko iespēju pie nosacījuma, ka esošās infrastruktūras dažādu iemeslu dēļ vairs netiek izmantotas sākotnēji paredzēto funkciju veikšanai. Čiara Bersani (*Chiara Bersani*) un kolēģu pētījumā ūdeņradis tiek atdzīts par elastīgu resursu transporta sektoram, līdz ar ko pētījuma jautājumi ietver loģistikas un sadales problemātiku⁴¹. Pētījumā apspriesta iespēja ar infrastruktūru nodrošināt konkrētu teritoriju Ziemeļitālijā un ar to saistītie sarežģījumi. Z.Jumurtača (*Z. Yumurtacia*) savos pētījumos analizējis ūdeņraža iegūšanu, izmantojot spēkstaciju neizmantotās jaudas. Pierādot to, ka ūdeņraža ražošana izmantojot līdz 20MW lielu spēkstaciju neizmantotās jaudas, ir termodinamiski izdevīgi un tehniski iespējams⁴², pētījuma jautājums uzstādīts par šāda veida ražošanas ekonomisku izdevīgumu. Izveidots simulācijas modelis, kurā izmantoti dati no trīspadsmit mazām un vidēja lieluma spēkstacijām Turcijā. Galvenie rezultāti parāda, ka ūdeņradi iespējams ražot konkurētspējīgas cenas diapazonā, izmantojot dažādu resursu spēkstaciju neizmantotās jaudas. Tomēr daudzkārt zinātniskajā literatūrā minēts, ka visizdevīgāk ūdeņradi ražot, izmantojot hidroelektrostaciju neizmantoto enerģiju. F.Ljū (*F.Liu*) un N.Zangs (*N.Zhang*) pētījuši efektīvākos ūdeņraža iegūšanas veidus, izmantojot naftas produktu pārpalikumus – ūdeņraža iegūšanu no naftas pārstrādes izplūdes gāzēm. Piedāvātā metode sniedz optimālu dizainu kopumā attiecībā uz ūdeņraža tīkliem

⁴¹ Chiara B., Minciardi R., Sacile R., Trasforini E., Network planning of fuelling service stations in a near-term competitive scenario of the hydrogen economy, *Socio-Economic Planning Sciences* 43, 2009, pp. 55–71.

⁴² Yumurtacia Z., Bilgen E., Hydrogen production from excess power in small hydroelectric Installations, *International Journal of Hydrogen Energy* 29, 2004, pp. 687 – 693.

konceptuālā līmenī⁴³. Nuno Bento (*Nuno Bento*) veicis teorētisku pētījumu par ūdeņraža infrastruktūras attīstīšanas iespējām⁴⁴. Pētījuma mērķis bija analizēt pašreizējo enerģētikas sistēmas pāreju uz jaunu enerģētikas sistēmu, kas balstīta uz ūdeņraža liberalizāciju Eiropā. Autors uzskata, ka neskaidrības pārejas procesā iespējams identificēt, analizējot zinātnisko literatūru par ūdeņraža infrastruktūras problēmām Eiropā. Jauno enerģētikas sistēmu iesaka balstīt uz elektroenerģijas un dabasgāzes nozares veidošanos piemēriem Eiropā. Sekmīgai pārejai, pirmkārt, nepieciešams pārliecināt valsts politikas veidotājus par sistēmas maiņas izdevīgumu, otrkārt, jārada apstākļi ātra tīkla kritiskā lieluma sasniegšanai, tādā veidā aizsākot ķēdes reakciju pārejai uz jaunu enerģētikas sistēmu. Savukārt Patriks E. Meijers (*Patrick E. Meyer*) un Džeimss J. Vainbreiks (*James J. Winebrake*)⁴⁵ pētījumā norāda, ka ūdeņradim ir potenciāls ilgtspējīgas energoapgādes, drošības un ilgtermiņa vides problēmu risināšanā.

Itālijā tika veikta pilna termo-ekonomiskā analīze integrētas elektrostacijas elektrības un ūdeņraža ražošanai, izmantojot pirolīzes un gazifikācijas procesus. Šajā izpētē iegūtie rezultāti parādīja, ka ūdeņraža cena, primāri, ir atkarīga no kopējām elektrostacijas izmaksām⁴⁶.

Ūdeņraža attīstība transporta sektorā ir apgrūtināta, jo nav pieejama atbilstoša infrastruktūra. Veikts praktisks pētījums, kurā izmantots sistēmdinamikas modelis, kurā analizēta ar ūdeņradi darbināma transporta infrastruktūras attīstības gaita atkarībā no dažādiem infrastruktūras un ūdeņraža tirgus attīstības scenārijiem. Analizējot transporta līdzekļu pieņemšanu sabiedrībā, infrastruktūras attīstības līmeni un ūdeņraža tirgus apstākļus Patriks E. Meijers (*Patrick E. Meyer*) un Džeimss J. Vainbreiks (*James J. Winebrake*) secinājis, ka labākais ūdeņraža transporta ieviešanas scenārijs ir koordinētas politikas īstenošana un infrastruktūras attīstība. Lielākie ūdeņraža patērētāji⁴⁷ transportā šobrīd ir ASV, Japāna, Vācija un Islande. ASV ar ūdeņradi tiek darbināts sabiedriskais

⁴³ Liu F. and Zhang N., Strategy Of Purifier Selection And Integration In Hydrogen Networks, October 2004 *Chemical Engineering Research and Design*, 82(A10): pp.1315–1330.

⁴⁴ Bento N., Building and interconnecting hydrogen networks: Insights from the electricity and gas experience in Europe, *Energy Policy* 36, 2008, pp. 3019– 3028.

⁴⁵ Meyer P. E., Winebrake J. J., Modeling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refueling infrastructure, *Technovation* 29, 2009, pp. 77–91.

⁴⁶ Galanti L., Ranzoni A., Traverso A., Massardo A.F., Existing large steam power plant upgraded for hydrogen production, *Applied Energy* 88, 2011, 00.1510-1518.

⁴⁷ Lipman T. An Overview of Hydrogen Production and Storage Systems with Renewable Hydrogen Case Studies. A Clean Energy States Alliance Report, 2011. Available from: <http://www.cleanenergystates.org/assets/2011-Files/Hydrogen-and-Fuel-Cells/CESA-Lipman-H2-prod-storage-050311.pdf>

transports un ir izveidots pietiekams ūdeņraža uzpildes staciju tīkls⁴⁸. Japānā ūdeņradi izmanto transporta sektorā un mājsaimniecībās, un Vācijā, līdzīgi kā ASV, ar ūdeņradi tiek darbināts publiskais transports, Islandē ar ūdeņradi darbināts sabiedriskais transports, vieglās automašīnas un peldlīdzekļi.

Viens no galvenajiem ūdeņraža enerģētikas attīstības jautājumiem ir infrastruktūras trūkums, piemēram, praktiski neeksistē iniciatīvas ūdeņraža uzpildes stacijas būvniecībai, kamēr nav šādu transporta līdzekļu vai to skaits ir neliels, savukārt ir salīdzinoši maz iniciatīvas iegādāties ūdeņraža transportu, kamēr nav pieejamas uzpildes stacijas⁴⁹. Infrastruktūras pieejamība ir tehnoloģiju attīstības ierobežojošs apstāklis⁵⁰. Tomēr jāatzīmē, ka eksistē vairākas iniciatīvas šajā virzienā. Kā, piemēram, tiek finansiāli atbalstīti un realizēti ūdeņraža enerģētikas pētniecības projekti, kā arī enerģija un vide ir viena no izpētes prioritātēm Latvijā, kas ietver arī ūdeņraža enerģētiku⁵¹. Tehnoloģijas apstiprināšanai ļoti būtiska ir drošības analīze un citi aspekti. Ūdeņradis deg labi, ja pieejams skābeklis un liesma (dzirkstele)⁵². Pasaulē veikti vairāki izpētes projekti šajā sakarā, kuriem gan nereti ir savstarpēji atšķirīgi secinājumi.

Eiropas enerģētiķu prognozes par ūdeņraža autotransporta ienākšanu Eiropas tirgū ir atšķirīgas. Optimistiskais scenārijs prognozē⁵³, ka līdz 2050. gadam Eiropā transporta plūsmas sastādīs 74,5% ar ūdeņradi darbināma autotransporta (skatīt 1.3.attēlu),

⁴⁸ Fueling station distribution, United States Department of Hydrogen, skatīts 15.04.2013, pieejams, <http://www.hydrogen.energy.gov/>

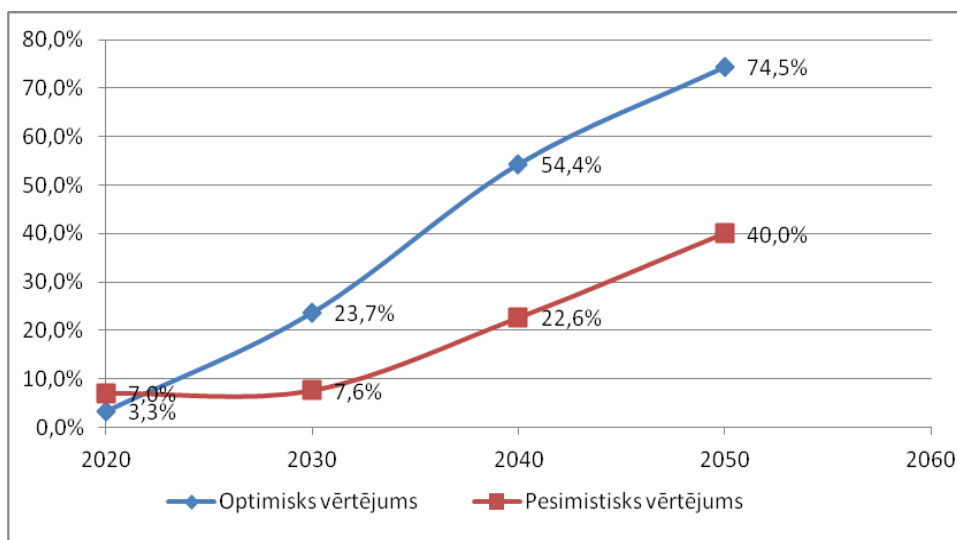
⁴⁹ Rosyid O.A., Jablonski D., Hhauptmanns U., Risk analysis for the infrastructure of hydrogen economy, *International Journal of Hydrogen Energy* 32, 2007, p.3194-3200.

⁵⁰ Brennan T.J., Network effects in infrastructure regulation: principles and paradoxes, *Review of Network Economics* 8, 2009, p.279-301.

⁵¹ Par valsts pētījumu programmām, Ministru kabineta rīkojums Nr.294, 25.05.2010., stājas spēkā 29.05.2010. (prot. Nr.25 49.§).

⁵² Evers A. A., The Hydrogen Society More Than Just a Vision? Actual Worldwide Hydrogen Production from, published on Hannover Messe 2011 (April 4 – 8) webpage available <http://www.hydrogenambassadors.com/background/worldwide-hydrogen-production-analysis.php>, Retrieved 06.03.2011.

⁵³ Ūdeņraža īpatsvars 2020-2050, A European Hydrogen Energy Roadmap, skatīts 05.07.2012., pieejams: <http://www.hyways.de> pieejamiem datiem par,



1.3.attēls, Ar ūdeņradi darbināma autotransporta ienākšana Eiropas tirgū līdz 2050. gadam

Autora veidots attēls, pēc A European Hydrogen Energy Roadmap, <http://www.hyways.de> pieejamiem datiem par ūdeņraža īpatsvaru 2020-2050, skatīts 05.07.2012.

savukārt pesimistiski domājošo prognozes krasi atšķiras, tiek lēsts, ka Eiropā 2050. gadā šāds autotransports sastādīs 40,0% no visa autotransporta.

Sabiedrības aptauja tika veikta Kalifornijā, ASV 2009. gadā, ar mērķi noskaidrot patērētāju attieksmi attiecībā uz ūdeņraža transportlīdzekļiem. Ūdeņraža transports tika izmēģināts un autovadītāji pēc to vadīšanas tika intervēti. Vairāk kā 90% no vadītājiem minēja, ka bija jāvelta papildus 5-10 min laiks, lai atrastu ūdeņraža uzpildes staciju, bet kopumā, vairāk kā 80% lietotāju atzina, ka viņiem ir ļoti pozitīvs iespaids par šo transportlīdzekli un ūdeņradi kā enerģijas nesēju⁵⁴. Ūdeņraža uzpildes stacijas un to atbalsta infrastruktūras attīstība ilgākā termiņā var tikt novērtēta ar dažādiem attīstības scenārijiem un tieši valdības lēmumiem šajā ziņā ir ļoti nozīmīga loma.⁵⁵

Ūdeņradis stacionāros pielietojumos un universitāšu pilsētīnās

Ūdeņradis kā ilgtspējīgs alternatīvas enerģijas risinājums mobiliem un stacionāriem pielietojumiem ir izraisījis lielu interesi par ūdeņraža enerģētiku⁵⁶. LU akadēmiskā centra izbūvei šobrīd jau ir izplānoti savienojumi ar centrālajām pilsētas komunikācijām, tāpēc uz vietas esošs ūdeņraža ieguves resursus sākotnēji būs dabasgāze, kā arī atjaunojamie

⁵⁴ Martin E., Shaheen S.A., Lipman T.E., Lidicker J.R., Behavioral response to hydrogen fuel cell vehicles and refuelling: Results of California drive clinics, *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, 2009, pp. 8670-8680.

⁵⁵ Meyer P.E., Winebrake J.J., Modelling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refuelling infrastructure, *Technovation*, 29, 2009, pp. 77-91.

⁵⁶ Bons S.W., Gul T., Reimann S., Buchmann B., Wokaun A., Emissions of anthropogenic hydrogen to the atmosphere during potential transition to an increasingly hydrogen intensive economy, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, 2011, pp. 1122-1135.

energoresursi (Saule un vējš). Tālākā fāzē varētu tikt apspriests jautājums par LU akadēmiskā centra bioloģisko atkritumu savākšanas sistēmas izveidi biogāzes ražošanai⁵⁷.

Piemēram, Birmingemas Universitātei savu vajadzību nodrošināšanai nepieciešami 110 transporta līdzekļi. Tā kā tie patērē fosilos energoresursus un rada kaitīgos izmešus, tika ieviesti elektriskie un ūdeņraža transporta līdzekļi, lai samazinātu fosilās degvielas patēriņu⁵⁸ un emisijas gaisā. Komerciāli pieejams elektriskais skūteris tika pārveidots par ūdeņraža degvielas šūnas/baterijas hibrīdu, un tika secināts, ka pārveidotais skūteris ir energoefektīvāks un sasniedz labus rezultātus arī ātruma ziņā, salīdzinot ar tradicionālo skūteri⁵⁹. Ir veiktas vairākas aptaujas par ūdeņraža izmantošanu publiskajās un privātajās transporta sistēmās, balstoties uz pircēju un potenciālo izmantotāju viedokļiem. Daži no šiem izpētes projektiem tiek orientēti uz ūdeņraža pielietošanas novērtējumiem un ietekmējošo faktoru identificēšanu, ar mērķi šīs zaļās tehnoloģijas ieviešanas atbalstam.

Šajās aptaujās mainīgie rādītāji, kas saistīti ar socio-demogrāfiskajiem faktoriem, zināšanu līmeni un attieksmi, norāda uz sabiedrības ūdeņraža atbalsta un tehnoloģijas pieņemšanas ciešu sakarību⁶⁰. 2007. gadā Turcijā (Pamukkale Universitātē Denizili) tika uzbūvēta enerģijas izpētes bāze ar 5kW fotovoltisko sistēmu (saules bateriju sistēmu) un 2,4 kW ūdeņraža – kurināmās šūnu sistēmu, lai veiktu šo tehnoloģiju izpēti⁶¹.

Atjaunojamu enerģiju izmantošana ir kļuvusi ļoti aktuāla tieši šobrīd, kad ir palielinājušās naftas cenas, strauji samazinās neatjaunojamo energoresursu rezerves, kā arī palielinās gaisa piesārņojums⁶² un globālas klimata pārmaiņas. Ūdeņradis var tikt ražots no dažādiem enerģijas resursiem, piemēram, importētiem (degviela, dabasgāze), vietējiem (metanols, etanols, biogāze, ūdens, Saules, vēja un ģeotermālā enerģija). Atjaunojamie resursi nav ierobežoti, jo atjaunojas un, atkarībā no ieguves procesa, netiek atņemti videi kā neatjaunojamie energoresursi⁶³. Ūdeņradis var tikt izmantots gan stacionāros, gan mobilos

⁵⁷ University of Latvia Phase II Submission, Hydrogen Student Design Contest, skatīts 05.06.2012., pieejams: http://www.hydrogencontest.org/pdf/2012/University%20of%20Latvia%20-%20Phase%20II_submission.pdf

⁵⁸ Kendell K., Pollet B.G., Dhir A., Staffell I., Millington B., Jostins J., Hydrogen fuel cell hybrid vehicles for Birmingham campus, *Journal of Power Sources*, 196, 2011, pp. 325-330.

⁵⁹ Shang J.L., Pollet B.G., Hydrogen fuel cell hybrid scooter with plug-in features on Birmingham campus, *International Journal of Hydrogen Energy*, 35, 2010, pp. 12709-12715.

⁶⁰ Tarigan K.M Ari., Bayer B Stian, Langhelle O., Thesen G., Estimating determinants of public acceptance of hydrogen vehicles and refuelling stations in greater Stavanger, *International Journal of Hydrogen Energy* 37, 2012, pp. 6063-6073.

⁶¹ Cetin E., Yilanci A., Oner Y., Colak M., Kasikci I., Ozturk H.K., Electrical analysis of a hybrid photovoltaic-hydrogen/fuel cell energy system in Denizli, Turkey, *Energy and Buildings*, 41, 2009, pp. 975-981.

⁶² Yilanci A., Dincer I., Ozturk H.K., A review on solar-hydrogen/fuel cell hybrid energy systems for stationary applications, *Progress in Energy and Combustion Science*, 35, 2009, pp. 231-244.

⁶³ Johnston B., Mayo M.C., Khare A., Hydrogen: the energy source for the 21st century, *Technovation* 25, 2005, pp. 569-585.

pielietojumos, neveidojot kaitīgu izmešu emisijas, it īpaši, ja tiek izmantota kurināmās šūnas tehnoloģija (vienīgā emisija ūdeņraža kurināmajai šūnai ir ūdens)⁶⁴. Kurināmās šūnas ir perspektīva tehnoloģija, kas nodrošina augstu efektivitāti un ilgtspējīgu izmantošanu, kas padarīs tās par piemērotu alternatīvu gan mikro izmēra, gan stacionāriem, gan mobiliem pielietojumiem⁶⁵. Izmantojot minēto tehnoloģiju, ūdeņradis kā produkts var iegūt papildus pievienotu vērtību, jo tam piemīt tādas pievilcīga produkta īpašības kā, efektīvs, ērti lietojams un zaļam dzīves veidam atbilstošs. Tomēr, ūdeņraža ekonomikas kontekstā, infrastruktūras jautājums nav atrisināts plašākā mērogā⁶⁶.

Ļoti nozīmīgs faktors atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešanai ir izglītībai. Liels skaits Eiropas izglītības pasākumu par atjaunojamiem energoresursiem ir veidoti bērniem, studentiem un citiem iedzīvotājiem, izmantojot aktīvo mācīšanu⁶⁷. Šādas iniciatīvas ir iespējams īstenot apzinot mērķauditoriju un attiecīgi virzot aktivitātes. Vai arī iespējams mērķauditoriju ieinteresēt organizējot publiskus pasākumus, piemēram, enerģētikas dienu pasākumu laikā.

Tehnoloģiju attīstība ir grūti novērtējama. Viena no novērtēšanas metodēm ir piecu spēku samērošana, ar kuras palīdzību tiek analizēti 1) potenciālie tirgus dalībnieki, 2) pircēji-nākamie klienti, 3) aizstājēj-produkti, 4) piegādātāji, 5) konkurenti⁶⁸. Šādā sistēmā analizēta tehnoloģija, līdzīgi kā SVID analīze var palīdzēt prognozēt trūkumus un iespējamās gaidāmās grūtības. Pirms tehnoloģijas ieviešanas ir svarīgi pārlicināties, ka šī tehnoloģija tiks pieņemta. Tehnoloģijas atbalsts ir būtisks faktors Modernās organizācijas pamatprincipos⁶⁹. Tas nozīmē to, ka tehnoloģijas efektivitāti ieteicams popularizēt tās attīstītājiem, jeb tiem, kas var ietekmēt tās attīstību. Autors uzskata, ka mārketinga zinātnieku dalība šāda veida vērtēšanā ir neatņemama pozitīva rezultāta iegūšanai.

Daļēji patērētāja izpratne par tehnoloģiju, attiecībā uz valdības politiku, ir saistīta ar viņa vai viņas personīgo pieredzi attiecībā uz valdību un tās realizēto politiku. Kā arī, personīgā

⁶⁴ Hennicke P., Fishedick M., Towards sustainable energy systems: The related role hydrogen, *Energy Policy*, 34, 2006, pp. 1260-1270.

⁶⁵ Adamson K.-A., Hydrogen from renewable resources – the hundred year commitment, *Energy Policy*, 32, 2004, pp. 1231-1242.

⁶⁶ Konda N.V.S.N.M., Shah N., Brandon N.P., Optimal transition towards a large scale hydrogen infrastructure for the transport sector: The case for the Netherlands, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, 2011, pp. 4619-4635.

⁶⁷ Menegaki A.N., A social mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys, *Renewable Energy* 39, 2012, pp. 30-39.

⁶⁸ Fenwick D., Daim T.U., Gerdri N., Value Driven Technology Mapping process integrating decision making and marketing tools: Case of Internet security technologies, *Technological Forecasting & Social Change* 76, 2009, pp. 1055-1077.

⁶⁹ Robinson Jr. L., Marshall G. W., Stamps M. B., An empirical investigation of technology acceptance in a field sales force setting, 2005, *Industrial Marketing Management*, 34, 2005, pp. 407– 415.

pieredze ietver riska izpratni un ieguvuma izpratni, kas nosaka vai persona pieņems vai nepieņems attiecīgo produktu⁷⁰. Svarīgi ir veicināt ūdeņraža enerģijas attīstību caur potenciālā patērētāja uztveres prizmu. Ūdeņraža enerģijai ir jāsasniedz ilgtspējīga vieta enerģētikas nozarē jau šodien, nevis nākamo piecdesmit gadu laikā vai nākamajā gadsimtā⁷¹. Ievērojamas izmaiņas ir gaidāmas attiecībā uz valdības politikas veidotājiem un industrijas līderiem, jo tie meklē tīras, atjaunojamas enerģijas savām pilsētām un valstīm⁷². Eiropas Komisija ir izvirzījusi divus priekšlikumus, kas iezīmēs nākotni drošu ūdeņraža transportlīdzekļu attīstībai un mārketingam. Pirmais ir Kurināmā Šūnu un Ar Ūdeņradi Saistīto Tehnoloģiju Iniciatīva, kas ir ambicioza, industrijas vadīta programma Izpētes, tehnoloģiju attīstības un demonstrāciju aktivitātēm⁷³. Jebkuram mēģinājumam saprast un plānot pāreju uz ūdeņraža enerģijas sistēmā ir jābalstās uz tehnoloģisko sistēmu procesu izpratni⁷⁴.

Sociālo zinātņu pētnieki mēģina atrast veidus kā pārvarēt sabiedrības izglītības un politikas nošķirtību, lai veicinātu sabiedrības uzvedības maiņu un stiprinātu izpratni par atjaunojamu resursu izmantošanu. Tomēr šie centieni sastopas ar vērā ņemamām grūtībām, jo sagaidāmais labums ir novērtējams ilgtermiņā, ko savukārt grūti izskaidrot sabiedrībai, kas sagaida tūlītēju labumu⁷⁵. Pareiza filozofija un biznesa stratēģija ar tehnoloģiskās platformas atbalstu, uzņēmējdarbības noteikumu ievērošana, procesi un sociālie raksturlielumi nodrošina uz sadarbību vērstu dialogu ar patērētāju, kā arī savstarpēji izdevīgu uzticamu un caurspīdīgu uzņēmējdarbības vidi⁷⁶. Iepriekš minēto autoru aprakstītajā situācijā ūdeņraža sistēma var tikt ieviesta esošajā sistēmā un pakāpeniski virzīta uz neatkarīgu pastāvēšanu. Ūdeņraža infrastruktūras neesamība paliek neatrisināta makro līmenī, bet mikro līmenī, piemēram, Latvijas Universitātes Akadēmiskās pilsētas ieviestā ūdeņraža enerģijas sistēma var nodrošināt nepieciešamo infrastruktūru.

⁷⁰ Kang M. J., Park H., Impact of experience on government policy toward acceptance of hydrogen fuel cell vehicles in Korea, *Energy Policy* 39, 2011, pp. 3465-3475.

⁷¹ Clark II W.W., The green hydrogen paradigm shift: Energy generation for stations to vehicles, *Utilities Policy*, 16, 2008, pp. 117-129.

⁷² Clark W.W., Rifkin J., O'Connor T., Swisher J., Lipman T., Rambach G. and Clean Hydrogen Science and Technology Team, Hydrogen energy solutions: along the roadside to the hydrogen economy, *Utilities Policy*, 13, 2005, pp. 41-50.

⁷³ Commission promotes take-up of hydrogen cars and development of hydrogen technologies, Reference documents - Legislative proposals, viewed 29.06.2012., available <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/documents/proposals/>

⁷⁴ Agnolucci P., McDowall W., Technological change in niches: Auxiliary Power Units and the hydrogen economy, *Technological Forecasting & Social Change* 74, 2007, pp. 1394-1410.

⁷⁵ Hoek J., Insch A., Special section on marketing and public policy: Going beyond a nanny state, 2011, *Australasian Marketing Journal* 19, pp. 165-167.

⁷⁶ Sanaa A., Keiichi N., A conceptual Model for acceptance of social CRM systems based on a scoping study, 2011, *AI & Soc* 26, pp. 205-220.

Klimata izmaiņas liek valdībām pieņemt lēmumus, kas atbalstītu tehnoloģijas, kas ražo elektrību ar zemām CO₂ emisijām. Saeima ratificēja Kioto protokolu 2002. gadā ar mērķi samazināt Latvijā CO₂ emisijas par 8% laika posmā no 2008 līdz 2012. gadam, salīdzinot ar 1990. gada emisijām⁷⁷. Sabiedrība Eiropā un ASV pamazām sāk pieņemt to, ka fosilie resursi ir neatjaunojami un, ka atjaunojami enerģijas resursi ir sākuši tos daļēji aizvietot.

Sabiedrības attieksme par nākotnes udeņraža tehnoloģiju pielietojumiem ir atkarīga no izmaksām, drošības, vides saglabāšanas, paaugstinātas efektivitātes u.c.⁷⁸ Pasaules pieredze parāda, ka efektīvākais veids, kā iepazīstināt sabiedrību ar jaunām tehnoloģijām ir tieši demonstrāciju projekti.

Pēdējo gadu laikā atjaunojamās enerģijas projekti kļuvuši ļoti aktuāli un izplatīti, kā arī atjaunojamā enerģija ir būtiska ilgtspējīgas enerģijas piegādes nodrošināšanai un attīstībai valstīs, kuras vēlas iegūt lielāku enerģijas neatkarību. Latvija var tikt asociēta ar šo statusu⁷⁹. Latvijā jau pēdējos piecus gadus tiek organizēti speciāli pasākumi, lai demonstrētu alternatīvo enerģiju izmantošanas sasniegumus transporta jomā⁸⁰ “CO₂ E-Race” pasākuma laikā, kas notika 2010. gada aprīlī, Rīgā⁸¹, tika veikta mārketinga izpēte, izmantojot anketēšanas metodi, lai noskaidrotu sabiedrības gatavību alternatīvo enerģiju izmantošanai, tai skaitā udeņraža tehnoloģiju.

Galvenais izpētes secinājums bija, ka ir novērojams zināšanu trūkums par atjaunojamām enerģijām un to tehnoloģijām. Kā arī cilvēki paši vēlas uzzināt vairāk par atjaunojamo enerģiju priekšrocībām un piedāvājumiem.

Latvijā ir vairākas institūcijas un programmas, kuras piedāvā dažādus izglītības un informācijas veidus ar mērķi pilnveidot savas zināšanas, prasmes un tālāk attīstību vides zinātnēs atsevišķām mērķgrupām – jauniešiem, pieaugušajiem ar atšķirīgu izglītības līmeni un pārstāvētajām nozarēm. Piemēram, Vides Izglītotāju Asociācija Latvijā tika dibināta 1995. gadā un nodarbojas pārsvarā ar neformālās izglītības aktivitātēm pamatskolā un

⁷⁷ Prevention of Global climate changes, Ministry of Environment of Latvia Republic, available http://www.vidm.gov.lv/lat/darbibas_veidi/Klimata_parmainas/, observed 10.03.2013.

⁷⁸ Ricci M., Bellaby P., Flynn R., What Do We Know About Public Perceptions and Acceptance of Hydrogen? A Critical Review and New Case Study Evidence, *International Journal of Hydrogen* 22, 2008, pp. 5868-5880.

⁷⁹ Report of Ministry of Economics of the Republic of Latvia „Latvian Energy in Figures”, Riga 2009

⁸⁰ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply, EACES 2010, 11-th Bi-Annual Conference of European Association for Comparative Economic Studies Comparing Responses to Global Instability, 26-28 August, 2010, Tartu University, Tartu, Estonia available <http://ec.ut.ee/eaces2010/artiklid/Dimants%20Sloka%20Kleperis%20Klepere-Hydrogen%20as%20innovative.pdf> viewed 08.09.2010.

⁸¹ The CO₂ E – Race is a race using CO₂ friendly vehicles: available <http://www.co2erace.lv/index.php?page=home> (viewed 01.09.2010)

vidusskolā⁸². Bertaite un Gusca⁸³ apkopoja vides izglītības aktivitātes Latvijas skolās 2007. gadā: “*Vides izglītība ir process. Tas nevar pats par sevi uzlabot vidi, teiksim, uzlabojot gaisa vai ūdens kvalitāti. Toties vides izglītība piedāvā apgūt zināšanas un prasmes, lai analizētu vides problēmas, meklētu risinājumus un aktīvi darbotos pareizajos virzienos, lai palīdzētu uzturēt labu vides stāvokli.*” Rezultātā indivīds ir spējīgs no dažādām prizmām novērtēt vides jautājumus un problēmas, kā arī piedāvāt pārdomātus un gudrus risinājumus. Vides izglītība palielina sabiedrības sapratni un zināšanas par vides jautājumiem un problēmām, piedāvā sabiedrībai nepieciešamās prasmes pieņemt uz informāciju balstītus lēmumus un uzņemties par tiem atbildību. Vides izglītības komponenti ir⁸⁴:

- Vides un vides jautājumu izpratne un zināšanas;
- Attieksmes veidošana un rūpes par vidi, lai uzlabotu vai saglabātu vides kvalitāti;
- Prasmes atpazīt un palīdzēt risināt videi būtiskus jautājumus;
- Dalība aktivitātēs, kas noved pie risinājumiem dažādos vides jautājumos un izaicinājumos.

Vides izglītība ir cieši saistīta ar izglītību par atjaunojamām enerģijām, jo tā ir maza, bet svarīga Vides Zinātņu sastāvdaļa. Primāri vēlamais vides izglītības programmu uzdevums ir veidot sapratni par vidi un tās problēmām-risinājumiem.

Vides izglītība māca kā kritiski novērtēt dažādas situācijas, lai uzlabotu pareizo lēmumu pieņemšanas prasmes⁸⁵. Pastāv daudz dažādas vides izglītības aktivitātes, pārsvarā Starptautisku/Eiropas projektu ietvaros. Kā piemēram, projekta SAUCE (Schools at University for Climate and Energy), kas tika realizēts 2009/2010. gadā, kurā piedalījās arī Latvijas Universitāte, tajā skaitā LU Cietvielu fizikas institūts un autors. SAUCE mērķgrupa ir pamatskolas skolēni no 5.-8. klasei (10-15 gadu vecumā). SAUCE⁸⁶ ir veidots, lai pamatskolā papildus apgūtu sekojošas tēmas:

- Enerģija: enerģijas jēdziens, resursi, atjaunojamie/neatjaunojamie resursi, enerģijas resursi, elektrības pamati, elektriskā drošība, enerģijas formu pārveidošana;

⁸² Vides izglītības aktivitātes, skatīts 16.03.2013., pieejams: <http://www.vi.lv/index.php>

⁸³ Bertaite L., Gusca J., Environmental education in secondary schools in Latvia. Scientific Proceedings of Riga Technical University: Power and Electrical Engineering: Energy Systems and the Environment, vol. 21, 2007, pp. 85-91.

⁸⁴ Environmental Education (Environmental Protection Agency, USA): available <http://www.epa.gov/enviroed/basic.html>, observed 14.02.2013.

⁸⁵ Bertaite L., Gusca J., Environmental education in secondary schools in Latvia. Scientific Proceedings of Riga Technical University: Power and Electrical Engineering: Energy Systems and the Environment, vol. 21, 2007, pp. 85-91.

⁸⁶ Cross-country analysis and state of the art review of extracurricular energy education and kids' universities. Report on D1 of WP2 from the SAUCE Project, February 2009, available http://www.schools-at-university.eu/project_results/d1_sauce.pdf, viewed 25.02.2013.

- Klimats: klimata veidošanās, to ietekmējošie faktori un komponenti, tīra gaisa priekšnosacījumi;
- Saistītie temati: litosfēras uzbūve, dažādu resursu izmantošana, ekosistēmas, cilvēka ietekme uz ekosistēmām, piesārņojums, tīra ūdens un gaisa nozīmīgums, bīstami atkritumi, atkritumu šķirošana, pozitīvas attieksmes pret dabu veidošana un dabas vērtības.

Kopš 2008. gada LU CFI organizē Latvijas Saules kausu. Pasākuma mērķis ir iepazīstināt Latvijas skolu skolēnus ar atjaunojamu enerģiju tehnoloģijām⁸⁷. Pasākuma dienā notiek skolēnu komandu pašu gatavoto saules-elektro auto, laivu un lidmašīnu modeļu sacensības vairākās disciplīnās, kā arī dienas gaitā notiek lekcijas par atjaunojamu enerģiju tematiku, tai skaitā arī par ūdeņraža tehnoloģijām⁸⁸.

Būtiski ir noteikt un apmācīt īstās mērķgrupas, lai veidotu vispārēju sapratni par atjaunojamo enerģiju sabiedrībā kopumā. Vides izglītība ir balstīta uz teoriju, kas tiek papildināta ar viedokļu veidošanu, prasmēm, vērtībām, idejām un kritisku situācijas novērtēšanu, kā arī konkrētu risinājumu veidošanu vietējiem vides jautājumiem un problēmām⁸⁹. Iedvesma par alternatīvo enerģiju izglītību tika iegūta Atjaunojamo energoresursu augstskolā Islandē (RES| the School for Renewable Energy Science)⁹⁰. Šī augstskola ir veidota kā ļoti specializēta un progresīva vieta starptautiskai un augsta līmeņa izglītībai, kurā iespējams iegūt maģistra grādu Atjaunojamo enerģiju zinātnē un tehnoloģijās. RES piedāvā astoņas dažādas maģistra grāda programmas,⁹¹ kas ir balstītas uz dažādiem atjaunojamās enerģijas veidiem un domātas studentiem ar inženiera vai dabaszinātņu iepriekšēju izglītību.

⁸⁷ Saules Kauss 2012 pārskats, LU CFI Saules kauss mājaslapa, skatīts 20.07.2012., pieejams: <http://www.cfi.lu.lv/saules-kauss/saules-kauss-2012/>

⁸⁸ Kleperis J., Dimanta I., Dimants J., Sloka B., Lessons From Teaching Renewables: Domestic and Cross-Boarder Education Action – Latvian Solar Cup, *Regional Formation and Development Studies, Journal of Social Sciences*, No 1 (6), 2012, pp. 60-66.

⁸⁹ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., Course on Alternative energy as a Road map for a Sustainable Public Education. Proceedings Book of International Conference „Employability & Entrepreneurship”- 2nd Edition, September 27-28, 2010; Porto, Portugal, pp. 196-203.

⁹⁰ Izglītības specifikācijas, International Graduate School in Renewable Energy: <http://www.res.is/>, viewed 30.08.2010.

⁹¹ Gunnarsson B., RES the School of Renewable Energy Science: Transfer of Knowledge & Innovation, 1st Polish-Icelandic Conference of Renewable energy, Warsaw, 21-22 June, 2010, Warsaw University of technology, Warsaw 2010, pp.123-138.

Bučans (*Buchan*)⁹² sabiedrību iedalījis trīs grupās pēc to viedokļa par atjaunojamo enerģiju tehnoloģijām:

1. Pozitīvi noskaņotā grupa;
2. Neitrālā grupa;
3. Negatīvi noskaņotā grupa.

Par negatīvi noskaņotu var uzskatīt sabiedrības daļu, kas pret vides jautājumiem attiecas naidīgi un ar nepatiku. Šāda sabiedrības daļa piekrīt viedokļiem, ka vides saglabāšana var kļūt par šķērslī ekonomikas un cilvēku labklājības uzplaukumam. Vides jautājumus kā tādus uzskata par problēmām. Vēlas, lai ar vidi saistītas problēmas atrisinātos dabiski. Uzskata, ka vides degradācija ir neizbēgama.

Par neitrāli noskaņotu var uzskatīt sabiedrības daļu, kuru šādi jautājumi neskar, jo neieinteresētība bieži vien ir saistīta ar šādu faktu. Vairākos gadījumos pie vides degradācijas problēmām tiek vainota kāda no nozarēm, piemēram, rūpniecības. Šāda attieksme samazina indivīda personisko vainas apziņu, kā arī sajūtu, ka indivīda personīgā rīcība var mazināt vides problēmas.

Autors piekrīt Bučana sadalījumam, kuru ņemot vērā, loģiski un ērti būtu sākt izglītošanu ar pirmo grupu – indivīdiem, kas atbalsta un ir ieinteresēti jautājumos par atjaunojamām enerģijām un vēlas uzziņāt ko vairāk. Liela daļa augstākās izglītības iestāžu studenti pieder pie šīs grupas. Fakultatīvs kurss par alternatīvām enerģijām Latvijas Universitātē būtu piemērots mārketinga rīks sabiedrības izglītošanas virzības uzsākšanai un alternatīvo enerģiju tehnoloģiju ieviešanai, kā arī tiktu izglītota mērķgrupa – studenti, kas ir ieinteresēti atjaunojamās enerģijas jautājumos.

1.4. Īdeņradis enerģētikā no mārketinga viedokļa

Attīstoties mārketinga zinātnei, attīstās arī mārketinga elementu kompleksa praktiskais pielietojums. Klasisko mārketinga darbību kompleksu 1960. gadā izveidojis Edmunds Džeremijs MakKarthijs (*Edmund Jerome McCarthy*), kas mārketinga darbības iedalījis četrās pozīcijās⁹³ – produkts, cena, vieta un izplatīšana, metodoloģijā saukts par 4P (no angļu valodas *product, price, place, promotion*). Mārketingam attīstoties parādījās jaunas pozīcijas, jau minētajiem četriem pievienojot piekto atkarībā no darbības sfēras specifikas, piemēram, izvietošana (*Placement*), vai iepakojums (*Package*) mazumtirdzniecībā, cilvēk

⁹² Buchan G.D., Obstacles to effective environmental education. *Environ Education Inform*, 2000, 19(1) pp. 1–10.

⁹³ K. S. Chandrasekar (2010), Marketing Management Tata McGraw-Hill Education, - Marketing - 538 pages.

resurss (*People*) apkalpošanā u.c., tādā veidā izveidojot 5P. Attīstībai turpinoties, tika veidoti arī 6P un 7P, pamatā izmantojot klasisko 4P kompleksu un tam pievienojot no četriem sākotnējiem elementiem izdalītus specifiskus elementus, attiecināmus tikai uz konkrētu darbības sfēru. Teorētiski šos papildelementus var iekļaut zem kādas no pamatelementu pozīcijas. Līdz ar ko secinām, ka klasiskais mārketinga darbību komplekss ir pietiekams, lai uz tā balstītu mārketinga procesu, atsevišķi neizdalot elementu, ja vien netiek pierādīts, ka šāda elementa izdale ir nepieciešama. Ņemot vērā atjaunojamo energoresursu specifiku (resurss teorētiski pieejams visiem), var pieņemt, ka resurss ir sabiedrības īpašums, līdz ar ko, veidojot mārketinga elementu kompleksu, nepieciešams izmantot sabiedrības mārketingu (*societal marketing*). Sabiedrības mārketinga koncepcija aicina uzņēmējus darbības praksē ievērot sociālas un ētiskas vērtības. Papildus patērētāja apmierināšanai, uzņēmumam jāveido videi draudzīgus un uz patērētāja veselību orientētus produktus. Šādai pieejai patērētāja acīs jānodrošina papildus pievienoto vērtību, jo tā uzlabo indivīda labklājību un sabiedrības labklājību kopumā⁹⁴.

Pēc mārketinga teorijas⁹⁵ jebkuram produktam jābūt sortimentam un kvalitātei, kuru novērtē patērētājs. Produkta specifiskās īpašības, kā arī tiesisko aizsardzību apstiprina zīmols. Materializētu produktu var papildināt serviss ar noteiktiem lietošanas, garantijas un atpakaļ nodošanas nosacījumiem.

Liela nozīme tiek piešķirta ilgtspējīga mārketinga veicināšanai, kas izpaužas produkta komunikācijā, pozicionēšanā un iepakojuma noformēšanā. Īstenojot ilgtspējīgu mārketingu, nepieciešams īstenot komunikāciju, kuras ietvaros tiktu skarti dabas saglabāšanas jautājumi, kā arī tai jābūt⁹⁶:

- Caurspīdīgai, pārredzamai;
- Tiešai, patiesai;
- Saskaņotai, neatkarīgi no veida kādā tā tiek pasniegta.

Komunikācija, kas sastāv no trīs minētajiem ietvariem, var novest pie rezultāta, kur tiek:

- Samazināta uzņēmuma ietekme uz vidi, mudinot patērētāju iegādāties produktus, kas sastāv no videi draudzīgiem materiāliem;
- Stiprināta uzņēmējdarbībai labvēlīga reputācija un uzticamība;
- Demonstrēta juridiski korekta uzņēmējdarbība ar videi draudzīgu politiku.

⁹⁴ Crane A., Desmond J. (2002), "Societal marketing and morality", *European Journal of Marketing*, 36(5/6) pp. 548-569.

⁹⁵ Praude V., (2011), *Mārketinga teorija un prakse*, 1. Grāmata, 3. Izd. R.: Burtene, 522.lpp.

⁹⁶ Lewis H., Stanley H., (2012) *Marketing and Communicating Sustainability, Packaging for Sustainability*, pp. 107-153.

Zaļā mārketinga (Green Marketing) aizsākumi ir jau 1970ie gadi. Tomēr tikai 1990to gadu sākumā dažādi zaļā mārketinga aspekti tika apspriesti akadēmiski, un galvenie secinājumi norādīja uz pētījumu nepieciešamību par virzīšanu un patērētāja vajadzību izzināšanu.

Vairāki pētnieki uzskata, ka, saskaņā ar Eiropas Savienības prasībām CO₂ emisiju samazināšanai, ūdeņradi kā atjaunojamas enerģijas nesēju vajadzētu integrēt valsts kopējā elektroenerģijas sistēmā, lai pakāpeniski aizstātu fosilo resursu spēkstacijas, vēršot uzmanību uz to, ka ūdeņraža ieviešana reģionos ar augstu apdzīvotības blīvumu samazinātu infrastruktūras pārbūves izmaksas⁹⁷. Tas varētu notikt, ja valdība izmantotu ES jau pazīstamus politikas veidošanas atbalsta mehānismus ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas atbalstam, piemēram, *feed-in* tarifu, kas jau aktīvi tiek izmantots vēja enerģijas attīstībai. Pastāv nenozīmīga varbūtība ūdeņraža transportēšanas infrastruktūras izveidei valsts līmenī tās augsto izmaksu dēļ, kā arī iedzīvotāju zemā zināšanu līmeņa dēļ attiecībā uz atjaunojamiem energoresursiem, līdz ar to optimālākais scenārijs elektroenerģijas sektorā ir individuāli komplektētas autonomas sistēmas ieviešana. Ņemot vērā, ka valsts, pašvaldību institūcijas, uzņēmumi un mājsaimniecības visbiežāk atrodas vidē ar pietiekoši attīstītu infrastruktūru, jārēķinās ar iespēju atjaunojamo energoresursu sistēmu pieslēgt pie jau esošā elektrotīkla, neizmantojot ūdeņradi, un nepatērēto saražoto enerģiju ievadīt elektrotīklā, griežot elektrības skaitītāju otrā virzienā, kā arī fiziski nepatērēto enerģiju var uzkrāt. Pie šāda scenārija jāizvērtē ilgtermiņa ekonomiskais izdevīgums. Jāņem vērā sistēmas uzstādīšanas izmaksas un tas, ka enerģijas trūkuma gadījumā būs nepieciešams elektrību pirkt no tīkla pārvaldītāja. Vai ir izdevīgi ieguldīt līdzekļus sistēmas uzstādīšanā un turpināt iepirkt elektroenerģiju, ja pastāv iespēja ražot un uzglabāt pašam? Lai izveidotu šādu sistēmu, jāizvēlas kāda atjaunojamo resursu tehnoloģija, kas tiks izmantota ūdeņraža ražošanai. Latvijā optimālākie varianti ir saules un vēja enerģija, kā arī zemes siltums. Sasniedzamie rezultāti ir atkarīgi no tehnoloģijas kvalitātes, jo atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju izplatītāji piedāvā atšķirīgas kvalitātes un jaudas tehnoloģijas. Jāņem vērā arī ģeogrāfiskais novietojums. Piemēram, uz klints nebūs iespējams iegūt zemes siltumu, meža vidū nebūs iespējams iegūt pietiekošu vēja plūsmu u.tml.

Eiropā un citur pasaulē ir realizēti vairāki ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas projekti, kā arī veikti pētījumi par sabiedrības attieksmi par ūdeņradi enerģētikā. Pozitīvie un

⁹⁷ Balla M., Wietschelb M., Rentza O., (2007) Integration of a hydrogen economy into the German energy system: an optimising Modelling approach, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.32, pp. 1355 – 1368.

negatīvie rezultāti devuši iespēju turpmākai tehnoloģiju attīstībai un ieviešanai. Konkrētus piemērus skatīt nodaļā 1.5. Mārketinga izmantošanas pieredze ārvalstīs, kur izcelti konkrēti pasākumi. Skatot ūdeņraža lomu autotransporta sektorā, tas jāuzskata par degvielu un pastāv sekojošas attīstības tendences. Tīru ūdeņradi var izmantot kā degvielu elektrības iegūšanai automašīnās pie nosacījuma, ka tās darbojas izmantojot elektromotoru. Jāņem vērā to, ka pagaidām Latvijā nav ūdeņraža uzpildes staciju, nav arī komerciālu elektrisko auto, kuri darbotos ar ūdeņradi. Līdz ar to - kamēr nebūs uzpildes staciju, neaugs pieprasījums pēc ūdeņraža-elektriskajiem auto, savukārt, kamēr nebūs ūdeņraža-elektriskie auto, netiks būvētas ūdeņraža uzpildes stacijas. Viena no iespējām ir Rīgas pilsētas pašvaldībai piedalīties kādā no Eiropas Savienības ūdeņraža mobilitātes projektiem, kā to ir izdarījušas vairākas Eiropas pilsētas, piemēram, Londona, Amsterdama, Berlīne, Hamburga, Stokholma, Reikjavīka, - daļu no sabiedriskā transporta aizstājot ar elektriskajiem autobusiem, kuru degviela ir ūdeņradis⁹⁸. Ūdeņradi iespējams izmantot arī automašīnās ar iekšdedzes dzinēju, līdzīgi kā dabasgāzi, kas iepildīta augstspiediena balonā un caur speciālu inžektoru tiek padota dzinējā. Tāpat iespējams iekšdedzes dzinējam uzstādīt elektrolīzes tehnoloģiju, kas izmanto braukšanas laikā saražoto elektrisko enerģiju, lai sadalītu ūdeni (H₂O) par skābekli (O₂) un ūdeņradi, novadot 2H₂ + O₂ gāzu maisījumu degvielas padeves sistēmā kā piedevu neatjaunojamai degvielai, tādā veidā samazinot kaitīgās izplūdes gāzes un degvielas patēriņu (pat līdz 10%, atkarībā no ierīces jaudas un ražotāja paredzētā automašīnas degvielas patēriņa⁹⁹). Inovācijas var gūt panākumus tirgū, ja tās pierāda pievienoto vērtību. Apkopojot ūdeņraža enerģijas tehnoloģijas, secinām, ka tās sniedz ieguldījumu enerģijas ilgtspējīguma veicināšanai¹⁰⁰. Ūdeņradis transportā citās pasaules valstīs tiek izmantots jau vairākus gadus, gan izmēģinājuma veidā, gan arī jau komerciālos, ekonomiski pamatotos projektos. Latvijā ūdeņraža aktualitāte enerģētikā parādījusies salīdzinoši vēlāk, tādā veidā loģiski šajā jomā atpaliekot no citām attīstītām valstīm.

Lai arī ūdeņradis enerģētikā ir tik pat drošs, vai nedrošs kā gāze vai benzīns¹⁰¹, cilvēci vienmēr ir satraucis jautājums par ūdeņraža tehnoloģiju lietošanas drošību.

⁹⁸ Degvielas šūnu autobusu klubs, skatīts 05.04.2013., pieejams, <http://www.fuel-cell-bus-club.com/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=1&pid=2>

⁹⁹ Ūdeņraža tehnoloģijas iekšdedzes dzinējam, skatīts 05.05.2012., pieejams, <http://hydroclubusa.com/technology.html>

¹⁰⁰ Winter Carl-Jochen (2006) Energy policy is technology politics — The hydrogen energy case (with an eye particularly on safety comparison of hydrogen energy to current fuels) *International Journal of Hydrogen Energy*, Nr.31, pp. 1623 – 1631

¹⁰¹ Sovacool B.K., Brossmann B., (2010) Symbolic convergence and the hydrogen economy *Energy Policy*, 38, pp. 1999–2012.

Ūdeņradis ir daudz vieglāks par gaisu. Tā gaisā celšanās ātrums ir 20m/s, kas ir divas reizes ātrāk nekā hēlija gaisā celšanās ātrums¹⁰². Sabiedrībai par ūdeņradi galvenokārt radušies divi nepareizi priekšstati. Pirmkārt, ūdeņraža nedrošību saista ar dirižabļa „Hindenburga” traģisko aviokatastrofu (1937.gadā), lai gan Hindenburga bojāejas galvenais iemesls bija nepareiza balona apdares materiāla izvēle (tas tika līmēts, izmantojot ugunsnedroša sastāva līmi, kā arī elektrību vadošu audumu); otrkārt - ar ūdeņraža atombumbu¹⁰³. Turklāt Hindenburgas cepelīna bojāēja ir viena no pasaules žurnālistikas vēsturē vislabāk dokumentētām aviācijas katastrofām. Ūdeņraža atombumbā sprādziena mirklī ūdeņraža izotops tritījs T₂ kodolsintēzes reakcijā pārvēršas par hēliju, alfa daļiņām un ļoti intensīvu gamma starojumu, un tā nepavisam nav saistīta ar ūdeņraža H₂ gāzi. Tāpat iekšdedzes dzinējā uzstādītā elektrolīzera jauda nav pietiekama, lai būtu iespējama ūdeņraža-skābekļa maisījuma aizdegšanās ārpus sistēmas¹⁰⁴. Minētie piemēri uzskatāmi parāda sabiedrisko attiecību mēdiju un asociāciju spēku ietekmēt patērētāja domāšanu, šajā gadījumā, negatīvā virzienā.

Viena no problēmām, kas ierobežo ūdeņraža attīstību Latvijā, ir atjaunojamo energoresursu izmantošanas zemā intensitāte. Tomēr tehnoloģijas attīstās pietiekoši strauji, un tuvāko gadu laikā samazināsies to izmaksas, līdz ar ko ūdeņradis ir perspektīvs produkts tuvākās nākotnes griezumā.

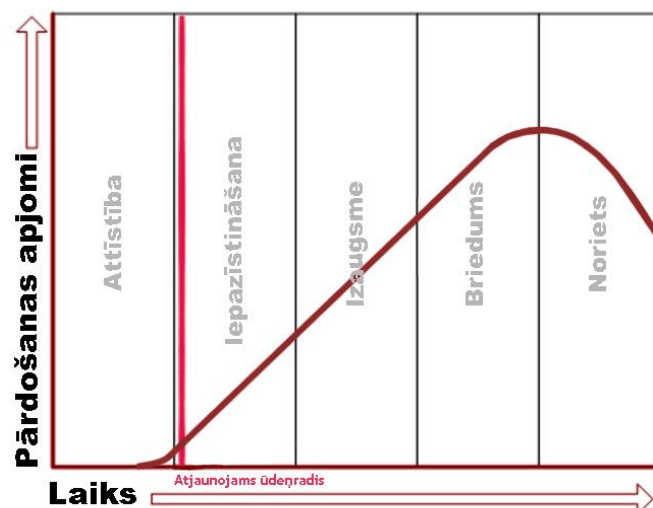
Atjaunojamās enerģijas ieviešana un attīstība ir kļuvusi par aktuālu tēmu, jo nepārtraukti aug fosilo degvielu cena un kaitīgo emisiju piesārņojums. Enerģijas vajadzība trīs galvenajiem sektoriem: mājsaimniecībām, industrijai un transportam, ir joprojām augoša (pieprasījums pēc enerģijas palielinās). Vairums atjaunojamo energoresursu (piemēram, Saule, Vējš, Ūdens) saražotā enerģija nevar tikt izmantota nepārtraukti, jo tie nav visu laiku pieejami, tāpēc ūdeņradis ir veiksmīgi izmantojams savienojumā ar šiem resursiem, jo ir izcils enerģijas nesējs (uzkrājējs). Ūdeņradis ir perspektīvs arī tādā ziņā, ka to ir iespējams iegūt, izmantojot iepriekšminētos atjaunojamus resursus, uzkrāt, kā arī izmantot, kad nepieciešams, ar degvielas šūnas palīdzību (degvielas šūna (kurināmā elements, *fuel cell*) ir elektroķīmiska sistēma, kas ražo elektrību no gāzveida vielām (ūdeņradis un skābeklis), un tās vienīgie izmeši ir ūdens tvaiki). Analizējot tirgū pieejamos produktus, kā arī ar ūdeņraža tehnoloģijām darbojošos uzņēmumu attīstību, atjaunojamo energoresursu nesējs – ūdeņradis – ir sasniedzis Attīstības/Pirmās iepazīšanas posmu Produkta dzīves cikla līknē

¹⁰² Ūdeņraža drošība, skatīts 08.04.2013., pieejams, http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/doe_h2_safety.pdf

¹⁰³ High Beam Research, skatīts 11.01.2012., pieejams, <http://www.highbeam.com/doc/1G1-20773169.html>

¹⁰⁴ Ūdeņraža apmācību centrs, skatītis 12.01.2012., pieejams, <http://policy.rutgers.edu/ceeep/hydrogen/basics/safety.php>

(1.4.attēls). Ūdeņraža tehnoloģiju attīstība joprojām aktīvi turpinās, tāpat arī dažādi demonstrāciju, iepazīstināšanas un tehniskās legalizācijas projekti¹⁰⁵. Galvenie atjaunojamā ūdeņraža enerģētikas jautājumi ir piemērota uzglabāšana un tehnoloģiskās izmaksas. Šie arī varētu būt vieni no būtiskākajiem iemesliem atjaunojamā ūdeņraža ieviešanai enerģētikā.



1.4. attēls, Ūdeņraža dzīves cikla attīstība produkta dzīves cikla teorijas interpretācija pēc tirgū esošo tehnoloģiju analīzes

Autora veidots attēls pēc produkta dzīves cikla teorijas

Papildus tehnoloģiskiem un piemērotas uzglabāšanas risinājumiem, nozīmīga loma ir mārketinga aktivitāšu īstenošanā un viens no lielākajiem izaicinājumiem, attīstot alternatīvos energoresursus – īstenot pircēju vēlmes¹⁰⁶. Iepriekšējie pētījumi Latvijā ir parādījuši, ka sabiedrībai ir nelielas zināšanas par atjaunojamā ūdeņraža izmantošanu un tehnoloģijām¹⁰⁷. Ņemot vērā to, ka tehnoloģiju ieviešana bez sabiedrības atbalsta ir sarežģīta, ļoti būtiski informēt un izglītēt sabiedrību par šo jomu. Ūdeņraža tirgus tālāka attīstība ir atkarīga no:

- 1.) Sabiedrības atbalsta;

¹⁰⁵ Hijikata T., Research and development of international clean energy network using hydrogen energy (WE-NET), *International Journal of Hydrogen Energy* 27 (2002), pp.115–129.

¹⁰⁶ Hedstrom L., Saxe M., Folkesson A., Wallmark C., Haraldsson K., Bryngelsson M., Key Factors in Planning a Sustainable Energy Future Including Hydrogen and Fuel Cells, *Bulletin of Science Technology & Society*, 2006, 26: pp.264-277.

¹⁰⁷ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply, *EACES 2010*, 11-th Bi-Annual Conference of European Association for Comparative Economic Studies Comparing Responses to Global Instability, 26-28 August, 2010, Tartu university, Tartu, Estonia, available: <http://ec.ut.ee/eaces2010/artiklid/Dimants%20Sloka%20Kleperis%20Klepere-hydrogen%20as%20innovative.pdf> viewed 12.12.2010.

2.) Tehnoloģiju attīstības gaitas;

3.) Nacionālās politikas nostājas atjaunojamo energoresursu attīstības nodrošināšanā.

Tirgus tālāka attīstība var tikt ierobežota negatīvi mainoties kādam no minētajiem faktoriem.

Jebkura produkta ieviešanā ir svarīga tā pieņemšana. Autors uzskata, ka tehnoloģijas pieņemšanu var attiecināt uz dažādiem faktoriem, piemēram, dzīves pieredzi, izglītību, iegūtajām zināšanām, dalību dažādās asociācijās/biedrībās, kā arī reklāmas saturu. Tādēļ nepieciešams kombinēt un ieviest demonstrācijas aktivitātes, formālo izglītību un arī marketinga aktivitātes, lai veidotu pilnīgāku sabiedrības informētību un sapratni par ūdeņraža tehnoloģijām¹⁰⁸.

Produkta dzīves ciklā ieviešana ir periods, kad veidojas lielas izmaksas, kas saistītas ar produkta ieviešanu. Ieviešanas stadijā mārketinga pasākumi ir koncentrēti informēšanai par produktu, tā īpašībām un priekšrocībām. Svarīgi ar tehnoloģiju iepazīstināt dažādās sabiedrības daļas, sākot ar lēmumu pieņēmējiem un enerģētikas uzņēmumiem, turpinot ar patērētājiem, jomas ekspertiem/speciālistiem, nākotnes speciālistiem – studentiem, kā arī citām sabiedrības daļām. Enerģētikas modernizācijas pieņemšanai jāklūst pašsaprotamai, tai nepieciešama interese par enerģijas taupīšanu, lai nodrošinātu pamatu stereotipu mainīšanai. Sabiedrības atbalsts par labu enerģijas modernizācijai ir atkarīgs no pieejamās informācijas daudzuma un daļēji arī finansiāliem pamudinājumiem (enerģijas efektivitāte var nodrošināt finansiālus ietaupījumus). Lai gan tādi stratēģijas elementi, piemēram, sadarbība, komunikācija un aktivizācija, piemēri sociālajā un ekoloģiskajā nišā, varētu būt biežāk izmantojami¹⁰⁹. Pirms sabiedrības izglītošanas ir būtiski noskaidrot esošo zināšanu līmeni par tehnoloģiju, lai nodrošinātu nepieciešamo īsto izglītības pieeju un līmeni. Lielu lomu šeit spēlē mārketinga stratēģija – patērētāja izvēles un attieksmes veidošana, iekļaujot atjaunojamus enerģijas avotus¹¹⁰. Iespējamās vairākas ūdeņraža tehnoloģiju atpazīstamības veicināšanas darbības, un

¹⁰⁸ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply. In: *11-th Bi-Annual Conference of European Association for Competitive Economic Studies, „Comparing Responses to Global Instability”*: Conference Proceedings Tartu, Estonia, August 26-28, 2010, Tartu University, available <http://ec.ut.ee/eaces2010/artiklid/Dimants%20Sloka%20Kleperis%20Klepere-Hydrogen%20as%20innovative.pdf> viewed 16.10.2010.

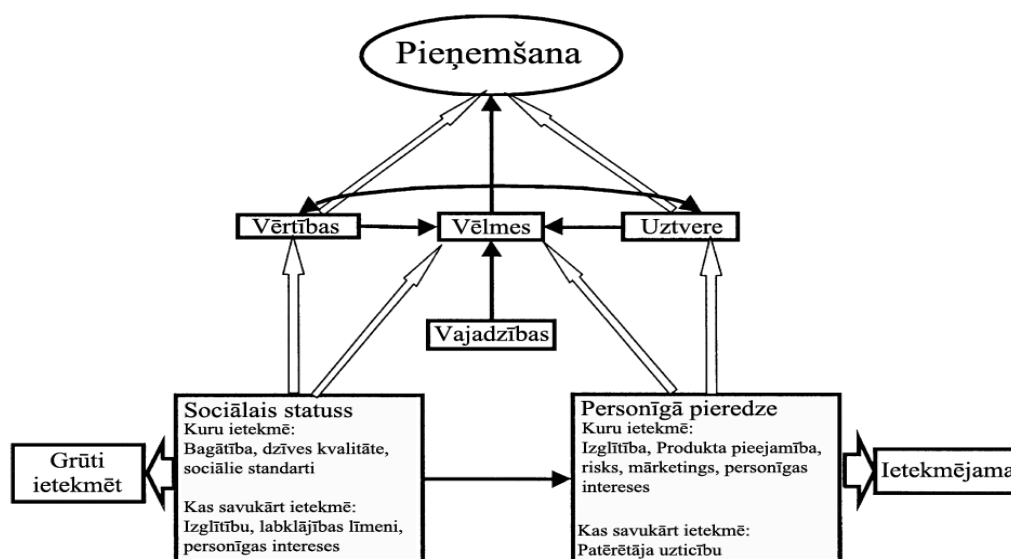
¹⁰⁹ Brohmann B., Fritsche U., Hunecke K., Hannover social marketing for energy efficiency, Create acceptance, August, 2006. p.3-13.

¹¹⁰ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply. In: *11-th Bi-Annual Conference of European Association for Competitive Economic Studies, „Comparing Responses to Global Instability”*: Conference Proceedings Tartu, Estonia, August 26-28, 2010, Tartu University, available <http://ec.ut.ee/eaces2010/artiklid/Dimants%20Sloka%20Kleperis%20Klepere-Hydrogen%20as%20innovative.pdf> viewed 16.10.2010.

daudzsološākais veids to īstenošanai būtu veicināt sadarbību starp valdību, universitātēm, izpētes institūtiem un enerģētikas uzņēmumiem. Pēc Šultes¹¹¹ pētījumiem (*Schulte et al*) produkta pieņemšanu tieši ietekmē trīs faktori, kas mijiedarbojas savā starpā:

1. Produkta uztvere,
2. Patērētāja vērtību skala,
3. Patērētāja vēlmes.

Šulte izveidojusi modeli, kurā parādīta minēto faktoru mijiedarbība. Uzskatam skatīt 1.5.attēlu.



1.5. attēls, Produkta pieņemšanu ietekmējošie faktori

Autora veidots attēls pēc Šultes Pieņemšanas modeļa

Produktu uztveri tieši ietekmē asociācijas, notikumi, kas saistīti ar iepriekšēju personīgo pieredzi. Tāpat uztveri ietekmē vērtību skala. Patērētāja personīgo vērtību skala balstītas uz noteiktu pasaules uztveri, personas uzvedību un lēmumu pieņemšanas metodēm. Pieredze var mainīt vērtību uztveri, tādā veidā ietekmējot uztveri. Vēlmes ir vajadzību izpausme. Gandrīz katram indivīdam piemīt identiskas nemaināmas vajadzības, tādas kā: ēdiens, miegs un iederšanās sabiedrībā. Tomēr šīs vajadzības katram izpaužas citādi - vienam iederšanās sabiedrībā nozīmē sacensību par lielāku bagātību, citam atkal darbs labdarībai. Tādā veidā vajadzības izriet no vērtībām un uztveres. Vēlmes var būt izteiktas formā, kas palīdz sasniegt harmoniju ar vērtībām.

Minētie trīs faktori (vērtības, vēlmes, uztvere) katra indivīda aspektā ir unikāli. Tie var nepārtraukti mainīties, it sevišķi, ja indivīds ir iesaistīts jaunā un nepārtrauktā apguves procesā. Galvenās divas komponentes, kas ietekmē šo faktoru attīstību, ir iepriekšējā

¹¹¹ Schulte I, Hart D., Van der Vorst R., (2004) Issues affecting the acceptance of hydrogen fuel *International Journal of Hydrogen Energy* 29, pp. 677–685.

sociālā pieredze un dzīves pieredze. Sabiedrības informēšanai izmantojami pieejamie komunikācijas kanāli.

1.5. Mārketinga izmantošanas pieredze ārvalstīs

Pieaugot atjaunojamu energoresursu aktualitātei, tehnoloģiju mārketings kļuvis par vienu no svarīgākajiem šīs sfēras pētījumu virzieniem. Ilgtspējīga attīstība rada jaunus izaicinājumus mārketinga un komunikācijas stratēģiju veidošanā¹¹². Citur pasaulē mārketinga pētniecība saistībā ar atjaunojamiem energoresursiem un tehnoloģijām ir aktuāla jau vairākus gadus. Mārketingam tiek piešķirta nozīmīga loma šī enerģētikas produkta ieviešanas laikā un arī tam sekojošos etapos, jo udeņraža tehnoloģijas ir specifisks enerģijas iegūšanas un uzglabāšanas veids, un pastāv dažādas iespējas kā udeņradi ražot, uzkrāt, transportēt un patērēt. Mārketinga analīze, pasākumu īstenošana un zinātnes attīstība kopumā ir nepieciešami, lai nodrošinātu veiksmīgu udeņraža ieviešanu enerģētikā, veicinātu zinātnes saikni ar sabiedrību un sabiedrības izglītību atjaunojamu energoresursu aspektā. Atjaunojamās enerģijas īpatsvara palielināšana valsts enerģijas bilanci ir izdevīgs priekšlikums, taču, lai to izpildītu, nepieciešama stratēģija, interese no valsts politiķu puses, lai tiktu apzināts potenciāls konkrētajā vietā¹¹³. Starptautiskos pētījumos tiek atzīts, ka sabiedrībā pietrūkst mārketinga komunikācijas¹¹⁴ - valdības veidotāji, uzņēmēji un iedzīvotāji kopumā, nav pietiekoši informēti par udeņraža izmantošanu un iespējamiem ekonomikas attīstības ieguvumiem. Uz mērķi vērstas mārketinga stratēģijas izveide ir ļoti būtisks faktors produkta Attīstības/Iepazīstināšanas posmā. Pasaules līmenī ir veikts liels progress attiecībā uz atjaunojamā udeņraža izpēti. Mārketingam ir liela ietekme atjaunojamā udeņraža tehnoloģiju ieviešanā reālos pielietojumos. Pēc mārketinga teorijas¹¹⁵ tiek uzskatīts, ka tehnoloģija var ienākt tirgū tikai tad, kad to ir pieņēmis sabiedrības vairākums¹¹⁶. Piemēram, dažādi udeņraža tehnoloģiju pētījumi (attiecībā uz elektrības ražošanu un uzglabāšanu, kā arī izmantošanu transportlīdzekļos) parādījuši, ka sabiedrības viedoklis Latvijā par šīm tehnoloģijām nav ne pilnīgi atbalstošs, ne galēji noliedzošs¹¹⁷.

¹¹² Lewis H., Stanley H., (2012) Marketing and Communicating Sustainability, *Packaging for Sustainability*, pp. 107-153.

¹¹³ Gupta S., (2012) Financing Renewable Energy, *Environment & Policy*, 1, Volume 54, Energy for Development, Part 3, pp171-186.

¹¹⁴ O'Garra T., Mourato S., Pearson P., Analysing awareness and acceptability of hydrogen vehicles: A London case study, *International Journal of Hydrogen Energy*, 2005, 30 p.649 – 659.

¹¹⁵ Varey R. J., (2002), Marketing Communication, Routledge, pp. 23-44.

¹¹⁶ Spitzley D.V., Brunetti T.A., Vigon B.W. Assessing fuel cell power sustainability. SAE Technical Papers Series, No 2000-01-1490, 2000.

¹¹⁷ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply, EACES 2010, 11-th Bi-Annual Conference of European Association for Comparative Economic

Pasaulē ūdeņradis tiek izmantots transporta sektorā, stacionāros pielietojumos mājsaimniecībās un industriālajos sektoros. Saistībā ar šo tēmu ir veikti vairāki ievērojami pētījumi un intensīvi tiek veikti padziļināti pētījumi par plašākām ūdeņraža izmantošanas iespējām tautsaimniecībā. Ūdeņraža ieviešanas ekonomikā nepieciešamība Latvijā rūpīgi jāapsver, lai mēs arī turpmāk varētu konkurēt ar citām valstīm, kuras kļūst arvien energoneatkarīgākas.

Ekspertu prognozes dalās par to, kurš atjaunojamais energoresurss kļūs par visvairāk izmantoto nākotnē. Visticamāk, ka dažādi resursi sadalīs tirgu atkarībā no resursa pieejamības un ģeogrāfiskās atrašanās vietas. Viens no galvenajiem faktoriem atjaunojamas enerģijas attīstībā būs valsts iniciatīvas, kas, savukārt, ir atkarīgas no lēmumu pieņēmēju zināšanu līmeņa par konkrēto tehnoloģiju. Jebkurā gadījumā ūdeņradis var tikt izmantots kā alternatīvs enerģijas nesējs ļoti dažādām atjaunojamo energoresursu tehnoloģijām¹¹⁸. Pētījumu pieredze, izmantojot ūdeņraža tehnoloģiju demonstrāciju projektus dažādās valstīs, liecina, ka ir ļoti svarīgi veidot sapratni un iepazīstināt sabiedrību ar jauno, ieviešanai plānoto tehnoloģiju.

Ir tikai daži piemēri, kas apraksta attīstības posmus starp teorētiskiem un reāliem projektiem. Viena versija par ilgtspējīgu enerģijas sistēmas vīziju, kas spējusi nodrošināt ekonomisko izaugsmi un izglābt vidi, ir tieši Ūdeņraža ekonomikas vīzija¹¹⁹. Atjaunojamās Ūdeņraža Ekonomikas vīzijas tiek veidotas, balstoties uz plaša mēroga atjaunojamo energoresursu izmantošanu¹²⁰. Vīzijas atjaunojamai ūdeņraža saimniecībai ir formulētas, pamatojoties uz plaša mēroga atjaunojamo energoresursu lietošanu kombinācijā ar fosilo kurināmo vai kodolenerģiju. Starptautiskā izpēte galvenokārt orientējas uz konkrētu situāciju izpēti, un bieži vien iegūtie rezultāti nav pielīdzināmi citām situācijām. Piemēram, pētījums, kas veikts Austrijā, paredz vairākus Ūdeņraža Ekonomikas attīstības scenārijus visā pasaulē¹²¹. Šajā globālajā scenārijā valstis tiek sagrupētas pa reģioniem, taču salīdzinoši mazai valstij kā Latvijai jāņem vērā, ka pieauguma rādītāji varētu būt zemāki kā

Studies Comparing Responses to Global Instability, 26-28 August, 2010, Tartu University, Tartu, Estonia, available <http://ec.ut.ee/eaces2010/artiklid/Dimants%20Sloka%20Kleperis%20Klepere>

Hydrogen%20as%20innovative.pdf viewed 08.09.2010.

¹¹⁸ Grinberga L., Kleperis J., Ribickis L., Why The Hydrogen Energy Is Necessary For Latvia in: *International Conference EcoBalt '2005*, Riga, Latvia May 5 – 6, 2005, p.56.

¹¹⁹ Saxe M., Alvfors P., Advantages of integration with industry for electrolytic hydrogen production, *Energy*, 2007, pp. 32-42.

¹²⁰ McDowall W., Eames M., Towards a sustainable hydrogen economy: a multi-criteria mapping UKSHEC hydrogen futures. London: Policy Studies Institute, 2006, full report.

¹²¹ Barreto L., Makihira A., Riahi K., The hydrogen economy in the 21st century: a sustainable development scenario, *International Journal of Hydrogen Energy* 28, 2003, pp. 267-284.

vidēji Eiropā¹²², kā arī pastāv risks, ka Latvija nespēj vienlīdzīgi attīstīties, lai realizētu izpētītos Ūdeņraža Ekonomikas scenārijus. Daudzi eksperti uzskata, ka ūdeņradis būs galvenais enerģijas nesējs nākotnes enerģijas piegādē¹²³. Starptautiskām organizācijām jābūt pietiekami spēcīgai ietekmei, lai garantētu starptautisko vienošanos par globālo CO2 emisijas samazinājumu izpildi. Tehnoloģiskai attīstībai jāpanāk ūdeņraža izmaksu samazinājumu¹²⁴. Turpmāk darbā analizēti pasaulē veiktie ūdeņraža pētījumi, kas skar mārketingu un ir saistīti ar ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu. Analizēto pētījumu izlasi veido citētākie un aktuālākie pētījumi, kas sakārtoti alfabētiskā secībā pēc valsts nosaukuma, kādā tie realizēti. Par cik promocijas darbs ietver specifisku tēmu, analizēti arī pētījumi un aktivitātes, kuras precīzāk iezīmē problēmas aktualitāti. Valstu pieredze apkopota, izmantojot attiecīgās valsts ūdeņraža asociācijas vai cita veida partnerības izveidotu mājas lapu ar aktuālāko informāciju, kā arī datu bāzēs pieejamie pētnieciskie raksti, kur apkopota valsts pieredze vai konkrētu pētījumu projekti.

1.5.1. Austrālijas mārketinga pieredze

B.Mak Lellans (*B.Mc Lellan*) ar kolēģiem pētījis teorētiskas iespējas paplašināt ūdeņraža enerģētikas nozari Austrālijā¹²⁵. Šāds pētījums sākts, balstoties uz iepriekš gūto pieredzi ūdeņraža izpētes jautājumos, kā arī ņemot vērā ūdeņraža enerģētikas potenciālu un attīstības tendences pārējā pasaulē. Pētījumā analizēta resursu pieejamība, ražošanas un utilizācijas tehnoloģiju pieejamība, kā arī dažādi scenāriji minēto faktoru ekonomiskai pamatošanai. Pētījuma mērķis: noskaidrot efektīvākos resursus ūdeņraža ražošanai. Galvenie rezultāti parāda, ka pie esošajiem apstākļiem tuvākā nākotnē izdevīgākie resursi ūdeņraža ražošanai Austrālijā ir akmeņogles, dabasgāze, biomasu un ūdens. Attīstoties degvielas šūnu (*fuel cell*) tehnoloģijām, tiek pieļauta arī citu atjaunojamu resursu izmantošana. Autors piekrīt rezultātiem un uzskata, ka neatjaunojamu resursu izmantošana ir process, kuru nevar apturēt īsā laika posmā, jo tas ietekmē valsts ekonomiskos un politiskos procesus. Pārejai uz atjaunojamu resursu izmantošanu jānotiek pakāpeniski un mārketinga izmantošana atjaunojamu resursu popularizēšanai var to veicināt. Zinātniskajā

¹²² BBC news, 2010, July 8, IMF rises global economic growth forecast, available <http://www.bbc.co.uk/news/10549770>, retrieved 12.03.2011.

¹²³ Balat M., Potential of hydrogen as a future solution to environmental and transportation problems, *International Journal of Hydrogen Energy* 33, 2008, pp. 4013-4029.

¹²⁴ Marban G., Valdes-Solis T., (2007) Towards the hydrogen economy?, *International Journal of Hydrogen Energy* 32 p.1625 – 1637.

¹²⁵ McLellan B., Shoko E., Dicks A.L., J.C. Diniz da Costa, Hydrogen production and utilisation opportunities for Australia, *International Journal of Hydrogen Energy* 30, 2005, pp. 669 – 679.

literatūrā pētīti resursi produkta iegūšanai. Salīdzinot šo un citu valstu pieredzi var secināt, ka arī Latvijā līdzīga produkta ražošanā ekonomiski izdevīgāka ir neatjaunojamu resursu izmantošana.

1.5.2. Āzijas mārketinga pieredze

Japānas mārketinga pieredze

Kopš 2009. gada, Japānā ir uzstādītas vairāk nekā 10 000 stacionārās siltuma un elektroenerģijas degvielas šūnu stacijas izmantošanai mājāsaimniecībās. Iedzīvotājiem tika piedāvātas subsīdijas 50% apmērā par izmaksām aprīkojuma iegādei un uzstādīšanu, nepārsniedzot 7000 latus¹²⁶. 2012. gadā Japānas valdība investējusi aptuveni 160 miljonus eiro¹²⁷ degvielas šūnu un ūdeņraža enerģētikas programmās. Enerģētikas departaments atbalstījis pētniecību un attīstību, ieskaitot 89 miljonu eiro subsīdiu mājāsaimniecību aprīkošanai ar ūdeņraža tehnoloģijām, 27 miljonu eiro ūdeņraža infrastruktūras un demonstrāciju projektu attīstībai un 62 miljonu eiro dažādiem pētniecības un attīstības projektiem.

Korejas mārketinga pieredze

Ūdeņraža ekonomiku tuvākā nākotnē visdrīzāk nevajadzētu asociēt ar neatkarīgu ekonomisku sistēmu, drīzāk sistēmu, kurā ūdeņradis ieņem zināmu lomu noteiktā ekonomikā/tautsaimniecībā un tiek izmantots kā enerģijas nesējs enerģijas uzkrāšanai un kā degviela. Citur pasaulē ir izveidojušies atšķirīgi viedokļi par ūdeņradi - gan pozitīvi, gan negatīvi. Ūdeņraža izmantošanas ekonomiskais izdevīgums ir atkarīgs no vairākiem mainīgajiem, tādiem kā - ģeogrāfiskais novietojums, resursu pieejamība, resursu cena, ražošanas tehnoloģija, izmantošanas tehnoloģija, laiks un u.c. Ūdeņradis var būt gan ekonomiski izdevīgs, gan neizdevīgs resurss - viss atkarīgs no attiecīgiem mainīgajiem.

Analizējot citur pasaulē veikto zinātnisko pētījumu rezultātus, autors secina, ka ūdeņraža mārketinga un ekonomisko aspektu izpēte ir aktuāls temats un ar to nodarbojas dažādu zinātņu nozaru pārstāvji. Korejas zinātnieki Jeongs Hvan Bae (*Jeong Hwan Bae*) un Gjongs-Ljob Čo (*Gyeong-Lyeob Cho*) analizējuši pieaugošo ūdeņraža ietekmi uz ekonomiku Korejā, izveidojot ūdeņraža ekonomikas modeli, balstoties uz vides un tautsaimniecības sektoru analīzi. Ņemot vērā Korejas tautsaimniecības enerģētikas nozarē

¹²⁶ 2011 Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.11.2012., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf

¹²⁷ Ūdeņraža pētniecība Japānā 2012 gadā, Investīciju apjomi, skatīts 26.01.2013., pieejams: <http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/05/Japan2012FuelCellFunding.pdf>

noteiktos mērķus apkārtējās vides saudzēšanas popularizēšanā, un to, ka 2008. gadā Koreja importēja 97% no patērētās enerģijas un bija ceturtā lielākā naftas importētājvalsts pasaulē, minētie zinātnieki prognozē, ka 2040. gadā kopējais saražotais ūdeņraža tehnoloģiju enerģijas apjoms sasniegs 15% no IKP¹²⁸. Jijongs Kims (*Jiyong Kim*) un Ils Mūns (*Il Moon*) pētījuši ūdeņraža enerģijas ilgtspējīgumu transporta sektorā un pie galvenajiem secinājumiem norāda, ka ieviešot vienotu ūdeņraža uzpildes staciju tīklu, Korejai pastāv iespēja nodrošināt sabiedriskā transporta darbību, izmantojot tikai ūdeņraža tehnoloģiju enerģiju¹²⁹. Minētā pētījuma rezultātu īstenošana ir iespējama, īstenojot mārketinga pasākumu kopumus, tai skaitā valdības un sabiedrības informēšanu par iespējamiem ieguvumiem. Minētajā piemērā tirgus izpētes un attīstības modelēšana novedusi pie secinājuma, ka enerģētikas tirgū ir potenciāls ūdeņraža uzpildes stacijām un ūdeņradim kā degvielai. Dienvidkorejas valsts valdība piedāvā 80% subsīdijas mikro koģenerācijas degvielas šūnu iekārtu uzstādīšanai, plus līdz 10% papildu subsīdijas no vietējām pašvaldībām¹³⁰. 2012. gadā Daegu pilsētā pabeigts un darbību sācis viens no pasaulē lielākajiem degvielas šūnu elektro parkiem ar 11,2 megavatu jaudu, nodrošinot ap 100 000 mājsaimniecību ar elektrību¹³¹. Tāpat degvielas šūnu ražotājiem¹³² un patērētājiem, kuri izvēlas degvielas šūnas, iespējami ilgtermiņa aizdevumi ar zemiem procentu maksājumiem, kā arī ienākuma nodokļa samazinājums 10% apmērā.

Taivānas mārketinga pieredze

Taivānas zinātnieku Dū-Hvā Lī (*Duu-Hwa Lee*) pētījumā analizēti dažādi scenāriji Taivānas ūdeņraža ekonomikas uzlabošanā¹³³. Dū-Hvā Lī veiktajā pētījumā prognozējis ūdeņraža ražošanas tehnoloģiju un ekonomikas attīstības scenāriju mijiedarbību ūdeņraža ekonomikas ieviešanai Taivānā līdz 2030. gadam. Rezultātu aprēķinos tiek izmantots *Taivānas vispārējā līdzsvara ūdeņraža enerģētikas modelis*, kura ietvaros iespējams

¹²⁸ Jeong Hwan Bae, Gyeong-Lyeob Cho, A Dynamic General Equilibrium Analysis on Fostering a Hydrogen Economy in Korea, *Energy Economics* 32, September 2010, pp. S57–S66.

¹²⁹ Kim J., Moon Il, The Role of Hydrogen in the Road Transportation Sector For a Sustainable Energy System: A Case Study of Korea, *International Journal of Hydrogen Energy* 33, 2008, pp.7326–7337.

¹³⁰ Degvielas šūnu attīstība Dienvidkorejā, EQ International, skatīts 07.12.2012., pieejams: <http://eqmaglive.com/EQ-ARTICLE-8974-FuelCell-Energy-Announces-Acceleration-of-Existing-South-Korean-Order.html#.UTu7LRzv6I>

¹³¹ Lielākā degvielas šūnu parka atklāšana, skatīts 13.02.2013., pieejams: <http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/fuel-cells/south-korea-opens-worlds-biggest-fuel-cell-park/>

¹³² 2011 Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.11.2012., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf

¹³³ Lee Duu-Hwa, Lee Duu-Jong, Hydrogen economy in Taiwan and biohydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy* 33, 2008, pp. 1607 – 1618.

prognozēt zināmu ekonomikas attīstības gaitu. Kā galvenie resursi un tehnoloģijas ūdeņraža ražošanai tiek minēti tvaiks (akmeņogļu, metāna reformācija ar tvaiku), dabas gāze, biomasas un ūdens elektrolīze, izmantojot kodolenerģiju. Četrus scenārijus izpētes rezultātā zinātnieki prognozē 10,3% ūdeņraža tirgus daļu Taivānā līdz 2030. gadam, bioūdeņradi atzīstot par nozīmīgāko resursu ūdeņraža tirgū, pie nosacījuma, ka tehnoloģiskais progress būs konkurētspējīgs ar citām CO₂ nesaturošu tehnoloģiju alternatīvām.

1.5.3. Dienvideiropas mārketinga pieredze

Turcijas mārketinga pieredze

Starptautiskais ūdeņraža energotehnoloģiju centrs (ICHET) ir Apvienoto Nāciju Industriālās attīstības organizācijas (UNIDO) veidots projekts, dibināts Stambulā 2004. gadā. To atbalstīja Turcijas Enerģētikas un dabas resursu ministrija. Ūdeņraža tehnoloģiju attīstībā ICHET spēlēja izšķirošu lomu, veicinot un nodrošinot to, ka ūdeņradis ieņem vietu ANO enerģētikas vīzijā, stratēģijā un īstenošanas plānos. Ūdeņraža ieviešanu enerģētikā stimulēja izveidojot demonstrācijas, parādot dzīvotspējīgu tehnoloģiju, ar mērķi ne tikai pievērst uzmanību, bet arī lai gūtu pieredzi, noteiktu problemātiskos punktus, uzlabotu un atrisinātu atlikušās inženierijas un loģistikas problēmas. UNIDO piedalās un veido dažādus ar ūdeņraža energotehnoloģijām saistītus projektus. Degvielas šūnu iekrāvēju ieviešana rūpniecības un ražošanas sektoros ir viens no tiem. Prototips tika īstenots 2007. gadā ar vietējo ražotāju palīdzību. Iekrāvēji – auto kāri, ir vieni no balstiem modernajās nozarēs un uzņēmumos, kuros ir atrodama jebkāda nepieciešamība smagu priekšmetu pārvietošanai. 2007. gadā, ICHET identificēja šos pacēlājus kā galveno jomu un attīstību sadarbībā ar partneri *Çumitas*. Tā ir pilnībā funkcionējoša sistēma, kas ir izmantota vairākās testēšanas vietās Turcijā. Ņemot šos koncepcijas posmus vēl 2010. gadā ICHET uzsāka sadarbību ar (SHELL project of the European commission Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking), lai veidotu iekrāvēju izmantošanu visā Eiropā.

Stambulā tiek realizēts Degvielas šūnu UPS iekārtu ražošanas projekts (Fuel cell UPS installations). Pēc veiksmīgas ūdeņraža nepārtrauktās barošanas sistēmas (hydrogen uninterruptible power system) uzstādīšanas Stambulā ICHET šobrīd piedalās ES projektā, kura mērķis ir uzstādīt 19 šāda veida sistēmas visā Eiropā.

Kā daļu no ICHET izplatīšanas misijas tiek organizēti semināri, meistarklases priekš inženieriem un zinātniekiem, kuri vēlas pievienoties ūdeņraža enerģētikas pētīšanā. ICHET atbalsta arī pētniecības un attīstības centienus, finansējot izvēlētas pētniecības programmas un nodrošinot visprogresīvākās testa laboratorijas. ICHET nodrošina 50% finansējumu līdz

500 tūkstošiem dolāru, kas ir saistīti ar ūdeņraža enerģētikas iekārtām, piemēram, elektrolīzeriem vai degvielas šūnām. Šie projekti tiek realizēti konkursa kārtībā. Budžets no 2006. gada 700 tūkstošiem ASV dolāru līdz 2010. gadam izaudzis līdz vairāk nekā 7,5 miljoniem ASV dolāru. ICHET¹³⁴ ir devusi ne tikai lielu ieguldījumu ūdeņraža projektu attīstīšanai, bet ICHET attīstība tikusi atzīta un kļuvusi populāra. ICHET, UNIDO kļuvusi par pirmo Apvienoto Nāciju Organizācijas aktīvo locekli, kuru atpazīst jebkura starptautiska enerģētikas grupa.

1.5.4. Rietumeiropas mārketinga pieredze

Eiropas Savienības politika un mārketinga pieredze

Analizējot Eiropas Savienības normatīvos aktus un likumdošanu¹³⁵, autors konstatēja, ka normatīvo aktu bāze sastāv no dažādām pamatnostādnēm, paziņojumiem un mērķiem, taču nav izstrādāta konkrēta politika attiecībā uz alternatīvām enerģijas tehnoloģijām. Novērojama tendence uz alternatīvu enerģiju tehnoloģiju, t.sk. ūdeņraža, ieviešanu tirgū. Eiropas Savienības tiesību aktos, tai skaitā pielikumā Padomes regulai par Kopuzņēmumu¹³⁶ kurināmā elementu un ūdeņraža jomā, noteikts mērķis Eiropas Savienībā līdz 2015. gadam, ka 2% no saražotās enerģijas sastādīs alternatīvās enerģijas ar ūdeņradi kā enerģijas nesēju, un 2020. gadā - 5%. 2008. gada oktobrī uzsāktā kopīgā tehnoloģiju iniciatīva (FCH JU) par ūdeņraža un degvielas šūnas ieviešanu - Eiropas Komisijas (EK) un Eiropas rūpniecībai. Galvenais mērķis ir palielināt ietekmi rūpniecības līmeņa darbībām Eiropā šajā jomā un paātrinātu ieviešanu tirgū ūdeņraža un īpaši degvielas šūnu tehnoloģijas, lai risinātu galvenās trīs Eiropas politikas mērķus:

1. Enerģijas daudzveidība,
2. Siltumnīcas efekta gāzu (SEG) efekta mazināšana,
3. Palielināt atjaunojamo energoresursu daļu.

No 2008. līdz 2013.gadam ES Septītās pamatprogrammas budžetā 470 000 000 eiro paredzēti ūdeņraža un degvielas šūnu atbalstītam, pētniecībai, attīstībai un demonstrācijas aktivitātēm. Finansējuma izlietojuma mērķis ir ievērojami paātrināt ūdeņraža un degvielas

¹³⁴ Hydrogen energy in action, Istanbul, Turkey, skatīts 20.01.2013., pieejams: http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Background_Papers/ICHET_7years_book_second_edition_eversion.pdf

¹³⁵ Par atjaunojamo energoresursu izmantošanas, ES Eiropas Parlamenta un padomes direktīva (ES) Nr. 2009/28/EK veicināšanu, skatīts 24.04.2010., pieejams, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:LV:PDF>

¹³⁶ ES Padomes Regula (ES) Nr. 1183/2011 ar ko izveido kopuzņēmumu Kurināmā elementi un ūdeņradis, skatīts 06.08.2011., pieejams <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32011R1183:LV:HTML>

šūnu ieviešanu tirgū, lai iegūtu oglekļa brīvas enerģijas sistēmas. Lai to panāktu, 2008. gada maijā starp Eiropas Komisiju un Eiropas rūpniecības un pētniecības Organizāciju "Kurināmā elementi un ūdeņraža kopuzņēmums "(FCH JU) tika izveidota publiskā, privātā partnerība, kas veicina izpētes un attīstības stabilitāti Eiropas valstu un reģionu līmenī¹³⁷. Līdz 2012. gadam tika uzsākti 44 projekti, iesaistoties 250 dažādiem partneriem ar kopējo budžetu 100 miljoni eiro. Divas liela mēroga transportlīdzekļu un autobusu demonstrācijas, "H2moves Scandinavia" un "Chic" (Tīrs Ūdeņradis Eiropas pilsētās) ir guvuši starptautisku atzinību.

ES reģionālās politikas mērķi ir samazināt ievērojamas ekonomiskās, sociālās un teritoriālās atšķirības, kas joprojām pastāv starp Eiropas reģioniem. Šāda politika tiek īstenota caur vairākām integrētām programmām, kas atbalsta ilgtspējīgu reģionu attīstību un ir vērstas uz ekonomisko izaugsmi un darbavietu radīšanu. Atbalsts tiek sniegts projektiem plaša diapazona jomās, tostarp pētniecības un attīstības, enerģētikas, transporta un vides. Projekti, kas saistīti ar ūdeņradi un degvielas šūnu tehnoloģijām tiek finansēti arī šīs programmas ietvaros. Viens no šīs iniciatīvas līdzfinansētajiem projektiem - H2moves Skandināvija (plašāk aprakstīts apakšnodaļā 1.5.4.). Jau uz 2012. gada beigām ūdeņraža tehnoloģiju attīstība ir vērā ņemama, skatīt attēlu 1.6.



1.6. attēls, Ūdeņraža uzpildes staciju tīkls Eiropā uz 2013. gada pirmo ceturksni
 Avots: *Hydrogen Fuel Cars and Vehicles*, skatīts 29.10.2012., pieejams <http://www.hydrogencarsnow.com>

¹³⁷ ES ūdeņraža projekti, EK environment, skatīts 03.04.2013., pieejams <http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>

Eiropā līdz 2013. gada pirmajam ceturksnim izveidots plašs ūdeņraža degvielas uzpildes staciju tīkls.

Beļģijas mārketinga pieredze

Eiropas Savienības atbalstītajos pētījumos par degvielas šūnām reģionā, galvenā uzmanība pievērsta resursu izmaksu samazināšanai, degvielas šūnu darbības, ilgtspējas, kā arī drošības jautājumiem, gan stacionāri, gan transporta lietošanā, lai panāktu to spēju konkurēt ar klasiskajām iekšdedzes tehnoloģijām. Kā ilgtermiņa mērķis, līdz 2020. gadam, tiek izvirzīta dažādu programmu komerciāla ilgtspēja¹³⁸.

Beļģijā, ūdeņradi enerģētikā sāka ieviest 2007. gadā, kad ieinteresētā kompānija *Total* laida apgrozībā pirmo ūdeņraža motora degvielas uzpildes pumpi Anderlehtas degvielas stacijā Briselē. Šajā uzpildes stacijā ūdeņradis tiek uzglabāts un izplatīts šķidrā veidā, uzglabājot to zem 3 līdz 5 bāru spiediena, -253°C temperatūrā. Vairākas turpmākās stacijas paredzēts aprīkot ar ūdeņradi gāzveida stāvoklī – autobusiem un cita veida transporta līdzekļiem¹³⁹.

*Total*¹⁴⁰, sadarbībā ar Eiropas Komisiju, Beļģijas un citu Eiropas valstu valdībām, kā arī vācu automašīnu ražotājiem BMW, izveidojuši projektu, kas paredz testēt ar ūdeņraža tehnoloģijām aprīkotas aptuveni simts BMW 7 sērijas automašīnas. 2008. gadā *Total* stiprināja savas pozīcijas ūdeņraža degvielas izplatīšanas tirgū uzstādot uzpildes staciju Beļģijā, Rūsbrokā, uz starptautiskā lielceļa Brisele – Parīze. Degviela tiek glabāta virszemes tvertnē, ar tilpumu 17,600 litri. Beļģijas pieredze parāda piemēru kā starptautisks uzņēmums sadarbojoties ar valdības struktūrām uzlabo uzņēmuma darbību, samazinot riskus.

Lielbritānijas mārketinga pieredze

T.Hoghtons (*T. Houghton*) un A.Krudens (*A. Cruden*) pētījuši investīciju lietderīgumu ūdeņraža ekonomikas attīstībai Lielbritānijā¹⁴¹. Ņemot vērā to, ka Lielbritānijas ekonomika ir samērā jutīga pret svārstībām fosilā kurināmā tirgos (Lielbritānijas enerģētikas sektors sastāda vismaz 5% no IKP), zinātnieki piedāvā alternatīvu, - uz investīciju portfeļa balstītu

¹³⁸ European Hydrogen and fuel cell projects, skatīts 14.01.2013., pieejams: http://www.naturalhy.net/docs/Brochure_hydrogen_and_fuel_cells_en.pdf

¹³⁹Total enters the hydrogen market in Belgium, opening its first service station in Brussels, skatīts 18.01.2013., pieejams: http://www.be.total.com/content/en/news/total_hydrogene_en.aspx?newsyear=2007

¹⁴⁰ Hydrogen clean energy for tomorrow, skatīts 01.02.2013., pieejams: http://www.be.total.com/content/documents/Total_hydrogen_en.pdf

¹⁴¹ Houghton T., Cruden A., An investment-led approach to analysing the hydrogen energy economy in the UK, *International Journal of Hydrogen Energy* 34, 2009, pp. 4454–4462.

pieeju, lai analizētu ūdeņraža enerģijas attīstības potenciālu. Līdz šim Apvienotajā Karalistē izmaksu optimizēšanai izmantojuši MARKAL (Energy Technology Sistēmas Analysis Program) modeli, taču T.Hoghtons uzskata, ka modelis ir nepilnīgs, jo tas ignorē komerciālā kapitāla plūsmu un neparedz atšķirības starp uzņēmumiem, kuri izmanto atjaunojamus resursus un uzņēmumiem, kas tos neizmanto. Sākotnējā analīze liecina, ka vērtēšanu atšķirību noteikšana starp uzņēmumiem varētu tikt izmantotas investoru piesaistei, tādējādi ietekmējot ūdeņraža enerģijas tehnoloģiju attīstības ātrumu. Taņa O Garra (*Tanya O'Garra*), Sjūzena Murato (*Susana Mourato*) un Pīters Pīrsons (*Peter Pearson*) analizējuši sabiedrības attieksmi un gatavību ūdeņraža autotransporta ieviešanai Londonā¹⁴². Dati iegūti veicot sociālu pētījumu, kura laikā apsekoti varāk nekā 400 Londonas iedzīvotāji. Galvenie pētījuma rezultāti liecināja, ka mazāk nekā puse respondentu bija dzirdējuši par ūdeņradi kā degvielu transportam, un apmēram viena trešdaļa iedzīvotāju atbalsta ūdeņraža transporta ieviešanu. Respondenti, kuri iepriekš bija dzirdējuši par ūdeņraža tehnoloģijām, puda atbalstu šāda transporta ieviešanai. Tāpat pētījuma rezultāti parādīja, ka pastāv cieša korelācija starp atbildēm un respondentiem ar dažādu dzimumu, vecumu, izglītības līmeni, vides zināšanu līmeni. Rezultāti liecina, ka pastāv iespēja vairot izpratni par ūdeņraža tehnoloģijām, taču tas prasa atšķirīgu pieeju dažādām sabiedrības grupām. Džeimss Vainbreiks (*James Winebrake*) pētījis nākotnes ūdeņraža uzpildes sistēmas un to ieviešanas lietderību Londonā¹⁴³. Pētījumā analizēti dažādi ūdeņraža komercializācijas ieviešanas scenāriji. Scenāriju analīze tiek veikta, pamatojoties uz nākotnē iespējamu lēmumu pieņēmēju plāniem, kas ir integrēti sistēmā. Kopumā apskatīti trīs scenāriji:

- Virzīts uz tirgus attīstību,
- Virzīts uz ekonomikas attīstību,
- Virzīts uz dabas aizsardzību.

Galvenie secinājumi norāda situācijas, kuru īstenošanās gadījumā ieteicams izvēlēties izdevīgāko scenāriju.

Pieejamie pētījumi izskaidro dažādus ūdeņraža sistēmu modeļus, piemēram, Lielbritānijā tikuši vērtēti trīs iespējamie scenāriji ilgtspējīgas ekonomikas nodrošināšanai līdz 2050. gadam. Vienā no scenārijiem ūdeņraža gāze tiek izmantota kā degviela

¹⁴² O'Garra T., Mourato S., Pearson P., Analysing awareness and acceptability of hydrogen vehicles:A London case study, *International Journal of Hydrogen Energy* 30, 2005, 0p.649 – 659.

¹⁴³ Winebrake J. James Brian P. Creswick, The future of hydrogen fueling systems for transportation: An application of perspective-based scenario analysis using the analytic hierarchy process, *Technological Forecasting & Social Change* 70, 2003 pp. 359–384.

transporta nozarei¹⁴⁴. Analizētas ūdeņraža kā rezerves enerģijas sistēmas (*back up*) izdevīgums. Sistēma ir atdzīta par lietderīgu, jo mājas apstākļos, ūdeņraža ražošanai izmantojot elektrolīzeri, uzglabāšanai - metāla hidrīdu tvertnes, un „dedzināšanai” - polimēru degvielas šūnas, var realizēt drošu, mazu un uzticamu rezerves elektrības sistēmu, kas var apmierināt visas elektrības vajadzības vismaz uz vienu dienu, atkarībā no uzglabāšanas tvertnes izmēriem, kā arī ūdeņraža sistēma ilgtermiņā var nodrošināt efektīvāku darbību nekā baterijas (ūdeņradis uzglabājot nepazūd, bet uzlādētam akumulatoram raksturīga pašizlāde)¹⁴⁵. Ūdeņraža tehnoloģijas *back up* jaudu nodrošināšanai un mazas jaudas stacionāriem pielietojumiem finansiāli atmaksājas vidēji 3-5 gadu laikā¹⁴⁶. Lai sasniegtu ilgtspējīgu attīstību izmantojot atjaunojamus resursus, valsts izglītības politikai jābūt pakārtotai valsts ilgtermiņa attīstības politikai un izglītībā jāparedz sabiedrības izglītošana atjaunojamu resursu jomā¹⁴⁷. Šāds attīstības virziens ir pareizs un sabiedrība ir jāizglīto par modernām metodēm. Bieži vien ūdeņradis tiek raksturots kā nākotnes enerģija¹⁴⁸. Tas no mārketinga viedokļa nav pareizi, jo produkts, kurš jāievieš tagadnē, nedrīkst būt pozicionēts kā produkts nākotnei, jo šādā veidā potenciālais pircējs tiek maldināts un uzskata, ka produkts ir nākotne, nevis tagadne. Arī ar atjaunojamo ūdeņradi saistītās tehnoloģijas būtu jānostāda kā mūsdienu enerģijas iespēju, tādējādi palielinot sabiedrības atbalstu¹⁴⁹. Sabiedrība nav pietiekoši informēta par veiktajiem pētījumiem, ko pierāda arī Čerīmenas (*S.J. Cherryman*) 2008. gadā Velsā, Lielbritānijā veiktais sociālais pētījums, kurā viens no apsekotajiem parametriem bija iedzīvotāju zināšanu līmenis par ūdeņraža ražošanu un izmantošanu Velsā¹⁵⁰. Velsā pastāv divas ūdeņraža grupas - H₂ Velsa un Ūdeņraža ieleja (*H₂ Wales and Hydrogen Valley*), kurās, līdzdarbojoties aptuveni 90 maziem un vidējiem uzņēmumiem, nevalstiskajām organizācijām un iestādēm, tiek nodrošināta ūdeņraža tehnoloģiju attīstība un ieviešana Velsā. Par spīti Velsas pašvaldības mērķiem nodrošināt perspektīvu un ilgtspējīgu

¹⁴⁴ Barton J., Gammon R. 2010. The production of hydrogen fuel from renewable sources and its role in grid operations, *Journal of Power Sources* pp. 8222-8235.

¹⁴⁵ Bocci E., Zuccari F., Dell’Era A. 2011. Renewable and hydrogen energy integrated house, *International Journal of Hydrogen Energy* 36, pp. 7963-7968.

¹⁴⁶ Kriston A., Szabo T., Inzelt G., (2010) The marriage of car sharing and hydrogen economy: A possible solution to the main problems of urban living, *International Journal of Hydrogen Energy* 35 pp.12697-12708.

¹⁴⁷ Shah As.A., Qureshi S.M., Bhutto A., Shah Am., 2011. Sustainable development through renewable energy—The fundamental policy dilemmas of Pakistan *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, pp. 861–865.

¹⁴⁸ Brouwer J. 2010. On the role of fuel cells and hydrogen in a sustainable and renewable energy future, *Current applied physics* 10, pp. 509-517.

¹⁴⁹ Mumford J., Gray D.. 2010. Consumer engagement in alternative energy - Can the regulators and suppliers be trusted? *Energy Policy* 38, pp. 2664–2671.

¹⁵⁰ Cherryman S.J., King S., Hawkes F.R., Dinsdale R. and Hawkes D.L.. 2008. An exploratory study of public opinions on the use of hydrogen energy in Wales, *Public Understanding of Science* 17, pp. 397-410.

risinājumu attīstību un oglekļa emisiju samazināšanu, dažkārt ir novērojams negatīva sabiedrības reakcija attiecībā uz risinājumiem, kas sakrīt ar valstisku mērķu un likumdošanas izmaiņām, īpaši vēja ģeneratoru būvniecībai piekrastē. Līdz ar to sadarbība ar iedzīvotājiem ir atzīta kā viens no svarīgākajiem elementiem attiecību un viedokļa uzlabošanai. Minētais pētījums tika veikts kā daļa no Eiropas Savienības atbalstīta projekta „Ilgtspējīgas enerģijas piegāde Velsā: pretim ūdeņraža ekonomikai”. Pētījuma mērķis bija izpētīt sabiedrības zināšanu līmeni par ūdeņraža enerģiju un noteikt sabiedrības atbalsta līmeni ūdeņraža enerģijas tehnoloģijām. Minētais pētījums tika veikts aptaujas formā un izlases sastāvā bija Dienvidaustrumu Velsas iedzīvotāji, galvenokārt no pilsētu un piepilsētu reģioniem, kuros dzīvo aptuveni 60% no Velsas 3 miljonu iedzīvotājiem, un tas notika divu sesiju laikā. Pirmajās sesijās izlases grupas vadīja koordinators, kas iepazīstināja pētījuma dalībniekus ar Zinātnes un tehnoloģiju biroja (*Office of Science and Technology*) atziņām par ūdeņraža ekonomiku, iekļaujot nedaudz pamat bāzes informāciju, kā arī saistošāku informāciju par tēmu no Glamorgana Universitātes (*University of Glamorgan*). Koordinators uzdeva grupai dažus vispārīgus jautājumus, un grupai tika dots laiks, lai turpinātu diskusiju par tiem, līdz radās konkrēti argumenti. Šī metode atļāva saprast sabiedrības viedokli par ūdeņraža un ūdeņraža tehnoloģiju pieņemšanu un izpratni. Sesijas beigās tika apkopoti jautājumi, kurus uzdot nozares ekspertam nākamajās sesijās. Otrā sesija tika veidota, balstoties uz pirmās sesijas grupu darbu rezultātiem. Nozares eksperts atbildēja uz grupu jautājumiem, izmantojot papildus fotogrāfiju palīdzību. Eksperts bija universitātes pētnieks, kas strādā ūdeņraža izpētes jomā vietējā universitātē un grupai tika stādīts priekšā kā eksperts, kas atbildēs uz neskaidrajiem jautājumiem. Sesijā tika atļauts arī uzdot jaunus jautājumus, ne tikai no pirmās sesijas. Pirmās sesijas sākumā tika novērtēts pētījuma dalībnieku zināšanu līmenis par ūdeņradi un ūdeņraža tehnoloģijām. Kopumā, Velsā sievietes, atšķirībā no vīriešiem ir mazāk satrauktas pēc vārda „ūdeņradis” pieminēšanas, lai gan abās grupās bija cilvēki, kas pēc vārda „ūdeņradis” pieminēšanas kā pirmās asociācijas minēja eksploziju. Sievietēm šādas asociācijas radās attiecībā uz gāzēm kā tādām, savukārt vīriešiem vairāk saistījās ar ūdeņraža atombumbām un *Hindenburg* negadījumu. Viena no intervētajām sievietēm bija friziere un ūdeņradi asociēja ar ūdeņraža peroksīdu (tiek izmantots kā balinātājs matu krāsu sastāvā). Visiem respondentiem bija zināms, ka ūdens sastāv no ūdeņraža un skābekļa (H₂O). Tomēr vīriešu grupai bija plašākas zināšanas par ūdeņradi no ķīmiskā viedokļa. Viens no intervētajiem vīriešiem bija dzirdējis par kurināmajām šūnām saistībā ar ūdeņradi un viena no sievietēm bija avīzē redzējusi kaut ko par ūdeņraža izmantošanu transportā. Daži no intervētajiem zināja, ka autobusi un

mašīnas, kas darbojas ar ūdeņradi kā enerģijas nesēju, ir daudz klusāki kā tradicionālie transporta līdzekļi, par cik neilgi pirms aptaujas vietējā avīzē tika prezentēti ūdeņraža autobusi Kardiņā (*Cardiff*), Velsas galvaspilsētā¹⁵¹. Minētajā pētījumā sabiedrība kopumā nebija informēta par Velsā notiekošajiem ūdeņraža projektiem, līdz ar ko šis ir uzskatāms piemērs zinātnes nošķirtībai no sabiedrības.

2012. gada janvārī tika uzsākta publiskā-privātā partnerība UKH2 Mobility, lai sekmētu degvielas šūnu elektrisko transportlīdzekļu ražošanu un nodrošinātu Lielbritāniju starp ražotāju līderiem¹⁵². Valdība nodrošina iepirkuma tarifu atjaunojamo resursu iekārtām ar jaudu līdz 5 MW, arī mājsaimniecību degvielas šūnu koģenerācijas sistēmām ar jaudu līdz 2 kW. Londonā, degvielas šūnu elektriskie autobusi un melnie takši (*London Black cabs*) integrēti transporta sistēmā no 2011. gada un tiek papildināti tehnoloģijām attīstoties¹⁵³.

Autovadītājiem, kuri iegādājas zemu emisiju automašīnas iespējams saņemt dotāciju 25% apmērā izmaksu segšanai no transportlīdzekļa kopējās cenas summā līdz 4800 sterliņu mārciņām. Dotācija ir tehnoloģiski neitrāla un attiecas uz visiem zemu emisiju transportlīdzekļiem¹⁵⁴.

Vācijas mārketinga pieredze

Līdz 2012. gadam uzbūvētas 27 ūdeņraža uzpildes stacijas un līdz 2017. gadam plānots skaitu palielināt līdz 1000¹⁵⁵. Līdz 2015. gadam plānots uzbūvēt vēl desmit, kas būtu pietiekami, lai savienotu lielākās pilsētas. „Ir pienācis laiks sākt izmantot ūdeņraža elektriskos auto un infrastruktūras problēmas jau tiek risinātas,” sacījis Zetče (*Zetsche*), *Daimler* un *Mercedes-Benz Cars* priekšsēdētājs. Autovadītāji var tikai iegūt no šīs tehnoloģijas priekšrocībām – lieli attālumi, īss uzpildes laiks un nulle emisijas. *Daimler* pētniecības un attīstības departamenta komunikāciju menedžeris Broks (*Brock*) ir teicis: „Nav skaidrs vai valdība mūsu ieceri atbalstīs, taču mēs ūdeņraža uzpildes staciju tīklu

¹⁵¹ Cherryman S.J., King S., Hawkes F.R., Dinsdale R. and Hawkes D.L.. 2008. An exploratory study of public opinions on the use of hydrogen energy in Wales, *Public Understanding of Science* 17, pp. 397-410.

¹⁵² UK H2 Mobility, Department for Business, Innovation and Skills UK., skatīts 26.12.2012., pieejams: <http://news.bis.gov.uk/content/detail.aspx?NewsAreaId=2&ReleaseID=422877&SubjectId=2>

¹⁵³ Ūdeņraža transports Lielbritānijā, Transport of London, skatīts 12.12.2012., pieejams: <http://www.tfl.gov.uk/corporate/projectsandschemes/8444.aspx>

¹⁵⁴ 2011 Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.11.2012., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf

¹⁵⁵ Schoenung S., Linnsen J., Espegren K., (2012), IEA HIA Task “30” Global Hydrogen Systems Analysis, World Hydrogen Energy Conference, 4-7 June 2012 Toronto, Canada

turpināsim būvēt arī bez ārēja atbalsta”. Komentējot, ka ES atbalsta programmas esot laba iespēja, taču nosacījumi neļaujot uzbūvēt infrastruktūru pietiekoši ātri¹⁵⁶.

Transportlīdzekļiem līdz 2015. gada beigām piemērots nodokļa atvieglojums transporta līdzekļiem ar CO2 emisijām zem 50 gramiem uz kilometru. Tāpat 2011. gadā transporta līdzekļiem ar elektrisko piedziņu¹⁵⁷ atļauts bez maksas izmantot maksas stāvvietas.

1.5.5. Ziemeļeiropas mārketinga pieredze

Dānijas mārketinga pieredze

Ūdeņradis enerģētikā ir mūsdienīgs risinājums arvien pieaugošajam pieprasījumam pēc fosilajiem resursiem un tam sekojošajām vides problēmām. Šī kompleksā jautājuma risināšanai Dānija nodibinājusi Ūdeņraža tīkla projektu (*Hydrogen Link Project (HLP)*), kurš kopš 2005. gada aktīvi iesaistās Ūdeņraža enerģētikas tirgus izpētē Eiropas un pasaules mērogā. Sākotnēji Ūdeņraža tīkla projekts sadarbojās ar Ziemeļvalstu transporta tīklu (*Nordic Transportpolitical Network (NTN)*), lai paplašinātu atjaunojamo resursu pieejamību Norvēģijā, Zviedrijā, Dānijā un Vācijā. Tīkla projekts apzināja transportēšanas iespējas uz sauszemes un ūdenī¹⁵⁸. Ūdeņraža tīkla projekts gadu gaitā sadarbojas ar dažādām ziemeļvalstu kompānijām kā *HyNor* (Norvēģija) un *HyFuture* (Zviedrija). Sadarbības mērķis – Skandināvijas reģiona izvirzīšana līdera pozīcijās, ūdeņraža komerciālajā izplatībā, tirgū un uzpildes staciju izvietojumā Eiropā. Šīs sadarbības izveidošana stiprina Skandināvijas uzņēmēju un uzņēmumu priekšrocības jauno tehnoloģiju izplatīšanā, kā arī sniedz ieguldījumu kopējā mūsdienu sabiedrības progresā¹⁵⁹. 2006. gada otrajā pusē, ūdeņraža pilot programmas izmēģinājumiem un pozitīvai attīstības virzībai visā Dānijā, tika veltīti vairāk kā pieci miljoni dolāru. Līdzīgi, kā Amerikas Savienotajās valstīs, Dānijā tika izvirzīts attīstības plāns, kas tika prezentēts nacionālās enerģētikas politikas komitejai - līdz 2015. gadam paredzēts iegādāties lielu daudzumu ūdeņraža automobiļu, un pagaidām, uz šo periodu atbrīvot tos no nodokļiem.

¹⁵⁶ Daimler attieksme par ūdeņradi, *Scientific American*, skatīts 24.11.2012., pieejams: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=will-germany-become-first-nation-with-hydrogen-economy>

¹⁵⁷ 2011 Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.11.2012., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf

¹⁵⁸ New Nordic hydrogen project - from Molde to Hamburg, skatīts 12.12.2012., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/startup-250405.asp>

¹⁵⁹ Hydrogen Link to co-initiate the Scandinavian Hydrogen Highway Partnership, skatīts 28.11.2012., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-150606-SHHP-Agreement.asp>

2007. gadā Dānijas valdība publiski izziņoja šo plānu, paredzot atbrīvošanu no nodokļiem līdz 2025. gadam, tādējādi veicinot ūdeņraža automobiļu iegādes tirgus apgrozījumu. 2007. gada 21. maijā Dānijā Lollandē (*Lolland*) tika atklāts Lollandes ūdeņraža ciemats (*Hydrogen Community Lolland*), kura infrastruktūra tiek nodrošināta, izmantojot tikai alternatīvas enerģijas¹⁶⁰. Ūdeņraža ciemata darbības mērķis ir demonstrēt ūdeņraža un Dānijā ražoto degvielas šūnu (*fuel cell*) tehnoloģiju attīstību. Veidojot ciematu, Baltijas jūrā izbūvēti 32 vēja ģeneratori, no kuriem iegūtā enerģija tiek izmantota, lai ražotu ūdeņradī. Siltuma un elektrības ģeneratori tiek darbināti tikai ar atjaunojamo enerģiju, izslēdzot negatīvas ietekmes iespējas uz apkārtējo vidi. Minētajā ciematā ūdeņradis tiek izmantots kā enerģijas nesējs. Galvenokārt no vēja tiek iegūta enerģija, kas ar elektrolīzes palīdzību pārvērsta ūdeņradī, ko uzkrāj, un brīdī, kad rodas nepieciešamība pēc papildus enerģijas, uzkrātais ūdeņradis ar degvielas šūnu starpniecību tiek pārvērsts elektroenerģijā un siltumā. 2012. gadā īstenota projekta trešā fāze, kurā, pamatojoties uz pirmajā fāzē veiktajiem izmēģinājumiem, 35-40 mājsaimniecības aprīkotas ar ūdeņraža degvielas šūnu apkures katliem ar jaudu 2kW. Līdzīgas idejas tiek īstenotas arī San Antonio un Teksasā (ASV)¹⁶¹ un Toronto (Kanādā)¹⁶². Šī tehnoloģija mājsaimniecībās galvenokārt nodrošina siltumu un elektrību. Ūdeņraža enerģētikas nozarei strauji attīstoties, Dānija 2007. gadā noslēdza vienošanos ar Kanādas kompāniju - Britu Kolumbijas Ūdeņraža lielceļš (*British Columbia Hydrogen Highway*), ar ko kopīgi meklēja risinājumus komerciālajām barjerām ūdeņraža tehnoloģiju un degvielas šūnu produkta virzībai¹⁶³. Ūdeņraža tīkla projekts, pilnveidojis instalācijas un jaunu sistēmu ieviešanas prasmes, sadarbojies ar ārzemju un vietējiem investoriem, 2008. gada vasarā paplašināja darbības lauku, ieviešot jaunas uzpildes stacijas Dānijas Rietumos. Ar ūdeņraža ražošanu nodarbojas Dānijas kompānija, ģenerējot ražotni ar vēja enerģiju¹⁶⁴. Minētais piemērs rada lielāku sabiedrības un uzņēmēju uzticību ūdeņraža enerģētikai, kas vainagojas arī ar Apvienoto Nāciju apbalvojumu – uz 2009. gadu piešķir Dānijai 15 miljonu dolāru budžetu šīs nozares attīstībai¹⁶⁵. Nākamajos

¹⁶⁰Hydrogen Community Lolland, skatīts 04.02.2012., pieejams, <http://www.climatebuildings.dk/vestenskov.php>

¹⁶¹ The Hydrogen Village: Building Hydrogen and Fuel Cell Communities, skatīts 08.03.2013., pieejams, <http://www.hpath.org/resources/additional%20material/Hydrogen-Village-3-07.pdf>

¹⁶² Hydrogen Village Canada, skatīts 12.01.2012., pieejams, <http://hydrogenvillage.ca/>

¹⁶³British Columbia and Scandinavian Hydrogen Highways Join Forces, skatīts 12.03.2013., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-100507-SHHP-BC-MOU.asp>

¹⁶⁴ Hydrogen filling stations and Vehicles in West Denmark summer 2008, skatīts 14.03.2013., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-250208-H2LWestDK.asp>

¹⁶⁵ Support for fuel cell hybride vehicles and hydrogen filling stations in Denmark at United Nations COP15 Climate meeting in 2009, skatīts 02.01.2013., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-110708-link2009.asp>

sasaukumos, valdība arvien vairāk novērtē ūdeņraža un citu atjaunojamo resursu izdevīgumu, ne tikai ekoloģisku, bet arī finansiālu apsvērumu dēļ. 2009. gadā tiek nolemts turpmāk no valsts budžeta enerģētikas nozarei atvēlēt 134 miljonus eiro, no kuriem trešā daļa tiek izmantota ūdeņraža enerģētikas pieejamības uzlabošanai. 2011. gada nogalē, Dānijas uzņēmums Ūdeņraža tīkla projekts (Sadarbībā ar Zviedrijas un Norvēģijas uzņēmumiem), noslēdz sadarbības līgumu ar *Hyundai Kia Motors*, Korejas kompānijai cerot stiprināt savas pozīcijas Eiropas tirgū¹⁶⁶. Sekojot kopējām tendencēm Eiropas Savienībā, 2012. gada martā Dānijas valdība izziņoja jaunu Enerģētikas plānu¹⁶⁷, kas paredz dažāda veida ūdeņraža enerģijas infrastruktūras uzlabošanu un stabilizēšanu, perspektīvā paredzot pilnīgu atteikšanos no fosilo resursu izmantošanas līdz 2050. gadam. Valdība piemērojusi tiešas nodokļu atlaides (līdz 0,08 eiro/kWh) elektrībai, ko izmanto ūdeņraža ražošanai, kas nodrošina spēcīgu balstu infrastruktūras attīstībai. Ūdeņraža atbalsta iniciatīvas paredz turpināt palielināt sabiedrības atbalstu ūdeņraža, degvielas šūnu tehnoloģijai, pētniecībai, attīstīšanai un demonstrāciju projektiem. Tāpat valsts piemērojusi nodokļu atlaides jauna auto iegādei, kas netieši sasniedz vidēji 23 000 eiro¹⁶⁸. Dānijā iegādājoties jaunu auto tam tiek piemērots 25% PVN un 180% jauna auto nodoklis. Šādā gadījumā nodokļa atlaide var tieši ietekmēt patērētāja izvēli, jo manāmi ietekmē izmaksas iegādājoties jaunu auto.

Islandes mārketinga pieredze

Islande izceļas uz pārējo valstu fona ar to, ka viņi ir pirmā valsts pasaulē, kas realizējusi ūdeņraža ekonomiku. Islandes gadījumā valdība ilgākā laika periodā nolēmusi valstī attīstīt atjaunojamo energoresursu izmantošanu un, ņemot vērā to, ka Islandē var iegūt salīdzinoši maz saules enerģijas, izvēle krita par labu vēja, ūdens un ūdeņraža enerģijām. Islande šobrīd kļuvusi enerģētiski minimāli atkarīga no citām valstīm, jo tautsaimniecībā praktiski visur tiek izmantotas atjaunojamās enerģijas¹⁶⁹. Islandes saražotais ūdeņraža enerģijas kopējais daudzums ir lielāks nekā vietējā ekonomika spēj patērēt, taču Islandes ģeogrāfiskā novietojuma dēļ vēl nav transporta kanālu, pa kuriem enerģiju varētu eksportēt uz citām valstīm. Ja Islandei izdotos izveidot šādu ceļu, tās ekonomika piedzīvotu ievērojamu

¹⁶⁶ MoU between Hyundai Kia Motors and stakeholders from Nordic Countries on fuel cell electric vehicle deployment, skatīts 14.11.2012., pieejams: http://hydrogenlink.net/eng/PR_hyundai-kia-nordic-actors-MoU-fuel-cell-vehicles-hydrogen-refueling-infrastructure-03-02-2011.asp

¹⁶⁷ Denmark to launch hydrogen infrastructure programme, keep fuel cell vehicle tax exemptions, skatīts 15.01.2013., pieejams: <http://www.renewableenergyfocus.com/view/24734/denmark-to-launch-hydrogen-infrastructure-programme-keep-fuel-cell-vehicle-tax-exemptions/>

¹⁶⁸ Dānijas valdības ūdeņraža infrastruktūras programma, skatīts 08.12.2012., pieejams: <http://www.hydrogenlink.net/eng/news/PR-Danish-Government-launch-hydrogen-initiatives-23-03-2012.pdf>

¹⁶⁹ Sigfusson A., Iceland Pioneering the Hydrogen Economy, *Foreign Service Journal* (December, 2003) p.62–65.

izaugsmi. Tiek prognozēts, ka no atjaunojamiem energoresursiem iegūtam ūdeņradim ir liela nozīme nākotnes ilgtspējīgas enerģētikas tirgos¹⁷⁰. Islande ir viena no vadošajām valstīm pasaulē ūdeņraža enerģijas ieviešanā un demonstrācijas projektu īstenošanā. Līdz minētajam statusam valstij izdevies nonākt, jo 1997. gadā Islandes valdība nolēma izstrādāt ģenerālplānu¹⁷¹ ūdens un ģeotermālās enerģijas resursu izmantošanai elektrības un siltuma ražošanai. Ģenerālplāna mērķis bija palielināt atjaunojamo energoresursu izmantošanu, lai samazinātu energoatkarību no ārvalstīm, kā arī palielinātu vietējo atjaunojamo energoresursu izmantošanas īpatsvaru Islandes ekonomikā. Ierosinātie projekti tika izvērtēti pēc dažādām kategorijām: pēc energoefektivitātes un ekonomiskā izdevīguma, kā arī pēc enerģijas attīstības ietekmes uz vidi. 2008. gadā Islandē vietējo atjaunojamo enerģijas avotu īpatsvars kopējā enerģijas patēriņā bija 81%¹⁷², ieskaitot 56,8% saražotās enerģijas hidroelektrostacijās un 24,2% ģeotermālajās stacijās. Atlikušie 19% kopējā enerģijas patēriņā ietvertie resursi tika izlietoti pamatā transporta sektorā, t. i., uz naftas bāzes balstītas degvielas auto, avio un ūdens transportam, kā arī ogļu izmantošanā. Elektroenerģijas sektorā 99,9% saražoti, izmantojot atjaunojamus energoresursus. Paralēli kopējam atjaunojamo energoresursu attīstības plānam, kuru īsteno valsts, atsevišķs uzņēmums *Icelandic New Energy* pirmais ieviesa ūdeņraža enerģijas ražošanas un attīstīšanas izpētes virzienu¹⁷³ un 2003. gadā paziņoja, ka Islande būs pirmā valsts pasaulē, kurā tiks īstenota ūdeņraža ekonomika¹⁷⁴. 50% minētā uzņēmuma daļu pieder Islandes valdībai un Islandes institūcijām (tai skaitā *Reykjavik Energy*, *The National Power Company*, *The Technological Institute of Iceland*, *New Business Venture Fund*, Islandes Universitāte), otri 50% pieder starptautiskām kompānijām – *Shell Hydrogen*, *Norsk Hydro* un *Daimler Chrysler*. Lai sasniegtu minēto mērķi, Islandē pēdējo desmit gadu laikā īstenoti vairāki vērienīgi ūdeņraža enerģijas projekti, kuros izmantotais ūdeņradis ražots, izmantojot atjaunojamas enerģijas resursus. Konkrētāk, elektrolīzes procesā ūdens tiek sadalīts skābeklī un ūdeņradī (skatīt 11. pielikumu), par enerģijas avotu dalīšanai izmantojot

¹⁷⁰ A National Vision of America's Transition to a Hydrogen Economy – to 2030 and beyond. United States Department of Energy, February 2002.

¹⁷¹ National Energy Agency (Iceland), skatīts 15.01.2013., pieejams, <http://www.nea.is/the-national-energy-authority/about-the-nea/>

¹⁷² Nordic Energy Solutions, skatīts 15.03.2011., pieejams, <http://www.nordicenergysolutions.org/performance-policy/iceland/renewable-energy-in-iceland>

¹⁷³ Arnason B., Sigfusson T. I., Jonnson V. K. New Concepts in Hydrogen Production in Iceland. *International Journal of Hydrogen Energy* 1993, 18, pp. 7326–7337.

¹⁷⁴ Sigfusson A. Iceland Pioneering the Hydrogen Economy. *Foreign Service Journal*, December, 2003, pp. 62–65.

hidroelektrostacijās ražoto elektrisko strāvu¹⁷⁵. Nozīmīga loma ūdeņraža enerģētikas attīstības veicināšanā ir arī Islandes valdībai. Enerģētikas politikā ietverta atjaunojamā enerģija, tai skaitā ūdeņraža automašīnu neaplikšana ar nodokļiem¹⁷⁶. Šāds politikas instruments ir vērā ņemams atbalsta rīks, kuru izmanto ne tikai Islande. Samazinātu nodokļu politika attiecībā uz atjaunojamu energoresursu izmantojošiem transporta līdzekļiem tiek pieņemta kā viens no izdevīgākajiem atbalsta mehānismiem gan valdībai, gan iedzīvotājiem. Tāpat ir izveidota starptautiska platforma ūdeņraža izpētei un eksperimentiem¹⁷⁷. Programmas mērķis ir attīstīt ūdeņraža enerģiju par galveno Islandē, un tā ietver arī mārketinga aktivitāšu īstenošanu. Ar ūdeņraža enerģijas attīstību un integrēšanu galvenokārt nodarbojas iepriekš minētais uzņēmums *Icelandic New Energy*, kura galvenais mērķis ir popularizēt ūdeņraža enerģiju Islandē (*Promoting Hydrogen in Iceland*)¹⁷⁸ attīstot tehnoloģijas, kā arī veicot sociālus pētījumus, kuru mērķis ir izzināt sabiedrības attieksmi par ūdeņraža transporta un elektro-transporta ieviešanu. Uzņēmums, ieviešot tehnoloģijas, sadarbojas ar lielākajiem auto ražotājiem un piedāvā veikt auto testus reālā ikdienas pielietojumā, testēšanā iesaistot arī iedzīvotājus. Auto ražotāji ir ieinteresēti sadarbībā, ņemot vērā to, ka uzkrājot pieredzi ūdeņraža automobiļu attīstībā, var uzskatīt, ka konkurences attīstība starp prototipu izstrādi var iezīmēt konkurenci nākotnē konkurējot komerciālajos tirgos¹⁷⁹. Tāpat pētniecības darbus veic arī Islandes Universitāte (*University of Iceland*)¹⁸⁰, Agireiri Universitāte (*University of Akureyri*)¹⁸¹, Atjaunojamo enerģiju zinātnes skola (*RES | the School for Renewable Energy Science*)¹⁸², kā arī Islandes inovāciju centrs (*Innovation Center Iceland*)¹⁸³, kurā tiek pētītas degvielas šūnu (*fuel cell*) tehnoloģiju iespējas un attīstība. Katra no minētajām institūcijām darbojas savā pētniecības virzienā, piemēram, Agireiri Universitātē tiek pētīta termofilo baktēriju spēja ražot

¹⁷⁵ Ūdeņraža uzpildes stacijas, skatīts 18.03.2013., pieejams, <http://www.h2stations.org/>

¹⁷⁶ Islandes klimata un enerģētikas politika. [Skatīts 01.02.2012.] Pieejams: http://folk.uio.no/kristori/prosus/susnordic/iceland/policies/climate_energy.htm

¹⁷⁷ Islandes enerģētika, skatīts 18.03.2013., pieejams, <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/iceland/energy.pdf>

¹⁷⁸ Icelandic New Energy, skatīts 16.02.2011., pieejams, http://www.newenergy.is/en/icelandic_new_energy/

¹⁷⁹ Bakker S., van Lenteb H., Meeusc M.T.H. (2012) Dominance in the prototyping phase—The case of hydrogen passenger cars Research Policy 41, pp871– 883.

¹⁸⁰ Reikjavīkas Universitātes mājaslapa, ūdeņraža pētījumi, skatīts 26.03.2012., pieejams, https://english.hi.is/environment_and_natural_resource/research_0

¹⁸¹ Akureiri (*Akureyri*) Universitātes mājaslapa, ūdeņraža pētījumi, skatīts 16.03.2011., pieejams: http://english.unak.is/business-and-science/page/umhverfi_forsida

¹⁸² Gunnarsson B. RES the School of Renewable Energy Science: Transfer of Knowledge & Innovation. 1st Polish-Icelandic Conference of Renewable energy, 21–22 June, 2010, Warsaw University of Technology, Warsaw, 2010, p. 123–138.

¹⁸³ Islandes inovāciju centra mājaslapa, ūdeņraža pētījumi, skatīts 17.02.2013., pieejams: <http://www.nmi.is/leit/?col=NMI&start=0&search=hydrogen&submit=&perpage=10&summary=yes&sort=rank>

ūdeņradi, Atjaunojamo enerģiju zinātnes skolā no zinātņu viedokļa interesantāko darbu veic *Icelandic New Energy* un Islandes inovāciju centrs. Viens no veiksmīgākajiem ir pirmais ūdeņraža integrēšanas projekts – ekoloģiskas pilsētas transporta sistēmas ECTOS ūdeņraža projekts (*Ecological city Transport Sistēma ECTOS hydrogen project*), kas tika īstenots Reikjavīkā no 2001. līdz 2005. gadam¹⁸⁴. Minētā projekta īstenošanas pirmo divu gadu laikā tika sagatavota infrastruktūra (uzbūvēta pirmā komerciālā ūdeņraža degvielas stacija pasaulē), pārbaudīta iekārtu darbības efektivitāte, uzturēšanas izmaksas, kā arī veikti sociāli ekonomiskie pētījumi. Trešajā un ceturtajā projekta gadā tika publiski demonstrēta minētā degvielas stacija, kā arī sabiedriskā transporta sistēmai pievienoti trīs *Mercedes-Benz Fuel Cell Citaro* autobusi, kuros par degvielu izmantoja ūdeņradi. Autobusu demonstrācijas periodā tika veiktas arī tehnoloģiju darbības pārbaudes un uzlabošana. Minētie autobusi atbilstoši mārketinga stratēģijai tika aplīmēti ar ūdeņradi popularizējošiem uzrakstiem, tāpat tika norādīts, kāda degviela izmantota konkrētajos transporta līdzekļos. Sabiedriskā transporta pieturās, kas atradās ūdeņraža autobusu maršrutos, tika izvietoti informatīvi materiāli par tehnoloģijām. Pastāv zinātnieku viedoklis, ka viens no visgrūtāk nosakāmajiem procesiem alternatīvu tehnoloģiju ieviešanā ir patērētāja apmierinātība¹⁸⁵. Tādēļ uzņēmuma mārketinga stratēģijā tika apstiprinātas vairākas aktivitātes, kuras bija saistītas ar potenciālā patērētāja viedokļa izziņāšanu un izglītošanu par ieviešamo produktu. Islandē organizētā Hydrogen Project laikā 2004. gada martā¹⁸⁶ tika veikta publiska aptauja – vairākas nedēļas tika aptaujāti sabiedriskā transporta pasažieri (kopējā mērķgrupa – 1000 pasažieri, katru nedēļu tika aptaujāti līdz 200 pasažieriem). Minētā projekta mērķis – iedzīvotāju attieksmes noskaidrošana par ūdeņradi kā fosilās degvielas aizvietošanu. Pētījuma struktūra tika veidota tā, lai piecu nedēļu periodā dažādās sabiedriskās vietās iegūtu statistiski analizējamus datus par visiem Reikjavīkas un tās apkārtnes iedzīvotājiem (pētījuma struktūru skatīt 16. pielikumā) (sk. 1.1. tabulu).

Apkopojot Islandē veiktās aptaujas rezultātus, konstatēts, ka visu vecuma grupu respondenti pauduši līdzīgus viedokļus ar minimālu atšķirību. Tāpat arī netika konstatētas ciešas korelatīvas pazīmes starp atbilžu rezultātiem un respondentu aptaujas vietām¹⁸⁷. Līdz

¹⁸⁴Maack M. Case 22:ECTOS Hydrogen Project. July, 2006, skatīts 18.02.2013., pieejams: http://www.createacceptance.net/fileadmin/create-acceptance/user/docs/CASE_22.pdf

¹⁸⁵Wang J. H., Chiang W.-L., Shu J. P. H. The prospects – fuel cell motorcycle in Taiwan. *J. Power Sources*, 2000, 86, pp. 151–157.

¹⁸⁶Maack M. ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors. University of Reykjavik, Reykjavik, 2004.

¹⁸⁷Maack M. ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors. University of Reykjavik, Reykjavik, 2004

ar to autors secina, ka iedzīvotāju zināšanas un spēja spriest par ūdeņradi kā fosilās degvielas aizvietošanu Islandē ir vienā līmenī. Dažādās aptaujas vietās (uz ielas, ūdeņraža un ar dīzeļdzinēju aprīkotajos autobusus) aptaujātie respondenti pauda līdzīgu viedokli. Uz jautājumu „Kāda ir jūsu reakcija uz to, ka Reikjavīkas ielās notiek ūdeņraža autobusu demonstrācijas projekts?” 92% respondenti pauda ļoti pozitīvu reakciju un tikai 2% pauda ļoti negatīvu reakciju¹⁸⁸ (sk. 13. pielikumu). Viens no demonstrācijas projekta svarīgākajiem aspektiem bija panākt projekta atpazīstamību sabiedrībā, līdz ar to respondentiem tika uzdots jautājums „Vai jūs esat satiksmē ievērojuši ūdeņraža autobusus?” 47% respondentu apstiprināja, ka ūdeņraža autobusus redzējuši vairākas reizes, bet 12,5% aptaujāto nebija ievērojuši minētos autobusus. Jautājumā par ūdeņraža tirgus cenas ietekmi uz respondentu¹⁸⁹ (sk.14. pielikumu) viedokļi veidoja sadalījuma līkni, kurā lielākā daļa respondentu ūdeņraža degvielu izvēlētos ar nosacījumu, ka tirgus cena ir vismaz alternatīvas degvielas robežās. Rezultāti parāda arī, ka vismaz 37% respondentu, izrādot vēlmi atbalstīt atjaunojamas degvielas izmantošanu pat ar augstāku tirgus cenu nekā alternatīva, ir „zaļi” domājoši. Kopumā rezultāti attiecībā uz patērētāja attieksmi par vēlmi maksāt vairāk pozitīvi ir tendēti, taču vēlmes ne vienmēr atbilst finansiālajām iespējām. Pastāv reāla varbūtība, ka reālajā dzīvē respondents izvēlēties lētāku alternatīvo produktu. Sociāli ekonomiskajā pētījumā tika vaicāts, kādas asociācijas respondentiem nāk prātā, izdzirdot vārdu „ūdeņradis”? 2% aptaujāto ūdeņradis asociējās ar degošu dirižabli, 3% – ar dārgu tehnoloģiju, 38,5% – ar ūdeni, 8% – ar ražošanu un 47% – ar tīru, videi nekaitīgu degvielu. Pētījuma beigās tika jautāts: „Vai ir kāds jautājums, kas jūs satrauc saistībā ar ūdeņradi?”. Biežākās atbildes bija: „Satrauc iespējami augstas tehnoloģijas izmaksas un mazumtirdzniecības cena, drošības aspekts, kad ūdeņradis būs pieejams mazumtirdzniecībā, kā arī nepieciešams vairāk informācijas, lai varētu objektīvi spriest¹⁹⁰”. No mārketinga aspekta svarīgi pieminēt, ka pētījuma rezultāti tika prezentēti publiski, tādā veidā sabiedrībai radot tiešu atgriezenisko saiti ar pētījuma veicējiem. Ņemot vērā iepriekš minētos faktus, autors secina, ka šajā gadījumā demonstrāciju projekts savienojumā ar vides reklāmu ir efektīvs produkta iepazīstināšanas un enerģētikas popularizēšanas veids. Mārketinga stratēģijā netika paredzēts veikt pētījumus pirms ūdeņraža autobusu ieviešanas, līdz ar to nevar skaidri noteikt patērētāja zināšanu līmeņa pieaugumu. Atjaunojamo

¹⁸⁸ Maack M. ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors. University of Reykjavik, Reykjavik, 2004

¹⁸⁹ Maack M. ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors. University of Reykjavik, Reykjavik, 2004

¹⁹⁰ Maack M. ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors. University of Reykjavik, Reykjavik, 2004

energoresursu jomā svarīgi ir plānot katru aktivitāti¹⁹¹. Projekta koordinatore un pētījuma vadītāja Marija Maka (*Maria Maack*), daloties pieredzē ar autoru, norādīja uz interesantu parādību. Projekta¹⁹² pirmajos divos gados pirms demonstrācijas perioda tika izmēģināta ūdeņraža autobusu tehnoloģiju darbības precizitāte. Bija nepieciešami brīvprātīgie pasažieri pirmajiem izmēģinājuma braucieniem autobusu noslodzes mērījumiem. Informācija tika izplatīta vietējos preses kanālos, un vislielākā atsaucība nāca tieši no senioru puses, kuriem darba dienas ir brīvākas nekā strādājošajiem. Interese bija tik liela, ka visiem gribētājiem nebija iespējams piedalīties pirmajos izmēģinājuma braucienos. Projekta īstenotājiem bija jāatbild uz ļoti daudziem senioru jautājumiem par tehnoloģijām un dažādiem ekonomiskiem jautājumiem. Vēlāk, kad demonstrāciju projekti jau bija uzsākti un tika veiktas informācijas kampaņas skolās un universitātēs, bērni un pusaudži izrādīja lielu interesi par ūdeņraža tehnoloģijām. Atbildot uz jautājumiem un skaidrojot, tehnoloģijas projekta īstenotāji nonāca pie secinājuma, ka lielo interesi palīdzējuši radīt izmēģinājuma braucienos piedalījušies seniori. Liela daļa skolnieku un studentu vēlējās uzzināt vairāk par ūdeņraža tehnoloģijām, jo nevarēja samierināties ar to, ka viņu vecvecāki par inovatīvu, jaunu tēmu ir vairāk informēti nekā viņi paši¹⁹³. Interesanti, ka šādā veidā neplānoti tika sasniegtas vairākas mērķauditorijas, pirmkārt, seniori, otrkārt – bērni un jaunieši. Pēc projekta noslēguma brīvprātīgie ūdeņraža autobusus turpināja izmantot starptautiskā projektā *HyFleet:CUTE*, kura ietvaros 47 ar ūdeņradi darbināmi autobusi piedalījās regulārā sabiedriskā transporta plūsmā desmit pilsētās, trīs pasaules kontinentos, tai skaitā Islandē, Reikjavīkā¹⁹⁴. 2008. gadā Islandē sadarbībā ar vairākām Eiropas valstīm tika īstenota pētījumu programma *Create Acceptance* (sabiedrības piekrišanas panākšana)¹⁹⁵, kuras laikā tika pētītas un analizētas sociālo grupu reakcijas projekta dalībvalstīs. Projekta galvenais mērķis bija uzlabot apstākļus atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešanai, izveidot rīku, ar kura palīdzību varētu stimulēt sabiedrības piekrišanu atjaunojamo enerģiju projektiem. Pētījuma laikā tika veiktas fokusgrupu intervijas, lai noskaidrotu respondentu zināšanu līmeni par atjaunojamām enerģijām, domāšanas virzienus, inovāciju pieņemšanu

¹⁹¹ Hedstrom L., Saxe M., Folkesson A., Wallmark C., Haraldsson K., Bryngelsson M. Key Factors in Planning a Sustainable Energy Future Including Hydrogen and Fuel Cells. *Bulletin of Science Technology & Society*, 2006, 26, pp. 264–277.

¹⁹² Autora intervija ar *Maria Maack*, vides un projektu menedžeri, izpētes koordinatori kompānijā *Icelandic New Energy* 2010. gada septembrī, Akureyri, Islandē

¹⁹³ Autora intervija ar *Maria Maack*, vides un projektu menedžeri, izpētes koordinatori kompānijā *Icelandic New Energy* 2010. gada septembrī, Akureyri, Islandē.

¹⁹⁴ Projekta *HyFleet:CUTE* mājaslapa, skatīts 18.02.2013., pieejams: <http://www.global-hydrogen-bus-platform.com>

¹⁹⁵ Create Acceptance Work Package 2. Historical and Recent Attitude of Stakeholders. Executive summary., skatīts 17.02.2013., pieejams, <http://www.createacceptance.net/>

veicinošus faktoros, sabiedrības reakcijas u. c. Respondenti atzina, ka Islandē jācenšas palielināt atjaunojamo enerģiju patēriņa īpatsvaru transporta sektorā un ka degvielas industrijas attīstību ietekmē vides un sociālie faktori. Fokusgrupu dalībnieki nespēja vienoties par vienu degvielas veidu, kurš varētu būt visizplatītākais nākotnē, kā arī par to, kura tehnoloģija varētu būt tirgus līdere¹⁹⁶. Tehnoloģiju izstrādātāji un politikas veidotāji bieži vien pieņem, ka sabiedrības iepazīstināšana ar jaunu tehnoloģiju ir pietiekama, lai nodrošinātu tās sekmīgu pieņemšanu un izplatīšanu. Veidojot mārketinga stratēģiju, nav iespējams izvērtēt visus riskus, piemēram, ūdeņraža tehnoloģiju attīstības gaitu un konkurējošo tehnoloģiju attīstības gaitu. Katra jauna tehnoloģija zināmā mērā ietekmē sabiedrību, liekot tai mainīties. Līdz ar to nepieciešams noskaidrot, kuras ir ieinteresētās personas, kādas ir viņu intereses, kādas pārmaiņas sabiedrība ir gatava pieņemt¹⁹⁷, kāda vērtība sabiedrībā ir pārmaiņām. Sākot ar 2010. gada septembri, tiek īstenots projekts *Elektriskie auto sabiedrībai (Rafbílar fyrir almennig)*, kura laikā astoņas ģimenes vienu mēnesi izmanto ūdeņraža automašīnu (*fuel cell car*) un vēlāk mēnesi izmanto elektriskajā tīklā uzlādējamu elektroautomašīnu (*plug in car*). Visas ģimenes tiek intervētas pirms projekta sākuma, tiks intervētas pēc ūdeņraža automašīnas izmantošanas un vēlāk – pēc elektriskā auto izmantošanas. Rezultātā tika salīdzināta iegūtā pieredze, lai turpmākos pētījumos pievērstu uzmanību problemātiskajiem jautājumiem¹⁹⁸. Projekta rezultāti ir nozīmīgi ūdeņraža enerģijas mārketinga speciālistiem, pētot patērētāja uzvedību un plašāk izprotot vēlmes un vajadzības. Pētījuma galvenie rezultāti parādīja ūdeņraža automašīnu priekšrocības pret uzlādējamu elektroauto, jo ar elektroauto bija iespējams nobraukt mazākus attālumus, kā arī lādēšana prasīja daudz vairāk laika. Ņemot vērā to, ka uzpildes/uzlādes vietas abiem transporta līdzekļu veidiem bija ierobežotas, infrastruktūras problēmas tika atzītas abos gadījumos. Šobrīd ūdeņraža enerģētikas attīstība Islandē sasniegusi attīstības stadiju un vēl ir pārāk agri analizēt mārketinga stratēģiju kopumā. Līdz šim veiktās aktivitātes ir bijušas veiksmīgas un būtiski trūkumi nav atklāti. Latvijas apstākļiem piemērojamākās aktivitātes prioritārā secībā ir sadarbības veicināšana starp valdību un uzņēmējiem, kuru varētu veikt Latvijas Ūdeņraža asociācija, līdzīgi kā alternatīvas aktivitātes veic dažādas citas asociācijas Latvijā. Attiecībā uz sabiedrības izglītošanu nepieciešams piesaistīt Eiropas Savienības līdzekļus un īstenot demonstrācijas

¹⁹⁶ Create Acceptance projekta pārskats, SMARTH2 - Mobilizing social support for hydrogen in Iceland, skatīts 10.08.2012., pieejams: <http://www.esteem-tool.eu/fileadmin/esteem-tool/docs/SmartH2.pdf>

¹⁹⁷ Glaser S. The Marketing System and the Environment. *European Journal of Marketing* 19, 4, 2007, pp. 54–72.

¹⁹⁸ Autora intervija ar *Maria Maack*, vides un projektu menedžeri, izpētes koordinatori kompānijā *Icelandic New Energy* 2010. gada septembrī, Akureyri, Islandē

projektus lielākajās Latvijas pilsētās. Šādas aktivitātes sevi ir pierādījušas Islandē un darbotos arī Latvijā. Mārketinga pētījumu veikšana ir svarīga demonstrācijas projektu līdzaktivitāte sabiedrības zināšanu līmeņa novērtēšanas apzināšanai. Latvijas apstākļos ekspertiem jāizvērtē ekonomiski efektīvākais ūdeņraža ražošanas veids. Efektīva ūdeņraža mārketinga aktivitāšu realizācija Latvijā ir atkarīga pamatā no ūdeņraža ražošanas resursa ekonomiskā izdevīguma, demonstrācijas projektu izveidošanas un veiksmīgas sadarbības starp zinātniekiem, valdības institūcijām un uzņēmējiem.

Pamatā ūdeņraža niša darbojas kā platforma, kurā mijiedarbojas tehnoloģiju ieviesēji un patērētāji. Par platformas pamatu izvēlēts kaut kas līdzīgs valsts izpētes un attīstības projektam vai vietējās sabiedrības kustībai. Piegādātājiem un patērētājiem mijiedarbojoties tiek uzkrāta zināšanu bāze un uzticība, kas ļauj veikt darbības sabiedrības izpratnes par jaunām tehnoloģijām uzlabošanai.¹⁹⁹

Kopumā secinām, ka ūdeņraža enerģētikas attīstību Islandē pamatā veicina valdības, akadēmisko institūciju un ārvalstu investoru sadarbība. Ūdeņraža tehnoloģiju attīstību un ieviešanu pozitīvi ietekmē sadarbība starp valsts un privātām struktūrām. Islandē veiktie ūdeņraža enerģijas pētījumi un demonstrācijas projekti tiek reāli atbalstīti izmantojot vides un politikas instrumentus²⁰⁰. Atjaunojamās enerģijas īpatsvars (elektro enerģija 99%, siltumapgāde 99%, atjaunojamo energoresursu īpatsvars kopējā enerģijas patēriņā 67%)²⁰¹ un salīdzinoši viegli pieejamie resursi ir nozīmīgākie faktori, kas ļauj Islandei progresēt vairāk par citām valstīm, īstenojot ūdeņraža ekonomiku. Tehnoloģiju izmaksu cenas tiek kompensētas, izmantojot lētu, no atjaunojamiem energoresursiem iegūtu elektroenerģiju. Valstīs, kurās resursi nav tik brīvi pieejami, ūdeņraža enerģijas attīstību ierobežota tehnoloģiju izmaksas un politiskā atbalsta trūkums, kā arī sabiedrības neinformētība²⁰². Pilnveidojot tehnoloģijas un samazinoties to izmaksām, ūdeņraža enerģētikas straujāka attīstība būs iespējama arī Latvijā. Lai ieviestu jaunas tehnoloģijas, nepieciešams veikt mārketinga pētījumus, lai izzinātu un noteiktu sabiedrības lomu ieviešanas procesā. Mārketinga kampaņām ilgtermiņā vajadzētu būt vērstām uz enerģijas attīstības veicināšanu

¹⁹⁹ Sangook P., (2011) Iceland's hydrogen energy policy development (1998-2007) from a sociotechnical experiment viewpoint, *International Journal of Hydrogen Energy* 36, pp. 10443-10454.

²⁰⁰ Dimants J., Mārketinga stratēģijas nozīme Islandes ūdeņraža enerģētikas attīstībā, *Latvijas Universitātes raksti* 2011, Ekonomika. Vadības zinātne. 771. Sēj., 457-465 lpp.

²⁰¹ Screening report Iceland, Chapter 15 – Energy, 2011, skatīta 01.03.2012., pieejams http://ec.europa.eu/enlargement/pdf/iceland/key-documents/screening_report_15_is_internet_en.pdf

²⁰² Shen Yung-Chi, Lin Grace T.R., Li Kuang-Pin, Yuan Benjamin J.C., An Assessment of Exploiting Renewable Energy Sources With Concerns of Policy and Technology *Energy Policy* 38, 2010, pp.4604–4616.

un atjaunojamo enerģiju izmantošanu popularizēt kā ikdienišķu, pašsaprotamu, jau šodien pieejamu sabiedrībai.

Norvēģijas mārketinga pieredze

Jaunākā valsts pieredze un aktualitātes apkopotas Ūdeņraža ceļvedī 2012²⁰³, kuru izveidojis Norvēģijas Ūdeņraža forums ar Norvēģijas Zinātnes padomes, Norvēģijas inovāciju un Enerģijas Tehnoloģiju institūta atbalstu.

2000. gada sākumā tika izveidots HyNor projekts, kura mērķis bija demonstrēt ūdeņraža tehnoloģijas un to gatavību ieviešanai tirgū. Kopš ūdeņraža uzpildes staciju (izveidotas ar valsts un privāto investīciju atbalstu) atvēršanas 2006.-2009. gadā iegūtas derīgas zināšanas par to uzturēšanu un darbības nodrošināšanu. Ūdeņraža tehnoloģiju komerciālas attīstības jautājumos iesaistīti enerģijas uzņēmumi, mašīnu pārdevēji, kā arī politiķi. Norvēģija stimulējusi nulles-emisiju ar baterijām vai kurināmām šūnām darbināmu transportlīdzekļu atbalstu ar šādiem līdzekļiem: nulles iegādes nodoklis, nulles PVN, zems gada ceļa nodoklis (10% samazinājums no standarta), bezmaksas sabiedriskā stāvvietā (700 stāvvietas, kas paredzētas tikai šiem transporta līdzekļiem Oslo centrā), bezmaksas maksas ceļi u.c. Norvēģijā gan uzņēmumiem, gan privātpersonām ir iespējams izīrēt šādus transporta līdzekļus, kuri tiek administrēti caur H2moves projektu.

Izveidota Ūdeņraža padome, kurā darbojas Degvielas un Enerģijas Ministrijas un Transporta un Komunikācijas ministrijas ievēlēti eksperti no industrijas, izpētes, izglītības nozarēm. Tā ir konsultatīva padome ministrijām jautājumos, kas saistīti ar ūdeņradi. 2012. gada maijā Ūdeņraža padome izdeva Nacionālo Darbības plānu²⁰⁴, kas piedāvā ūdeņraža stāvvokļa raksturojumu Norvēģijā un ietver 27 konkrētas darbības un rekomendācijas, lai turpinātu ūdeņraža ieviešanu un izmantošanu Norvēģijā. Minētajā plānā ietverti arī iepriekšējā darbības plāna (2007-2010) rezultāti un vērā ņemtie ieteikumi. Tajā skaitā arī sabiedrības atbalsta nodrošināšana. Sabiedrības atbalsts ļoti pieaudzis kopš 2007. gada un tas ir galvenokārt tieši pateicoties demonstrāciju aktivitātēm, kas, protams, ir pateicoties tam atvēlētajam finansējumam. Laika posmā no 2007. gada līdz 2010. gadam kopumā ūdeņraža pētniecībai tika atvēlēti vairāk nekā 300 miljoni NOK, demonstrāciju projektiem vairāk nekā 190 miljoni NOK.

²⁰³ Hydrogen Guide for 2012, skatīts 02.02.2013., pieejams: http://www.hydrogen.no/assets/files/hydrogenguide/NHF_hydrogenguiden_A6-WEB.pdf

²⁰⁴ Nacionālais Darbības plāns, skatīts 02.02.2013., pieejams: http://www.hydrogen.no/assets/files/Hydrogenradet/Handlingsplan/Nasjonalt_handlingsplan_ENG_web_enkeltsidig.pdf

Norvēģija bija viena no dalībvalstīm H2moves Skandināvija projektā (noslēdzās 2012. gada 31. decembrī, tika līdzfinansēts no Eiropas fondiem). Norvēģijā (Oslo) arī tika uzbūvēta šī projekta ietvaros iepļānotā ūdeņraža uzpildes stacija. H2moves Skandināvijas projekta mērķis (*Scandinavian Hydrogen Highway Partnership*) bija iegūt plašāku pircēju atbalstu ūdeņraža kurināmas šūnas elektriskajiem transporta līdzekļiem (*Hydrogen Fuel Cell Electric Vehicles (FCEV)*) un demonstrēt to izmantošanas iespējas, kā arī uzpildes stacijas, kas nepieciešamas šiem transporta līdzekļiem. Tika demonstrēti 19 ūdeņraža kurināmas šūnas elektriskie transporta līdzekļi Oslo (Norvēģija) un Dānijā, tika izveidota publiska ūdeņraža uzpildes stacija Oslo (Gaustad) 2011. gadā, kā arī organizēti daudzi publiski pasākumi, kā piemēram, ceļojuma tūre cauri Eiropai 2012. gada rudenī, kas iekļāva publiskos izmēģinājuma braucienus. Četru ražotāju septiņi dažādi ūdeņraža kurināmas šūnās elektriskie transporta līdzekļi veica vairāk nekā 4000 kilometrus cauri deviņām valstīm, lai parādītu patērētājam, ka šādi ceļojumi ir iespējami un tiem nav šķēršļu. Tika realizēts arī drošības pētījums, lai novērtētu sertifikācijas trūkumus Skandināvijā, kā arī, lai paātrinātu pilnu transporta līdzekļu un uzpildes staciju komercializāciju. Valdība ieviesusi nodokļu atlaides degvielas šūnu auto kā arī priekšrocības pārvietojoties pa koplietošanas ceļiem – to lietotāji var izmantot sabiedriskā transporta joslas, bez maksas izmantot maksas ceļus, kā arī maksas autostāvvietas. 2013. gadā plānots paplašināt ūdeņraža uzpildes staciju tīklu no 12 ūdeņraža uzpildes stacijām uz 33²⁰⁵. Ūdeņraža uzpildes staciju attīstība ir nākamais solis tehnoloģijas ieviešanai.

Zviedrijas mārketinga pieredze

Zviedrijas Enerģētikas aģentūru regulē Uzņēmējdarbības Ministrija (*Ministry of Enterprise*), kas ir atbildīga par visu pētniecības un attīstības (R&D) finansējumu valstī, saistībā ar visām enerģētikas tehnoloģijām. Gada budžets ir aptuveni 1 miljons Zviedru kronas. Zviedrijas Enerģētikas aģentūras intereses saistībā ar ūdeņradi enerģētikā tiek koncentrētas uz ražošanas sektoru, kurā tas tiek ražots galvenokārt izmantojot gāzifikācijas biomasas sintētisko gāzi. Zviedrijas valdība ir ieinteresēta attīstīt ūdeņradi enerģētikā arī izmantojot degvielas šūnas un stacionārās iekārtas, taču pētniecības un attīstības budžets nav pietiekams līdz ar ko priekšroka dota ražošanas sektoram²⁰⁶.

Zviedrijā darbojas arī privāti uzņēmumi, kas koncentrējās uz ūdeņraža tirgu. 2009. gadā *Volvo Technology Transfer*, *Midroc New Technology*, *Ocas Ventures* un

²⁰⁵ H2Moves projekta publiskā atskaite, skatīts 03.01.2013., pieejams http://www.scandinavianhydrogen.org/sites/default/files/121109wp7_3rd_reporting_public.pdf

²⁰⁶ 2011 Annual report Sweden, Swedish Energy Agency, International Secretariat, skatīts 28.12.2012., pieejams, <http://ieahia.org/pdfs/AR2011/Sweden.pdf>

Fouriertransform kopīgi veica nozīmīgu investīciju un finansēja *Powercell* uzņēmuma paplašināšanos.²⁰⁷ *Powercell* ražo un attīsta stacionāras un mobilas iekārtas elektrības ražošanai²⁰⁸. Šobrīd *Cellkraft* izstrādā degvielas šūnas lietošanai īpašos apstākļos, piemēram, back-up sistēmu elekomunikāciju un palīgdzinēju darbināšanai skarbos klimata apstākļos, piemēram, Mosona bāzē, Dienvidpolā.²⁰⁹ Tāpat degvielas šūnu tehnoloģiju kompānija „*myFC*” izstrādā un rada rūpnieciskus risinājumus, lai darbinātu portatīvo elektroniku. Pašreizējie partneri firmai ietver augsto tehnoloģiju izstrādātāju un ražotāju *NOLATO*. Starp investoriem ir *The Sixth AP Fund* un *KCC*. Uzņēmums tika dibināts 2005. gadā²¹⁰. pateicoties ES finansējumam ir apstiprināti divi projekti, kas tiks uzsākti 2014. gadā. Valsts neveic nozīmīgu iejaukšanos pašreiz esošajā tirgū.

1.5.6. Ziemeļamerikas mārketinga pieredze

ASV mārketinga pieredze

Kā viens no veiksmīgākajiem udeņraža enerģētikas ieviešanas atbalstītājiem ASV ir Kalifornijas Degvielas Šūnu partnerība (*California Fuel Cell Partnership*)²¹¹. Tā ir dažādu organizāciju savienība, tai skaitā auto ražotāji, enerģijas piegādātāji, valdības aģentūras, kā arī degvielas šūnu tehnoloģiju kompānijas, kas līdzdarbojoties atbalsta udeņraža degvielas šūnu automašīnu komercializāciju. ASV Senāts 2005. gada 8. augustā pieņēma likumu, kas paredz piešķirt vairāk nekā trīs miljardus dolāru udeņraža enerģētikas attīstībai un 1,25 miljardus dolāru vienlaikus elektrību un udeņradi ražojošu jaunās paaudzes kodolreaktoru celtniecībai, paredzot, ka daudz lielākus līdzekļus projektos ieguldīs privātais sektors²¹². Minātais budžeta apjoms ir mazs, ja to salīdzinām ar ASV iekšzemes kopproduktu, taču vērā ņemams atbalsts sfēras attīstībai, lai gan eksperti līdz 2020. gadam udeņraža automobiļu īpatsvaru ceļu satiksmē vērtē kā maznozīmīgu²¹³. Kalifornijas Degvielas Šūnu partnerības sadarbība ir būtisks piemērs publiskai un valstiskai sadarbībai, jo sadarbojas dažādi uzņēmējdarbības virzienu pārstāvji kopējam mērķim – informācijas nodrošināšana sabiedrībai par tehnoloģiju, transportlīdzekļiem,

²⁰⁷ 2011 Annual report Sweden, Swedish Energy Agency, International Secretariat, skatīts 28.12.2013., pieejams, <http://ieahia.org/pdfs/AR2011/Sweden.pdf>

²⁰⁸ Powercell homepage, skatīts 17.12.2012, pieejams, <http://www.powercell.se/about/overview/>

²⁰⁹ Cellkraft homepage, skatīts 06.01.2013, pieejams, <http://cellkraft.se/fuelcells/products-2/>

²¹⁰ My Fuel Cell homepage, skatīts 12.01.2012, pieejams, http://www.myfuelcell.se/about_myfc/

²¹¹ California Fuel Cell Partnership homepage, available <http://www.fuelcellpartnership.org/about-us> viewed 26.12.2011.

²¹² Bunka A., Udeņraža enerģētikas perspektīvas. Žurnāls "Nedēļa" 2007.gada 28. septembris.

²¹³ Wang G., (2011) The role of hydrogen cars in the economy of California International Journal of Hydrogen Energy 36, pp.1766-1774.

uzpildes stacijām un normatīvajiem aktiem. Informācija tiek sniegta pirms tehnoloģijas ieviešanas tirgū. Savulaik uzņēmumi bija raduši strādāt un attīstīties paši saviem spēkiem – auto ražotāji pārdeva savu ražojumu, neprasot pircējiem, kur pircējs šim auto pirks degvielu. Savukārt degvielas ražotājiem neinteresēja, kur tieši viņu saražotā enerģija (degviela) tiks izmantota (sadedzināta). Līdz 2012. gada beigām Losandželosā un Sanfrancisko, Kalifornijā darbojās astoņas ūdeņraža uzpildes stacijas un vēl 14 ir attīstības procesā²¹⁴. Kalifornijas Degvielas Šūnu partnerība turpina strādāt ar ūdeņraža un degvielas šūnu atbalstīšanu Kalifornijā, ASV, un viņi varētu būt labs piemērs uz pieredzi balstītam modelim citām valstīm. Minētais modelis palīdzētu pilnveidot un attīstīt tehnoloģijas ieviešanu dažādos līmeņos. No mārketinga aspekta šajā piemērā novērojama sadarbība pie produktu virzīšanas tirgū. Tai skaitā produkta izmēģināšana, reklamēšana un ieviešana tirgū. Autors uzskata, ka šāds sadarbības modelis varētu būt pieņemams ūdeņraža enerģētikas ieviešanai Latvijā, piemēram, valstiskas institūcijas iegulda politikas attīstībā, universitātes un uzņēmumi veic izpēti, kā arī attīsta infrastruktūru²¹⁵. Līdz šādam solim nepieciešams novērtēt sabiedrības attieksmi attiecībā uz atjaunojamiem energoresursiem, tai skaitā ūdeņraža enerģētikas tehnoloģijām. ASV valdība ieviesusi vairākus stimulus, lai veicinātu degvielas šūnu iekārtu²¹⁶ attīstību, ieskaitot:

- Kredītu atvieglojumi līdz 2016. gadam degvielas šūnu sistēmām vērtībā līdz 3000 ASV dolāriem par kW, kas tiek izmantotas uzņēmējdarbības nodrošināšanai un līdz 3500 ASV dolāriem par kW sistēmām, kuras tiek izmantotas mājsaimniecību nodrošināšanai.
- No 2009. līdz 2011. vairāk nekā 26 miljoni ASV dolāru tika piešķirti grūtībās nonākušiem uzņēmumiem nodokļu parāda dzēšanai, ja tie sāk izmantot degvielas šūnu sistēmas darbības nodrošināšanai.
- Atvieglojumi ūdeņraža uzpildes staciju iekāru būvniecībai 30% apmērā līdz 30 000 ASV dolāriem. Izmantojot minētos atbalsta mehānismus iespējams paātrināt tehnoloģiju attīstību, kā arī uzlabot iedzīvotāju attieksmi.

²¹⁴ Ūdeņraža uzpildes staciju attīstība, Kalifornijas degvielas šūnu partnerības mājaslapa, skatīts 02.01.2013., pieejams: <http://cafcp.org/stations>

²¹⁵ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., (2010) Education and promotion of public acceptance in order to facilitate hydrogen usage as an alternative energy carrier, International Conference New socio-economic challenges of development in Europe 2010 Conference Proceedings, October 7.-9. 2010, University of Latvia, Riga (Latvia), pp.108-112.

²¹⁶ 2011 Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.11.2012., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf

Pēc autora aprēķiniem ūdeņraža enerģētikā un degvielas šūnu attīstībā ieguldīti vismaz 388.70 miljoni eiro. Aprēķini veikti izmantojot pieejamos datus un tie tikai daļēji atspoguļo reālo situāciju, skatīt 1.1. tabulu.

1.1.tabula, **Aptuvenais piešķirtais finansējums ūdeņraža un degvielas šūnu attīstībai uz 2011. gadu**²¹⁷

Valsts	Miljoni eiro
ASV	25.68
Eiropas Savienības finansētie projekti	84.30
Islande	0.56
Japāna	135.14
Koreja	41.08
Lielbritānija	15.88
Norvēģija	6.35
Vācija	79.73
Kopā:	388.70

Avots: Autora veidota tabula pēc Hydrogen and Fuel Cell Global Policies update 2011 datiem

Apkopojot ārvalstu pieredzi var secināt, ka principā visās apskatītajās valstīs ir veikti demonstrāciju projekti (skatīt 1.2. tabulu) kā arī biežākie atbalsta mehānismi ir nodokļu atvieglojumi un finansiālais atbalsts. Valstīs, kurās rīcības plāni nav izstrādāti nacionālās politikas līmenī tehnoloģiju ieviešana joprojām notiek veiksmīgi. Par galvenie tehnoloģiju attīstības virzītājiem var uzskatīt partnerības. Valstīs, kurās nodibinātas partnerības novērojams lielāks skaits aktivitāšu.

²¹⁷ Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update 2011, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.01.2013., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf

1.2.tabula, Ārvalstu pieredzes apkopojums par īstenotajām ūdeņraža attīstības mārketinga aktivitātēm

	ASV	Austrālija	ES finansētie projekti	Beļģija	Dānija	Vācija	Zviedrija	Islande	Japāna	Koreja	Lielbritānija	Norvēģija	Taivāna	Turcija
Partnerības	X		X		X		X	X				X		X
Mārketinga pētījumi-iedzīvotāju aptaujas	X		X				X	X			X			
Mārketinga pētījumi-Tirgus izpēte	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Stacionāri demonstrāciju projekti	X		X	X	X	X	X	X	X	X		X		X
Demonstrāciju projekti transportā	X		X	X	X	X	X	X	X		X	X		X
Nacionālā politika	X		X	X	X	X		X						X
Finansiāls atbalsts	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X			X
Nodokļu atvieglojumi	X		X		X			X	X	X		X		
Ražošana	X				X		X		X	X				X
Teorētiski pētījumi	X	X	X		X	X	X	X		X	X		X	

Avots: Autora veidota tabula, pamatojoties uz minēto valstu publikāciju un citu dokumentu izvērtējumu

Latvijas situācijā par īstenojamām aktivitātēm jāatdzīst partnerību veidošana starp privātām, zinātniskām un valsts organizācijām, demonstrāciju projektu veidošana, kas palīdz uzlabot iedzīvotāju zināšanu līmeni un atbalstu, kā arī atbasta mehānismu īstenošanu, tādu kā nodokļu atlaides, finansiāls atbalsts un citi atvieglojumi, piemēram, bezmaksas stāvvietas, publiskā transporta joslu izmantošana. Tāpat attīstības līmeņu atšķirību dēļ nav iespējams noteikt, kuras aktivitātes būtu nevēlamas, jo ārvalstu pieredze visos gadījumos ir pozitīva, līdz ar ko, īstenojot kādu no aktivitātēm, jāņem vērā aktivitātes īstenošanas ietekmējošos faktoros, tādus kā: finanšu pieejamība, realizācijas laiks u.c.

Secinājumi par pirmo nodaļu

1. Ūdeņraža mārketinga un ekonomisko aspektu izpēte ir aktuāls temats un ar to nodarbojas zinātnieki visā pasaulē.
2. Ūdeņraža enerģētikas tirgus attīstības virzieni ir grūti paredzami, jo produkts, kura ražošanā izmantoti atjaunojami resursi ir sasniedzis Attīstības/Iepazīšanās posmu

Produkta dzīves ciklā, tādēļ uz mērķi vērsta mārketinga stratēģijas izveide ir būtisks faktors produkta Attīstības/Iepazīšanas posmā.

3. Ūdeņraža tirgus attīstība kopumā ir atkarīga no vismaz trīs faktoriem – tehnoloģijas attīstības, ūdeņraža tehnoloģijas mārketinga, kā arī valdības atbalsta ūdeņraža enerģētikai.
4. Ūdeņraža enerģētikas attīstību citur pasaulē pamatā veicina valdības, akadēmisko institūciju un ārvalstu investoru sadarbība. Ūdeņraža tehnoloģiju attīstību un ieviešanu pozitīvi ietekmē sadarbība starp valsts un privātām struktūrām.
5. Valstīs, kurās enerģijas resursu pieejamība ir apgrūtināta to atrašanās vietu un iegūšanas izmaksu dēļ, ūdeņraža enerģijas attīstību ierobežo tehnoloģiju izmaksu aspekts, politiskā atbalsta trūkums un sabiedrības neinformētība.
6. Atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju attīstīšanai ļoti būtisks ir valdības atbalsts. Eiropas Savienības politikas nostādnes ietver ūdeņraža aktivitātes, savukārt atjaunojamo energoresursu likums Latvijā joprojām ir izstrādes stadijā.
7. Ūdeņraža izmantošana stacionāros un pārvietojamos pielietojumos bez kaitīgu vielu emisijām ir daudzsološs enerģijas nesēja izmantošanas veids. Ūdeņraža tehnoloģijām ir pietiekams potenciāls, lai pakāpeniski aizvietotu fosilo degvielu sistēmas ar atjaunojamās enerģijas sistēmām.
8. Ūdeņraža enerģētikai ir liels potenciāls kļūt par galveno faktoru ilgtspējīgas enerģijas sistēmas nodrošināšanā. Siltumnīcefektu izraisošo gāzu emisiju samazināšanās pasaulē kopumā ir būtisks iemesls interesei par atjaunojamo energoresursu izmantošanu transportam. Jau šobrīd ir komerciāli pieejamas ūdeņraža tehnoloģijas, kas ir lietotājam izmantojamas (aptuvenais atmaksas laiks 10-12 gadi).
9. Sabiedrības atbalsts un nepieciešamo zināšanu demonstrēšana ir svarīgs aspekts atjaunojamo enerģiju ieviešanai.
10. Ūdeņradis ir enerģijas nesējs, nevis avots, un darbojas kā starpnieks enerģijas uzglabāšanā, un ūdeņraža ražošana iespējama, izmantojot dažādus atjaunojamus un neatjaunojamus resursus, un tā izmantošana iespējama dažādās sfērās.
11. Pasaulē termins *ūdeņraža ekonomika* biežāk tiek lietots, ar to domājot sabiedrību, kura izmanto ūdeņraža tehnoloģijas, patērējot ūdeņradi kā degvielu. Produkts ūdeņraža ekonomikas izteiksmē ir ūdeņradis, kā arī ūdeņraža tehnoloģijas.
12. Ūdeņradis citur pasaulē, portatīvos un stacionāros pielietojumos, aktīvi tiek izmantots jau vismaz desmit gadu, lai nodrošinātu publisko transportu,

mājsaimniecību nodrošinājumu ar elektrību un siltumu, universitāšu pilsētiņās - lai samazinātu kaitīgos izmešus un nodrošinātu ilgtspējīgu, ekonomiski izdevīgu energoapgādi.

13. Nozīmīgākās sociālās aptaujas par ūdeņradi enerģētikā veiktas pēdējo desmit gadu laikā (kopš 2003. gada), kad šis temats kļuvis aktuāls ārvalstīs.

2. Ūdeņraža ekonomikas iestrādes Latvijā un mārketinga iespēju analīze

2.1. Iestrādes Latvijas ūdeņraža enerģētikas pētniecībā

Valsts ekonomikas stabilitāte lielā mērā atkarīga no enerģētikas nozares neatkarības. Ne velti pasaules bagātākās valstis savu statusu ieguvušas, pateicoties dabas resursiem un faktam, ka tās nav energoatkarīgas no citām valstīm. Latvijas ģeogrāfiskais novietojums ir ģeoloģiski mazāk izdevīgs, jo mums nav bagātīgu naftas vai ogļu resursu, taču, attīstoties zinātnei un samazinoties fosilo resursu krājumam, arvien populārākas paliek alternatīvās enerģijas (vēja, saules, upju, viļņu) ar ūdeņradi kā enerģijas nesēju un uzkrājēju. To iegūšanai galvenie energoresursi neierobežotā daudzumā ir pieejami gandrīz visās pasaules valstīs, arī Latvijā. Latvijas valsts ekonomikas stabilitāte, uzņēmumu, iedzīvotāju dzīves un darba kvalitāte palielinātos, ja samazinātos izdevumi par enerģiju (degvielu, elektrību, dabasgāzi) un kļūstot neatkarīgākiem no citu valstu noteiktajiem fosilo energoresursu piegādes tarifiem. Latvijas ģeogrāfiskajiem apstākļiem piemērotas varētu būt alternatīvās enerģijas ar ūdeņradi kā enerģijas uzkrājēju un nesēju gan transporta, gan enerģētikas nozarēs, taču valdība, uzņēmēji, iedzīvotāji nav pietiekoši informēti par minēto nozaru attīstības ieguvumiem un par iespējamām inovācijām transportā un enerģētikā.

Politiska, ekonomiska un arī enerģētiska neatkarība ir drošības garantis gan atsevišķas sociālas grupas, gan valsts mērogā. Pēdējo divdesmit gadu laikā Latvija ir neatkarīga kā valsts, taču ekonomiski, politiski un enerģētiski mēs joprojām esam atkarīgi no citām valstīm. Latvija šodien, lai nodrošinātu nepieciešamos enerģētiskos resursus, tērē gan savus atjaunojamus (ūdens, vējš, biogāze, koksne, kūdra), gan importētos neatjaunojamus (gāze, naftas produkti, akmeņogles) resursus. Siltumenerģētika un transporta nozare gandrīz pilnībā balstās tikai uz importētajiem neatjaunojamiem resursiem, jo koksnes, kūdras un atkritumu koģenerācijas stacijas siltumenerģētika un biodegviela transporta nozarē Latvijā 2011. gadā nosedza tikai 3% no pieprasījuma. Latvijā no atjaunojamiem energoresursiem tiek saražoti tikai 48,47% no visas nepieciešamās elektroenerģijas²¹⁸.

Latvijas valsts ekonomikas stabilitātes uzlabošanu ilgtermiņā var veicināt ar ekonomiski izdevīgu atjaunojamu energoresursu ražošanu un patēriņa palielināšanu. Viens no iemesliem - tādējādi kļūt mazāk atkarīgiem no citu valstu noteiktajiem enerģijas piegādes tarifiem. Latvijas ģeogrāfiskajiem apstākļiem piemērotas varētu būt atjaunojamās

²¹⁸ LR Centrālā statistikas pārvalde, Par atjaunojamo energoresursu patēriņu 2011. gadā, skatīts 15.01.2013., pieejams <http://www.csb.gov.lv/notikumi/par-atjaunojamo-energoresursu-paterinu-2011gada-33450.html>

enerģijas ar ūdeņradi kā enerģijas uzkrājēju un nesēju gan transporta, gan enerģētikas nozarēs, taču sakarā ar to, ka ūdeņradis ir viena no alternatīvām atjaunojamu energoresursu risinājumu meklēšanā, sabiedrība nav pietiekoši informēta par konkrēto inovāciju transportā un enerģētikā. Latvijas situācijā ūdeņraža ieviešana ir apsverama alternatīva, ņemot vērā to, ka Latvijas ūdeņraža enerģētikas zinātnē ir ievērojams potenciāls. Zinātnieki, kas saistīti ar ūdeņraža pētniecību, strādā Fizikālās enerģētikas institūtā, vairākās fakultātēs Latvijas Universitātē un LU Cietvielu fizikas institūtā, kā arī Rīgas Tehniskās universitātē (Industriālās elektronikas un elektrotehnikas institūtā, Vides aizsardzības un siltuma sistēmu institūtā, Neorganiskās ķīmijas institūtā²¹⁹. Ūdeņraža materiālu pētījumi Latvijā sākušies 1930ajos gados²²⁰ un saistās ar fiziķa Friča Gulbja vārdu. Šodien Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un elektrotehnikas fakultātes ūdeņraža tehnoloģiju jomā darbojas divos institūtos. Industriālās elektronikas un enerģētikas institūtā (IEEI), direktora profesora Leonīda Ribicka vadībā, strādā pie ūdeņraža ierīču integrēšanas esošajos tīklos²²¹. Ir izstrādāts pusvadītāju pārveidotājs, kas ļauj kurināmā elementu (1.2-5 kW) pieslēgt standarta 1/3 fāzu maiņsprieguma tīklam kā alternatīvo enerģijas avotu vai industriālajiem vai mājsaimniecības patērētājiem kā autonomo enerģijas avotu²²². Sevišķi pēdējiem plānojams liels pieprasījums Latvijā, Eiropā un pasaulē. Rīgas Tehniskās universitātes Neorganiskās Ķīmijas institūtā (direktors profesors Jānis Grabis) strādā pie elektrolīzeru optimizācijas lēta ūdeņraža iegūšanai, veidojot nanomateriālu pārklājumus efektīgiem elektrodiem.

Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūts un Ķīmijas fakultāte strādā pie materiāliem, kuros ūdeņradis iespiežas (interkalē) koncentrācijas gradienta vai dažādu ārēju iedarbību rezultātā (Līga Grīnberga, Gunārs Slaidiņš, Andrejs Lūsis, Juris Lagzdons, Guntars Vaivars, Gunārs Bajārs Jānis Kleperis, u.c.). Magnija hidrīds un citi materiāli ūdeņraža uzglabāšanai pētīti arī Neorganiskās ķīmijas institūtā 1970ajos gados (A. Lokenbaha, V. Breicis, U.Korsaks, V. Žilinskis, M.Tiltiņš u.c.). Šobrīd Latvijas Universitātes Cietvielu fizikas institūta (LU CFI) Ūdeņraža enerģētikas materiālu

²¹⁹ Kleperis J., Atjaunojamo energoresursu potenciāls Latvijā, Būvniecības, enerģētikas un mājokļu valsts aģentūra, 44 SIA „Gandrs” 2008 44.lpp

²²⁰ Kleperis J. Atjaunojamo energoresursu potenciāls Latvijā, Būvniecības, enerģētikas un mājokļu valsts aģentūra, 44 SIA „Gandrs” 2008 44.lpp

²²¹ A.Purviņš, J.Greivulis, I.Steiks, O.Krievs, L.Ribickis. Barošanas avots ar ūdeņraža degvielas elementu. LV 13774, 2008; A.Purviņš, J.Greivulis, I.Steiks, O.Krievs, L.Ribickis. System of hydrogen fuel cells provided with double layer capacitor and charging battery. LV 13803, 2008; A.Purviņš, J.Greivulis, I.Steiks, O.Krievs, L.Ribickis. DC-DC power converter with hydrogen fuel. LV 13804, 2008

²²² Purviņš A., Krievs O., Steiks I., Ribickis L. Influence of the Current Ripple on the Hydrogen Fuel Cell Powered Inverter System Efficiency // 13th European Conference on Power Electronics and Applications, Spānija, Barselona, 8.-10. septembris, 2009. - 1.-6. lpp.

laboratorija (vad. Dr. Jānis Kleperis) strādā pie trīs būtiskākām ūdeņraža ekonomikas tehnoloģijām – ūdeņraža iegūšana, ūdeņraža uzkrāšana un ūdeņraža izmantošana siltuma un elektrības ražošanai^{223,224}. Tiek izstrādāti oriģināli elektrolīzeri ūdens sadalīšanai, neizmantojot sārnu elektrolītus, kā arī tiek izstrādātas jaunas protonvadošas membrānas un modificēti katalizatori zemas temperatūras kurināmā elementiem. Tiek veikti pētījumi jaunu kompozītmateriālu izveidei ūdeņraža uzkrāšanai. LU CFI ir iesaistījies daudzu Latvijas un starptautiska mēroga projektu īstenošanā, piemēram, ūdeņraža projekts NORSTORE, ko finansē Ziemeļvalstu Enerģijas Apvienība (NERP). Projekts ir vērsts uz fundamentāliem un lietišķiem pētījumiem augstas kvalitātes ūdeņraža uzkrāšanas materiālu izstrādei un to integrēšanai pieaugošās ūdeņraža sabiedrības infrastruktūrā. No 2006. gada LU CFI tiek īstenots ERAF aktivitātes 2.5.1. projekts par ūdeņraža materiālu un elektrotehnisko ierīču izstrādi ūdeņraža enerģētikai, no 2010. g. LU CFI ūdeņraža laboratorija ir partneris trīs ar ūdeņradi saistītos ERAF projektos (projektus vada RTU un privātais institūts BUFPI). 2007. g. Latvijas Universitāte ir saņēmusi patentu par oriģinālu metodi protonvadošas membrānas izstrādei kurināmā elementiem, un tiek pētītas iespējas Latvijā uzsākt šādas membrānas un uz tās bāzes radītu elementu un iekārtu ražošanu. Izglītības un Zinātnes ministrijas koordinētā Valsts pētījumu programmā *Enerģija un vide* „Inovātas enerģijas resursu ieguves un izmantošanas tehnoloģijas un zema oglekļa emisiju nodrošināšana ar atjaunojamiem energoresursiem, atbalsta pasākumi vides un klimata degradācijas ierobežošanai (2010.-2013)”, ir divi projekti, kas saistīti ar ūdeņraža tehnoloģiju pētniecību un attīstību Latvijā: Nr. 4. „Ūdeņraža iegūšanas, uzglabāšanas un enerģijas atbrīvošanas metožu izpēte un prototipu izstrāde” vadītājs Dr.phys. Jānis Kleperis, LU CFI); Nr. 6. "Energoelektronikas tehnoloģiju izstrāde elektroenerģijas patēriņa samazināšanai un atjaunojamo enerģijas avotu izmantošanas veicināšanai Latvijā" (vadītājs akadēmiķis, Dr.habil.sc.ing., Leonīds Ribickis, RTU IEEI).

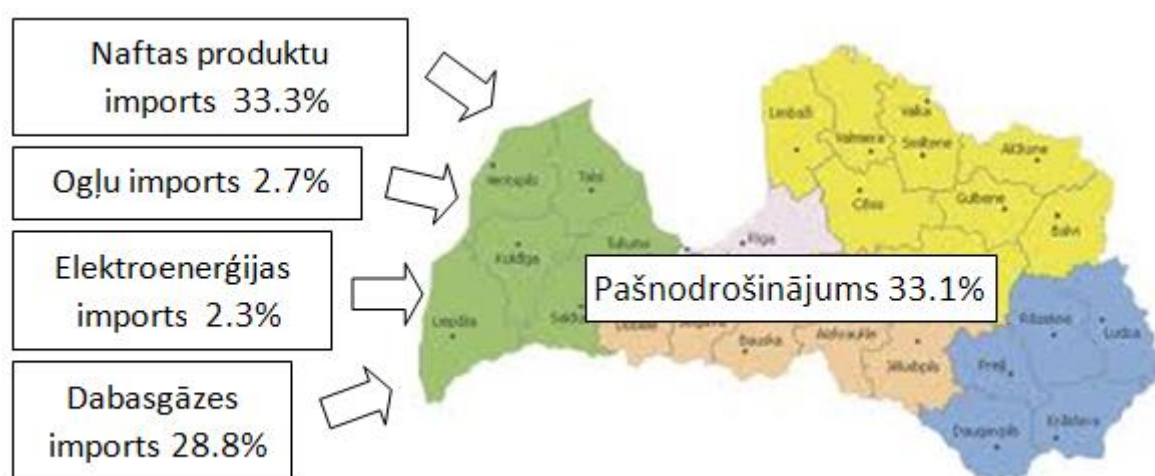
Kopš 2005. gada Latvijā darbojas Latvijas Ūdeņraža Asociācija (LŪA), kuras mērķis un uzdevumi ir saistīti ar ūdeņraža kā enerģijas avota popularizēšanu Latvijā, kā arī sadarbības veicināšanu starp pētniekiem un uzņēmējiem šajā jomā. Viens no LŪA iesaistītajiem uzņēmumiem SIA Hidro Energo 2007.g. ir saņēmis Latvijas patentu „Ar ūdeni darbināma siltuma un elektrības apgādes sistēma” un tiek veidots prototips apkures iekārtai, kurā par degvielu un arī siltuma uzkrājēju tiek izmantots tikai ūdens. Ņemot vērā

²²³ Kleperis J., Grinberga L., Ergle M., Chikvaidze G. and Klavins J., Thermogravimetric research of hydrogen storage materials, Phys. Conf. Ser. 93, 2007, p.5.

²²⁴ Grinberga L., Kleperis J., Bajars G., Vaivars G., Lusis A. Estimation of hydrogen transfer mechanisms in composite materials. *Solid State Ionics*, vol. 179, 2008, pp. 42 - 45.

iepriekš minēto pieredzi, Latvijā ieviešot ūdeņraža tehnoloģijas, būtu lietderīgi izmantots zinātniskais potenciāls, kas ilgtermiņā varētu nodrošināt tehnoloģiju ražošanu Latvijā, līdz ar to finansu resursu apgrozību iekšzemē, kā arī tiktu veicināts tehnoloģiju eksports.

Vērtējot pēdējo gadu enerģijas patēriņu, autors konstatējis, ka Latvija nevar nodrošināt sevi ar energo resursiem un primāro enerģijas resursu plūsmā pašnodrošinājums ir 35,9%, skatīt attēlu 2.1. Līdz ar ko rodas nepieciešamība pēc resursu importa, savukārt importa cenas diktē piegādātāji. Latvijā šobrīd perspektīvākais ūdeņraža izmantošanas veids būtu tā izmantošana iekšdedzes dzinējos kā degvielas piedevu vai kā alternatīvu degvielu, jo elektriskās-ūdeņraža mašīnas pašreiz vēl ir ekonomiski nerentablas.



2.1. attēls, **Primāro enerģijas resursu plūsmu sadalījums Latvijā 2011. gadā**

Autora veidots attēls pēc Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijas ziņojuma „Latvijas enerģētika skaitļos”, Rīga, 2013.

Ūdeņradis ir atjaunojams, videi draudzīgs, no Latvijā brīvi pieejamām izejvielām iegūstams resurss, kura pielietošana alternatīvās enerģijas iekārtās un transportā palīdzētu stabilizēt Latvijas ekonomiskos procesus. Ievērojot ūdeņraža enerģētikas ieviešanas pieredzi Eiropā un vadošajās pasaules valstīs, izmantojot vides politikas un ekonomiskos instrumentus, Latvijā esošie uzņēmumi var kļūt enerģētiski neatkarīgāki, samazināt izmaksas, tādējādi teorētiski ietaupītos līdzekļus ieguldot produkta/pakalpojuma kvalitātes/kvantitātes uzlabošanai.

Šobrīd pasaulē par perspektīvu un daudzsolīgo alternatīvu enerģētikas jomā ir atzīta ūdeņradis enerģētikā, kas tiek pētīts un realizēts, sākot no zinātniskas laboratorijas līdz pat

reāliem automašīnu modeļiem, uzpildes stacijām un infrastruktūru ietverošām pilsētām.²²⁵ Lai varētu realizēt tirgū jaunu produktu, nepieciešama tirgus izpēte. Latvijā ūdeņraža enerģija ir jauns un perspektīvs produkts, iespējamie iekšzemes ražotāju produkta piedāvājumi vēl tiek izstrādāti un testēti. Nepieciešama vispusīga esošās situācijas izpēte un analīze, lai noskaidrotu kādā virzienā veidot produktu un kāds ir potenciālo patērētāju viedoklis par ūdeņradi, kā alternatīvas enerģijas ienākšanu tirgū - attieksme, zināšanas, kā arī ieviešanas nepieciešamība.

Šāds pētījums ir Latvijai aktuāls, jo visā pasaulē pēdējā gada laikā ir aktualizējies neatjaunojamo dabas resursu sadārdzinājums²²⁶, kas būtiski ietekmē Latviju un Latvijas iedzīvotāju dzīves kvalitāti. Krasi palielinājušās izmaksas par degvielu, elektrību, gāzi. Latvijas ekonomikas attīstību tieši ietekmē iepriekšminēto produktu piegādātāji, kuri piedalās cenu noteikšanā. Šo problēmu apzinās lielākā daļa valstu un valstu savienību, un mēģina realizēt dažādus projektus saistībā ar enerģijas ražošanu, kas būtu lētāka un dabai draudzīgāka nekā pašreiz populārie²²⁷. Attiecībā uz enerģētiku ir izstrādāti normatīvie akti, kā arī noteikti mērķi, kas jāsasniedz, taču Latvijā pētījums šādas problēmas ietvaros vēl nav veikts. Šodienas vides politika un koncepcijas par atjaunojamo energoresursu attīstību Latvijā orientētas uz plašiem pasākumiem energo taupībā un biomasas dedzināšanā koģenerācijas iekārtās. Ilgtspējīgāka valsts attīstība būtu plānojama, paredzot vispusīgu atjaunojamo energoresursu attīstību, izmantojot ūdeņradi enerģijas uzkrāšanai, tas ir, pārejot uz „Ūdeņraža ekonomiku”. Ūdeņraža ieguve, izmantojot saules gaismu un siltumu (no biomasas, no aļģu plantācijām), kā arī vēja enerģiju, būtu pamats pakāpeniskai pārejai uz ūdeņraža izmantošanu transporta sektorā. Ņemot vērā sagaidāmo importēto fosilo energoresursu samazināšanos un nepieciešamību rast drošus, ekonomiski izdevīgus enerģijas avotus, pētījumi par praktisku, ekonomiski pamatotu ūdeņraža izmantošanu Latvijas energoapgādei nākotnē ir ļoti būtiski. Lai arī pētniecības potenciāls šajā jomā Latvijā ir vērā ņemams, tomēr jāatzīmē, ka Latvijā vēl nav atbilstoša ražotāju potenciāla pētījumu ieviešanai praksē. Bet tas nekādā gadījumā nemazina Latvijas zinātnieku

²²⁵ Blanchette Jr S., A hydrogen economy and its impact on the world as we know it, *Energy Policy* 36, 2008., 522-530.

²²⁶ Bockris J. O'M, Future energy: The use of hydrogen may be inevitable, World hydrogen, Gainesville, Florida, Bulletin of science, *Tehnology & Society*, Vol 26. No 4, August 2006, 303-305

²²⁷ Hoffman S. M., High-Pippert A., Community energy: A social architecture for alternative energy future, University of St. Thomas Bulletin of science, *Tehnology & Society* Vol.25, No.5. October 2005. p.387-401.

potenciālās iespējas piedalīties kopuzņēmuma „Kurināmā elementi un ūdeņradis” izsludinātajos projektu konkursos²²⁸.

Eiropas Savienība noteikusi darbības virzienus attiecībā uz atjaunojamo enerģiju. Eiropas iedzīvotājiem un uzņēmumiem jānodrošina enerģijas piegāde pieejamās cenās, lai tiktu nodrošināts pietiekams dzīves līmenis. Tajā pašā laikā pastāv negatīvas enerģijas izmantošanas ietekmes, it īpaši fosilās degvielas, kuru izmantošanu vidē nepieciešams samazināt²²⁹. Latvijai kā ES dalībvalstij ir jāattīsta enerģētikas politika, lai uzlabotu atjaunojamās enerģijas un atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju pozīciju racionālai enerģijas izmantošanai. „Latvijai, kā arī Igaunijai un Lietuvai, ir jāiegūst neatkarība no Krievijas enerģijas piegādes”, A.Merkele (*A.Merkel*), 2010. gadā teica savas uzrunas laikā Eiropas Komisijā. Latvijas enerģētikas drošība varētu palielināties, ja atjaunojamās enerģijas ražošanas daļa nosegtu visu primārās enerģijas patēriņu. Eiropas Komisija ir piekritusi uz tālredzīgu politisko darba gaitu, lai sasniegtu galvenos enerģijas ilgtspējas mērķus, konkurētspēju un enerģijas piegādes drošību, nosakot divas galvenās prioritātes²³⁰. Pirmā prioritāte ir pielāgot un strauji ieviest nepieciešamos līdzekļus, lai sasniegtu Eiropas Padomes enerģijas politikas mērķus Eiropai, tiecoties uz 20 % siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisiju samazināšanu, 20 % daļu atjaunojamajiem energoresursiem kopējo enerģiju patēriņā un 20% ietaupījumiem nākotnes enerģijas vajadzībām līdz 2020. gadam. Tīrāka, daudzveidīgāka un efektīvāka enerģija ir nepieciešama Eiropas enerģijas piegādei un ekonomikai. Jaunie likumi arī radīs stabilāku, atbilstošāku un caurspīdīgāku vidi jauniem ieguldījumiem enerģētikā. Otra noteiktā prioritāte ir vērsta uz pieaugošo Eiropas enerģijas piegādes drošības nestabilitāti. Pat tad, kad atjaunojamo energoresursu politikas izvirzītie mērķi tiks sasniegti, Eiropa iespējams būs atkarīgāka no enerģijas importa salīdzinot ar šī brīža situāciju. Eiropas Savienībai nepieciešams pilnveidot pašreizējo politiku, lai sasniegtu noteiktās enerģijas efektivitātes mērķus. Kā arī, jānostiprina ES spēja reaģēt uz krīzi kopīgiem spēkiem. Izvirzīto mērķu sasniegšanai vairāki projekti tika un arī šobrīd tiek īstenoti, piemēram, „Energoeffektivitātes palielināšanas mērķis” un „Atjaunojamās enerģijas īpatsvara palielināšanas mērķis” līdz 2020. gadam. Pirmās pārejas aktivitātes uz ilgtspējīgas enerģijas nodrošināšanu Latvijā būs vērsti uz periodu līdz 2020. gadam. Latvijas ilgtspējīgas enerģijas vīzija paredz fosilās degvielas un tīkla enerģijas importu

²²⁸ ES Padomes Regula (ES) Nr. 1183/2011, skatīts 01.12.2011., pieejams <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32011R1183:LV:HTML>

²²⁹ Energy policy for a competitive Europe, European Commission Energy, available http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/01_energy_policy_for_europe_en.pdf viewed 23.02.2012

²³⁰ European Commission Energy, European strategies, Second Strategic Energy Review - Securing our Energy Future, available http://ec.europa.eu/energy/strategies/2008/2008_11_ser2_en.htm viewed 15.10.2010

samazināšanu līdz 2050. gadam. Rīcības plāns ietver visu atjaunojamo energoresursu novērtējumu, iekļaujot noteiktās prasības un ekonomiskās izmaksas katram energoresursam²³¹. Ieinteresēto pušu konferences laikā, kas veltīta Enerģijas politikas nākotnei 2010. gada 30. septembrī Briselē, Eiropas Komisija iepazīstināja ar rezultātiem no Enerģijas Stratēģijas 2011-2020 konsultācijām, kā arī vairāki industrijas pārstāvji dalījās ar saviem uzskatiem kā sasniegt zema oglekļa enerģijas sistēmu. Visbūtiskākie konferences virzieni bija par jaunu enerģijas efektivitātes rīcības plānu, izvirzot priekšgalā visefektīvākās enerģijas tehnoloģijas, Viedos tīklus (*Smart grids*), un uzlabojumus enerģijas uzkrāšanas jomā. Eiropas Parlaments diskutēja par ziņojuma Enerģija 2011-2020 projektu, kurā atsauce uz ūdeņraža enerģiju ir iekļauta punktā 42: „Atbalsts izmaksu efektīvai jauno tehnoloģiju attīstībai elektrības uzglabāšanai, iekļaujot ūdeņraža un citu degvielas šūnu izmantošanu, kas palielinātu dažādu atjaunojamo energoresursu izmantošanas daļu”. Eiropas Ūdeņraža asociācija strādājusi ar Eiropas Parlamenta pārstāvjiem vairāk kā trīs mēnešus, lai nodrošinātu ūdeņraža iekļaušanu šajā dokumentā²³². Eiropas Ūdeņraža Asociācija (kas pārstāv 16 nacionālās ūdeņraža un degvielas šūnu asociācijas un atbalsta ūdeņraža kā enerģijas nesēja izmantošanu transportā un stacionārajās sistēmās, lai veicinātu enerģijas efektivitātes palielināšanu un samazinātu siltumnīcefektu gāzu emisijas līmeni) nodrošināja savu palīdzību un deva ieguldījumu Eiropas Savienības konsultēšanai Enerģijas Stratēģijas 2011-2020 izstrādei, norādot uz steidzamu vajadzību politiskam atbalstam, lai veicinātu tirgus iesaistīšanu pirmajos komerciālajos ūdeņraža izmantošanas piemēros, kas nodrošina efektīvāku un zema oglekļa satura enerģijas izmantošanu. Ja Eiropas enerģijas un transporta sistēma pārorientētu sevi uz palielinātu elektrības kā enerģijas nesēja izmantošanu, tad ūdeņraža kā otra enerģijas nesēja izmantošana varētu paātrināt Eiropas Savienības oglekļa samazināšanas mērķu sasniegšanu, nodrošinot elastīgu enerģijas uzkrāšanas veidu, kas tiek ražots no dažādiem vietējiem enerģijas resursiem²³³. Latvijas Ilgtspējīgas Enerģijas Vīzija – 2050 iekļauj pāreju no enerģijas piegādes uz pieprasījumu samazināt fosilo enerģiju un enerģijas importu 50 gadu laikā. Ja šī virzība tiks īstenota, tai būs vairāki pozitīvi efekti Latvijai, kas šobrīd ir

²³¹ Actions for sustainable energy development for Latvia, until 2020, International Network for Sustainable Energy Europe, July 17, 2007.

²³² Energy policy for a competitive Europe, European Commission Energy, available http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/01_energy_policy_for_europe_en.pdf viewed 23.02.2012

²³³ European Commission Energy, European strategies, Second Strategic Energy Review - Securing our Energy Future, available http://ec.europa.eu/energy/strategies/2008/2008_11_ser2_en.htm viewed 15.10.2010

atkarīga no fosilās enerģijas importa piegādes²³⁴. Šeit diskutētās vīzijas norāda uz enerģijas attīstīšanas virzieniem, bet enerģijas stratēģija *per se*, vēl neeksistē un atjaunojamo energoresursu likums vēl ir izstrādes fāzē. Latvijas Republikas Ekonomikas ministrija ir izstrādājusi šim likumam nepieciešamos enerģētikas dokumentus un tie visi ir pieejami ministrijas mājaslapā²³⁵. Diemžēl dažas labas idejas ir palikušas nerealizētas. Piemēram, siltumtrašu modernizācija un daudzstāvu ēku rekonstrukcija nav notikusi nozīmīgā līmenī. Latvijas problēma ir liela fosilo enerģijas lobētāju grupu ietekme, kas veicina nepamatotu un neefektīvu valdības enerģētikas politiku. Pašlaik likumi, kas attiecas uz atjaunojamās enerģijas izmantošanu ir iekļauti Latvijas Ilgtspējīgas attīstības norādēs²³⁶. Norādes uz stratēģijas īstenošanu iekļauj prasību – nepieciešams atbalstīt atjaunojamu un drošu enerģiju, lai palielinātu atjaunojamās enerģijas ražošanu. Enerģijas politikas mērķi – samazināt enerģijas iekārtu vides piesārņojumu, īpaši gaisa piesārņojuma emisijas un palielināt atjaunojamās enerģijas izmantošanu. Latvijas Ilgtspējīgas attīstības stratēģijā²³⁷ noteikts, ka enerģijas sektora politika orientēsies uz nacionālās enerģijas drošības un stabilitātes palielināšanu un pilnveidošanu. Jāpalielina lokāli saražotās kopējā patērētās enerģijas daļa, efektīvs enerģijas resursu izlietojums, jāatbalsta energosistēmas pārveidošana, energo-efektīvas tehnoloģijas un enerģijas konservācija un samazināts kaitējums videi, kā arī jāstimulē augstas kvalitātes degvielas izvēle, jāsamazina kaitīgās emisijas. Elektroenerģijas tirgus likums²³⁸ iekļauj ierosinājumus palielināt elektrības ražošanu no atjaunojamiem energoresursiem. Ražotājs, kas ražo elektrību, izmantojot atjaunojamus energoresursus, var iegūt tiesības pārdot saražoto elektroenerģiju obligāti iepērkamā elektroenerģijas apjomā. Noteiktai daļai no Latvijas elektroenerģijas noteiktā kopējā gala patēriņa ir jābūt ražotai no atjaunojamiem enerģijas resursiem. Enerģētikas likums²³⁹ regulē enerģijas un ekonomikas infrastruktūru, tai skaitā enerģijas ieguves, izmantošanas un dažāda veida enerģijas ražošanu, iegādi, izmantošanu, pārveidi, uzglabāšanu, pārvadi, sadali, piegādi enerģijas patērētājiem un enerģijas patēriņu, kā arī procedūru noteikšanu piegādes un enerģijas uzņēmumu darbības principu organizācijai un

²³⁴ Actions for sustainable energy development for Latvia, until 2020, International Network for Sustainable Energy Europe, July 17, 2007

²³⁵ Review, Latvian European Hydrogen Association, available <http://www.h2euro.org/2010/07/2692>, viewed 12.02.2013.

²³⁶ Position papers, European Hydrogen Association, available <http://www.h2euro.org/2009/10/1905>, viewed 13.02.2013

²³⁷ Sustainable energy strategy for Latvia's: vision 2050, International Network for Sustainable Energy Europe, 2007

²³⁸ Elektroenerģijas tirgus likums 05.05.2005. stājies spēkā 22.06.2005.

²³⁹ Enerģētikas likums 03.09.1998. stājies spēkā 06.10.1998.

attīstībai. Likuma mērķi daļēji iekļauj nostādnes, kuru ievērošana radītu labvēlīgus apstākļus vietējo, atjaunojamo un sekundāro energoresursu izmantošanai, veicinātu enerģijas dažādību un efektīvu, videi draudzīgu tehnoloģiju ieviešanu. Saskaņā ar Enerģētikas likumu, Ministru kabinets katru gadu nosaka kopējo elektroenerģijas ražošanas apjomu un elektroenerģijas ražošanas apjomu, izmantojot atjaunojamus enerģijas avotus. Dabas resursu nodoklis²⁴⁰ tiek aprēķināts un iekasēts par dabas resursu izmantošanu, vides piesārņojumu un dažādu videi kaitīgu produktu izmantošanu. Nodoklis ir ekonomisks stimuls jaunu, energoefektīvu un mazāk piesārņojošu tehnoloģiju atbalstam, kā arī tādā veidā tiek uzkrāti līdzekļi, lai finansētu vides aizsardzības pasākumus. Šie dokumenti ir aizsākuši politiku un likumu veidošanu atjaunojamo energoresursu un tehnoloģiju attīstībai Latvijā. Tomēr katram atjaunojamam resursam nepieciešamas atsevišķas, individuālas regulācijas, lai veicinātu tā ieviešanu un izmantošanu.

2.2. Mārketinga attīstība ūdeņraža ekonomikā Latvijā

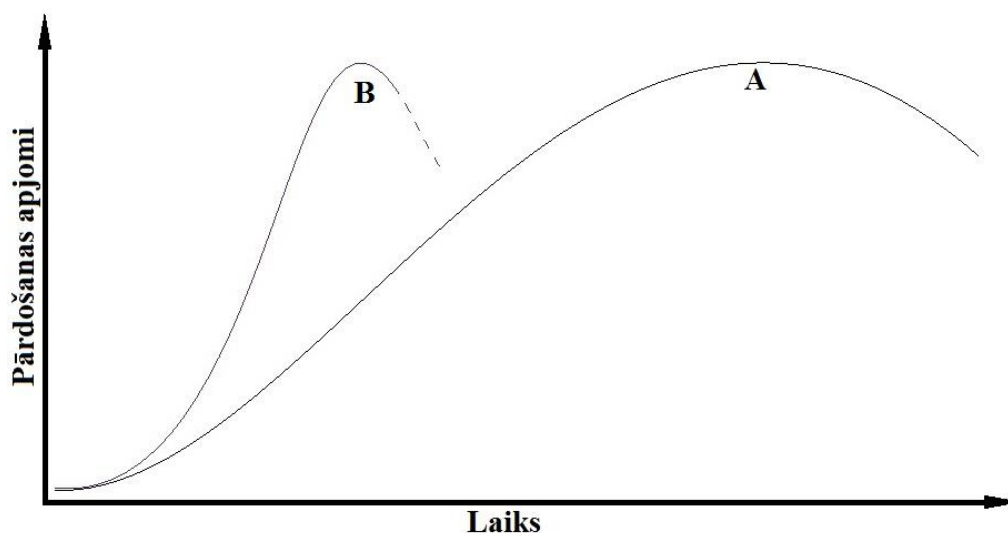
Analizējot ūdeņraža pētniecību Latvijā konstatēts, ka ar sociālām zinātnēm nesaistīti zinātnieki nepietiekoši izvērtē mārketinga nozīmi ūdeņraža pētniecībā²⁴¹, kā rezultātā nereti zūd zinātnes sasaiste ar sabiedrību. Latvijā līdz šim nav plašas pieredzes ūdeņraža kā atjaunojamas enerģijas nesēja pielietošanai ekonomikā.

Kā jau jebkurā tirgū, arī ūdeņraža tirgū esošo patērētāju rīcību ietekmē dažādi faktori, tai skaitā ekonomiskie, sociālekonomiskie, personiskie, tehnoloģiskie u.c. Ņemot vērā to, ka enerģētikas produktu dzīves cikls atšķiras no citu plaša patēriņa preču dzīves cikliem, piemēram, skatīt attēlu 2.2., kur A līkne parāda enerģētikas produkta dzīves cikla ilgumu, kas salīdzinot ar B līkni – citas plaša patēriņa preces dzīves cikls, var atšķirties pat vairāk reižu. Galvenā atšķirība ir laika izteiksme. Enerģētikas produkta attīstība, ieviešana un citi posmi var būt vairākas reizes ilgāki nekā klasiska produkta viss dzīves cikls kopumā. Līdz ar ko loģiski arī dzīves cikla posmi un ieguldījumi posmu attīstībā, pēc Produkta dzīves cikla teorijas²⁴² ir salīdzinoši apjomīgāki laika un ieguldījumu ziņā. Ņemot vērā ģeogrāfisko, demogrāfisko, ekonomisko un sociālo sadalījumu valstī, Rīga ir vispiemērotākā vieta, kur ieviest ūdeņraža tehnoloģijas. Ņemot vērā aspektu, ka ar ūdeņraža tehnoloģijām liela daļa sabiedrības nav iepazīstināta, grūti novērtēt nākotnes

²⁴⁰ Dabas resursu nodokļa likums 15.12.2005. stājies spēkā 01.01.2006.

²⁴¹ J.Dimants, B.Sloka, J.Kleperis, I.Klepere, (2011) Tendencies of the Hydrogen Market Development: Expert View, *Proceedings of International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development – 2011*, May 5-7, 2011, University of Latvia, Riga (Latvia) p.109-116.

²⁴² Levitt, T., 1965. Exploit the product life cycle. *Harvard Business Review* 43 (11), 81–94.

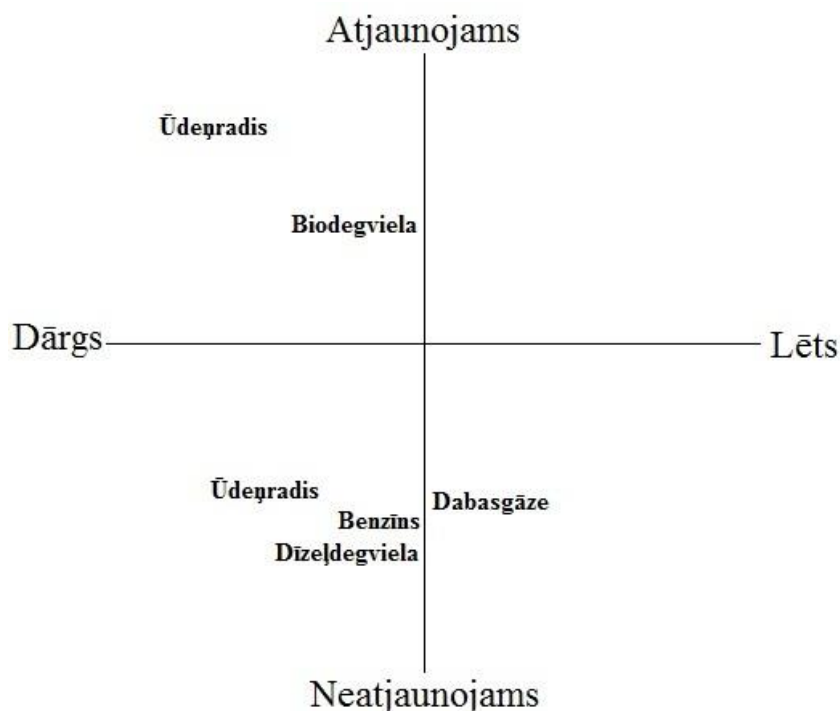


2.2. attēls, Teorētisks enerģētikas produkta (A) dzīves cikla salīdzinājums ar klasiska produkta (B) dzīves ciklu

Avots: autora veidots attēls, teorētisks pieņēmums balstīts uz produkta dzīves cikla teoriju

tirgus apjomu, kā arī segmentēt tirgu pēc sīkākām pazīmēm. Vērtējot tirgu pēc patērētāja vēlmēm un vajadzībām kā divi faktori izvēlēti: resursa cena, kā arī atjaunojamība. Patērētāja uztveres matricā (2.3. attēlā) attēlots pašreiz tirgū esošo degvielu salīdzinājums ar ūdeņradi. Attēlā redzams, ka ūdeņradis var būt ražots gan no atjaunojamiem, gan neatjaunojamiem resursiem, līdz ar to tas matricā attēlots atkarībā no resursa izcelsmes un izmaksām. Zemāka cena iegūstama, ražojot ūdeņradi no neatjaunojamiem resursiem, līdz ar ko ideālā attīstības trajektorija sākotnējā periodā būtu ražot izmantojot neatjaunojamus resursus un pakāpeniski virzoties uz atjaunojamu resursu izmantošanu. Tiek prognozēts, ka ap 2020. gadu maksa par H₂ kritīsies un būs mazāka par 2 dolāriem nekā ekvivalents galons benzīna. Gaidāmās H₂ lietošanas ekonomiskās, sociālās un vides priekšrocības ir pietiekami labi definētas, taču daži aspekti ir apstrīdami. Mārketinga pētīšana: ir informācijas vākšana, apstrāde, analīze un izplatīšana, lai noteiktu mārketinga iespējas un problēmas; izstrādātu un novērtētu mārketinga aktivitātes un pilnveidotu mārketinga procesu²⁴³. Līdz ar ko mārketinga pētījumu rezultātā iegūtā informācija jāizmanto mārketinga aktivitāšu izstrādei, aktivitāšu novērtējumam un mārketinga procesa pilnveidošanai.

²⁴³ Praude V., (2011), Mārketings, teorija un prakse, 1. Grāmata, 3. Izd. R.: Burtene, 522.lpp.



2.3. attēls, **Enerģijas resursu tirgus cenu salīdzinājums izmantojot patērētāja uztveres matricu**

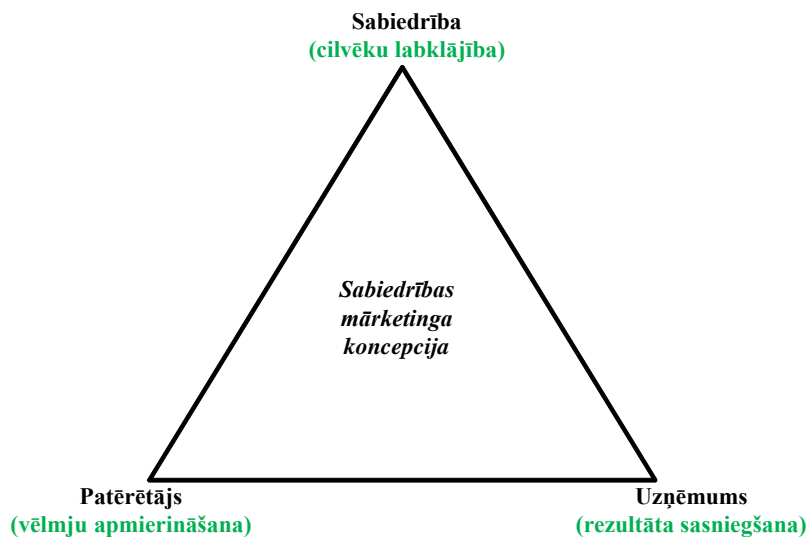
Autora veidots attēls pēc patērētāja uztveres teorijas - Value-Based Marketing & Pricing, Competitive Marketing Strategy 2006²⁴⁴ izmantojot 2011. gada novembra vidējās enerģētikas cenas Eiropā²⁴⁵

Attīstoties mārketinga zinātnei un tehnoloģijām arī mārketinga koncepcijas kļuvušas mūsdienīgākas un laika gaitā izmainījušās koncepcijas sastāva vērtības. Ja 90os gados kā svarīgākās koncepciju vērtības bija patērētāja vēlmju un vajadzību apmierināšana, attiecību veidošana un informācijas apmaiņa, tad 21gs pastiprinājusies visu sadaļu nozīmība, īpaši izceļot patērētāja vēlmju un vajadzību apmierināšanu, organizatoriskos mērķus un attiecību pārvaldība/attīstība²⁴⁶. Sabiedrības mārketinga koncepcija vērsta uz uzņēmuma mērķu sasniegšanu, patērētāja vēlmju apmierināšanu un sabiedrības labklājības uzlabošanu, skatīt 2.4. attēlu.

²⁴⁴ Gale B.T. and Swire D.J., Value-Based Marketing & Pricing, Customer Value, Inc. Competitive Marketing Strategy 2006, skaīts 19.03.2013., pieejams: <http://www.cval.com/pdfs/VBMarketingAndPricing.pdf>

²⁴⁵ Energy price statistics, Eurostat, 2011. Skaīts 15.05.2012., pieejams: http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_price_statistics

²⁴⁶ Gamble J., Gilmore A., McCartan-Quinn D., Durkan P., The Marketing concept in the 21st century: A review of how Marketing has been defined since the 1960s, *The Marketing Review*, 2011, Vol. 11, No. 3, pp. 227-248.



2.4.attēls, Sabiedrības mārketinga koncepcija

Autora veidots attēls, pēc Kotlera²⁴⁷

Minētās koncepcijas mērķis ir apmierināt pircēju vēlmes, ņemot sabiedrības labklājības attīstības intereses, produkta attīstītājs uzņemas atbildību sabiedrības priekšā par uzņēmuma darbības ietekmi uz sabiedrības labklājību ilgtermiņā.

Pētot mārketinga kompleksa attīstību autors saskāries ar dažādiem viedokļiem par tēmu. Mārketinga komplekss ir jāizmanto, lai progresētu mērķus mērķa tirgū. Praktiski pētījumi liecina, ka reālā praksē uzņēmumi piemēro dažādus līmeņus katram no mārketinga kompleksa elementiem. Faktori, kas ietekmē atšķirību, ir - valsts ģeogrāfiskais novietojums, ekonomiskā izaugsme, produktu standarti, izplatīšanas kanāli, komunikācijas stratēģija un cenu stratēģija²⁴⁸, valsts politika, sociālie un kultūras faktori, zinātniski tehniskais progress. Pētnieks no Austrālijas uzskata, ka jaunajam sabiedrības mārketinga modelim bez produkta, cenas, vietas un virzīšanas jāietver arī uz patērētāju orientēta pieeja, kas racionāli domājot kā stratēģiska un visaptveroša pieeja būtu vērsta uz patērētāja uzvedības maiņu, tādā veida veicinot mārketinga lietderību kopumā. Gordons (*Gordon*) aicina diskutēt par to, ka četru klasisko elementu mārketinga komplekss vairs nespēj līdz galam īstenot mūsdienīga sociālā mārketinga mērķi, vienlaicīgi nenoliedzot pašreizējā mārketinga kompleksa modeli tā klasiskajā izpratnē. Mūsdienīgs mārketingas primāri nedrīkst būt identificējams ar uzņēmumu, peļņu un darījumiem, uz ko principā tendēti visi klasiskie uzlabotie mārketinga kompleksa modeļi. Sabiedrības mārketingam būtu jāievēro

²⁴⁷ Kotler P., Lee N, Farris P.W., Bendle N.T., Pfeifer P.E., Reibstein D.J., Arcature L.L. LLC, Arcature J.K. LLC, Reece M., (2010) Marketing Strategy from the Masters (Collection), FT Press, 400p.

²⁴⁸ Kotler P.,(2002) Marketing Management, Millenium Edition Philip Kotler Custom Edition for University of Phoenix, Pearson Custom Publishing

un jāanalizē mārketinga kompleksa attīstību un izmaiņas²⁴⁹. Šādi pieņēmumi liecina par to, ka mārketinga kompleksa elementi var tikt mainīti atkarībā no mērķiem, kuri jāsasniedz. Lai panāktu plašu ūdeņraža atpazīstamību enerģētikas tirgū iedzīvotājiem nepieciešams nodrošināt:

- Skaidri pieejamas norādes uz iespējamiem ieguvumiem ko piedāvā tehnoloģija kā arī tās trūkumiem. Komunicēt izmantojot visus pieejamos publiskos informācijas kanālus (laikraksti, mediji, skolas), lai izveidotu pietiekamu pamatu jau no paša sākuma, u.c.;
- Pieejamas subsīdijas, kas palīdzētu atsperties tirgum, it sevišķi ieviešanas periodā;
- Lietotāju iesaistīšanu, it sevišķi pieredzes bagātu lietotāju iesaistīšanu, piemēram, tādu, kuriem ir pieredze ar tehnoloģiju lietošanu. Šī ir svarīga komunikācijas daļa. Konceptija "no mutes mutē" var nest lielāku pienesumu nekā cita veida mārketinga kampaņas. Jāveicina mazumtirgotāju un pakalpojuma sniedzēju pārliecināšana par ūdeņraža izplatīšanas nepieciešamību - entuziasma izrādīšana vai nevēlēšanas atbalstīt jauno tehnoloģiju ir izšķirošs aspekts veiksmīgai produkta ieviešanai tirgū. Tas ir būtiski, lai varētu izveidot ilgtspējīgu apmierinājumu gala patērētājam.

Pārveidojot mārketinga kompleksu sabiedrības mārketingu var piedāvāt atbrīvošanos no klasiskā 4P modeļa un šāda iespēja nav jauna un radikāla kā tas no sākuma šķiet.

Tiešām, atgriežoties pie Bordena (*Borden*) un Kulitona (*Culliton*) secinām, ka viņi atpazīnuši vairāku elementu izmantošanas lomu, pielāgojot to daļas, lai izveidotu jaunus elementus. Viņi tirgus dalībniekiem nepiedāvā palikt šaurās robežās, bet izpētīt dažādus mainīgos lielumus un to kombinācijas. Lai arī mārketinga nozarē dominē 4P modelis, nozarei attīstoties aizvien biežāk tiek izstrādāti atšķirīgi rīki. Sabiedrības mārketingu šajā ziņā neatpaliek, tomēr centieni paplašināt 4P radot 6P, 7P sabiedrības mārketinga izteiksmē ir izrādījušies mazāk veiksmīgi²⁵⁰. Paplašināto mārketinga kompleksu (6P, 7P u.c.) izmantošana ar sabiedrības mārketingu nesaistītos mārketinga zinātnes un prakses virzienos izrādījušies veiksmīga, taču sabiedrības mārketingā ieteicams izmantot uz klasiska mārketinga kompleksa modeļa balstītu attīstību.

Mārketinga aktivitāšu precīza definēšana ir viens no svarīgākajiem procesiem strādājoša mārketinga modeļa izveidei.

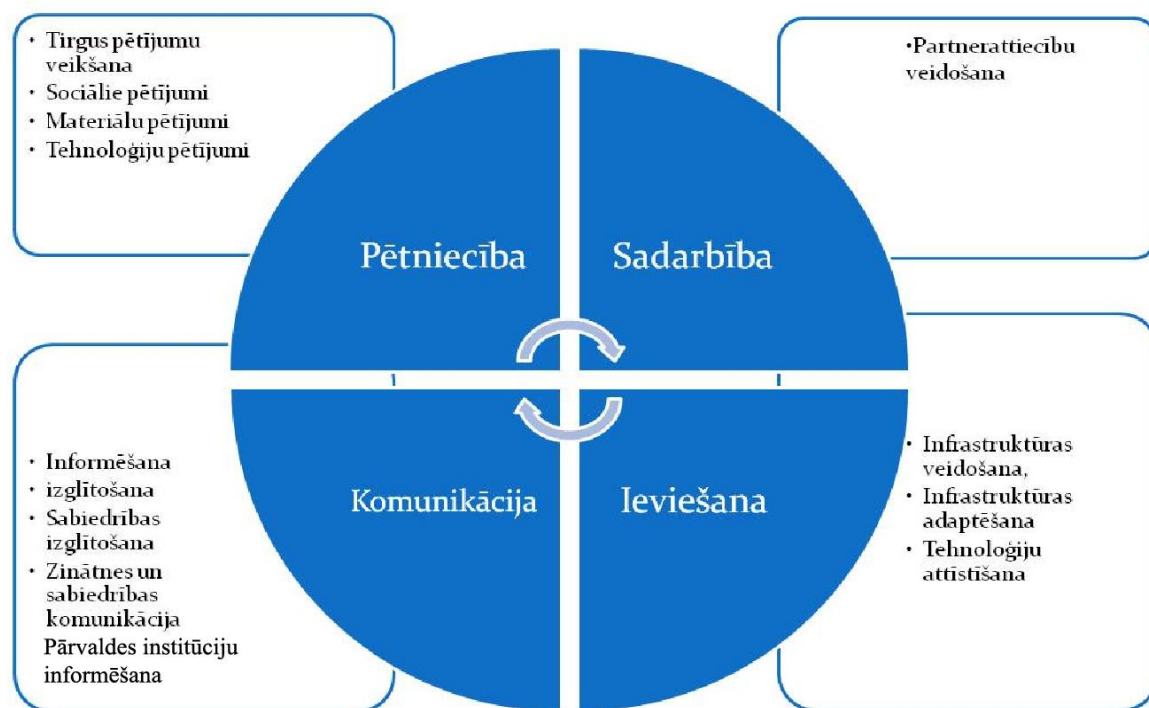
²⁴⁹ Gordon R., (2012) Re-thinking and re-tooling the social marketing mix, *Australasian Marketing Journal* 20 pp. 122–126.

²⁵⁰ Gordon R., (2012) Re-thinking and re-tooling the social marketing mix, *Australasian Marketing Journal* 20 pp. 122–126.

Atsaucoties uz minēto koncepciju attiecībā uz ūdeņradi enerģētikā var izteikt četras iesaistītās puses:

- Uzņēmums,
- Zinātniska institūcija,
- Valstiska institūcija, pašvaldība,
- Sabiedrība.

Latvijas situācijā būtu nepieciešams izveidot mārketinga modeli ūdeņraža ekonomikas attīstībai Latvijā un veikt iestrādes ūdeņraža tehnoloģiju mārketingā enerģijas un transporta sektoros, tā būtu iespēja attīstīt enerģētikas nozari un tautsaimniecību kopumā. Autors piedāvā mārketinga modeli (skatīt 2.5. attēlu), kurā nozīmīgākā loma tiek piešķirta četriem savstarpēji mijiedarbībā strādājošiem atkarīgiem faktoriem - pētniecībai,



2.5. attēls, **Mārketinga kompleksa modelis ieviešanai ūdeņradi enerģētikā Latvijā**
 Autora veidots attēls pēc O.C. Farelā (O. C. Ferrel) un, M. Hartlaina (M. Hartline) mārketinga teorijas²⁵¹

sabiedriskajām attiecībām, sadarbībai un ieviešanai. Minētajiem faktoriem tiek piedāvāts adaptēt mārketinga kompleksu (4P). Piedāvātais marketinga komplekss ir pielietojams ūdeņradi ieviešanā enerģētikā produkta dzīves cikla attīstības posmā. Piedāvātā modeļa elementus apskatot sīkāk jānorāda, ka kompleksa elements Pētniecība jāizvērtē no tā

²⁵¹ Ferrell O. C., Hartline M., Marketing Strategy, Cengage Learning, 2010. pp.743.

svarīgāko attīstības virzienu aspekta un jāveicina to realizācija atbilstoši pētniecības budžetam. Narešs (Naresh)²⁵² pētniecību mārketingā dala divos veidos, no kuriem viens

pārstāv problēmas identificējošo pētniecību, ieskaitot:

- tirgus potenciāla izpēti,
- tirgus daļu izpēti,
- tirgus raksturojuma izpēti,
- pārdošanas analīzes pētniecību,
- prognozēšanu,
- biznesa tendences izpēti.

un otrs pārstāv problēmas atrisinošo pētniecību, ieskaitot:

- segmentācijas pētījumus,
- produktu pētniecību,
- cenu pētniecību,
- veicināšanas pētniecību,
- izplatīšanas pētniecību.

Pēc pasaules pieredzes ūdeņraža ieviešana enerģētikā līdz šim bijusi veiksmīga tajās valstīs, kurās paralēli veikti zinātniski pētījumi dažādu sfēru griezumos, tādā veidā arī Latvijā veiksmīgas ieviešanas viens no elementiem meklējams pētniecībā. Latvijas situācijā ūdeņraža enerģētikas pētniecības virzieni ietver:

- Tirgus pētījumus (t.sk. tirgus potenciāla, tirgus daļu, tirgus raksturojuma pētījumi),
- Sociālos pētījumus (t.sk. patērētāja informētības, veicināšanas, izplatīšanas, pētījumi),
- Materiālu pētījumus (t.sk. produkta pētniecība),
- Tehnoloģiju pētījumus (t.sk. produkta pētniecība).

Pētījumu rezultāti attīstības posmā var pozitīvi ietekmēt ūdeņraža ieviešanu enerģētikā, savlaicīgi atklājot vai prognozējot riskantus vājos posmus un tos novēršot. Latvijas Universitātē ūdeņraža tehnoloģijas tiek pētītas trīs fakultātēs (Ekonomikas un vadības fakultātē, Ķīmijas fakultātē un Bioloģijas fakultātē²⁵³), kas nākotnē var būt pamats atjaunojamu energoresursu mācību kursa izveidošanai. LU Cietvielu fizikas institūts jau no

²⁵² Naresh K. M., David F. B., Marketing Research, Pearson Education company
Copyright © 1999 Prentice-Hall, Inc.

²⁵³ Kleperis J., Dimanta I., Dirnena I., Gruduls A., Skripsts E., Jasko J., Dimants J., Sloka B., (2011) Possible Scenarios for Obtaining and Usage the Biohydrogen, 15th International Scientific conference, Rural Development 2011, 24 – 25 November, 2011, Aleksandras Stulginskis University, Lithuania, Proceeding I, Vol. 5, Book 1, pp 347- 353.

2008.g. Fizikas un matemātikas fakultātes studentiem piedāvā ūdeņraža tehnoloģiju laboratorijas darbus (ūdeņraža uzglabāšanai metālu hidrīdā un kurināmā elementa uzbūve un izveide), bet LU Ķīmijas fakultāte 2012.g. uzsaka lekciju ciklu maģistratūras studentiem „Cietvielu jonika”, kur ietverti kurināmā elementu uzbūves un darbības pamati.

Sadarbība – Sadarbības partnerība ir vismaz divu uzņēmumu sadarbība ar mērķi izmantot tirgus potenciālu apvienojot prasmes vai resursus. Veiksmīgas mārketinga sadarbības rezultātā sadarbības partneriem izdodas ģenerēt *win-win* situāciju, kas nodrošina vērtību ne tikai sadarbības partneriem, bet arī patērētājam. Sadarbības rezultātā mārketinga pasākumi tiek organizēti sabalansējot iespējas un līdzekļus. Regulāri un pārliecinoši mārketinga pasākumi ļauj atklāt jaunas sadarbības jomas un pielietojumus²⁵⁴. Sadarbības veidošana starp privātām, valstiskām un zinātniskām iestādēm ir līdz šim viens no efektīvākajiem instrumentiem, kurš tiek izmantots ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanai enerģētikā. Ideālā situācijā sadarbība jāveido starp četrām iesaistītajām pusēm (uzņēmums, zinātniska institūcija, valstiska institūcija, sabiedrība kopumā), kurām savstarpēji mijiedarbojoties būtu jāveido sadarbība divos līmeņos. Pirmajā līmenī ieinteresētā puse (uzņēmums, valsts institūcija vai zinātniska institūcija), vēršas pie citām potenciāli ieinteresētām pusēm un izvērtējot katras puses kompetenci un vēlamos mērķus vienojas par rezultātiem, kuri jāsasniež. Latvijas situācijā viens no svarīgākajiem mērķiem ūdeņraža ieviešanai enerģētikā ir iedzīvotāju informēšana par ūdeņraža tehnoloģijām. Otrajā līmenī pēc mērķu noteikšanas sadarbības partneriem jāizstrādā plānes kā informēt sabiedrību par ūdeņraža tehnoloģijām enerģētikā. Latvijas Ūdeņraža asociācija atradusi lielisku partneri Rīgas Enerģētikas aģentūras (REA) personā, kas ūdeņraža tehnoloģijas grib redzēt Rīgā kā nulles emisijas sabiedriskā transporta līdzekļus. Sabiedrības informēšana plānota varākās aktivitātēs, no kurām galvenā tiks realizēta tarptautiskās izstādes „Vide un Enerģija 2013” ietvaros (Rīgā, Ķīpsalā). Pirmo reizi Latvijā tiks izrādīts ūdeņraža autobuss un komerciāla ūdeņraža automašīna. Pēc REA iniciatīvas Rīgas domes Mājokļu un vides komitejā izskatīta un atbalstīta Ūdeņraža tehnoloģiju ekspertu konsultatīvās padomes (ŪTEKP) izveide, lai Rīgā veicinātu ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu transportā un enerģētikā. Iecerēts, ka ŪTEKP izvērtēs inovatīvas ūdeņraža tehnoloģijas un sniegs pašvaldībai rekomendācijas par to ieviešanu transportā un enerģētikā atbilstoši Eiropas ilgtspējīgas enerģētikas un bezizmešu transporta attīstības nostādņem un pašvaldībai paredzētajiem uzdevumiem. Tāpat ŪTEKP piedalīsies normatīvo dokumentu projektu izstrādē un to

²⁵⁴ Brohman B., Fritsche U., Hunecke K., (2006) Hannover Social Marketing For Energy Efficiency, Create acceptance, August, pp. 3-13.

darbības seku izvērtēšana. Padome arī popularizēs veiksmīgus ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas labākās prakses paraugus un līdzdarbosies sabiedrības informēšanā.

Ieviešana - Izvērtējot iespējamo mārketinga budžetu, mērķtirgus raksturojumu, ūdeņraža enerģētikai ienākot tirgū Latvijā, atbilstoši preces dzīves ciklam pētniecības un ieviešanas periodā, atbilstošākie komunikācijas veidi ir sabiedriskās saskares un reklāma. Ieviešot atsevišķus produktus, tādus kā - degvielas šūnu *backup* sistēmas un tamlīdzīgi, kas sevi ārvalstu tirgos jau ir pierādījuši kā komerciāli produkti un atsevišķos gadījumos jau ir atmaksājušies, var stimulēt realizāciju un attīstīt personisko apkalpošanu, taču kopumā sabiedriskās saskares un reklāma ir tie komunikāciju veidi, kuri ārvalstīs guvuši veiksmīgākos rezultātus. Ņemot vērā ārvalstu pieredzi, sabiedrisko attiecību veidošana ir izdevīgākais komunikācijas veids saziņai ar iedzīvotājiem, valsts institūcijām un uzņēmumiem, ja mārketinga budžets ir neliels. Komunikāciju mērķis ir radīt un uzturēt labvēlīgas attiecības starp institūciju un tās partneriem, piemēram, darbiniekiem, medijiem, valsts un pašvaldību institūciju un aģentūru pārstāvjiem, izglītības iestāžu pārstāvjiem un sabiedrību kopumā. Sabiedriskās saskares var raksturot kā preču pirkšanas un pārdošanas netiešu motivēšanu, izplatot masveida bezmaksas informāciju par virzāmo produktu. Sabiedrisko domu var ietekmēt un veidot izmantojot netiešu reklāmu. Pozitīva publicitāte veido sabiedrības labvēlīgu nostāju pret virzāmo preci. Lai realizētu netiešo reklāmu, atkarībā no budžeta, nepieciešams izmantot preses pārstāvju palīdzību, jāveicina institūcijas pārstāvja piedalīšanos sabiedriskajā dzīvē un uzstāšanos televīzijā, lobija veidošanu, semināru un konferenču organizēšanu un tamlīdzīgi.

Latvijas situācijā var izmantot publiskas uzstāšanās, piemēram, konferencēs, semināros, starptautiskās izstādēs, piedaloties gan ar uzstāšanos, gan drukātiem materiāliem, popularizējot, piemēram, mājas lapu kā arī komunikāciju un servisu sociālajos tīklos. Izmantojot minētos līdzekļus var veidot patērētāja izpratni par ūdeņradi, uzlabot patērētāja asociācijas, kas saistās ar ūdeņradi enerģētikā, un šāda veida informācijai piemīt lielāka atdeve, jo patērētājs to neuztver kā reklāmu.

Attiecībā uz mērķtirgu var izteikt trīs mērķauditorijas:

- Valsts, pašvaldības institūcijas;
- Uzņēmēji;
- Sabiedrība.

Atkarībā no segmentēšanas pazīmēm par svarīgākajām attiecībā uz ūdeņradi enerģētikā uzskatāmas ģeogrāfiskās, nacionālās kultūras, rīcības un sociālekonomiskās pazīmes.

Attiecībā uz reklāmu, kas ir apmaksāts masu komunikāciju veids, kura mērķis ir ietekmēt patērētāja rīcību tirgū un sabiedrībā, atkarībā no budžeta, veiksmīgāk būtu veidot sociālu reklāmu, kuras mērķis ir veikt sabiedrisko propagandu, brīdināt par ūdeņraža ieviešanas enerģētikā pozitīvajām sekām. Kamēr tirgū neparādās taustāms produkts nav racionāli līdzekļus ieguldīt komerc reklāmās.

Komunikācija – Enerģētikas modernizācijas pieņemšana jāpadara par pašsaprotamu, kura jāuzņem ar pozitīvu domu un interesi par enerģijas taupīšanu, lai nodrošinātu bāzi turpmākai attīstībai²⁵⁵. Tehnoloģiju pieņemšana plašākā nozīmē ietver jautājumus, kas ir saistīti ar patērētāja uzvedības maiņu, kas ir nepieciešama, lai attīstītu ūdeņradi enerģētikā. Tehnoloģijas iespējas attiecībā uz drošības risku pārvarēšanu, papildus priekšrocības attiecībā uz komfortu un ērtībām, izmaksas attiecībā uz finansiāliem aspektiem un ietekme uz vidi, efektivitāte risinot enerģētikas un vides problēmas un vispārējo regulējumu. Pieņemšana, citiem vārdiem sakot, attiecas uz to, kādā mērā dažādu veidu ūdeņraža ekonomikas iekļausies patērētāja vērtību skalā. Sociālās un vides vērtības, vajadzības, centieni un cerības. Pieņemšana ir dinamiska un var kļūt par mainīgu subjektu. Sabiedrības nodrošināšana ar adekvātu informāciju vairāk vai mazāk nodrošinās pozitīvāku vērtējumu attiecībā uz jaunu tehnoloģiju ieviešanu. „Vienvirziena” informācijas sniegšanu sabiedrība var skarbi kritizēt²⁵⁶. Patērētāja interesēs ir uzzināt gan pozitīvo, gan negatīvo par tehnoloģijām, lai objektīvi varētu izsvērt savu viedokli. Pieejamajai informācijai jāveido produkta izpratni starp ieviesējiem un izplatītājiem²⁵⁷

Procesa gaitā nepieciešams pastāvīgi sekot līdzi faktoru mijiedarbībai, lai sekmētu vienmērīgu ūdeņraža tehnoloģiju attīstību enerģētikā. Mārketinga kompleksa aktivitāšu precīza definēšana ir viens no svarīgākajiem procesiem darboties spējīga modeļa izveidošanai.

2.3. Ūdeņraža ekonomikas mārketingu ietekmējošie faktori

Vēstures gaitā enerģētika kļuvusi par vienu no nozīmīgākajām ekonomikas nozarēm. Enerģētikas nozares attīstība sekmē valsts kopējās ekonomikas attīstību. Ne velti starp 2011. gada desmit lielākajiem nodokļu maksātājiem dominē enerģētikas nozares pārstāvji:

²⁵⁵ Brohman B., Fritsche U., Hunecke K., (2006) Hannover Social Marketing For Energy Efficiency, Create acceptance, August, pp. 3-13.

²⁵⁶ Achterberg P., Houtman D., Van Bohemen S., Manevska K., (2010), Unknowing but supportive? Predispositions, knowledge, and support for hydrogen technology in the Netherlands, *International Journal of Hydrogen Energy*, 35 (2010) pp. 6075 - 6083.

²⁵⁷ Kotler P., (1994), *Marketing Management: Analysis, Planning and Control*, 8th Ed Reprinted by permission of Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J. p. 373.

1. SIA „Statoil fuel & retail Latvia”, 2. SIA „ORLEN Latvija” (Degvielas, cietā, šķidrā un gāzveida kurināmā un līdzīgu produktu vairumtirdzniecība), 3. AS „Latvenergo” 4. AS „Latvijas gāze”, 5. SIA „Neste Latvija”, 8. SIA „Lukoil Baltija R”²⁵⁸. Situācija ir līdzīga pēdējos gados, salīdzinoši, piemēram, starp 2010. gada desmit lielākajiem nodokļu maksātājiem dominē enerģētikas nozares pārstāvji: 1. SIA „Latvija Statoil”, 2. SIA „Neste Latvija”, 3. AS „Latvijas gāze”, 5. SIA „Mažeikū nafta tirdzniecības nams”, 8. SIA „Lukoil Baltija R”²⁵⁹. Situācija ir līdzīga pēdējos gados, salīdzinoši piemēram 2009. gada statistika: 1. SIA „Latvija Statoil”, 2. AS „Latvijas gāze”, 3. SIA „Mažeikū nafta tirdzniecības nams”, 4. SIA „Latvija Statoil”²⁶⁰, kā arī 2008. gada skaitļi: 1. SIA „Latvija Statoil”, 2. SIA „Mažeikū nafta tirdzniecības nams”, 4. AS „Latvijas gāze” 6. SIA „Neste Latvija” 7. SIA „Lukoil Baltija R”²⁶¹. Enerģētikas nozīmības pieaugumu sekmējuši dažādi faktori, sākot ar energoresursu ierobežoto daudzumu, enerģijas sektora preču cenu pieaugumu un konkurences pieaugumu, beidzot ar starptautiskiem bruņotiem konfliktiem, kas saistīti ar energoresursu pārdali. Latvijā enerģētikas politikas plānošana notiek pēc Eiropas Savienības prasībām, kas pēdējos gados uzņēmusies vadošo lomu ilgtspējīgas un videi draudzīgas politikas veidošanā. Jau 2001. gadā tika izstrādāts dažādu normatīvo dokumentu kopums, kas nosaka drošas, konkurētspējīgas un ilgtspējīgas enerģētikas veidošanas mērķus. Izstrādāta Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam, un šajā stratēģijā nozīmīga vieta paredzēta arī enerģētikas jomai, par kuras galvenajiem mērķiem ir izvirzīta atjaunojama un droša enerģija, kas samazina atkarību no enerģijas importa, veicinot vietējo atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanu, energoefektivitātes palielināšanu un vienota reģionāla enerģētikas tirgus izveidi²⁶². Minētajā stratēģijā apkopoti vairāki priekšnoteikumi un priekšlikumi atjaunojamas un drošas enerģētikas nodrošināšanai. Valsts enerģētiskās neatkarības stiprināšanai ieteikta importētās enerģijas samazināšana, Latvijas enerģētiskās drošības stiprināšanai piedāvāts veidot Baltijas reģionu kā vienotu enerģētikas tirgu ar reģionāli integrētu enerģētikas tīklu. Atjaunojamas un drošas

²⁵⁸ VID sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, laikraksts Dienas Bizness 23.12.2012., skatīts 03.02.2013., pieejams, <http://www.db.lv/nodokli/lielakie-nodoklu-maksataji-pern-statoil-orlen-un-latvenergo-383066>

²⁵⁹ VID sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, laikraksts Diena 02.12.2011., skatīts 03.02.2013., pieejams, <http://www.diena.lv/bizness/finanses/lielakie-nodoklu-maksataji-pern-statoil-neste-un-latvijas-gaze-13918604>

²⁶⁰ VID sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, skatīts 02.02.2013., pieejams <http://news.frut.lv/economics/109328>

²⁶¹ VID sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, skatīts, 02.02.2013., pieejams, http://business.delfi.lv/biznesa_vide/lielakie-nodoklu-maksataju-pern-statoil-mntn-un-philip-morris.d?id=27975733

²⁶² Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. Gadam, skatīts 12.05.2012., pieejams http://www.latvija2030.lv/upload/lia_1redakcija_pilnv_final.pdf

enerģētikas izveidei noteikts palielināt atjaunojamo enerģijas resursu izmantošanas īpatsvaru. Ietverti arī energoefektivitātes pasākumi, bez kuru īstenošanas neizdosies īstenot energoefektīvu un videi draudzīgu politiku. Stratēģijā pieminēta arī vēja enerģijas potenciāla attīstīšana, kā arī solārās enerģijas attīstīšana. Viens no pozitīvajiem ieteikumiem ir sadarbības veicināšana starp pētniecības iestādēm un uzņēmumiem, lai sekmētu jaunāko tehnoloģiju pārnesi uz maziem un vidējiem uzņēmumiem. Autors uzskata, ka sadarbība šobrīd būtu jāveicina starp trim pusēm, t.i. iesaistot zinātniekus, politikas veidotājus un uzņēmējus. Pozitīvi, ka stratēģijā tiek apzinātas problēmas un norādīti vēlamo risinājumu virzienu optimistiskas prognozes. Teorētiskie darbības virzieni nav adresēti konkrētām institūcijām, kā arī nav norādīts tieši kā tiks sasniegti koncepcijā noteiktie mērķi, drīzāk izteikti teorētiski makroekonomikas koncepcijas attīstības virzieni. Kā viens no galvenajiem enerģētikas politikas plānošanas dokumentiem ir izveidotas Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016.gadam²⁶³. Tajās noteikti Latvijas valdības politikas pamatprincipi, mērķi un rīcības virzieni enerģētikā turpmākajiem desmit gadiem, kā arī tiek iezīmēti nozares ilgtermiņa attīstības virzieni. Pamatnostādņu mērķis ir paaugstināt energoapgādes drošumu, radot apstākļus elektroenerģijas ģenerēšanas pašnodrošinājuma pieaugumam, sekmējot pašnodrošinājumu ar primārajiem energoresursiem pieaugumu (veicinot primāro enerģijas resursu piegāžu dažādošanu, novēršot Baltijas elektroenerģijas tirgus izolāciju), kā arī nodrošinot iedzīvotājiem enerģijas pieejamību un pietiekamību, pilnveidojot enerģijas apgādes infrastruktūru un plaši realizējot enerģijas efektivitātes pasākumus patērētāju sektorā. Nepieciešams saglabāt un palielināt atjaunojamo energoresursu efektīvu izmantošanu un enerģijas ražošanu koģenerācijas procesā. Pamatnostādņu īstenošana balstās uz sekojošām normām:

- Latvijas enerģētikas politika atbilst Eiropas Savienības jaunajai enerģētikas politikai, energoapgādes drošības pamatā ir enerģijas resursu avotu un piegāžu diversifikācija un pašnodrošinājuma paaugstināšana;
- Latvijas enerģētikas nozare ir atvērta investīcijām, enerģētikas politika ir vērsta uz enerģijas tirgu tālāku liberalizāciju un konkurences ieviešanu;
- Enerģētikas politika ir saskaņota ar ārlietu un vides politikām²⁶⁴.

Viens no sasniedzamajiem rādītājiem nosaka, ka elektroenerģijas pašnodrošinājuma līmenim uz 2012. gadu ir jāsasniedz 80%, bet uz 2016. gadu – 100% līmeni. 2008. gadā

²⁶³ Enerģētikas attīstības pamatnostādnes 2007.-2016.gadam. Ministru kabineta 2006.gada 1.augusta rīkojums Nr.571.

²⁶⁴ Enerģētikas attīstības pamatnostādņu 2007. – 2016. gadam kopsavilkums, skatīts 25.03.2011., pieejams, www.em.gov.lv/images/modules/items/eap_kopsavilkums.doc

balstoties uz Eiropas Savienības saistošajiem tiesību aktiem tika izdots Latvijas nacionālais enerģētikas efektivitātes rīcības plāns 2008-2010²⁶⁵, kurā noteiktas aktivitātes enerģētikas sektorā līdz 2010. gadam. Minētajā periodā tikuši realizēti vairāki projekti, lai sasniegtu rīcības plānā noteiktos mērķus. Savukārt Eiropas Enerģētikas stratēģijas vīzijā²⁶⁶ noteikti trīs Eiropas enerģētikas politikas atskaites punkti: klimata pārmaiņu apkarošana, darbavietu un izaugsmes veicināšana, kā arī Eiropas Savienības ārējās atkarības ierobežošana no gāzes un naftas importa. Galvenais mērķis ir izveidot nozīmīgāku Eiropas Savienības enerģētikas politiku. Līdz ar to noteikts, ka līdz 2020. gadam jāsamazina enerģijas patēriņa radītās siltumnīcas efektu izraisošo gāzu emisijas par 20%. Sekojot vīzijai, Eiropas Savienības enerģētikas ekonomika tiek virzīta uz tādu ekonomiku, kas pilnībā risina ar ilgtspēju, konkurētspēju un piegāžu nodrošinātību saistītās problēmas. Tātad, līdz 2020. gadam jāpanāk 30% samazinājums, bet līdz 2050. gadam 60-80% samazinājums. Lai sasniegtu šo mērķi, Eiropas Komisija aicina izskatīt vairākus ar enerģētiku saistītus pasākumus, piemēram, energoefektivitātes uzlabošanu, atjaunojamo enerģijas resursu daļas palielināšanu kopējā enerģijas tirgū, kā arī inovatīvu pasākumu realizēšanu, lai nodrošinātu, ka iekšējā enerģētikas tirgus ieguvumi ir pieejami visiem, ka tiek stiprināta dalībvalstu savstarpējā solidaritāte un tiek sekmētas perspektīvu enerģētikas tehnoloģiju attīstība. Pievēršoties arī kodoldrošībai un aizsardzībai, un vienotības veidošanai sarunās ar starptautiskajiem partneriem, tostarp enerģijas ražotājiem, enerģijas importētājiem un attīstības valstīm. Eiropas Komisijas prezidents Žozē Manuels Barozo (*Jose Manuel Barroso*)²⁶⁷ attiecībā uz ilgtspējīgu, neatkarīgu enerģētiku ir teicis: „Enerģētikas jomas izaicinājumiem 21. gadsimtā nepieciešama vienota Eiropas līmeņa atbilde. Ja radīsies problēmas no ārpuses un Eiropas Savienība vai kāda no dalībvalstīm nebūs apzinājusi problēmas un radusi risinājumus, tas var būt nopietns drauds visas savienības enerģētikai”. Saskaņā ar Eiropas Komisijas un padomes direktīvu Nr. 2009/28/EK Par atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanu²⁶⁸ 2020. gadā – Latvijai jāsasniedz 40 % no atjaunojamo energoresursu Latvijas kopējā gala enerģijas patēriņā un - 10 % atjaunojamo energoresursu Latvijas enerģijas galapatēriņa transportā. Ja elektrības tirgū šādu apjomu vēl

²⁶⁵ Latvia's First National Energy Efficiency Action Plan 2008-2010, skatīts 12.05.2011., pieejams http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/latvia_en.pdf

²⁶⁶ Eiropas Enerģētikas stratēģijas vīzija, skatīts 15.04.2013., pieejams, http://www.carloscoelho.eu/ed/files/IP-06-282_energy%20EN.pdf

²⁶⁷ Barozo Ž. M., Launch of IPCC's Special Report on Renewable Energy sources and Climate change mitigation, 16/06/2011, SPEECH/11/441, Brussels.

²⁶⁸ Par atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanu, Eiropas Parlamenta un padomes direktīva Nr. 2009/28/EK, skatīts 24.04.2011., pieejams, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:LV:PDF>

teorētiski būtu iespējams sasniegt, tad transporta sektorā šāds rezultāts būs grūti sasniedzams, ņemot vērā pašreizējo situāciju, kad atjaunojamie energoresursi neaizņem pat 1% no Latvijas enerģijas galapatēriņa transportā²⁶⁹. Starojums uz horizontālas virsmas saules joslas reģionos var sasniegt 2200 kWst/m². Ziemeļeiropā Saules starojuma maksimālais lielums ir 1100 kWst/m²,²⁷⁰. Latvijas apstākļos 1m² var dot maksimāli 160W²⁷¹. Saules kolektoru cenas aizvien samazinās un šobrīd 1m² cenas svārstās sākot no Ls 250 un īstermiņa pašizmaksa varētu tuvojies tradicionālām energotehnoloģijām ražotās enerģijas cenai.

Saules baterijas parasti izvieto vietās, kur saules starojums diennakts laikā sasniedz maksimālo atdevi, t.i. uz māju jumtiem. Ņemot vērā to, ka ar saules enerģijas apjomu nav iespējams nodrošināt vismaz vienas mājsaimniecības nepārtrauktu darbību, viena iespēja ir apvienot vairāku enerģijas iegūšanas veidus, piemēram, saules un vēja enerģiju. Enerģijas daudzums, ko var iegūt no vēja, ir proporcionāls vēja plūsmas iedarbības laukumam un vēja ātrumam trešajā pakāpē. Ja vēja ātrums pieaug divas reizes, tad enerģijas daudzums palielinās astoņas reizes. Vēja ģeneratorus atkarībā no to veidiem var izvietot dažādi, taču ieteicamas vietas ir kaili pakalni vai jūras piekraste. Jaunās paaudzes vēja ģeneratori, kas nodrošina jaudu līdz 600w, izmantojot minimālas vēja plūsmas (2m/sek). Joprojām diskutējamas ir tehnoloģiju iegādes cenas, kurām ir tendence samazināties, kā arī nav atrisināts jautājums par enerģijas pilnīgu izmantošanu. Akumulatori ir dārgi un neefektīvi, kā arī tiem nepieciešama regulāra apkope. Savukārt ūdeņradis, kura uzglabāšanas tvertnes iegāde un izvietošana līdzinās akumulatora izmaksām, sniedz augstāku efektivitāti. Ūdeņradis, kas iegūts elektrolīzes ceļā, pārstrādājot enerģiju, kuras izmantošana nav nepieciešama uzreiz, var tikt novadīts ūdeņraža tvertnē. Ūdeņradi par elektrību var pārvērst izmantojot īpašu tehnoloģiju – degvielas šūnas. Salīdzinot ar akumulatoriem, ūdeņradis ir energoefektīvāks enerģijas nesējs, jo ūdeņraža tvertne laika gaitā nezaudē kapacitāti. Valsts atbalstītie alternatīvo energoresursu pieejamības popularizēšanas pasākumi ir svarīgi ilgtspējīgas, videi draudzīgu enerģētikas politikas īstenošanai. Tā rezultātā sabiedrībai tiks radīta iespēja enerģiju iegūt, izmantojot alternatīvus energoresursus, līdz ar to veicinot Latvijas enerģētikas neatkarības no importētajiem energoresursiem pieaugumu.

²⁶⁹ Energy, transport and environment indicators, 2009 edition, Luxembourg: Publications of the European Union, 2009. 70.-130.lpp.

²⁷⁰ Kaškarova G. Saules enerģijas izmantošanas iespējas Latvijā, *Enerģētika un automatizācija* 07/2003, 52-55 lpp.

²⁷¹ Saules starojuma maksimālais lielums, Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un Elektrotehnikas fakultātes mācību materiāli, skatīts 25.04.2010., pieejams, http://www.eef.rtu.lv/doc/studiju_materiali/alternativieenergijasavoti_002.pdf

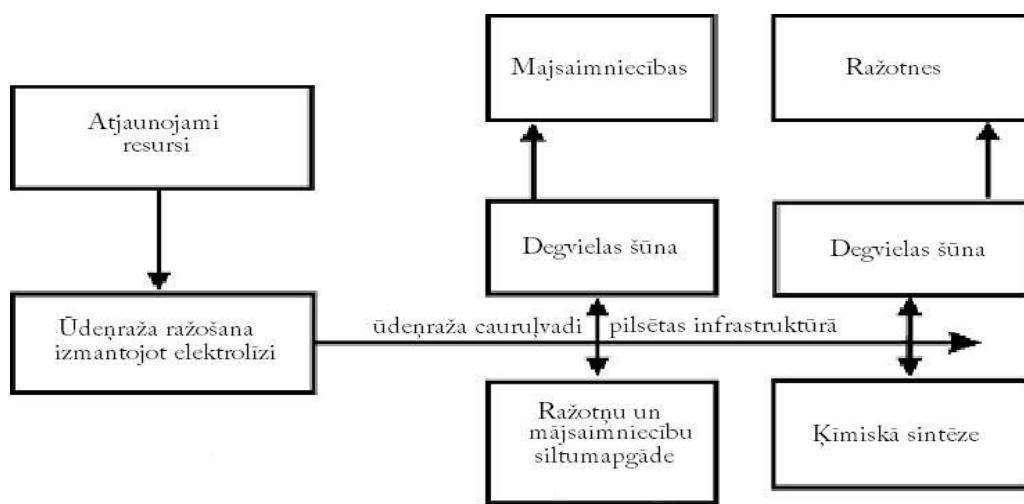
Vēstures gaitā jaunu enerģijas resursu attīstība netika vērtēta viennozīmīgi, piemēram, ogļu industrija bija nenozīmīga un nenovērtēta līdz Džeimss Vats (*James Watts*) izgatavoja darbspējīgu tvaika dzinēju. Tāpat 19. un 20.gadsimta mijā elektrības nozīmību sāka apzināties vien parādoties Tomasa Edisona (*Thomas Edison*) izgudrotajai gaismas spuldzei un *Siemens* elektroģeneratoram. Naftas tirgus nesāka attīstīties, kamēr neparādījās petrolejas lampas un vēlāk dīzeļa dzinēji²⁷². Līdzīga bija arī dabas gāzes un kodolenerģijas tehnoloģiju ieviešana. Tādējādi autors secina, ka ne jau enerģijas resursi ir tie, kas konkurē, bet gan tehnoloģiju attīstība. Vēstures gaitā enerģētikas attīstībā novērojama šāda tendence: sākumā enerģijas avots ir cietā agregātstāvoklī, vēlāk - šķidrā agregātstāvoklī un galu galā tas ir gāzveida agregātstāvoklī. Ogles – nafta – gāze. Ūdeņradis kā enerģijas nesējs tiek izmantots gāzes veidā un tādējādi jau minētā attīstības tendence tiek turpināta. Pēdējo gadu laikā pasaules enerģētiķi arvien vairāk uzmanības pievērš dabas saudzēšanai un CO₂ gāzu emisijai. No atjaunojamiem energoresursiem ražotam ūdeņradim sadegot nerodas kaitīgās gāzes - tas rada dabai draudzīgu enerģiju. Jāpiekrīt teicienam: „Jaunu enerģijas tehnoloģiju pieņemšanai ir nepieciešams laiks”²⁷³, kas apstiprina minētos apgalvojumus.

Pastāv vairākas tehnoloģijas ūdeņraža iegūšanai, taču, lai to varētu saistīt ar alternatīvām enerģijām, ūdeņraža iegūšanā jāizmanto atjaunojami resursi. Atjaunojamus energoresursus cilvēce pamatā izmanto elektroenerģijas un siltuma ražošanai, taču vienmēr pastāvējusi resursu nepastāvības problēma. Piemēram, ja mājsaimniecība tiek nodrošināta ar elektroenerģiju, izmantojot saules vai vēja enerģijas tehnoloģijas, ko darīt brīžos, kad saule nespīd vai vējš nepūš? Kā uzkrāt to enerģiju, kas paliek neizmantota? Šajā trūkstošajā posmā ūdeņradi var izmantot kā enerģijas uzkrājēju, izmantojot sekojošu tehnoloģiju. Saražoto, pāri palikušo elektroenerģiju vai siltuma enerģiju pārveidot ūdeņradī, izmantojot elektrolīzes procesu, t.i., izmantot no atjaunojamiem energoresursiem iegūto enerģiju, lai sadalītu ūdeni skābeklī un ūdeņradī, no kuriem skābekli novadīti atmosfērā un ūdeņradi absorbēt īpaša metāla sakausējuma tvertnē. Šādi uzkrātu enerģiju ar degvielas šūnas (*fuel cell*) starpniecību var pārvērst par elektrību tad, kad tas ir nepieciešams. Metāla apvalkā uzkrātais ūdeņradis neprasa ieguldījumus tehnoloģijas ekspluatācijas laikā, kā arī nav iespējama enerģijas noplūde. Šobrīd tirgū pieejamiem akumulatoriem nepieciešamas regulāras apkopes, kas tos ekspluatācijā padara dārgus. Metāla tvertne, kurā tiek uzkrāts

²⁷² Winter Carl-Jochen (2006) Energy policy is technology politics — The hydrogen energy case (with an eye particularly on safety comparison of hydrogen energy to current fuels) *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.31, pp. 1623 – 1631

²⁷³ Winter Carl-Jochen (2009) Hydrogen energy - Abundant, efficient, clean: A debate over the energy-system-of-change *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.34, S1-S52

ūdeņradis, nenolietojas un atdotās enerģijas daudzums atbilst iepildītajam – tradicionālie akumulatori ar laiku zaudē spēju uzkrāt un nav spējīgi kalpot līdzvērtīgi. Līdzīgu kā tikko aprakstīto shēmu 2002. gadā piedāvāja J.O'M. Bokris (*J.O'M. Bockris*)²⁷⁴ (2.6. attēls). Vienīgās atšķirības ir cauruļvada transportēšanas kanāls un tas, ka minētais autors shēmu attiecināja uz ūdeņradi, kas iegūts izmantojot saules enerģiju. Jāpiebilst, ka tādu pašu sistēmu var piemērot ūdeņraža ražošanai izmantojot jebkuru atjaunojamu resursu, kura galaprodukts ir elektrība. Kanādas zinātnieki izveidojuši līdzīgu sistēmu, kurā par enerģijas avotu tiek izmantots zemes siltumu²⁷⁵.



2.6. attēls. Saules - ūdeņraža enerģijas sistēmas piemērs

Autora veidots attēls, pēc Bockris, 2002:732

Iemesls kādēļ līdz šim minētās shēmas tiek izmantotas lielākoties demonstrāciju projektos ir tehnoloģiju augsto izmaksu dēļ. Diemžēl ūdeņraža uzglabāšana ir viens no grūtāk atrisināmajiem jautājumiem.

Eiropas Savienības enerģētikas politika ir vērsta uz atjaunojamu resursu izmantošanas veicināšanu. Galvenie politikas mērķi ir veicināt energodrošību un neatkarību no enerģijas importa, veicināt energotaupību un efektīvu izmantošanu, attīstīt atjaunojamu resursu tehnoloģijas un starptautisko sadarbību²⁷⁶. Latvijas kopējā enerģētiskā atkarība 2007. gadā sasniedza 61.5%, (salīdzinājumam Malta 100% un Dānija 25%), no kuriem ogles 92.6%, nafta 98.1%, dabasgāze 96.8%²⁷⁷. Statistikas dati parāda Latvijas energoatkarības pakāpi.

²⁷⁴ Bockris J.O'M. (2002) The origin of ideas on a Hydrogen Economy and its solution to the decay of the environment, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.27, pp. 731 – 740.

²⁷⁵ Tolga M. B., Ibrahim D., Arif H. (2009) Thermodynamic assessment of geothermal energy use in hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.34, pp. 2925-2939.

²⁷⁶ Eurostat (2009) *Panorama of energy, Energy statistics to support EU policies and solutions, 2009 edition*, (Luxembourg): Publications of the European Communities.

²⁷⁷ Eurostat (2009) *Energy, transport and environment indicators, 2009 edition*, (Luxembourg): Publications of the European Communities.

Atjaunojami resursi ar ūdeņradi kā enerģijas uzkrājēju vismaz daļēji var samazināt valsts energoatkarību.

Literatūrā pastāv arī negatīvi viedokļi par ūdeņradi enerģētikā. Piemēram, Bossels²⁷⁸ (*Bossel*) 2006 gadā veicot aprēķinus secinājis, ka konkrētajā gadījumā elektroenerģija, kas iegūta izmantojot degvielas šūnu var būt pat četras reizes dārgāka nekā elektroenerģija, kas ņemta no elektrības tīkla. Tas ir saistīts ar ūdeņraža izmaksām to iegūstot no dažādiem avotiem, bet nespējot risināt galveno jautājumu par kopējo enerģijas bilanci ūdeņraža ekonomikā. Lai ūdeņradi sintezētu un piegādātu, patērētājam nepieciešama enerģija. Tā tiek patērēta gan elektrību pārvēršot ūdeņradī, gan pārvēršot elektrībā. Ūdeņraža ekonomika ietver visus posmus starp ūdeņraža ražošanu un patērēšanu. Starp šiem diviem posmiem ekonomiskajā ķēdē ūdeņradis ir jāsaražo, jāiepako, jātransportē, jāuzglabā, jāuzpilda. Visi šie posmi prasa enerģijas patēriņu tādā veidā padarot ūdeņradi enerģētikā par ekonomiski neizdevīgu. Bossels savās publikācijās un prezentācijās asi kritizē ūdeņradi enerģētikā, pastāvot uz viedokli, ka enerģētikai jāattīstās Elektronu ekonomikas virzienā, kuras ideoloģiju radījis pats minētais autors. Ekonomiskā neizdevīguma dēļ 2009 gadā līdzīgu viedokli paudis Guziks²⁷⁹ (Guziks), kurš ir pārliecināts, ka kilograms ūdeņraža izmaksā daudz dārgāk nekā litrs benzīna. Heidelbergas (Vācija) Enerģētikas un vides izpētes institūta (*Institut für Energie und Umweltforschung Heidelberg (IEUH)*) pārstāvju 2012. gada ziņojumā teikts, ka ūdeņraža un degvielas šūnu sistēmas esot dārgas, jo vienas vienības izmaksas par vienu kW desmit gadu dzīves ciklā sasniedzot 2100 - 4250 latus. IEUH zinātnieki uzskata, ka ūdeņradis nekļūs nozīmīgs enerģijas nesējs īsā vai vidējā termiņā, jo atjaunojamu energoresursu īpatsvars kopējā enerģijas bilanci esot pārāk mazs. Pēc IEUH prognozēm ūdeņraža degviela varot kļūt nozīmīga pēc 2030. gada²⁸⁰. Negatīvu attieksmi biežāk pauduši zinātnieki, kuru darbība ir saistīta ar ūdeņraža enerģētikas konkurējošām sfērām enerģētikā.

Apkopojot apakšnodaļā minēto informāciju autors secina, ka mārketingu var ietekmēt iedzīvotāju attieksme, energo politikas attīstība, valsts institūciju atbalsts, tehnoloģiju attīstība, kā arī lobījs un konkurence. Minētie faktori var ietekmēt mārketinga pasākumu saturu atkarībā no mērķauditorijas zināšanu līmeņa, konkurentu rīcības un kopējās politiskās situācijas attīstības.

²⁷⁸ Bossel U., (2006) Does a Hydrogen Economy Make Sense? *Proceedings of the IEEE*. Vol. 94, No. 10, October 2006.

²⁷⁹ Guzik J.A., (2009) Hydrogen cars on their way out? *Los Angeles Times Business*, Cars, 13.05.2009.

²⁸⁰ Germany invests in hydrogen technology, skatīts 11.12.2012., pieejams:

<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2012/02/germany-invests-in-hydrogen-technology-for-renewable-storage-vehicles>

2.4. Asociāciju veidošanās par ūdeņradi ūdeņraža enerģētikas tehnoloģiju mārketingā

Visur pasaulē, tai skaitā arī Latvijā, zīmola popularizēšana pamatā tiek orientēta uz produkta, pakalpojuma noieta vairošanu vai uzņēmuma augstāku novērtējumu. Zīmola vērtība, protams, maina produkta cenu, kā arī ietekmē cilvēku attieksmi pret lietām un procesiem, kam ne vienmēr ir tieša sasaiste ar precī vai pakalpojumu. Zīmola uzdevums - būt atzītam, radīt uzticību, apliecināt statusu, garantēt pārlicību par kvalitāti, intuitīvi ļaut nojaust, kas ir tas, ko saņemsim kā lietotāji. Jo labāk zīmols pilda šos uzdevumus, jo lielāka ir zīmola un tā īpašnieka vērtība²⁸¹. Precīza kāda konkrēta zīmola analīze pieprasa noteikt jēdziena „zīmols” viennozīmīgu izpratni. Analizējot zinātnisko literatūru un mārketinga teoriju dažādos izdevumos jēdziena „zīmols” definīcija tiek aprakstīta dažādi, piemēram, Kapferers (*J.Kapferer*) norādījis, ka zīmolu nevar uzskatīt par produktu. Zīmolu raksturo produkta izcelsmes avots, tā nozīme, attīstības virziens un identitāte laikā un vietā²⁸². B.Sterna (*B.Stern*) norādījusi, ka zīmols sastāv no produkta īpašību apkopojuma un pievienotās vērtības, kas atspoguļo noteiktu produkta nozīmi²⁸³. Savukārt Lī Smits (*Lee Smith*) piedāvājis šādu definīciju: Zīmols ir uztvere un vizualizācija, kas prezentē uzņēmumu, produktu vai pakalpojumu, esence, kas garantē sagaidāmā labuma saņemšanu²⁸⁴. J.Čandlers un M.Ovens (*J.Chandler, M.Owen*), kuri pēta zīmola vērtību uzskata, ka zīmols ir netaustāms aktīvs, kurš raksturo uzņēmuma precī un ir izmērāms naudas izteiksmē²⁸⁵. Latvijas Zinātņu akadēmijas Terminoloģijas komisija 2003. gadā atzīst, ka angļu vārda „*brand*” nozīmē latviešu valodā priekšroka dodama jaunvārdam *zīmols* un precīzē, ka zīmols ir tēls, kas saistīts ar prečzīmi, firmas zīmi, logo u.tml. vārdu, vārdkopu, grafisku veidojumu, simbolu vai citu zīmi un kāds indivīdam un sabiedrībai veidojas (tiek veidots) par kādu vienumu — personu, firmu, precī vai pakalpojumu²⁸⁶. Zīmols ietekmē produkta virzīšanu tirgū un ar tā palīdzību iespējams uzlabot realizācijas apjomus. Par svarīgākajiem stratēģisku lēmumu pieņemšanas posmiem tiek uzskatīti zīmola pozicionēšana, zīmola detaļu izvēle, reģistrācija un attīstīšana.

²⁸¹ Riezebos R., Riezebos H. J., Kist B., Kootstra G., Brand management: a theoretical and practical approach, *Pearsons Education*, 2003, 331.lpp.

²⁸² Kapferer Jean-Noël, The new strategic brand management: creating and sustaining brand equity, MPG Books, 2008, 560 lpp.

²⁸³ Stern B. B., What does brand mean? historical-analysis method and construct definition, *Journal of the Academy of Marketing Science*, 2006, Volume 34, Number 2, pp. 216-223.

²⁸⁴ Assumptions about the brand, Persuasive brands mājas lapa, skatīts 03.01.2012., pieejams, http://www.persuasivebrands.com/Topics_Brand_Definition.aspx

²⁸⁵ Chandler J., Owen M., Developing Brands with Qualitative Market Research, SAGE 2002, 140.p.

²⁸⁶ LZA Terminoloģijas komisijas lēmums Nr. 23. Pieņemts 13.05.2003. LZA Terminoloģijas komisijas mājas lapa, skatīts 05.01.2012., pieejams, <http://termini.lza.lv/article.php?id=83>

Sākotnēji svarīgi izvēlēties detaļas, kuras izmantojot tiks veidots zīmols, kas patērētājam sniegs netaustāmu labumu. Zīmola detaļu izvēles stratēģija ir svarīga gan izvēloties asociāciju detaļas, gan izvērtējot scenārijus zīmola attīstībai. Ja tiek apzināts scenārijs, kur pie negatīvas patērētāja reakcijas pret zīmolu, tas tiek likvidēts un tā vietā radīts cits, labāk izvēlēties detaļas, kuras sākotnēji neasociējas ar kaut ko viennozīmīgu. Turpretim zīmols, kurš ietver detaļas ar vispārzināmiem, populāriem uzskatiem, nebūs vienkārši likvidēt. Atkarībā no ražotāja stratēģijas zīmolu ieteicams reģistrēt un paralēli uzņēmuma attīstīšanai, turpināt attīstīt arī zīmolu. Kas ietver zīmola paplašināšanu – zīmolam pievienojot jaunas vērtības tādā veidā simbolizējot jaunus produktus, kuru vērtības pievienotas. Multizīmola izveide nozīmē vairāku biznesa sfēru apvienošanu zem vienas ideoloģijas, kas pamatā simbolizē garantētu kvalitāti izmantojot jebkuru no konkrētā zīmola produktiem/pakalpojumiem, vienai vai līdzīgai mērķauditorijai. Jauna zīmola izveidošanu parasti sekmē jaunu mērķtirgu apzināšana un vēlme aptvert plašāku (jaunu) mērķauditoriju²⁸⁷. Pēc teorijas zīmola būtība ir vislabākā iespaids radīšana no patērētāja skatu punkta, nododot vēstījumu patērētājam/potenciālajam patērētājam. Vēstījuma ziņa parasti ir vienkārša un saturīga. Zīmolam ir jārada kvalitātes un drošības sajūtas, kā arī patīkamas asociācijas, kuras patērētājs gūst iegādājoties produktu/pakalpojumu. Zīmolu var uzskatīt arī par produktu/pakalpojumu, kuram pievienotas emocijas, kurš garantē, ka lietojot konkrētu zīmolu patērētājs iegūst pievienoto vērtību. Zīmolam ir jārada labāks priekšstats par produktu no patērētāja skatu punkta, tātad jānodod konkrēts vēstījums lietotājam vai potenciālajam lietotājam. Šim vēstījumam jābūt vienkāršam un saturīgam, lai to ievērotu un atcerētos starp citiem piedāvājumiem²⁸⁸. Analizējot situāciju Latvijā jāņem vērā tas, ka šobrīd tirgū pieejamais ūdeņradis tiek ražots izmantojot neatjaunojamus resursus un ražotāji ir uzņēmumi, kas nodarbojas ar rūpniecisko gāzu ražošanu to izmantošanai metālapstrādē, pārtikas rūpniecībā, farmaceitiskajā, naftas un ķīmijas industrijā²⁸⁹. No iepriekš minētā izriet pašreizējā ūdeņraža mērķauditorija – uzņēmumi, kas darbojas rūpniecībā, farmācijā un ūdeņradi uztver kā ķīmisku elementu. Šis varētu būt iemesls tam, kāpēc ūdeņradis tiek piedāvāts kā jau esošu zīmolu produkts un ūdeņraža enerģija netiek attīstīta atsevišķi kā zīmols. Taču vērtējot ūdeņradi no enerģētikas skatu punkta un ņemot vērā ekspertu prognozes par ūdeņraža zināmu lomu nākotnē Latvijas

²⁸⁷ Kotler P., Pfoertsch W., B2B Brand Management, Springer, 2010.

²⁸⁸ Fresno Brand Platform, Fresno Convention & Visitors Bureau, 2009, skatīts 16.12.2011., pieejams, http://playfresno.org/_literature_39423/Brand_Book_-_Fresno_Brand_Platform

²⁸⁹ AGA, ūdeņraža pielietojumi, skatīts 10.02.2012., pieejams, http://www.aga.lv/international/web/lg/lv/like35agalv.nsf/docbyalias/gasschool_h_sol

enerģētikā, kur minēts, ka sabiedrības informēšana ir viens no nozīmīgākajiem tuvākās nākotnes mērķiem²⁹⁰, autors uzskata, ka pētījums jāveic izmantojot datu kopu, iekļaujot mērķauditoriju, kas aptver ūdeņraža potenciālos lietotājus laikā, kad tas tiks piedāvāts mazumtirdzniecībā izmantošanai ikdienas pakalpojumu nodrošināšanai, piemēram, karstā ūdens piegāde, degviela, siltums. Pēc mārketinga teorijas zīmolam jāveicina produkta atšķirību no konkurentu produktiem noteiktas produktu grupas ietvaros²⁹¹. Strikti vērtējot par atjaunojama ūdeņraža tiešajiem konkurentiem tiek uzskatīti neatjaunojami resursi, kas līdz šim tiek izmantoti kā degviela transportā un siltuma, karstā ūdens iegūšanas nodrošināšanai. Taču, atkarībā no ūdeņraža ražošanas, uzglabāšanas un izmantošanas veidiem tik pat labi iepriekš minētos var uzskatīt par netiešiem konkurentiem, par cik ūdeņradi izmanto arī kā enerģijas nesēju. Par ūdeņraža konkurentiem var uzskatīt uz naftas bāzes ražoto degvielu, kā arī dabasgāzi un akmeņogles, jo šie no neatjaunojamiem resursiem visbiežāk tiek izmantoti enerģētikā mūsdienās. *Ūdeņradi* kā ķīmisku vielu, tam nepievienojot zīmolam raksturīgus elementus nevar uzskatīt par zīmolu Latvijā. Taču ir iespējams izpētīt asociācijas ar ūdeņraža enerģiju zīmola kontekstā. Iepriekšējie pētījumi ir parādījuši, ka klasiskais 4P mārketinga komplekss kļuvis mainīgs un ir potenciāls to mainīt, lai sasniegtu plānoto mērķi. Darba 3.2.4. apakšnodaļā „Latvijā dzīvojošo pozitīvi domājošo iedzīvotāju ar ūdeņradi saistīto asociāciju izvērtēšana” vērtētas pozitīvi noskaņoto iedzīvotāju asociācijas ar ūdeņradi, kur izvērtēti ērtākie komunikācijas veidi ar sabiedrību un sabiedrības zināšanu līmeni par ūdeņraža tehnoloģijām.

Secinājumi par otro nodaļu:

1. Ūdeņradis ir efektīva alternatīva stabilai enerģijas piegādes nodrošināšanai un vērtējams kā iespējama komponente enerģijas sistēmā Latvijā.
2. Analizējot situāciju Latvijā, jāņem vērā fakts, ka tirgū pieejamais ūdeņradis tiek ražots, izmantojot neatjaunojamus resursus un tā patēriņš galvenokārt ir izmantošana metālapstrādē, pārtikas rūpniecībā, farmaceitiskajā, naftas un ķīmijas industrijā.
3. Tehnoloģiskās izmaksas, ražošanas izmaksas un sabiedrības attieksme tiek vērtēti kā galvenie šī brīža ierobežojumi ūdeņraža tehnoloģiju attīstībai un izplatībai Latvijā.

²⁹⁰ Dimants J., Kleperis J., Sloka B., Klepere I., The Development and Implementation of Hydrogen Technologies: Are They Going Fast Enough? 4th World Hydrogen Technology Convention Conference Proceedings, 2011, UK pp. 404-408.

²⁹¹ Praude V., Šalkovska J., 2 Mārketinga komunikācijas, teorija un prakse, Vaidelote 2006, 37-47 lpp.

4. Ūdeņraža attīstības nākotne Latvijā ir tieši atkarīga no stratēģiski pareizi izplānotām mārketinga aktivitātēm, savukārt ūdeņraža tirgus attīstība ir atkarīga no trīs faktoriem – tehnoloģijas attīstības, valdības stimula attiecībā uz ūdeņraža enerģētiku, kā arī ūdeņraža tehnoloģiju mārketinga.
5. Visaptverošai un ilgtspējīgai sabiedrības izglītošanai nepieciešams pielietot dažādas mārketinga aktivitātes. Alternatīvās enerģijas studiju kurss ir viens no primāri izmantojamiem rīkiem ilgtspējīgai sabiedrības izglītošanai.
6. Iedzīvotāju attieksme, energo politikas attīstība, valsts institūciju atbalsts, tehnoloģiju attīstība, kā arī lobijs un konkurence var ietekmēt mārketinga pasākumu saturu atkarībā no mērķauditorijas zināšanu līmeņa, konkurentu rīcības un kopējās politiskās situācijas attīstības.
7. Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešana varētu ietekmēt enerģijas piegādes drošības situāciju Latvijā nākamo desmit gadu griezumā. Visticamāk tehnoloģijas attīstīsies un tiks ieviestas tieši ūdeņraža iegūšanai no biomasas un elektrolīzes procesā.
8. Ūdeņraža tālākā attīstība Latvijā ir atkarīga no stratēģiski precīzi izplānotām mārketinga aktivitātēm. Primāri būtu jāpievēršas tieši sabiedrību izglītojošām mārketinga aktivitātēm.
9. Nākotnes attīstības scenārijiem ir jāizvērtē vairāki riski. Iespējams, visgrūtāk nosakāmie riski ir investīciju un tehnoloģiskie. Taču jāņem vērā, ka ūdeņraža tehnoloģiju ieviešana Latvijā nesīs pozitīvu rezultātu attiecībā uz Latvijas ekonomiku un vidi.

3. Ekspertu viedokļu un sabiedrības zināšanu analīze – udeņraža mārketinga novērtējums

3.1. Pētījumu apraksts un metodikas apkopojums

Laika posmā no 2010. - 2012. gadam mērķtiecīgi tika veiktas sešas aptaujas, lai noskaidrotu galvenās mārketinga problēmas udeņraža aspektā Latvijā, novērtētu udeņraža potenciālu Latvijas tirgum, noskaidrotu Latvijas iedzīvotāju zināšanas un attieksmi par udeņradi. Pētījumi tika veikti autoram sadarbojoties ar kolēģiem no Latvijas Universitātes Ekonomikas un vadības fakultātes, Bioloģijas fakultātes, Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes, LU Cietvielu Fizikas institūta un Latvijas Udeņraža Asociācijas.

Iedzīvotāju aptaujas publiskos, ar enerģētikas nozari saistītos pasākumos

Pamatojoties uz iepriekš atspoguļoto, 2010. gada maijā tika aptaujāti Latvijas iedzīvotāji, kuri interesējas par atjaunojamu energoresursu izmantošanu un apmeklēja ar tiem saistītus publiskus pasākumus (aptaujas anketu skatīt 5. pielikumā). Kopš 2009. gada norisinājās CO₂ E-Race Rīga pasākums, kura laikā tika demonstrēti videi draudzīgi transporta līdzekļi, tai skaitā arī elektroauto, kurš tiek darbināts ar udeņradi. Organizatoru prognozētais apmeklētāju skaits pārsniedza 5000 cilvēku, kas varētu būt pozitīvi domājošā sabiedrības daļa Rīgas pilsētā n=591, N=(5400) (N= ģenerālā kopa, jeb kopējais apmeklētāju skaits²⁹²).

Ņemot vērā iepriekšējās nodaļās minēto un to, ka līdz šim Latvijā nav veikti pētījumi, lai vērtētu asociācijas ar udeņradi, 2011. gada oktobrī un novembrī starptautisku izstāžu „Vide un enerģija 2011” un „Tech Industry 2011”, Ķīpsalas hallē, Rīgā, laikā tika veikta aptauja, kuras ietvaros respondentiem tika lūgts novērtēt radušās asociācijas, kas saistās ar udeņraža enerģiju (aptaujas anketu skatīt 7. pielikumā). Izstāžu kopējais plānotais apmeklētāju skaits bija virs 16000²⁹³ cilvēkiem līdz ar to šī bija vieta, kur varētu aptaujāt respondentus ar pozitīvu interesi par enerģētiku un vidi. Respondenti tika uzrunāti individuāli, anketētājs piedāvāja respondentam anketu un pildspalvu vai nolasīja jautājumu un viņa priekšā aizpildīja anketu. Aptaujas anketa ietvēra trīs jautājumus par tēmu, kā arī jautājumi informācijai par respondentu, lai būtu iespējams veikt atbilžu padziļinātu analīzi. Atbildes snieguši 936 respondenti vecumā no 18-75 gadiem, kur 41% sieviešu un 59% vīriešu.

Visu aptauju dati tika ievadīti un analizēti ar datu apstrādes programmu IBM SPSS Statistics.

²⁹² Telefonintervija ar CO₂ E-RACE.RIGA projekta vadītāju Laini M.Cekuli 27.08.2012.

²⁹³ Telefonintervija ar SIA „BT1” projektu vadītāju Kardiiju Broku 08.05.2012.

Ekspertu aptaujas

Pamatojoties uz mārketinga teoriju un citu pasaules valstu pieredzi, 2011. gada februārī tika veikta ekspertu aptauja (ekspertu sarakstu skatīt 2. pielikumā), lai noskaidrotu ūdeņraža potenciālu un attīstības tempus Latvijā (aptaujas anketu skatīt 3. pielikumā). Sadarbībā ar Latvijas Ūdeņraža asociāciju un LU Ekonomikas un vadības fakultāti tika intervēti enerģētikas eksperti, kā arī izvēlēti ūdeņraža nozares eksperti no dažādām citām valstīm, ar mērķi izveidot analīzi par ūdeņraža tirgus attīstību un palīdzētu ar lēmumu pieņemšanas scenārijiem ūdeņraža enerģijas attīstībai Latvijā tuvākajā nākotnē.

Aptaujas forma bija ekspertu anketa, kas sastāvēja no divām daļām. Pirmā daļa ietvēra dažādu apgalvojumu par ūdeņraža enerģētikas jautājumiem novērtēšanu, tai skaitā – izglītošanu par ūdeņraža enerģiju, ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas iespējām un ierobežojumiem. Otrā daļa veidota no jautājumiem par produktīvākajām un veiksmīgākajām ūdeņraža ražošanas metodēm, resursiem, uzglabāšanu un aptuvenās tirgus daļas prognožu novērtējumiem transporta un enerģētikas sektoros Latvijā. Pirms ekspertu aptaujas veikšanas tika veikta izmēģinājuma aptauja, lai novērtētu sastādītos anketas jautājumus un kopējo anketas atbilstību. Aptaujas mērķgrupa tika izveidota no izvēlētiem Latvijas enerģētikas ekspertiem dažādās disciplīnās, pārstāvējot gan valsts pārvaldi, gan zinātni, gan uzņēmējdarbību. Trīsdesmit pieci eksperti tika uzaicināti piedalīties aptaujā telefoniski un divdesmit pieci piekrita. Anketas dati tika vākti no 2011. gada aprīļa līdz martam. Pirmajai aptaujas daļas apstrādei izmantota aprakstošās statistikas un korelācijas metode, lai izveidotu respondentu viedokļu aprakstu, kā arī, lai gūtu plašāku ieskatu par jautājumu novērtējumiem. Otrā aptaujas daļa tika analizēta, izmantojot salīdzināšanas metodi.

2012. gada aprīlī pasaules mēroga tehnoloģiju forumā un izstādē Hannover Messe 2012 Hannoverā, Vācijā tika aptaujāti ārzemju eksperti²⁹⁴ (aptaujas anketu skatīt 4. pielikumā) ar mērķi uzzināt ūdeņraža ekspertu viedokli par ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas pozitīvajiem un negatīvajiem aspektiem. Kopumā tika izvēlēti 20 eksperti, no tiem 16 (ekspertu sarakstu skatīt 8. pielikumā) izvēlējās sniegt atbildes.

Visu aptauju dati tika ievadīti un analizēti ar datu apstrādes programmu IBM SPSS Statistics.

²⁹⁴ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I., (2011) Renewable Hydrogen Market Development: Forecasts and Opportunities for Latvia. Paper No 319GOV, *Proceedings (CD) of International Conference on Hydrogen Production ICH2P-11*, June 19-22, 2011, Thessaloniki, Greece, pp.1-6.

Latvijas Universitātes studentu, mācībspēku, darbinieku un potenciālo studentu aptauja par ideju LU Akadēmiskajā centrā integrēt atjaunojamo energoresursu tehnoloģijas

2012. gada aprīlī tika veikta Latvijas Universitātes studentu, mācībspēku, darbinieku un potenciālo studentu aptauja, lai noskaidrotu respondentu attieksmi par atjaunojamo resursu integrēšanas nepieciešamību LU Akadēmiskajā centrā $n=346$, $N=1998$ ²⁹⁵ (N =ģenerālā kopa, jeb kopējais studentu un mācībspēku skaits eksakto zinātņu fakultātēs). Aptauja tika veikta izmantojot anketēšanu (aptaujas anketu skatīt 6. pielikumā), aptaujātājiem dodoties uz LU fakultātēm un veicot tiešā kontakta interviju ar respondentu. Izveidotā aptaujas mērķgrupa ietver potenciālos tehnoloģijas lietotājus, ieskaitot personālu, pasniedzējus un studentus.

Latvijas Universitāte līdz 2023. gadam plāno uzbūvēt Latvijas Universitātes Akadēmisko centru Torņakalnā, Rīgā, kas ietvertu piecus mācību centrus, tai skaitā kopmītnes un atpūtas telpas²⁹⁶. Ņemot vērā atjaunojamo resursu aktualitāti un Latvijas Universitātes Akadēmiskā centra projekta attīstības gaitu, pastāv iespēja vienā no ēku kompleksiem – Dabaszinātņu centrā, integrēt atjaunojamo resursu tehnoloģijas, kas ražotu un patērētu ūdeņradi.

Latvijas iedzīvotāju aptauja par ūdeņradi enerģētikā

2013. gada janvārī, februārī un martā veikta Latvijas iedzīvotāju aptauja, lai noskaidrotu iedzīvotāju attieksmi par jaunu tehnoloģiju, piemēram, ūdeņraža, ieviešanu enerģētikā, kā arī iedzīvotāju zināšanu līmeni par ūdeņradi enerģētikā. $n=1299$, $N=1\ 610\ 172$ ²⁹⁷. Īsti nejaušās izlases veidā, izmantojot telefonintervijas tika aptaujāti ekonomiski aktīvie Latvijas iedzīvotāji (aptaujas anketu skatīt 23. pielikumā). Aptaujas anketā ietverti 16 jautājumi, tai skaitā jautājumi par respondentu. Izmantojot telefona grāmatu zvanīts katram desmitajam telefona numuram visos Latvijas reģionos. Aptaujas dati analizēti izmantojot datu apstrādes programmu IBM SPSS Statistics.

²⁹⁵ LU studentu skaita sadalījums pa fakultātēm uz 2011.gada aprīli, skatīts 07.05.2012., pieejams: <http://www.lu.lv/par/dokumenti/statistika/fakultates/>

²⁹⁶ Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Dimanta I., Kleperis J. Jr., Gudakovska M., Tora P., (2012) Opportunities for Hydrogen Marketing – Public Opinion Analysis, In International Conference „New Challenges in Economic and Business Development – 2012” Proceedings, 2012, University of Latvia, pp. 131-141.

²⁹⁷ 2011 gada tautas skaitīšanas rezultāti, Centrālais statistikas birojs, skatīts 01.03.2013., pieejams: <http://www.csb.gov.lv/statistikas-temas/2011-gada-un-2000-gada-tautasskaitisanas-datu-salidzinajums-37241.html>

3.2. Pētījumu rezultāti par iedzīvotāju zināšanām enerģētikā

3.2.1. Latvijas iedzīvotāju zināšanas un attieksme par ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu novērtēšana

Rīgā, 2010. gada maijā “CO2 E-race” sacensību laikā tika veikts mārketinga pētījums, ar mērķi iegūt informāciju par sabiedrības gatavību izmantot alternatīvu degvielu un pārbaudīt esošo zināšanu līmeni par ūdeņradi kā atjaunojamu enerģijas nesēju. Pētījuma dati tika ievākti aptaujas veidā. Visi aptaujātie bija Latvijas Republikas iedzīvotāji. Aptaujā tika ietverti jautājumi par iedzīvotāju zināšanām un attieksmi, uzvedību, kā arī pieejamo informācijas daudzumu un tā novērtējumu, skatīt 3.1. tabulu.

3.1.tabula, Respondenta zināšanu un uztveri mēroši jautājumi

	Jautājums	Novērtējuma skala
Zināšanas par ūdeņraža enerģijas tehnoloģijām	Es esmu pietiekami labi informēts par pasaules pieredzi ūdeņraža enerģijas izmantošanai mājāsaimniecībā un transportlīdzekļos	0-10 kur 0- nav atbildes, 1 ir pilnīgi nepiekrītu un 10 pilnīgi piekrītu
	Ūdeņradis var tikt izmantots siltuma nodrošināšanai	
	Ūdeņradis var tikt izmantots karstā ūdens nodrošināšanai	
Izpratne	Mēģinu dzīvot zaļu dzīvesveidu	

Avots: Autora veiktā aptauja par sabiedrības gatavību izmantot alternatīvu degvielu, 2010. gada maijā

Analizējot rezultātus, netika novērotas atšķirības korelācijā starp dzimumiem, vecumu un izglītības līmeni attiecībā uz zināšanām par ūdeņraža enerģijām un tehnoloģijām, kas norāda uz kopumā sabiedrībā esošo zemo zināšanu līmeni par šo tēmu (3.2. tabula).

3.2.tabula, Korelācija starp sociāli ekonomiskiem rādītājiem attiecībā uz respondentu izglītības (zināšanu) līmeni par ūdeņraža enerģiju

Korelācija		Esmu labi informēts par AES tehnoloģijām	Iespēju robežās cenšos „zaļu” dzīves veidu īstenot savā dzīvē	Ūdeņradis var tikt izmantots siltuma nodrošināšanai	Ūdeņradis var tikt izmantots karstā ūdens nodrošināšanai
Vecums	R	0,074	0,455	-0,174	0,022
	Nozīmība	0,306	0	0,022	0,775
	N	580	591	578	580
Dzimums	R	0,166	-0,142	0,091	0,036
	Nozīmība	0,022	0,047	0,230	0,633
	N	580	591	578	580
Ienākumi	R	-0,015	0,038	-0,078	-0,136
	Nozīmība	0,840	0,596	0,302	0,071
	N	580	591	578	580
Izglītības līmenis	R	-0,042	0,241	-0,129	0,139
	Nozīmība	0,566	0,001	0,090	0,065
	N	580	591	578	580

Avots: Autora veiktā aptauja 2010. gada maijā, n=591

Daži respondenti atzina, ka ir dzirdējuši par ūdeņraža tehnoloģiju pielietojumiem pasaulē un par šo tehnoloģiju pozitīvajiem aspektiem, taču nespēja nosaukt konkrētus piemērus. Lai arī lielākā daļa respondentu uzskatījuši, ka viņi ir ļoti labi informēti (Moda=10) par atjaunojamiem energoresursiem un tehnoloģijām, analizējot vērtību vidējos secinām (skatīt 3.3. tabulu), ka respondentu informētība par atjaunojamiem energoresursiem ir vidēja (aritmētiskais vidējais=5,61) un samērā liels skaits respondentu vērtējuši informētību kā zemu (Me=6,00). Lielākā daļa respondentu uzskata, ka iespēju robežās mēģina īstenot „zaļu” dzīves veidu (Aritmētiskais vidējais = 6,5944, Mo = 8, Me = 7,00).

3.3.tabula, **Respondentu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums attiecībā uz respondentu izglītības (zināšanu) līmeni par ūdeņraža enerģiju**

	Esmu labi informēts par AES tehnoloģijām	Iespēju robežās cenšos „zaļu” dzīves veidu īstenot savā dzīvē	Ūdeņradis var tikt izmantots siltuma nodrošināšanai	Ūdeņradis var tikt izmantots karstā ūdens nodrošināšanai
N	576	525	528	543
Derīgi Trūkst	15	66	63	57
Aritmētiskais vidējais	5,61	6,59	6,36	7,84
Aritm. vid. standartklūda	0,235	0,192	0,200	0,180
Mediāna	6	7	7	8
Moda	10	8	7	10
Standartnovirze	3,253	2,540	2,658	2,396
Dispersija	10,584	6,449	7,065	5,742
Minimālais novērtējums	1	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10	10

Avots: Autora veiktā aptauja 2010. gada maijā, n=591

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Respondentu nepietiekošu zināšanu līmeni par ūdeņraža enerģētiku pierāda apgalvojumu atbilžu salīdzināšana, kas atrodas 3.3. tabulas trešajā un ceturtajā laukā. Ūdeņraža enerģiju var izmantot gan siltuma ražošanai, gan karstā ūdens nodrošināšanai, līdz ar ko pie laba zināšanu līmeņa vidējiem rādītājiem būtu jābūt līdzīgiem, tomēr reāli tie atšķiras. Salīdzinot vērtību vidējos secinām, ka sabiedrība nav pietiekoši informēta par atjaunojamu resursu tehnoloģijām, tai skaitā ūdeņradi, līdz ar ko respondenti atšķirīgi vērtē pēc satura līdzīgus jautājumus.

3.2.2. Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanas lietderība Latvijas tirgū

Latvijas ekspertu novērtējums

Aptaujas rezultāti parāda ekspertu viedokli par ūdeņraža tehnoloģijas iespējām un ierobežojumiem. Aptauja ietver arī informācijas par ūdeņraža tehnoloģijām pieejamības novērtējumu, iedzīvotāju izglītības līmeņa raksturojumu, kā arī ekonomisko ieguvumu novērtējumu un ūdeņraža tehnoloģiju attīstības prognozes enerģētikas un transporta

sektoros Latvijā. Ekspertiem tika lūgts novērtēt apgalvojums izmantojot vērtību skalu 1-10. Aptaujas pirmā apgalvojuma novērtējuma rezultāti redzami 3.4. tabulā.

3.4.tabula, **Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā**

	Perspektīva inovācija enerģētikas sektora attīstībai	Inovatīva perspektīva transporta attīstības veicināšanai	Energo efektīvs	Rentabla s 10-12 gadu laikā	Videi draudzīga, ja tiek izmantoti atjaunojami resursi	Inovatīva perspektīva enerģētikas attīstības veicināšanai
N						
Derīgi	25	25	25	25	25	25
Trūkst	0	0	0	0	0	0
Aritmētiskais vidējais	7,76	8,00	6,92	4,40	8,48	7,60
Aritm. vid. standartklūda	0,393	0,361	0,510	0,507	0,356	0,465
Mediāna	8	8	7	5	9	8
Moda	8	8 un 10	6 un 7	5	10	10
Standartnovirze	1,964	1,803	2,548	2,533	1,782	2,327
Dispersija	3,857	3,250	6,493	6,417	3,177	5,417
Variācijas apjoms	7	6	10	8	7	10
Minimālais novērtējums	3	4	0	0	3	0
Maksimālais novērtējums	10	10	10	8	10	10

Avots: Autora veiktā ekspertu aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Aprakstošā statistika tika izmantota, lai analizētu kopējo ekspertu viedokli. Iegūtie rezultāti norāda uz pozitīvu virzienu attiecībā uz ūdeņraža tehnoloģiju ekonomisko aspektu novērtējumu. Ūdeņradis tiek uzskatīts par inovatīvu perspektīvu enerģētikas un transporta nozarei, kā arī kopumā kā labai draudzīgs enerģijas nesējs, skatīt 3.4. tabulu. Galvenokārt jautājumi ir par ūdeņraža tehnoloģijām un to piemērotību. Eksperti norādījuši, ka ūdeņradis ir vidēji energoefektīvs, salīdzinot ar citām enerģētikas tehnoloģijām, taču ūdeņraža uzglabāšanas process joprojām patērē salīdzinoši daudz enerģijas, tas gan ir atkarīgs no resursa un izmantotās tehnoloģijas. Ekspertu atbilžu vidējās vērtības par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā apkopotas 3.1.attēlā.



3.1.attēls, **Ekspertu novērtējuma par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā vidējās vērtības**

Avots: Autora veiktā ekspertu aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Ekspertu aptaujas rezultāti parādīja, ka ūdeņraža tehnoloģijas ir dabai draudzīgas, tām ir inovatīva perspektīva transporta nozares attīstībā, kā arī enerģētikas nozares attīstībā. Izdevīguma rādītāju novērtējums ir ļoti līdzīgs. Eksperti novērtējuši, ka ūdeņradim būs ietekme uz Latvijas ekonomiku, pat ja ūdeņraža enerģijas tehnoloģijas neatstās lielu iespaidu uz Latvijas ekonomiku nākamajos desmit gados, skatīt 3.4.tabulu. Tika norādīts, ka nepieciešams īstenoties vismaz vienam no apstākļiem, lai radītu vērā ņemamu ietekmi. Ir nepieciešams atklāt jaunu tehnoloģiju vai arī iegūt atbalstu valdības līmenī. Informācijas pieejamība par ūdeņraža tehnoloģijām tiek novērtēta kā nepietiekama sabiedrības līmenī un kā atbilstoša industrijas (un akadēmiskajā) līmenī, 3.5. tabula.

3.5.tabula, **Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģiju iespējamo ietekmi uz ekonomikas attīstību Latvijā**

	Ūdeņraža tehnoloģiju attīstība Latvijā tuvāko desmit gadu laikā būs nozīmīga tautsaimniecības izaugsmei	Visaptveroša informācija par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā ir pieejama ikvienam šīs jomas interesentam	Visaptveroša informācija par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā ir pieejama atsevišķiem nozares speciālistiem
N	25	24	24
Derīgi	0	1	1
Trūkst	4,60	3,96	7,33
Aritmētiskais vidējais	5	4	8
Mediāna	6	3	8
Moda	2,799	2,331	2,259
Standartnovirze	7,833	5,433	5,101
Dispersija	10	9	10
Variācijas apjoms	1	1	1
Minimālais novērtējums	10	9	10
Maksimālais novērtējums			

Avots: Autora veiktā ekspertu aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 1 - 10; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Eksperti arī norāda, ka informācija par ūdeņraža tehnoloģijām ir pilnībā pieejama tiem, kas par to interesējas un/vai ir labas svešvalodu zināšanas. Visaptveroša informācija ir pieejama galvenokārt angļu un vācu valodās. Eksperti ieteikuši izveidot informatīvu mājas lapu latviešu valodā un apvienot to ar mājas lapu reklamējošām mārketinga aktivitātēm. Tas būtu viens no veidiem kā padarīt informāciju pieejamāku plašākai sabiedrībai. Galvenie statistiskie rādītāji attiecībā uz ekspertu viedokli par sabiedrības zināšanu līmeni par ūdeņraža enerģijas tehnoloģijām Latvijā ir apkopoti 3.6.tabulā.

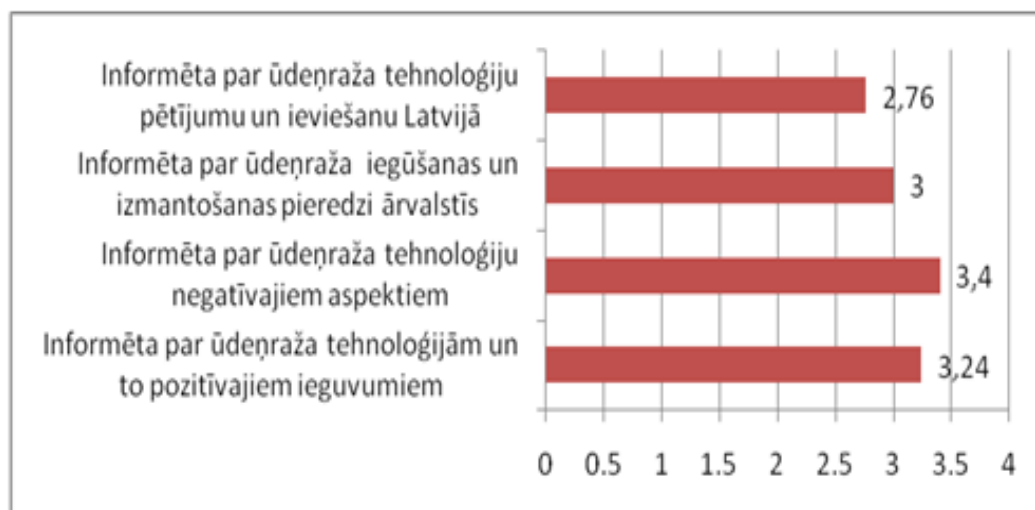
3.6.tabula, Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības izglītības līmeni attiecībā uz ūdeņraža enerģētikas aspektiem Latvijā

	Sabiedrība informēta par ūdeņraža tehnoloģijām un to pozitīvajiem ieguvumiem	Sabiedrība informēta par ūdeņraža tehnoloģiju negatīvajiem aspektiem	Sabiedrība pietiekami informēta par ūdeņraža tehnoloģiju kā ikdienā izmantojama enerģijas iegūšanas veida izmantošanas pieredzi ārvalstīs	Sabiedrība pietiekami informēta par ūdeņraža tehnoloģiju kā ikdienā izmantojama enerģijas iegūšanas veida pētījumu un ieviešanas gaitu Latvijā
N	25	25	25	25
Derīgi	25	25	25	25
Trūkst	0	0	0	0
Aritmētiskais vidējais	3,24	3,40	3,00	2,76
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,302	0,455	0,306	0,318
Mediāna	3	3	3	3
Moda	2 un 3	4	3	1
Standartnovirze	1,508	2,273	1,528	1,589
Dispersija	2,273	5,167	2,333	2,523
Variācijas apjoms	5	9	6	4
Minimālais novērtējums	1	0	1	1
Maksimālais novērtējums	6	9	7	5

Avots: Autora veiktā ekspertu aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Rezultāti norāda uz salīdzinoši zemu sabiedrības informētības līmeni par ūdeņraža enerģētiku. Vairāk zināšanu ir tieši par negatīvajiem ūdeņraža enerģētikas aspektiem (Moda = 4, Mediāna = 3 un aritmētiskais vidējais = 3,4, šim apgalvojumam ir vislielākā atbilstība dažādība respondentu vidū: ekspertu viedoklis ir citāds). Ekspertu novērtējuma par sabiedrības zināšanu līmeni attiecībā uz ūdeņraža enerģiju rezultātu vidējie aritmētiskie rādītāji ir apkopoti 3.2. attēlā.



3.2.attēls, **Ekspertu novērtējuma par sabiedrības zināšanām attiecībā uz ūdeņraža enerģijas aspektiem Latvijā aritmētiski vidējie**

Avots: Autora veiktā ekspertu aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Zināšanu līmenis par ūdeņraža tehnoloģiju izpētes rezultātiem Latvijā nav pietiekams: nepieciešams nodrošināt vairāk informācijas sabiedrībai, šim nolūkam jāizmanto efektīvi mārketinga rīki, tādi kā sabiedriskās attiecības un citi. Veiktā aptauja atspoguļo vairāku ekspertu viedokli par ūdeņraža tehnoloģiju perspektīvām un ierobežojumiem. Pirmā aptaujas daļa ir veltīta autora izvirzītās hipotēzes novērtējumam: ūdeņraža tehnoloģiju attīstība radīs ievērojumu iespaidu uz Latvijas ekonomiku nākamo desmit gadu laikā, arī attiecībā uz rūpniecības nozari.

Aptaujas rezultāti parāda, ka šobrīd ir novērojama vidēja intensitāte attiecībā uz ūdeņraža tehnoloģiju ietekmi attiecībā uz ekonomikas attīstību, skatīt 3.7. tabulu. Ūdeņraža tehnoloģiju ietekme uz ekonomikas attīstību tiek uzskatīta kā kopumā pozitīva un ar kopumā vidēju ietekmi uz Latvijas ekonomiku. Atbilžu dažādība ir salīdzinoši plaša, līdz ar to tas nevar tikt uzskatīts par viennozīmīgu viedokli. Pēc ekspertu domām, vislielākā ūdeņraža tehnoloģiju ietekme būs tieši uz enerģētikas nozari (aritmētiskais vidējais - 6,13; vairums ekspertu deva novērtējumu - 8 (Moda), puse ekspertu to novērtējuši ar vērtējumu mazāk kā 6,5, otra puse – augstāk par 6,5 (Mediāna)).

**3.7.tabula, Īdeņraža tehnoloģiju ieviešanu Latvijā 10-12 gadu laikā veicinās
tautsaimniecības nozaru attīstību attiecīgajos sektoros, Ekspertu novērtējuma galveno
statistisko rādītāju apkopojums**

	Ietekme uz attīstību	Transports	Māj-saimniecības	Rūpniecība	Enerģētika
N	25	23	24	23	24
Derīgi	0	2	1	2	1
Trūkst	4,60	5,65	4,79	5,52	6,13
Aritmētiskais vidējais	0,560	0,489	0,528	0,548	0,559
Aritmētiskā vidējā standartklūda	5	5	5	5	6,5
Mediāna	6	5	3	5	8
Moda	2,799	2,347	2,587	2,626	2,740
Standartnovirze	7,833	5,510	6,694	6,897	7,505
Dispersija	0	2	1	1	1
Minimālais novērtējums	10	10	10	10	10
Maksimālais novērtējums					

Avots: Autora veikta aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Pēc ekspertu novērtējuma otrajā vietā ūdeņraža tehnoloģiju ietekmes ziņā būs transporta sektors (Aritmētiskais vidējais 5,65, Mo=5; Me=5) un rūpniecības sektors (aritmētiskais vidējais 5,52; Mo=5; Me=5). Ūdeņraža tehnoloģiju attīstība Latvijā, pēc ekspertu domām, vāji vai vispār neietekmēs mājsaimniecības sektoru. Visi eksperti demonstrēja līdzīgu viedokli šajā jautājumā, neatkarīgi no eksperta pārstāvētās nozares. Novērojama cieša korelācija starp eksperta novērtējumu atsevišķai nozarei un esošajai situācijai, kas apstiprina neapšaubāmu līdzību.

Rezultāti, kas atspoguļoti 3.8. tabulā, parāda, ka ūdeņraža atbalsts nākamo desmit gadu laikā efektīvi ietekmēs enerģijas piegādes drošību (aritmētiskais vidējais=5,72; Mo=7; Me=6) un ir salīdzinoši vidēji novērtēta iespējamība emisiju samazinājumam rūpniecības un transporta sektoros (aritmētiskais vidējais=4,92; Mo=5; Me=5).

**3.8.tabula, Īdeņraža tehnoloģiju ieviešana Latvijā 10-12 gadu laikā veicinās, Ekspertu
novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums**

	Elektroapgādes drošību	Emisiju samazināšanos rūpniecības un transporta sektoros	Valsts neatkarību no importētajiem fosilajiem energoresursiem
N	25	25	25
Derīgi	0	0	0
Trūkst	5,72	4,92	5,64
Aritmētiskais vidējais	0,534	0,490	0,556
Aritmētiskā vidējā standartklūda	6	5	6
Mediāna	7	5	1
Moda	2,670	2,448	2,782
Standartnovirze	7,127	5,993	7,740
Dispersija	10	10	9
Variācijas apjoms	0	0	1
Minimālais novērtējums	10	10	10
Maksimālais novērtējums			

Avots: Autora veikta aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Salīdzinoši zemas cerības, ka turpmākajos desmit gados samazināsies fosilo resursu imports Latvijā (aritmētiskais vidējais=5,64; Mo=1; Me=6). Visiem ekspertiem šajā jautājumā bija līdzīgs viedoklis, neatkarīgi no katra eksperta pārstāvētās nozares. Daži eksperti komentāros norādīja, ka liela nozīme lielākas neatkarības iegūšanai no fosilo resursu importa ir valdības iniciatīvām udeņraža tehnoloģiju iepazīstināšanas un ieviešanas laikā. Lielāka neatkarība no fosilo resursu importa tiks iegūta, ja tiks izrādīta lielāka iniciatīva un atbalsts no valdības puses udeņraža enerģijas tehnoloģijām. Pēc attīstības un ieviešanas jautājumiem, nepieciešams noskaidrot attīstības ierobežojumus. Ekspertiem tika lūgts novērtēt izvēlētos apgalvojumus par udeņraža tehnoloģiju attīstības un ieviešanas ierobežojumiem Latvijā. Iegūtie rezultāti apkopoti 3.9. tabulā. Pēc ekspertu domām visbūtiskākais udeņraža tehnoloģiju attīstības un ieviešanas ierobežojums Latvijā ir tieši nepieciešamās infrastruktūras izmaksas (aritmētiskais vidējais=8,5; Mo=9; Me=9) un atjaunojamā udeņraža ražošanas izmaksas (aritmētiskais vidējais=7,65; Mo=10; Me=8). Salīdzinoši augsta ietekme ir sabiedrības pieradumam izmantot tradicionālos enerģijas veidus (aritmētiskais vidējais=6,91; Mo=8; Me=8). Sabiedrība ir pieradusi pie līdzšinējās enerģijas sistēmas un ir nepieciešama spēcīga iniciatīva, lai mainītu sabiedrības viedokli un izveidojušos paradumus.

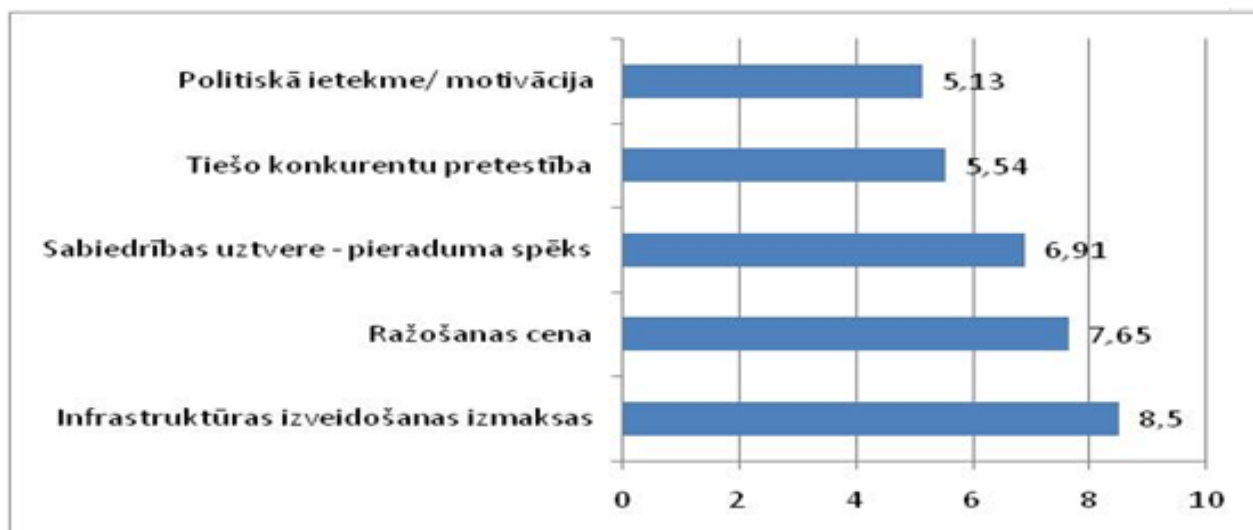
3.9.tabula, **Ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par udeņraža tehnoloģiju ieviešanas kavējošiem faktoriem**

	Ražošanas cena	Infrastruktūras izveidošanas izmaksas	Tiešo konkurentu pretestība	Politiskā ietekme/motivācija	Sabiedrības pieraduma spēks (pierasts izmantot pārbaudītu enerģiju)
N	23	24	24	24	23
Derīgi	23	24	24	24	23
Trūkst	2	1	1	1	2
Aritmētiskais vidējais	7,65	8,5	5,54	5,13	6,91
Aritm. vidējā standartklūda	0,452	0,330	0,558	0,549	0,514
Mediāna	8	9	5	5	8
Moda	10	9	3	3	8
Standartnovirze	2,166	1,615	2,734	2,692	2,466
Dispersija	4,692	2,609	7,476	7,245	6,083
Variācijas apjoms	7	7	9	10	9
Minimālais novērtējums	3	3	1	0	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Pārdomāta mārketinga stratēģijas izveide un izpilde ir efektīvs veids kā iegūt cerētos rezultātus. Politisko ietekmi un motivāciju (aritmētiskais vidējais=5,13; Mo=3; Me=5), tāpat kā pretošanos tiešo konkurentu ietekmei (aritmētiskais vidējais =5,54; Mo=3; Me=5) eksperti novērtē vidēji. Ekspertu viedokli par udeņraža tehnoloģiju ieviešanas un attīstības ierobežojumiem Latvijā ir parādīti 3.3. attēlā.



3.3.attēls, **Ekspertu novērtējuma vidējās vērtības ūdeņraža tehnoloģiju ierobežojumiem Latvijā**

Avots: Autora veikta aptauja 2011. gada martā, n=25

Novērtējot korelācijas, autors secina, ka otrais faktors korelē ar trešo faktoru un ceturtais faktors ar piekto faktoru. Līdz ar to var pieņemt, ka politiskā ietekme un motivācija varētu palielināt tiešo konkurentu ietekmes palielināšanos, kā arī infrastruktūras izveides izmaksu samazināšanos līdz ar atjaunojamā ūdeņraža iegūšanas izmaksām. Tādejādi ir teorētiski iespējams, ka politiskā ietekme un motivācija nodrošinās infrastruktūras attīstību un ražošanas izmaksu samazinājumu. Kā arī, eksperti norādījuši, ka vairākas ieviešanas problēmas ir radušās vai var rasties tieši vāji attīstītās industrijas un mazā izpētes atbalsta dēļ.

Otrā aptaujas daļa veltīta ieteikumiem ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanai Latvijā un pozitīvajiem ieguvumiem, kā arī iespējamo zaudējumu novērtējumiem Latvijas ekonomikai un sabiedrībai. Aptaujātie eksperti kā Latvijas situācijai vispiemērotākās atzinuši bioloģiskās ūdeņraža iegūšanas metodes, kā arī elektrolīzes procesu ūdeņraža iegūšanai. Visbiežāk pie ieteikumiem minētie ieguves avoti bija biomasas, biometāna reformācija un ūdens elektrolīze, izmantojot atjaunojamo energoresursu kā enerģijas avotu paša elektrolīzes procesa nodrošināšanai (Saule, vējš, hidroenerģija u.c.). Eksperti atzina, ka ir grūti paredzēt tālākus ūdeņraža tehnoloģiju attīstības virzienus. Lai arī kura no tehnoloģijām attīstītos ātrāk, tai ir jāatbilst atjaunojama un ilgtspējīga enerģijas ieguves veida standartiem.

Latvija ir atkarīga no fosilo resursu importa un tas nevar mainīties, kamēr netiek nodrošināta ilgtspējīga vietējo resursu izmantošana. Aptaujātie eksperti uzskata, ka viens no svarīgākajiem attīstības virzieniem ir inovāciju un izpētes atbalsts. Savukārt, kā negatīvi

ietekmējoši faktori varētu būt dažādi tehnoloģiskie un ieviešanas aspekti. Kā piemēram, tehnoloģijas ieviešana prasīs papildu izmaksas, tāpēc jau sākotnēji ir skaidri jānovērtē kopējie tehnoloģijas ieviešanas ieguvumi. Pastāv iespēja, ka drīzumā varētu tikt atklātas jaunas, lētākas tehnoloģijas, kas palīdzētu attīstīt ūdeņraža nozari. Daži eksperti norādījuši, ka Latvijai ir jāatrod iespēja ražot tehnoloģijas uz vietas, citādi Latvija iegūs patērētāja, nevis izgudrotāja un ražotāja statusu.

Eksperti kā divus galvenos virzienus, kas iegūs pozitīvus rezultātus no ūdeņraža enerģētikas ieviešanas, norāda ekonomiku un vidi. Ūdeņraža enerģētikas ieviešana nodrošinās enerģijas piegādes drošību, primārās enerģijas resursu diversifikāciju, tādējādi samazinot fosilo enerģiju patēriņu un elektrības iegūšanu no atjaunojamās enerģijas veidiem reģioniem, kuriem netiek nodrošināta stabila elektrības piegāde.

Vietējā tirgū ražotas inovatīvās tehnoloģijas pozitīvi ietekmēs Latvijas ārējās tirdzniecības bilanci. Ūdeņradis kā atjaunojamās enerģijas nesējs samazinās kaitīgās transporta emisijas un palielinās vides saudzēšanas iespējas. Daži eksperti uzsvēra, ka ieguvumi varētu būt relatīvi, taču kopumā vairākums ekspertu uzsver, ka valdības atbalsts ir ļoti nozīmīgs ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanai, kā arī valsts pārvaldes, zinātnisko institūciju un uzņēmēju sadarbība infrastruktūras attīstībai.

Pētījuma prognozes Ūdeņraža tehnoloģiju aptuvenai tirgus daļai enerģijas un transporta sektoros Latvijā līdz 2041. gadam ir apkopotas 3.10. tabulā. Kopējā prognoze veidota izmantojot vidējo aritmētisko rādītāju. Ietverti gan paši optimistiskākie, gan pesimistiskākie novērtējumi. Līdz 2021. gadam minimālie novērtējumi ir 0-0%, maksimālie 5-15%, līdz 2031. gadam minimālie ir 0-0%, maksimālie 15-18%, līdz 2041. gadam minimālie iekļauj 2-5%, savukārt maksimālie 18-22%. Daži no ekspertiem konkrētas prognozes nevēlējās izteikt.

3.10.tabula, Ūdeņraža tehnoloģiju tirgus aptuvenais īpatsvars enerģētikā Latvijā, Ekspertu novērtējuma apkopojums

Gads	No	Līdz
Līdz2021	0%	0,5%
Līdz2031	2%	5%
Līdz2041	5%	10%

Avots: Autora veikta aptauja 2011. gada martā, n=25

Vērtējot ekonomikas struktūru, populāciju un iedzīvotāju izvietojumu, kā arī enerģijas izmaksu veidošanos, nokļūstot no ražotāja pie patērētāja, kā arī pakalpojumu izmantošanu, autors secina, ka nākotnē līdzās pastāvēs dažādi enerģijas avoti un izmantošanas sistēmas.

Tikai dažas no tām būs pieejamas vai ekonomiski izdevīgas ūdeņraža izmantošanai. Jāņem vērā, ka ūdeņradis ir piemērots ne visām enerģijas sistēmām un pielietojumiem, taču ūdeņraža tehnoloģijas ir pielāgojamas dažādām sistēmām un to veidiem.

Ārzemju ekspertu novērtējums

Ārzemju ekspertiem tika lūgts novērtēt tirgū piedāvāto ūdeņraža tehnoloģiju attīstības tendences, skatīt 3.11. tabulu. Rezultāti parāda, ka, salīdzinoši, ārzemju eksperti uzskata, ka veiksmīgāk attīstās degvielas šūnu tehnoloģijas (aritmētiskais vidējais=7,68; Mo=8; Me=8), gāzes reformācija (Aritmētiskais vidējais=7,73; Mo=7; Me=8) un gazifikācija (aritmētiskais vidējais=7,21; Mo=6; Me=7). Zemāki, tomēr pozitīvi vērtējumi attiecināti uz sadegšanu (*combustion*) (aritmētiskais vidējais=6,38; Mo=5; Me=7) un ogļu reformāciju (aritmētiskais vidējais=6,21; Mo=5; Me=6). Viens no ekspertiem attiecībā uz ogļu reformāciju nav varējis sniegt atbildi, līdz ar ko atzīmējis 0.

3.11.tabula, **Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža tehnoloģiju attīstības tendencēm**

	Ogļu reformācija	Sadegšana	Degvielas šūnas	Gazifikācija	Gāzes reformācija
N	14	13	16	14	15
Derīgi	2	3	0	2	1
Trūkst	6,21	6,38	7,68	7,21	7,73
Aritmētiskais vidējais	0,70	0,72	0,49	0,39	0,33
Aritmētiskā vidējā standartklūda	6	7	8	7	8
Mediāna	5	5	8	6	7
Moda	2,63	2,59931	1,99	1,47	1,27988
Standartnovirze	6,95	6,756	3,96	2,18	1,638
Dispersija	10	9	6	5	4
Variācijas apjoms	0	1	4	5	6
Minimālais novērtējums	10	10	10	10	10
Maksimālais novērtējums					

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada aprīlī, n=16

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Tirgū piedāvāto ūdeņraža uzglabāšanas tehnoloģiju attīstības tendences novērtētas atšķirīgi. Kā veiksmīgākā tehnoloģija novērtēta ūdeņraža uzglabāšana augsta spiediena tvertnēs, skatīt 3.12. tabulu, (aritmētiskais vidējais=6,78; Mo=8; Me=8) un vidēji veiksmīgi novērtēta uzglabāšana cietvielās (aritmētiskais vidējais=5,43; Mo=3; Me=5).

3.12.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par ūdeņraža uzglabāšanas attīstības tendencēm

	Uzglabāšana cietvielās	Uzglabāšana augsta spiediena tvertnēs
N Derīgi	16	14
Trūkst	0	2
Aritmētiskais vidējais	5,43	6,78
Aritmētiskā vidējā standartkļūda	0,75	0,78
Mediāna	5	8
Moda	3	8
Standartnovirze	3,01	2,93
Dispersija	9,06	8,64
Variācijas apjoms	9	10
Minimālais novērtējums	0	0
Maksimālais novērtējums	9	10

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada aprīlī, n=16

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Viens no ekspertiem abos iepriekš minētajos jautājumos nebija pārliecināts par atbildi, tādēļ atzīmēja vērtējumu 0. Biežuma vērtējuma tabulas pēc katra apgalvojuma atsevišķi (analīzes rezultātus skatīt 9. pielikumā). Pēc ārzemju ekspertu vērtējuma ūdeņraža ekonomikas attīstību (skatīt 3.13. tabulu) ļoti nozīmīgi ietekmē plānotā un īstenotā enerģētikas politika, ko pārliecinoši pierāda arī vērtējumu vidējie (aritmētiskais vidējais=9,18; Mo=10; Me=10). Ļoti ietekmējošs ir sabiedrības atbalsts (aritmētiskais vidējais=8,18; Mo=10; Me=8), sabiedrības izglītība (aritmētiskais vidējais=8,06; Mo=8; Me=8) un zinātniski atklājumi (aritmētiskais vidējais=7,93; Mo=8; Me=8).

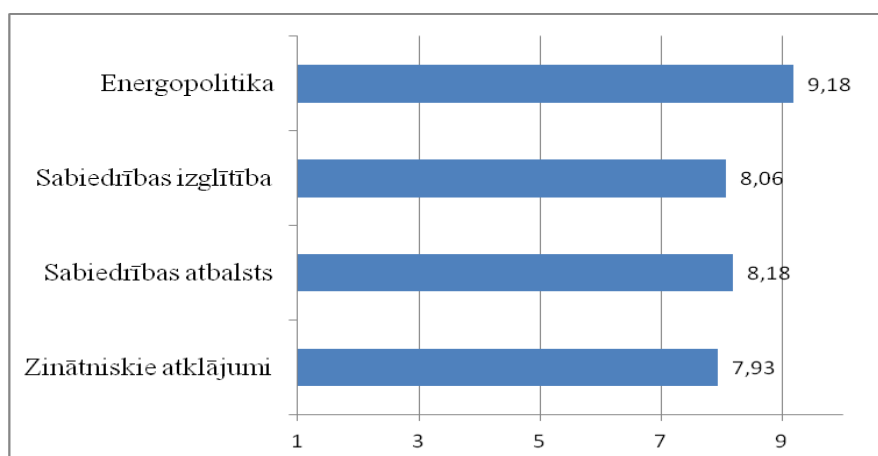
3.13.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par faktoriem, kas ietekmē ūdeņraža ekonomikas attīstību nozīmīgumu

	Enerģopolitika	Sabiedrības izglītība	Zinātniskie atklājumi	Sabiedrības atbalsts
N Derīgi	16	16	16	16
Trūkst	0	0	0	0
Aritmētiskais vidējais	9,18	8,06	7,93	8,18
Aritmētiskā vidējā standartkļūda	0,29	0,51	0,48	0,41
Mediāna	10	8	8	9
Moda	10	10	8	9
Standartnovirze	1,16	2,04	1,94	1,64
Dispersija	1,36	4,19	3,79	2,69
Variācijas apjoms	3	6	6	5
Minimālais novērtējums	7	4	4	5
Maksimālais novērtējums	10	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada aprīlī, n=16

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Visi minētie faktori atzīti par nozīmīgiem, lai uzskatāmāk parādītu rezultātus skatīt 3.4.attēlu, kurā salīdzinātas faktoru vērtējumu vidējās vērtības. Ir redzams, ka vērtējumu nozīmīgums atšķiras tikai nedaudz līdz ar ko visi faktori vērtējami, ka nozīmīgi.



3.4.attēls, Ekspertu novērtējuma vidējās vērtības par ūdeņraža ekonomikas attīstību ietekmējošiem faktoriem

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada aprīlī, n=16

Ārzemju eksperti tika lūgti izvērtēt tirgus daļu potenciālu ūdeņraža ieviešanai, kas atspoguļots 3.14. tabulā. Pēc ārzemju ekspertu vērtējuma lielākais potenciāls piemīt atjaunojamu resursu tirgum (aritmētiskais vidējais=8,35; Mo=10; Me=9), tālāk sekojot gāzes tirgum (aritmētiskais vidējais=7,35; Mo=9; Me=8), elektroenerģijas tirgum (aritmētiskais vidējais=7,42; Mo=7; Me=7). Kā tirgi ar zemāko potenciālu ūdeņraža enerģētikas ieviešanai novērtēti kodolenerģijas tirgus (aritmētiskais vidējais=5,71; Mo=8; Me=6) un naftas tirgus (aritmētiskais vidējais=5; Mo=4; Me=4).

3.14.tabula, Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par potenciālajiem tirgiem ūdeņraža ieviešanai

	Elektrības	Gāzes	Kodolenerģijas	Naftas	Atjaunojamu resursu
N	14	14	14	14	14
Derīgi	2	2	2	2	2
Trūkst	7,42	7,35	5,71	5	8,35
Aritmētiskais vidējais	0,58	0,57	0,72	0,77	0,56
Aritmētiskā vidējā standartklūda	7	8	6	4	9
Mediāna	7	9	8	4	10
Moda	2,17	2,13	2,70	2,90	2,09
Standartnovirze	4,72	4,55	7,29	8,46	4,40
Dispersija	8,00	7,00	9,00	8,00	7,00
Variācijas apjoms	2,00	3,00	1,00	1,00	3,00
Minimālais novērtējums	10,00	10,00	10,00	9,00	10,00
Maksimālais novērtējums					

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada aprīlī, n=16

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Eksperti norādījuši, ka sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža enerģētikas attīstībai ieviešanas periodā (skatīt 3.15.tabulu). Ārzemju eksperti snieguši augstus vērtējumus attiecībā uz minētajiem apgalvojumiem, attiecīgi, sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža ieviešanas periodā (aritmētiskais vidējais=8,60; Mo=10; Me=8,5)

un sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža enerģētikas attīstībai (aritmētiskais vidējais=8,06; Mo=9; Me=9).

3.15.tabula, **Ārzemju ekspertu novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības atbalsta nozīmi ieviešot ūdeņraža tehnoloģijas**

	Sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža ieviešanas periodā	Sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža enerģētikas attīstībai
N	16	16
Derīgi	16	16
Trūkst	0	0
Aritmētiskais vidējais	8,06	8,06
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,56	0,51
Mediāna	8,50	9
Moda	10	9
Standartnovirze	2,26	2,04
Dispersija	5,12	4,19
Variācijas apjoms	8	7
Minimālais novērtējums	2	3
Maksimālais novērtējums	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada aprīlī, n=16

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Sabiedrības atbalsta nozīmīgums ir pierādīts gan teorētiski, gan ar praktiskiem pētījuma rezultātiem. Ir nepieciešams izziņāt asociācijas, kas valda sabiedrībā saistībā ar ūdeņradi, lai sekmīgi varētu apzināt informācijas līmeni un izglītošanas pasākumus.

3.2.3. Latvijas iedzīvotāju aptaujas rezultātu analīze par ūdeņraža ieviešanu enerģētikā Latvijā

Aptaujas anketā iekļauti 16 dalīti jautājumi un apgalvojumi, kuru atbildes jānovērtē vērtējuma tabulā no 1-10, kur 1- nepiekrītu, 10 – pilnīgi piekrītu. Aptaujā kopumā piedalījušies 1299 respondenti, no kuriem 51.66% sieviešu un 48.27% vīriešu. Pētījuma rezultāti parāda, ka Latvijas iedzīvotāji kopumā piekrīt apgalvojumam - Elektrotransporta izmantošana samazina kaitīgo izmešu līmeni pilsētā, skatīt 3.16. tabulu (aritmētiskais vidējais=8,35; Mo=10; Me=9), kā arī atzīst, ka Elektrotransporta izmantošana samazina trokšņu līmeni pilsētā (aritmētiskais vidējais=7,95; Mo=10; Me=8).

3.16.tabula, **Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības nostāju atjaunojamu resursu izmantošanā**

	Elektrotransporta izmantošana samazina kaitīgo izmešu līmeni pilsētā	Elektrotransporta izmantošana samazina trokšņu līmeni pilsētā	Atbalstu "zaļu" dzīvesveidu un iespēju robežās cenšos to īstenot savā dzīvē
N	1281	1272	1274
Derīgi	18	27	25
Trūkst	8,35	7,95	7,81
Aritmētiskais vidējais	0,048	0,056	0,054
Aritmētiskā vidējā standartklūda	9	8	8
Mediāna	10	10	8
Moda	1,721	1,983	1,926
Standartnovirze	2,960	3,931	3,711
Dispersija	9	9	9
Variācijas apjoms	1	1	1
Minimālais novērtējums	10	10	10
Maksimālais novērtējums			

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1299

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Iedzīvotāju viedoklis nav viennozīmīgs, jo novērojama plaša rezultātu izkliede, ieskaitot 1 un 10. Latvijas iedzīvotāji atbalsta „zaļu” dzīvesveidu un iespēju robežās cenšās to īstenot savā dzīvē (aritmētiskais vidējais=7,81; Mo=8; Me=8). Attiecībā uz iedzīvotāju informētību - viedokļi atšķiras un variē (skatīt 3.17. tabulu). Visu trīs apgalvojumu vērtējumu variācijas apjoms ir 9, tātad Latvijas iedzīvotāju viedoklis par šiem apgalvojumiem nav viennozīmīgs.

3.17.tabula, **Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības zināšanām saistībā ar udeņradi enerģētikā**

	Esmu informēts/informēta par udeņraža izmantošanas labo pieredzi un demonstrācijas projektiem tautsaimniecībā	Esmu informēts/informēta par udeņraža izmantošanas labo pieredzi un demonstrācijas projektiem transporta sektorā	Esmu informēts/informēta, ka auto ražotāji attīsta elektriskās automašīnas ar udeņradi kā energoresursu elektrības iegūšanai
N	1096	1101	1271
Derīgi	203	198	28
Trūkst	3,48	4,19	4,68
Aritmētiskais vidējais	0,084	0,088	0,091
Aritmētiskā vidējā standartklūda	3	4	4
Mediāna	1	1	1
Moda	2,780	2,927	3,048
Standartnovirze	7,731	8,568	9,288
Dispersija	9	9	9
Variācijas apjoms	1	1	1
Minimālais novērtējums	10	10	10
Maksimālais novērtējums			

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1299

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Apgalvojumam - Esmu informēts/informēta par udeņraža izmantošanas labo pieredzi un demonstrācijas projektiem tautsaimniecībā (birojos, bankās, slimnīcās, mājās u.c.) -

Latvijas iedzīvotāji atbildējuši drīzāk nepiekrīt, nekā piekrīt (aritmētiskais vidējais=3,48; Mo=1; Me=3), līdzīgi vērtēti arī pārēji divi apgalvojumi - Esmu informēts/informēta par ūdeņraža izmantošanas labo pieredzi un demonstrācijas projektiem transporta sektorā (ūdeņraža autobusi, vieglās mašīnas, lidmašīnas, kuģi, zemūdenes u.c.) (aritmētiskais vidējais=4,19; Mo=1; Me=4) un Esmu informēts/informēta, ka auto ražotāji attīsta elektriskās automašīnas ar ūdeņradi kā energoresursu elektrības iegūšanai (aritmētiskais vidējais=4,68; Mo=1; Me=4). Iedzīvotāji kopumā nav informēti par ūdeņraža enerģētikā pieredzi un izmantošanas iespējām. 3.18.tabulā attēlots galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības informētību saistībā ar ūdeņradi enerģētikā un iedzīvotājiem jautāts par informētību par ūdeņradi enerģētikā un interesi par atjaunojamiem energoresursiem.

3.18.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības informētību saistībā ar ūdeņradi enerģētikā

	Esmu informēts/informēta par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām	Informāciju par ūdeņraža enerģiju esmu ieguvis/ieguvusi skolas vai augstskolas laikā	Interesējos par atjaunojamiem energoresursiem un jaunām enerģijas tehnoloģijām
N			
Derīgi	1172	1045	1117
Trūkst	127	254	182
Aritmētiskais vidējais	4,36	3,08	6,94
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,087	0,088	0,077
Mediāna	4	2	8
Moda	1	1	8
Standartnovirze	2,983	2,847	2,729
Dispersija	8,898	8,108	7,445
Variācijas apjoms	9	9	9
Minimālais novērtējums	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1299

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Kontroljautājumā par informētību autos secina, ka Latvijas iedzīvotāji informētības līmeni par ūdeņradi enerģētikā novērtējuši līdzīgi kā par zināšanām iepriekšējā tabulā (aritmētiskais vidējais=4,36; Mo=1; Me=4). Analizējot aptaujā iegūtos datus secinām, ka neatkarīgi no vecuma (skatīt 3.19.tabulu), lielākā atbilžu intensitāte pēc respondenta vecuma, par apgalvojumu *Esmu informēts/informēta par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām* novērojama variācijā starp 1 un 2.

3.19.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta vecuma par apgalvojumu: *Esmu informēts/informēta par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām*

Novērtējums	Respondenta vecums												Kopā:	
	15 – 19	20 – 24	25 – 29	30 – 34	35 – 39	40 – 44	45 – 49	50 – 54	55 – 59	60 – 64	65 – 69	70 – 74		75 un vairāk
1	32	18	29	24	23	21	27	46	4	22	37	30	3	316
2	12	20	12	0	12	8	11	11	4	0	14	14	0	118
3	6	11	12	6	0	2	15	10	16	8	10	6	0	102
4	7	23	0	11	2	4	14	8	4	12	13	5	0	103
5	10	18	6	6	14	6	7	6	8	0	8	14	3	106
6	9	13	6	13	6	7	10	0	8	4	4	3	0	83
7	9	16	6	8	8	5	9	6	0	4	13	5	3	92
8	14	12	5	6	17	5	5	9	12	4	14	7	3	113
9	4	8	8	0	0	3	13	7	4	4	4	2	0	57
10	7	12	0	6	4	1	6	1	8	12	9	6	0	72
Kopā:	110	151	84	80	86	62	117	104	68	70	126	92	12	1162

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1162

Novērtēšanas skala 1 - 10, 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Tāpat lielākā atbilžu intensitāte pēc respondenta dzīves vietas, par apgalvojumu *Esmu informēts/informēta par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām* (skatīt 3.20. tabulu), novērojama pie novērtējuma 1, tādā veidā raksturojot informētības trūkuma aktualitāti sabiedrībā par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām.

3.20.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta dzīves vietas par apgalvojumu: *Esmu informēts/informēta par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām*

Novērtējums	Respondenta dzīvesvieta						Kopā:
	Rīgā	Pierīgā	Kurzemē	Zemgalē	Vidzemē	Latgalē	
1	61	46	64	72	35	40	318
2	20	14	13	25	21	25	118
3	30	17	24	15	7	8	101
4	25	21	14	13	18	16	107
5	27	13	30	14	14	7	105
6	14	10	9	13	20	17	83
7	28	14	20	11	11	7	91
8	24	8	28	12	22	19	113
9	24	7	10	4	11	1	57
10	30	10	13	9	2	6	70
Kopā:	283	160	225	188	161	146	1163

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1163

Novērtēšanas skala 1 - 10, 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Latvijas iedzīvotāji norādījuši, ka izglītības iestāde nav tā vieta, kur iegūta informācija par ūdeņradi enerģētikā (aritmētiskais vidējais=3,08; Mo=1; Me=2). Interese par atjaunojamiem energoresursiem novērtēta virs vidējā (aritmētiskais vidējais=6,94; Mo=8; Me=8). Sabiedrība kopumā atbalsta ūdeņraža ieviešanu enerģētikā (aritmētiskais vidējais=7,24; Mo=8; Me=8). To apstiprina 3.21. tabulā atspoguļoto rezultātu analīze.

3.21.tabula, Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības atbalstu ūdeņraža ieviešanai enerģētikā

	Sabiedrība kopumā varētu atbalstīt ūdeņraža izmantošanu enerģētikā	Sabiedrības informēšanai piemērota aktivitāte varētu būt ūdeņraža tehnoloģiju demonstrācijas projekta realizācija Latvijā	Ūdeņradis enerģētikā ir drošs, ja tiek ievēroti visi drošības standarti
N			
Derīgi	1229	1227	1185
Trūkst	70	72	114
Aritmētiskais vidējais	7,24	8,15	7,43
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,057	0,055	0,069
Mediāna	8	8	8
Moda	8	10	10
Standartnovirze	2,004	1,914	2,360
Dispersija	4,015	3,662	5,568
Variācijas apjoms	9	9	9
Minimālais novērtējums	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1299

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Latvijas sabiedrība atzīst, ka sabiedrības informēšanai piemērota aktivitāte varētu būt ūdeņraža tehnoloģiju demonstrācijas projekta realizācija Latvijā (aritmētiskais vidējais=8,15; Mo=8; Me=10). Latvijas sabiedrība kopumā uzskata, ka ūdeņradis enerģētikā varētu būt drošs, ja tiktu ievēroti visi drošības standarti (aritmētiskais vidējais=7,43; Mo=8; Me=10). Pēc 3.22. tabulā redzamo rezultātu atspoguļojuma Latvijas sabiedrība kopumā atbalsta ūdeņraža ieviešanu enerģētikā un piekrīt apgalvojumiem: Atbalstu atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju izmantošanu Latvijā (aritmētiskais vidējais=8,55; Mo=10; Me=9), Ūdeņraža izmantošana enerģētikā man personīgi šķiet atbalstāma (aritmētiskais vidējais=8,02; Mo=10; Me=8), Man ir svarīga kaitīgo izmešu gaisā (NO_x, CO, CH_x, putekļi) līmeņa samazināšana pilsētā (aritmētiskais vidējais=8,60; Mo=10; Me=9), Man ir svarīga trokšņu līmeņa pilsētā samazināšana (aritmētiskais vidējais=8,42; Mo=10; Me=9) un Vēlos vairāk informācijas masu saziņas līdzekļos par ūdeņraža izmantošanas pieredzi ikdienas dzīvē – transportā, ēku apsildīšanā, u.c. (gan pozitīvos aspektus gan problēmas) (aritmētiskais vidējais=8,43; Mo=10; Me=9).

3.22.tabula, **Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par sabiedrības atbalstu atjaunojamiem energoresursiem enerģētikā**

	Atbalstu atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju izmantošan u Latvijā	Ūdeņraža izmantošana enerģētikā man personīgi šķiet atbalstāma	Man ir svarīga kaitīgo izmešu gaisā (NOx, CO, CHx, putekļi) līmeņa samazināšana pilsētā	Man ir svarīga trokšņu līmeņa pilsētā samazināšana	Vēlos vairāk informācijas masu saziņas līdzekļos par ūdeņraža izmantošanas pieredzi ikdienas dzīvē
Derīgi	1224	1205	1224	1228	1232
Trūkst	75	94	75	71	67
Aritmētiskais vidējais	8,55	8,02	8,60	8,42	8,43
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,055	0,060	0,052	0,054	0,055
Mediāna	9	8	9	9	9
Moda	10	10	10	10	10
Standartnovirze	1,924	2,088	1,803	1,891	1,935
Dispersija	3,701	4,359	3,252	3,576	3,745
Variācijas apjoms	9	9	9	9	9
Minimālais novērtējums	1	1	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1299

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Analizējot minētā apgalvojuma atbilžu variācijas apjomu (skatīt 3.23. tabulu), secinām, ka lielākā daļa respondentu piekrīt apgalvojumam un salīdzinoši maz respondentu atbildes vērtējuši 5 un zemāk.

3.23.tabula, **Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta vecuma par apgalvojumu: Vēlos vairāk informācijas masu saziņas līdzekļos par ūdeņraža izmantošanas pieredzi ikdienas dzīvē**

Novērtējums	Jūsu vecums:											Kopā:		
	Līdz 19	20 - 24	25 - 29	30 - 34	35 - 39	40 - 44	45 - 49	50 - 54	55 - 59	60 - 64	65 - 69		70 - 74	75 un vairāk
1	2	0	6	0	0	0	3	3	0	0	2	1	3	20
2	1	0	0	0	3	0	0	0	0	4	4	0	0	12
3	0	4	0	0	0	4	0	0	0	0	5	2	0	15
4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	2	1	0	7
5	5	4	2	5	2	4	2	8	4	4	5	11	0	56
6	4	0	7	5	0	0	1	0	4	0	0	4	0	25
7	14	20	11	10	10	11	9	10	8	18	6	8	0	135
8	26	35	24	17	15	17	15	13	24	12	40	22	0	260
9	28	18	15	18	15	10	30	10	16	12	17	9	3	201
10	51	78	32	39	46	18	51	42	20	20	54	40	6	497
Kopā:	131	159	97	94	91	64	111	86	76	74	135	98	12	1228

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1228

Novērtēšanas skala 1 - 10, 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Latvijas iedzīvotāji piekrīt apgalvojumam, ka Valstiskām institūcijām jāiegulda darbs atjaunojamu energoresursu politikas attīstībā (aritmētiskais vidējais=8,53; Mo=10; Me=9)

(skatīt 3.24. tabulu). Universitātēm un zinātniskajiem institūtiem jāveic pētījumi atjaunojamo energoresursu attīstības veicināšanai (aritmētiskais vidējais=8,81; Mo=10; Me=9), kā arī pilnībā piekrīt, ka valstiskām institūcijām jāsadarbojas ar zinātniskām institūcijām un uzņēmumiem atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju attīstībā un to ieviešanas veicināšanā (aritmētiskais vidējais=8,80; Mo=10; Me=10).

3.24.tabula, **Latvijas iedzīvotāju novērtējuma galveno statistisko rādītāju apkopojums par dažādu institūciju nepieciešamām darbībām**

	Valstiskām institūcijām jāiegulda darbs atjaunojamo energoresursu politikas attīstībā	Universitātēm un zinātniskajiem institūtiem jāveic pētījumi atjaunojamo energoresursu attīstības veicināšanai	Valstiskām institūcijām jāsadarbojas ar zinātniskām institūcijām un uzņēmumiem atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju attīstībā un to ieviešanas veicināšanā
N			
Derīgi	1221	1228	1224
Trūkst	78	71	75
Aritmētiskais vidējais	8,53	8,81	8,80
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,052	0,045	0,049
Mediāna	9	9	10
Moda	10	10	10
Standartnovirze	1,815	1,563	1,724
Dispersija	3,294	2,443	2,973
Variācijas apjoms	9	9	9
Minimālais novērtējums	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2013. gadā, n=1299

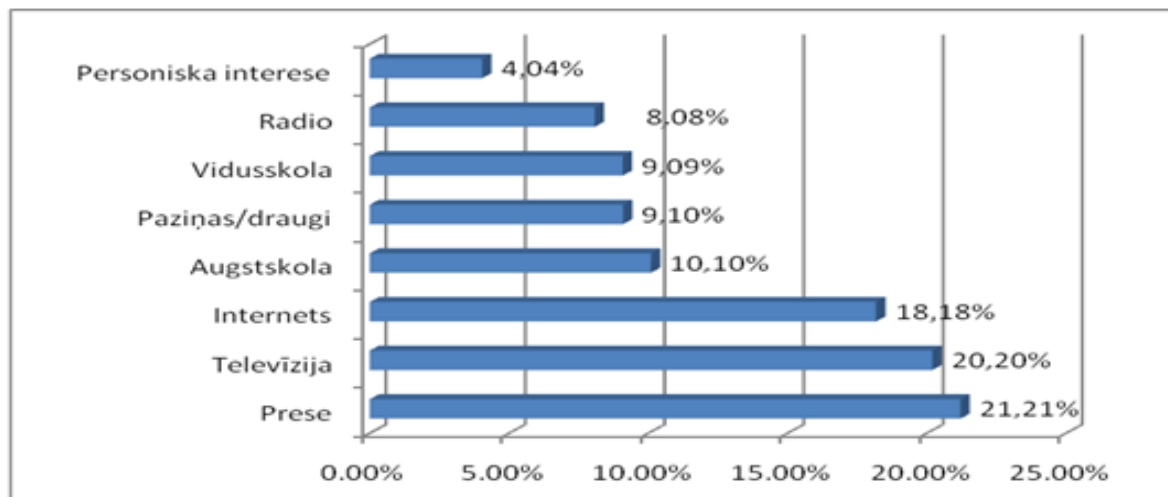
Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Pētījuma rezultātu analīze pierāda, ka Latvijas iedzīvotāju zināšanu līmenis par ūdeņradi ir zems, sabiedrība kopumā atbalsta ūdeņraža ieviešanu enerģētikā un izrāda iniciatīvu par to uzzināt vairāk.

3.2.4. Latvijā dzīvojošo pozitīvi domājošo iedzīvotāju ar ūdeņradi saistīto asociāciju izvērtēšana

Pirmais aptaujas punkts respondentiem tika traktēts kā jautājums – „Vai Jūs iepriekš bijāt dzirdējis/usi par ūdeņraža enerģiju”, lai novērtētu asociācijas ar ūdeņraža enerģiju. Ar iespējamiem atbilžu variantiem ” Jā” un ” Nē”, kur 88,9% atbildējuši pozitīvi un attiecīgi 11,1% - negatīvi. Gan pozitīvās, gan negatīvās atbildes sniedz noderīgu informāciju, jo pozitīvi atbildējušie spēs sniegt viedokli par asociācijām, kas saistās ar jau esošo pieredzi par ūdeņradi, turpretim negatīvi atbildējušie minēs pirmās asociācijas, kas ienāks prātā. Respondentiem, kuri pozitīvi atbildēja uz pirmo jautājumu, tika lūgts atklāt, kur informācija iegūta. Iespējamie atbilžu varianti netika piedāvāti, lai neierobežotu atbildes brīvību. Analizējot rezultātus, tika konstatēts, ka atbildes iespējams sagrupēt pēc līdzības, jo liela

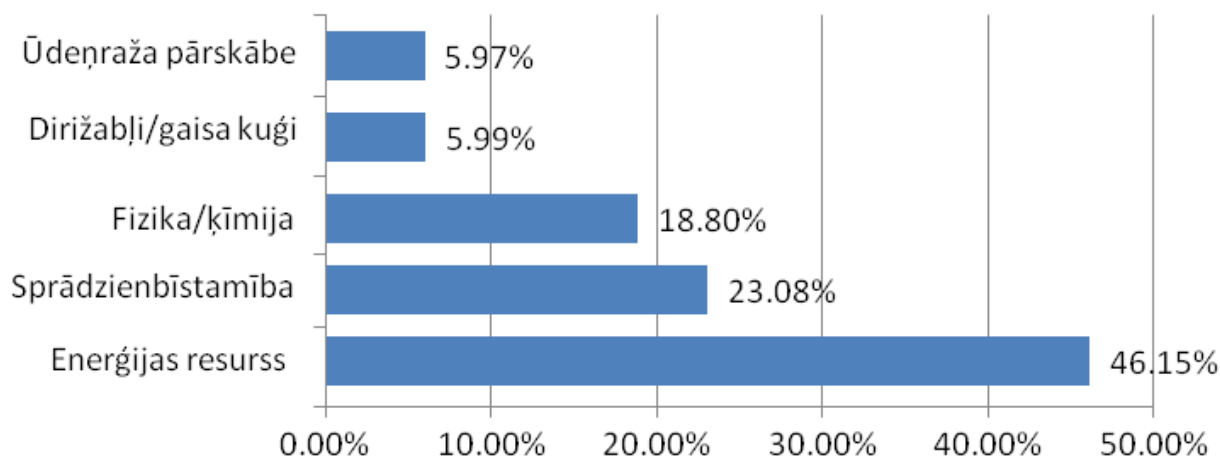
daļa respondentu izvēlējušies atbildes, kuras savstarpēji sakrīt. Apkopojot atbilžu rezultātus, tika izveidotas astoņas atbilžu grupas. Visbiežāk respondenti par ūdeņraža enerģiju uzzinājuši no preses, televīzijas un interneta, kopā apmēram 60%, attiecīgi prese 21,21%, televīzija 20,20%, internets 18,18%, skatīt 3.5.attēlu.



3.5.attēls, **Informācijas avoti, kur respondenti uzzinājuši par ūdeņraža enerģiju**
 Avots: autora veikta aptauja 2011. gadā, n=936

Pārējie respondenti aptuveni 10% robežās informāciju ieguvuši augstskolā, vidusskolā un radio, no draugiem vai paziņām. Personiska interese par atjaunojamu enerģiju bijusi 4,04% respondentu, tādēļ informāciju tie ieguvuši pēc pašu iniciatīvas. Analizējot detalizētāk pēc atbilžu grupām novērojams, ka respondenti, kuri par ūdeņradi uzzinājuši personīgas intereses vadīti, visbiežāk kā nodarbošanos minējuši uzņēmējdarbību. Tāpat respondenti, kuri par ūdeņradi uzzinājuši vidusskolā un augstskolā kā nodarbošanos visbiežāk minējuši studijas vai pētniecību.

Trešajā jautājumā respondentiem tika jautāts – kādas ir Jūsu pirmās asociācijas, izdzirdot vārdu „ūdeņradis”? Līdzīgi kā otrajā jautājumā, arī trešajā respondenti minēja dažādas asociācijas, kuras pēc līdzībām tika apkopotas piecās grupās, skatīt 3.6.attēlu.



3.6.attēls, **Respondentu asociācijas izdzirdot vārdu ūdeņradis**

Avots: autora veikta aptauja 2011. gadā, n=936

Apmēram 46% respondentu kā pirmās asociācijas norādīja frāzes, kas saistās ar ūdeņradi kā enerģijas resursu. Piemēram, enerģijas resurss, lēta, atjaunojama enerģija, nākotnes enerģija, enerģija, enerģijas avots, ūdeņraža dzinējs, perspektīvs enerģijas uzglabātājs, izmantojams kopā ar atjaunojamiem resursiem u.tml. Otra plašākā atbilžu grupa – apmēram 23% ietver frāzes, kas saistās ar bīstamību un sprādzienbīstamību. Piemēram, bailes, eksplozija, sprāgstošs, ūdeņraža atombumba, Hindenburga katastrofa. Apmēram 19% respondentu ūdeņradi asociē ar eksaktām zinātnēm fiziku un ķīmiju, izmantojot tādas asociācijas kā ūdens, gaisa komponente, viegla gāze, bioķīmija, deggāze u.c. Šis profils sastāv galvenokārt no studentiem. Gandrīz 6% respondentu ūdeņradi asociē ar ūdeņraža peroksīdu, jeb ūdeņraža pārskābi – salīdzinoši bieži ikdienā izmantotu ķīmisku vielu. Šo izlasi teorētiski varētu pievienot trešajai grupai, taču analizējot dziļāk izrādījās, ka šādas atbildes biežāk snieguši 40 gadus veci un vecāki respondenti, kuri nebija dzirdējuši par ūdeņraža enerģiju. Tāpat gandrīz 6% respondentu ūdeņradi asociē ar dirižabļiem vai gaisa kuģiem, par asociāciju vārdiem norādot iepriekš minētos. Apkopojot rezultātus iegūstam sekojošus secinājumus. Kopumā ar ūdeņradi tiek saistītas gan pozitīvas, gan negatīvas asociācijas. Sniegtās atbildes nevar viennozīmīgi novērtēt kā pozitīvas vai negatīvas, tomēr autors uzskata, ka apmēram 23% sniegto atbilžu būtu vērtējamās ar negatīvu noslieci un pārējie 77% neitrālu un pozitīvu noslieci. Analizējot atbilžu kopumu autors secina, ka potenciālais patērētājs kopumā neapstiprina augstu zināšanu līmeni par ūdeņradi un novērojami nepilnīgi/aplami apgalvojumi gan pozitīvi, gan negatīvi sniegto atbilžu kopās. Piemēram, ūdeņradi var ražot gan izmantojot atjaunojamus, gan neatjaunojamus resursus. Atkarībā no izmantotajiem resursiem un izvēlētās tehnoloģijas atšķiras iegūšanas izmaksas līdz ar ko apgalvojums par lētu ūdeņradi ne vienmēr ir patiess. Līdzīgi apsvērumi ir spēkā

arī analizējot ūdeņraža drošības aspektus. Drošības garants ir atkarīgs no lietotāja sagatavotības līmeņa. Kā jebkuras gāzes, arī ūdeņraža patērēšana pieprasa ievērot lietošanas instrukcijas. Tiklīdz patērētājs iemācījies apieties ar konkrētu produktu, kurš neapmācīta patērētāja rokās būtu bīstams, drošības jautājumi kļūst mazāk nozīmīgi - kā tas izpaužas ikdienā lietojot tādus dzīvībai potenciāli bīstamus resursus kā benzīns, elektrība, dabas gāze u.c. Pozitīvi vērtējams tas, ka relatīvi lielākā daļa respondentu ūdeņradi saista ar enerģētiku un atjaunojamu enerģiju. Uzticības vairošana atjaunojamiem enerģijas avotiem sabiedrībā varētu būt nākošais solis turpmākai ūdeņraža enerģijas attīstībai Latvijā.

3.2.5. Latvijas Universitātes personāla un studentu viedokļa analīze par LU Akadēmiskā centra aprīkošanu ar atjaunojamu energoresursu tehnoloģijām

Studentu dizaina projekts „LU Akadēmiskā centra aprīkošana ar atjaunojamu energoresursu tehnoloģijām”

Kā jau iepriekšējās nodaļās minēts, Latvijas Universitāte (LU) plāno līdz 2023. gadam izveidot modernu mācību ēku kompleksu Torņakalnā, ar pieciem mācību ēku blokiem un visu nepieciešamo studentu pilsētiņas nodrošināšanai. Universitātei jāizvēlas ekonomiski ilgtspējīgu enerģijas izmantošanas struktūra un jāatbalsta inovatīvu sistēmu izveide un attīstība. Tas ir iespējams izvēloties tieši atjaunojamus energoresursus enerģiju sistēmām. Dabaszinātņu akadēmiskā centrā iekļautas Bioloģijas, Ķīmijas, Ģeogrāfijas un Zemes zinātņu fakultāšu izpētes laboratorijas, lekciju telpas, akadēmiskā personāla telpas.

LU mācību kompleksa aptuvenā kapacitāte plānota 20 000 cilvēkiem (pie pastāvošās studentu samazināšanās tendences grūti prognozēt reālo mācību kompleksa apdzīvotību - plānotie dati iegūti no projekta plāna). Dabaszinātņu fakultāšu ēkas izveidē tiks iekļautas inovatīvas tehnoloģijas, kā piemēram, dubultā fasāde ar zaļajiem augiem temperatūras svārstību samazināšanai esot tiešā saules gaismā, kā arī vertikālās plūsmas vēja ģeneratori uz ēkas jumta.

Latvijas Universitātes komanda (piedalījās 2012. gada Ūdeņraža dizaina Studentu konkursā, organizators Ūdeņraža Izglītības Fonds (ASV), <http://www.h2ucontest.org/>) piedāvā dizainu kombinētai siltuma, ūdeņraža un enerģijas (CHHP) sistēmai Latvijas Universitātes jaunajai studentu pilsētiņai, un pirmām kārtām – dabaszinātņu centram (skatīt 21. pielikumā). CHHP sistēma būtu konsekventa pieeja jau esošajiem konstrukcijas mērķiem. Šobrīd jaunajai studentu pilsētiņai ir plānots savienojums ar centrālajiem pilsētas tīkliem (elektrība, gāze, ūdens, kanalizācija), tādējādi būs pieejams dabas gāzes resurss uz vietas. No atjaunojamiem dabas resursiem būs pieejama saules, vēja un ūdens enerģijas, un

ieteikums būs rūpīgi organizēt vietējo bioloģisko atkritumu savākšanu studentu pilsētiņas ietvaros. Izejas materiāls sistēmas darbības nodrošināšanai būs Akadēmiskā centra saražotie pārtikas atkritumi un notekūdeņi. Pēc Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas datiem, kas veidoti Valsts atkritumu pārvaldīšanas plānam 2006.-2012. gadam²⁹⁸, vidējais cieta atkritumu daudzums, ko saražo viens iedzīvotājs ir 0,53kg/dienā (bioloģiski noārdāmie atkritumi).

Latvijas Universitātes akadēmiskajā centrā kopumā vidēji dienā uzturēsies aptuveni 20 000 cilvēku, taču tika izmantots koeficients 0,2, lai ņemtu vērā to, ka ne visi cilvēki dienas laikā ēdīs un ražos atkritumus Universitātes teritorijā. Saražoto atkritumu pārstrādes iespējas par biogāzi sasniedz 50-70%, savukārt biogāze satur aptuveni 55% metāna²⁹⁹. Eksperimentāli pierādīts, ka 0,12 tonnas metāna var iegūt no vienas tonnas pārstrādājamo atkritumu³⁰⁰. Līdz ar to katru dienu tiks saražots 0,0064 kg metāna uz vienu cilvēku, tas ir 1024 kg CH₄/dienā. Kurināmās šūnas kombinētās siltuma, ūdeņraža un elektroenerģijas DFC 300 sistēmas darbības nodrošināšanai nepieciešami 1139 kg dabas gāzes/dienā. LU akadēmiskajā pilsētiņā enerģijas sadali un elektrību plānots nodrošināt centralizēti. Noplūdes uztveres tehniskais nodrošinājums un automatizēta sistēmas pārvaldīšana tiks ieviesta kopā ar kombinētās siltuma, ūdeņraža un elektroenerģijas DFC 300 sistēmu, tai skaitā tiks uzstādīti arī katalītiskie oksidētāji un ventilācija, novēršot ūdeņraža uzkrāšanos sistēmā. Gāzes noplūdes sensori tiks pievienoti sistēmas iekšienē un tās tuvumā. Kā arī tiks ierīkotas speciālas signalizācijas sistēmas pēkšņu defektu gadījumiem un avārijas slēdzis būs viegli pieejams sistēmas tuvumā. Plānots uzstādīt gāzes uzkrāšanas sistēmas ar 80 kg ūdeņraža speciālās *Dynetek* tvertnēs ar 450 atmosfēru spiedienu. Ūdeņradis tiks padots uz automātisko uzpildes staciju, kad tas būs nepieciešams. Speciāls kompresors darbosies, ja spiediens nokritīs līdz 300 atmosfērām. Atšķirībā no tradicionāli izmantoto degvielu ražošanas sistēmām, kur degvielas kvalitātei un iepriekšējai sagatavošanai nav lielas nozīmes, šajā sistēmā gan kvalitatīvie, gan kvantitatīvie pievades rādītāji ir ļoti svarīgi, jo tiek izmantota elektroķīmiska degvielas šūna. Pamata pievades materiāli sistēmai ir metāns (iegūts no biogāzes vai dabas gāzes), ūdens un gaiss. Izvade, savukārt, ir saražotā elektrība, ūdens un izplūdes gāzes, kas sastāv no uzkarstēta oglekļa dioksīda (izmantojams tālāk) un

²⁹⁸ Atkritumu apsaimniekošanas valsts plāns 2006.-2012.gadam, Ministru kabineta 2005.gada 29.decembra rīkojums Nr.860

²⁹⁹ Themelis N.J., Ulloa P.A., Methane generation in landfills *Renewable Energy*, 2007, Vol. 32, Issue 7, pp. 1243-1257.

³⁰⁰ Verma S., Doctoral thesis, Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes.2002, Advisor: prof. Themelis N.J., Department of earth & environmental engineering, viewed 04.03.2012., available <http://www.seas.columbia.edu/earth/vermathesis.pdf>

ūdens tvaika. Izvēlētās sistēmas jauda ir 300 kW. Tā kā LU Dabaszinātņu akadēmiskais centrs šobrīd atrodas tikai projekta fāzē, visi iegūtie rādītāji ir balstīti uz aprēķiniem un eksperimentāliem datiem. Lai arī cik precīzi būtu aprēķini, nepieciešams ņemt vērā sistēmas fleksibilitāti. Piemēram, pāri palikusī saražotā elektroenerģija var tikt pārdota atpakaļ tīklā par cenu Ls 0,0115 uz kWh³⁰¹. Attiecībā uz drošības parametriem, sistēmai nepieciešama speciāla apkope un nodrošinājums, par kuru būs jā rūpējas apmācītam personālam. Sistēma tiks būvēta atbilstoši Eiropas materiālu Ūdeņraža standartiem. Elektroenerģija galvenokārt tiks izmantota apgaismes, elektroierīču nodrošināšanai (datori, laboratorijas ierīces), gaisa kondicionieri u.c. Dabaszinātņu centra ēkā varētu atrasties aptuveni 300 datori, galvenokārt galda datori (150 - akadēmiskajam personālam, 150 - datorklasēm). Līdz šim pasaulē veiktie izpētes projekti par ūdeņraža tehnoloģiskajām sistēmām un uzpildes staciju darbības analīzi ļauj paredzēt svarīgas detaļas uzbūves projektā un fakultātes transporta nodrošināšanai. Izveidotā aptaujas mērķgrupa ietver potenciālos tehnoloģijas lietotājus, ieskaitot personālu, pasniedzējus un studentus.

Degvielas pārveidošanas sistēma tiks izmantota, lai pārveidotu lokāli pieejamās organiskās izejvielas par lietojamu biogāzi. Anaerobās sadalīšanas sistēma tiks izmantota, lai sadalītu organiskās izejvielas un notekūdeņus, ko saražo LU studentu pilsētiņa. Tiks izmantota CHHP (ūdeņraža, siltuma un elektrības koģenerācijas sistēma) DFC300 ar enerģijas jaudu 300kW – AC 380V, 50Hz (skatīt 22. pielikumu).

Elektrība tiks izmantota, lai nodrošinātu Dabaszinātņu akadēmisko centru, kas sevī iekļauj Bioloģijas, Ķīmijas, Ģeogrāfijas un Zemes zinātnes – izpētes laboratorijas, lekciju telpas, profesoru kabinetus u.t.t., 200 pētniekus un profesorus, 2000 studentus.

Siltums no DFC300 tiks izmantots, lai nodrošinātu Dabaszinātņu akadēmisko centru no oktobra līdz aprīlim, priekš siltā ūdens un tehniskiem mērķiem (virtuvēm, laboratorijām u.t.t.). Plānotais elektrības patēriņš Dabaszinātņu akadēmiskajam centram ir 800 MWh/gadā un siltuma patēriņš - 350 MWh/gadā.

Degvielas patēriņš DFC300 sistēmai ir 1,1 m³/min (1104 l/min), (0,79kg dabas gāzes/min), tas ir, gada laikā kopā tiks patērēti 462500 m³ vai arī 365375 kg (365 tonnas) metāna gāzes. Paredzot, ka DFC300 darbosies ar 80% noslodzes jaudu jaudu nepārtraukti, tā saražos:

- 2100 MWh elektrības un 2012 MWh siltuma (ūdens ar temperatūru 50 C^o), kas ir pietiekoši, lai spētu nodrošināt Dabas zinātņu centru;

³⁰¹ Latvenergo electricity purchase prices 2012, viewed 12.-3.2012., available <http://www.latvenergo.lv/portal/page/portal/Latvian/t.latvenergo/t.latvenergo>

- Elektrība un enerģija, kas paliks pāri, tiks izmantota citās LU studentu pilsētiņas ēkās, kuras tiks celtas pēc tam.

Šī dizaina projektā ir plānots nodrošināt DFC300 ar izejvielām dažādās stadijās:

1) Sākuma stadija – 100% dabasgāzes nodrošinājums no centrālā pilsētas tīkla (metāna koncentrācija (CH_4) 98%);

Darbojoties visu cauru gadu šajā stadijā, ir iespējams darbināt DFC300 ar mazāku jaudu un uzkrāt neizmantoto ūdeņradi, piemēram metālhidrīdu balonos. Tādējādi ir iespējams izveidot studentu pilsētiņas teritorijā pirmo Latvijas ūdeņraža uzpildes staciju (LU jau ir savs ūdeņraža auto – kartings, kura ūdeņraža rezervuārs ir $1,5 \text{ Nm}^3$, bet nākotnē ir plānots (jau ap 2013. gadu) uzbūvēt mini mašīnu ar metāla hidrīda ūdeņraža rezervuāru ar ūdeņraža ietilpību $2 \text{ kg jeb } 24 \text{ Nm}^3$);

Plānotais dabas gāzes patēriņš ir:

$$1,1 \text{ m}^3 * 0,8 (80\% \text{ jauda}) * 60 * 8760 = 462,5 \text{ tūkstoši m}^3 \text{ gadā.}$$

Vienlaicīgi studentu pilsētiņas atrašanās vieta tiks apgādāta ar bioloģisko atkritumu un biogāzu savākšanas sistēmu.

2) Pārejas stadija – saražotā biogāze tiks mikšēta ar dabas gāzi. Ir nepieciešams attīrīt saražoto biogāzi, lai spētu iegūt tikai metānu un ūdeņradi. To ir iespējams izdarīt ar Evonik membrānu filtru, ko veido porainu šķiedru moduļi.

Atkarībā no tā, kā tiks saražota biogāze mūsu bioloģisko atkritumu vietnē, būs iespējams pakāpeniski nomainīt centrālo pilsētas pieslēgumu uz pašu saražoto metānu, kuru iegūst no biogāzes. Vienlaikus tiks izvērtēta cita iespēja metāna iegūšanā – tā ražošana reaktorā no oglekļa dioksīda (CO_2) un ūdeņraža. Tā kā DFC300, reformējot metānu, veido CO_2 izmešus atmosfērā, apmēram 236 kg no katras saražotās MWh, tas nozīmē, ka katru gadu šī iekārta darbojoties ar 80% jaudu un saražojot 2100 MWh elektrības, izmet atmosfērā 496 tonnas CO_2 , kas var tikt savākts un izmantots tālāk. Gada laikā no 496 tonnām CO_2 ir iespējams saražot $165 \text{ tonnas metāna CH}_4$, kas ir apmēram puse no DFC300 patēriņa gada laikā. Vēl nepieciešams ūdeņradis. Daļa no tā var tikt ņemta no DFC300 katoda gāzes, to nenovirzot uzkrāšanai. Bet daļu iespējams ražot uz vietas, izmantojot citus atjaunojamus energoresursus. Ir plānoti vertikālās ass vēja ģeneratori uz Dabas zinātņu akadēmiskā centra jumta ar aptuveno jaudu $15\text{-}25 \text{ kW}$, kā arī saules PV paneļi ar jaudu $5\text{-}10 \text{ kW}$. Ar vēja saražoto elektroenerģiju tiks veikta ūdens elektrolīze, kuras rezultātā tiks saražots ūdeņradis, kurš savukārt tiks savienots ar DFC300 izmešiem, lai saražotu metānu

mūsu CHHP sistēmai (līdzīgi projekti jau tiek realizēti Vācijā, piemēram, Saules Enerģijas pilot iekārta Audi (2011)³⁰².

3) Optimālais darbības periods – degviela (metāns), lai nodrošinātu DFC300, tiek iegūta tikai no savām izejvielām – biogāzes un transformētām CO₂ emisijām.

- Izejvielas, kuras nepārtraukti darbinās CHHP iekārtu, būs sadzīves pārtikas atkritumi, kuri tiks saražoti LU studentu pilsētiņā.
- Atsaucoties uz Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrijas sagatavoto Valsts atkritumu vadības plānu 2006.-2012. gadam, saražotais sadzīves atkritumu daudzums no vienas personas ir 0,53kg/dienā (bioloģiski sadalāmi atkritumi).
- Studentu pilsētiņā būs aptuveni 20000 cilvēku katru dienu, bet faktors 0,2 tiks ņemts vērā kā cilvēki, kuri ēd ārpus studentu pilsētiņas.
- Pārveidošanas proporcija no sadalāmajiem atkritumiem ir 50-70%, bet biogāze satur aptuveni 55% metāna.
- Balstoties uz eksperimentālajiem datiem, 0,12 tonnas metāna var tiks saražotas no 1 tonnas sadzīves atkritumu. Tādējādi 0,064 kg metāna saražos viena persona dienā. 1024 metānā/dienā kopā. DFC300 nepieciešams 1139 kg dabas gāzes/dienā.

Saražotais enerģijas apjoms no CHHP, kurš var tikt izmantots ēkai, tika izpētīts. Tā kā tiek saražots vairāk elektrības nekā var tikt patērēts, atlikušais daudzums var tikt pārdots atpakaļ tīklā, veidojot papildus ienākumus. Pēc 2020. gada atlikušais elektrības apjoms var tikt novirzīts citām studentu pilsētiņas ēkām, kuras ir plānots uz to laiku pabeigt.

Karstais ūdens var tiks saražots gan priekš pašas sistēmas darba nodrošināšanas, gan priekš Dabaszinātņu centra apsildes. Saražotais sistēmas daudzums nav pietiekošs, lai spētu nodrošināt Dabaszinātņu akadēmisko centru ziemas aukstākajos mēnešos, tātad būs nepieciešama papildus apsilde. Tas var mainīties, kas studentu pilsētiņas būvniecība tiks pabeigta.

Ūdeņradis, kas tiks saražots var tikt izmantots pētījumos un ūdeņraža-automašīnai (*Honda FCX Clarity*), kas var tikt izmantota gan transportēšanas vajadzībām, gan demonstrācijām, lai spētu ieviest ekoloģisko domāšanu LU studentu vidū.

³⁰² Audi e-gas Project Combines Hydrogen and CO₂, skatīts 01.09.2012, pieejams: <http://www.greencar.com/articles/audi-e-gas-project-combines-hydrogen-co2.php>

Aptauja fakultāšu studentiem, akadēmiskajam personālam, darbiniekiem un potenciālajiem studentiem

Lai noskaidrotu Dabaszinātņu fakultāšu studentu un akadēmiskā personālā viedokli par atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju izmantošanu jaunajā Dabaszinātņu centrā, tika veikta sociāl-ekonomiska aptauja anketas veidā 2012. gada februāra un marta mēnesī. Visi respondenti bija saistīti ar Latvijas Universitātes Dabaszinātņu fakultātēm (studenti, pasniedzēji, pētnieki, nākotnes studenti u.c.)

Aptaujas anketā tika iekļauti jautājumi, lai noskaidrotu respondentu vides zināšanas, attieksmi un uzvedību, kā arī jutīgos jautājumus. Galvenie jautājumi šajā anketā attiecās tieši uz projekta novērtējumu (atbalsta/neatbalsta), zinātnisko vērtību, kā arī jautājumi par tehnoloģiju drošību³⁰³. Aptaujas rezultātu apstrādei izmantotas aprakstošās statistikas metode, kas apkopota tabulā 3.25. Kā redzams pēc minētajā tabulā atspoguļotajiem rezultātiem, lielākā daļa respondentu ir ļoti pozitīvi noskaņoti (norādot pārsteidzoši augstus novērtējumus) attiecībā uz atjaunojamo enerģiju ieviešanu Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā (aritmētiskais vidējais = 8,49, Mo = 10, Me = 9,00). Augstu novērtēts apgalvojums par ūdeņraža izmantošanu elektrības un siltuma ražošanā, kā arī enerģijas uzkrāšanai (aritmētiskais vidējais = 7,60, Mo = 10, Me = 8,00), šī apgalvojuma vērtējumi atspoguļo respondentu zināšanas par atjaunojamām enerģijām un ūdeņraža tehnoloģijām. Aptaujas rezultāti liecina, ka visvairāk respondentu devuši augstāko vērtējumu (modu), tas liecina, ka tie ir ļoti pozitīvi par šo aspektu. Aptaujas dalībnieki piekrita, ka atjaunojamās enerģijas tehnoloģiju izmantošana akadēmiskā centra teritorijā būtu nozīmīga daļa studentu praktiskajiem darbiem un tehnoloģiju iepazīšanai. Uz šo jautājumu saņemti ļoti augsti novērtējumi (aritmētiskais vidējais = 8,30, Mo = 10, Me = 9,00).

³⁰³ Dimants J., Dimanta I., Sloka B., Kleperis J., Kleperis J. Jr., (2012) Renewable Energy Powered Campus Proposal for the University of Latvia, *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, No.9, p.10.

3.25.tabula, Galveno statistisko rādītāju apkopojums par atjaunojamu energoresursu tehnoloģiju projekta nepieciešamību un pieņemšanu Latvijā

	Atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešana Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā ir nepieciešama	Atjaunojamu resursu tehnoloģiju ieviešana un izmantošana studiju procesā uzlabotu izglītības kvalitāti	Atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešanai Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā nepieciešams Valsts atbalsts
N Derīgi	364	363	364
Trūkst	0	1	0
Aritmētiskais vidējais	8,49	8,30	7,65
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,107	0,099	0,122
Mediāna	9	9	8
Moda	10	10	10
Standartnovirze	2,037	1,878	2,336
Dispersija	4,151	3,527	5,456
Variācijas apjoms	9	9	9
Minimālais novērtējums	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	10

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=364
Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Vairums respondentu uzskata, ka atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešanai Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centra teritorijā jāpiesaista valdības atbalsts (Aritmētiskais vidējais =7,65, Mo = 10, Me = 8,00). Ņemot vērā aptaujas rezultātus autors uzskata, ka kopumā LU studenti, topošie studenti un akadēmiskais personāls ir pozitīvi nosakņoti attiecībā uz ūdeņraža enerģiju, kā arī atbalstītu šo tehnoloģiju ieviešanu Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā. Pēc modālā vērtējuma, lielākā daļa atbilžu novērtētas ar augstāko vērtējumu „10”. Kā minēts iepriekšējās nodaļās, citu valstu pieredze liecināja par to, ka sabiedrība nav pietiekoši informēta par ūdeņraža tehnoloģijām. Tāpat, nereti viens no problēmjautājumiem ir bijusi drošība. Līdz ar ko arī aptaujā par atjaunojamu enerģiju ieviešanu Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā tika apskatīti zināšanu līmeņa un drošības jautājumi. Lai tie būtu salīdzināmi ar ekspertu aptaujas rezultātiem, respondenti tika lūgti novērtēt viņu zināšanu līmeni par ūdeņradi, kā arī paust viedokli par jautājumu drošības aspektā, skatīt 3.26. tabulu. Apgalvojums par respondentu zināšanu līmeni par ūdeņraža izmantošanu kā enerģijas resursu novērtēts virs vidējā (aritmētiskais vidējais = 6,57, Mo = 10, Me = 7,00).

3.26.tabula, Galveno statistisko rādītāju apkopojums par izglītības un drošības jautājumiem Latvijā

	Esmu informēts par ūdeņraža tehnoloģijām	Esmu pārliecināts par ūdeņraža enerģijas drošību
N	364	362
Derīgi	0	2
Trūkst	6,57	6,44
Aritmētiskais vidējais	0,140	0,120
Aritmētiskā vidējā standartklūda	7	7
Mediāna	10	5
Moda	2,678	2,291
Standartnovirze	7,171	5,250
Dispersija	9	9
Variācijas apjoms	1	1
Minimālais novērtējums	10	10
Maksimālais novērtējums		

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=364
Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Attiecībā uz pārliecinātību par tehnoloģiju drošību – apgalvojums „Esmu pārliecināts par ūdeņraža enerģijas drošību” novērtēts vidēji (aritmētiskais vidējais = 6,44, Mo = 5, Me = 7,00). Šādi vērtējums liecina, ka sabiedrība izkliedi, nepieciešams izcelt apgalvojuma „Esmu pārliecināts par ūdeņraža enerģijas drošību” rezultātus (skatīt 3.27.tabulu), kur mediāna=7.

3.27.tabula, Apgalvojuma „Esmu pārliecināts par ūdeņraža enerģijas drošību” vērtējumu sadalījums

	Vērtējumu biežums	Relatīvais īpatsvars (%)	Procentuālais sadalījums (%)	Kumulatīvs procentuālais sadalījums (%)
Derīgi	1	11	3,0	3,0
	2	12	3,3	6,4
	3	15	4,1	10,5
	4	27	7,4	18,0
	5	61	16,8	34,8
	6	51	14,0	48,9
	7	56	15,4	64,4
	8	56	15,4	79,8
	9	36	9,9	89,8
	10	37	10,2	100,0
Kopā:	362	99,5	100,0	
Trūkst	2	0,5		
Kopā:	364	100,0		

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=364
Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Vērtējot šo apgalvojumu, respondenti demonstrēja kopumā labas zināšanas par ūdeņraža tehnoloģijām, taču nepieciešama papildus informācija, tai skaitā par ūdeņraža drošības jautājumiem³⁰⁴. Salīdzinot vērtējumu, izmantota visa vērtējumu skala (izņemto 0, kas nozīmē, ka respondentam nav informācijas par šo jautājumu), kas norāda uz viedokļu dažādību par drošības jautājumiem. 3.28. tabulā atspoguļots zināšanu līmeņa novērtējums par ūdeņradi pēc fakultātēm, kuru studenti un mācībspēki piedalījās pētījumā. Var secināt, ka augstāku vērtējumu snieguši Fizikas un matemātikas fakultātes pārstāvji un kā mazāk informētus sevi vērtē Bioloģijas fakultātes un Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes pārstāvji. Lai gan šāds rezultāts nav pārsteigums, ņemot vērā fakultāšu mācību virzienus, šajā gadījumā svarīgāks ir fakultāšu kopējais viedoklis un tas, ka neviena no fakultātēm nav sniegusi viennozīmīgi zemu vērtējumu par minēto apgalvojumu.

3.28.tabula, **Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondentu fakultāšu piederības par apgalvojumu: „Esmu informēts par ūdeņraža tehnoloģijām”**

Novērtējums	Pārstāvētā fakultāte					Kopā
	Bioloģijas fakultāte	Fizikas un matemātikas fakultāte	Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte	Ķīmijas fakultāte	Rīgas Tehniskā universitāte	
1	6	0	0	3	0	9
2	3	2	3	5	0	13
3	4	1	8	6	0	19
4	8	2	6	4	0	20
5	10	5	12	8	0	35
6	7	0	8	7	1	23
7	14	6	5	9	0	34
8	7	9	6	11	0	33
9	5	13	4	9	0	31
10	14	10	5	14	0	43
Kopā	78	78	48	57	76	260

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=260

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Turpinot analizēt atbilžu sadalījumu pēc dzimuma, gan kopējos skaitļos, gan pēc īpatsvara (skatīt 3.29. tabulu), secinām, ka vīrieši pauduši pozitīvāku viedokli attiecībā uz savu zināšanu par ūdeņraža tehnoloģijām noveērtēšanu.

³⁰⁴Sloka B., Kleperis J., Dimants J., Dimanta I., Gudakovska M., Kleperis J. Jr., Tora P., (2012) Organisation of Surveys on Attitudes Towards Hydrogen as Energy Carrier, *Proceedings of Workshop of Baltic-Nordic-Ukrainian Network on Survey Statistics*, University of Latvia, Central Statistical Bureau of Latvia, Riga, 2012, pp.100-106.

3.29.tabula, Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta dzimuma par apgalvojumu: *Esmu informēts par ūdeņraža tehnoloģijām*

	Dzimums				Kopā	
	Sievietes	Īpatsvars (%)	Vīrieši	Īpatsvars (%)	Skaitis	Īpatsvars (%)
1	13	6,84	4	2,31	17	4,68
2	12	6,32	4	2,31	16	4,41
3	21	11,06	5	2,89	26	7,16
4	15	7,89	12	6,94	27	7,43
5	22	11,58	18	10,40	40	11,02
6	18	9,47	15	8,67	33	9,09
7	28	14,74	22	12,72	50	13,77
8	18	9,47	27	15,61	45	12,40
9	18	9,47	27	15,61	45	12,40
10	25	13,16	39	22,54	64	17,64
Kopā	190	100	173	100	363	100

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=363
 Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Atbilžu izkliede par jautājumu „Atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešanu Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā” redzama 3.30. tabulā.

3.30.tabula, Atbilžu vērtējuma sadalījums pēc fakultātes, kuru pārstāv respondents par apgalvojumu: *atjaunojamās enerģijas tehnoloģiju ieviešana Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā ir nepieciešama*

Novērtējums	Pārstāvētā fakultāte					Kopā
	Bioloģijas fakultāte	Fizikas un matemātikas fakultāte	Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāte	Ķīmijas fakultāte	Rīgas Tehniskā universitāte	
1	4	0	0	1	0	5
3	1	0	0	1	0	2
5	2	2	4	5	0	13
6	1	3	0	3	0	7
7	8	8	1	6	0	23
8	7	11	12	13	0	43
9	9	7	9	14	0	39
10	46	17	31	33	1	128
Kopā	78	48	57	76	1	260

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=260
 Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Apgalvojuma „Atjaunojamās enerģijas būtu jāievieš Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā” novērtējumi redzami 3.31. tabulā. Rezultāti parāda, ka sievietes novērtējušas šo apgalvojumu augstāk nekā vīrieši (dzimumu sadalījums 52,6% sieviešu un 47,7% vīriešu, derīgo atbilžu skaits 361).

3.31.tabula, **Atbilžu vērtējuma īpatsvars pēc respondenta dzimuma par apgalvojumu: atjaunojamās enerģijas tehnoloģiju ieviešana Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā ir nepieciešama**

Novērtējums	Dzimums		Kopā (%)
	Sievietes (%)	Vīrieši (%)	
1	2.63	1.75	2.21
3	0.53	2.34	1.38
4	1.58	1.17	1.38
5	5.26	5.26	5.26
6	4.21	3.51	3.87
7	6.84	11.11	8.86
8	13.16	18.71	15.78
9	18.42	9.94	14.40
10	47.37	46.20	46.81
Kopā	100	100	100

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=361

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Viens no visaugstāk un pozitīvāk novērtētajiem apgalvojumiem bija par studentu iespēju izmantot atjaunojamās enerģijas tehnoloģijas mācību nolūkos.

Jāpiezīmē, ka šim apgalvojumam vairāk piekrituši tieši studenti un nākotnes studenti, salīdzinot ar pasniedzēju un akadēmiskā personāla novērtējumu (3.32. tabula). Līdz ar to secinām, ka praktiskās mācībās vairāk ieinteresēti ir tieši studenti un nākamie studenti (12.klašu skolēni).

3.32.tabula, **Atbilžu vērtējumu sadalījums pēc respondenta kvalifikācijas par apgalvojumu: atjaunojamu resursu tehnoloģiju ieviešana un izmantošana studiju procesā uzlabotu izglītības kvalitāti**

Novērtējums	Respondenta kvalifikācija						Kopā
	Students	Akad. Personāls	Skolēns	Skolotājs	Vecāki	Cits	
1	1	0	0	0	0	1	2
2	1	0	0	0	0	0	1
3	0	0	3	0	0	0	3
4	2	0	4	0	0	0	6
5	6	0	9	0	1	0	16
6	8	0	2	0	1	0	11
7	23	1	6	1	0	1	32
8	33	1	12	4	2	2	54
9	25	2	12	2	3	1	45
10	65	1	26	3	4	0	99
Kopā	164	5	74	10	11	5	269

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=269

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Aprakstošās statistikas rezultāti attiecībā uz apgalvojumiem kā udeņradi kā enerģijas nesēju un CO₂ izmešu samazinātāju ir apkopoti 3.33. tabulā.

3.33.tabula, **Atbilžu statistiskie raksturotāji par ūdeņraža fizikālajām īpašībām**

		Ūdeņradi kā enerģijas nesēju, iespējams izmantot, lai uzkrātu Saules un vēja enerģiju	Ūdeņradi var izmantot, lai samazinātu CO ² izmešus
N	Derīgi	258	259
	Trūkst	12	11
	Aritmētiskais vidējais	1,57	1,52
	Mediāna	2	2
	Moda	2	2
	Standartnovirze	0,639	0,501
	Dispersija	0,409	0,251
	Variācijas apjoms	7	1
	Mīnīmālais novērtējums	1	1
	Maksimālais novērtējums	8	2

Avots: Autora veikta aptauja 2012. gada februārī un martā, n=259

Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Apgalvojums „Ūdeņradis kā enerģijas nesējs var tikt izmantots, lai uzkrātu Saules un vēja saražoto enerģiju” saņēmis salīdzinoši zemu novērtējumu (aritmētiskais vidējais = 1,57, Mo = 2, Me = 2,00). Iegūtais rezultāts parāda, ka vairumam respondentu nav ar fiziku saistītas zināšanas par ūdeņradi kā enerģijas nesēju.

3.3. Izglītības veicināšana atjaunojamo energoresursu kontekstā

Iepriekš veikto aptauju rezultāti parāda, ka Latvijas iedzīvotājiem ir salīdzinoši zems zināšanu līmenis par atjaunojamām enerģijām. Lai palielinātu sabiedrības zināšanu līmeni, vēlams sākt ar augstākās izglītības iestāžu studiju kursu papildināšanu vai izveidošanu par atjaunojamo enerģiju tēmu, kuri iepazīstinātu plašāk arī ar ūdeņraža enerģiju. 3.34. tabulā uzskatāmi parādīts dažādu mērķauditoriju vērtējumu par zināšanu līmeni salīdzinājums. Par atjaunojamu tehnoloģiju ieviešanu pozitīvi noskaņotu respondentu viedoklis par zināšanu līmeni šajā jomā ir vidējs (aritmētiskais vidējais = 5,61, Mo = 20, Me = 6) un Latvijas Universitātes eksakto zinātņu viedoklis par zināšanu līmeni novērtēts kā nedaudz virs vidējā (aritmētiskais vidējais = 6,57, Mo = 10, Me = 7). Savukārt pēc ekspertu domām zināšanu līmenis sabiedrībā kopumā ir zems (aritmētiskais vidējais = 3,24, Mo = 2 un 3, Me = 3). Tas pierāda iepriekš minēto informētības trūkumu un izglītības nepieciešamību.

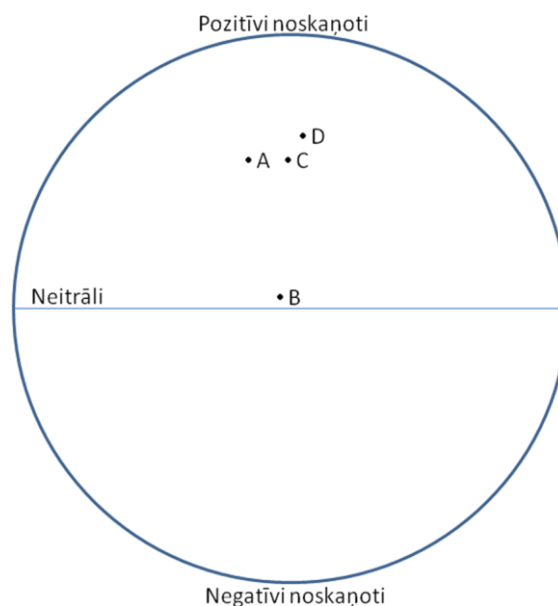
3.34.tabula, galveno statistisko rādītāju apkopojums, dažādu mērķauditoriju zināšanu līmeņu par udeņraža tehnoloģijām salīdzinājums

	Pozitīvi noskaņoto iedzīvotāju viedoklis	Eksakto zinātņu pārstāvju viedoklis	Ekspertu viedoklis	Latvijas iedzīvotāju viedoklis
	Esmu labi informēts par AES tehnoloģijām	Esmu informēts par udeņraža tehnoloģijām	Sabiedrība kopumā ir informēta par udeņraža tehnoloģijām un to pozitīvajiem ieguvumiem	Esmu informēts/informēta par udeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām
N	576	364	25	1172
Derīgi Trūkst	15	0	0	127
Aritmētiskais vidējais	5,61	6,57	3,24	4,36
Aritmētiskā vidējā standartklūda	0,235	0,140	0,302	0,087
Mediāna	6	7	3	4
Moda	10	10	2 un 3	1
Standartnovirze	3,253	2,678	1,508	2,983
Dispersija	10,584	7,171	2,273	8,898
Mīnimalais novērtējums	1	1	1	1
Maksimālais novērtējums	10	10	6	10

Avots: Autora veiktā ekspertu aptauja 2011. gada martā, n=25, 2010.gada maijā veiktā aptauja, n=591, 2012. gada februārī un martā veiktā aptauja, n=364 un 2013. gadā veiktā aptauja, n=1299
Novērtēšanas skala 0 - 10, kur 0- nav atbildes; 1 - pilnībā nepiekrītu; 10 - pilnībā piekrītu

Iegūtos aptauju rezultātus iespējams salīdzināt arī pēc otrajā nodaļā pieminētā Bučana³⁰⁵

(Buchan) sadalījuma, skatīt 3.7. attēlu, kur A=Eksperti, B=E-CO2 e-race apmeklētāji, C=Starptautisku izstāžu apmeklētāji, D=LU pārstāvji. Sadalījumu grupā nosaka respondenta zināšanu līmenis, personiskā pieredze un tās rezultātā radušās asociācijas.



3.7.attēls, Respondentu sadalījums pēc Bučana sadalījuma pēc viedokļa par atjaunojamo enerģiju tehnoloģijām, kur A=Eksperti, B=Starptautisku izstāžu apmeklētāji, C=E-CO2 e-race apmeklētāji, D=LU pārstāvji

Avots: Autora apkopojums balstoties uz 2010.-2012.g. veikto pētījumu rezultātiem

³⁰⁵ Buchan G.D., Obstacles to effective environmental education. *Environ Education Inform* 2000, 19(1) pp.1-10.

Mārketinga aktivitāšu izmantošana un jauna pieredze var mainīt respondenta atrašanās vietu grupā. Viens no izglītības veicināšanas veidiem ir informācijas piedāvājums izglītības iegūšanas laikā.

Trīs Latvijas Universitātes fakultātes: Ekonomikas un vadības fakultāte (EVF), Bioloģijas fakultāte (BF) un Ķīmijas fakultāte (ĶF), sadarbībā ar LU Cietvielu fizikas institūtu (LU CFI) un Latvijas Ūdeņraža asociāciju plāno veidot starpdisciplināru studiju kursu bakalaura programmas studentiem, lai paaugstinātu studentu zināšanu līmeni par atjaunojamās enerģijas tehnoloģijām, tādejādi iegūstot nākamās atjaunojamās enerģijas ekspertus un paaugstinot kopējo sabiedrības zināšanu līmeni par atjaunojamo enerģiju tehnoloģijām, un aicinot uz videi draudzīgu domāšanu. Studiju kurss iekļaus pamata zināšanas par atjaunojamo enerģiju ekonomiku, mārketingu, tehnoloģijām un sistēmām, risku analīzi, veiksmes piemēru analīzi u.c. Šis būs inovatīvs kurss, kas apvienos starpdisciplinārus pētījumus un kā pasniedzēji tiks aicināti atjaunojamās enerģijas nozares profesionāļi – tai skaitā akadēmiskais personāls, pētnieki, inženieri, uzņēmēji un valdības pārstāvji.

Piedāvātais studiju kurss paaugstinās zināšanu līmeni par atjaunojamām enerģijām, tādejādi arī piedaloties lēmumu pieņemšanas izvērtēšanā par ilgtspējīgāku un videi draudzīgāku ekonomisko attīstību.

Latvijas Universitātē šādu kursu varētu piedāvāt kā fakultatīvu “C” daļas kursu, kas apvienotu otrā gada bakalaura studentus no Ekonomikas un vadības fakultātes, Fizikas un matemātikas fakultātes, Bioloģijas fakultātes, Ķīmijas fakultātes un Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultātes.

Kursa apraksts un nepieciešamās prasības apkopotas 3.35. tabulā. Kursa mērķis ir veidot studentos sapratni par dažādiem enerģijas resursiem, enerģijas efektivitāti, vides un ekonomikas ietekmi, kā arī plusus un mīnusos dažādiem enerģijas veidiem un to izmantošanai. Kurss iepazīstinātu ar Latvijas un ES enerģijas politiku, energoefektivitātes rādītājiem un enerģijas taupīšanas un drošības jautājumiem. Tiktu veidotas semināru un demonstrāciju sanāksmes, lai apspriestu konkrētus alternatīvās enerģijas jautājumus un šī brīža aktualitātes, pētniecības sasniegumus un demonstrācijās izmēģinātu un novērtētu tos. Kurss tiktu veidots studentiem ar minimālām vai pietiekamām zināšanām par atjaunojamām un alternatīvām enerģijām. Lekcijas tiktu sakārtotas sākot no pamatiem, pārejot uz kompleksākiem un specializētākiem tematiem.

3.35.tabula, **Atjaunojamās enerģijas kursa nodarbību sadalījums**

Kredītpunkti	2
Stundas kopā	32
Lekcijas	26
Semināri un demonstrācijas	6
Studiju līmenis:	2trā gada bakalauri
Zinātnes nozare	7.9. Tirgzinība 10.4. Alternatīvās enerģijas iekārtas ³⁰⁶

Avots: Autora apkopojums balstoties uz Latvijas Zinātnes padomes pamatdokumentiem, 2011, Rīga

Pēc veiksmīgi apgūta kursa studenti iegūtu plašas zināšanas par dažādiem enerģijas resursiem un būtu spējīgi analizēt un novērtēt dažādas vides ietekmes, kā arī pamatot to cēloņus un prastu izvēlēties alternatīvus risinājumus vides noslodzes samazināšanai. Studenti pārzinātu alternatīvās enerģijas formas un spētu piedāvāt optimālus risinājumus konkrētiem enerģijas piegādes projektiem, pamatojot to ietekmi uz ekosistēmu. Kā arī izpratīs fizikālos, ķīmiskos, bioloģiskos, kā arī ekonomiskos pamatprincipus dažādu, alternatīvu enerģijas veidu izmantošanai. Studenti iegūs starpdisciplināru mācīšanās pieredzi par atjaunojamām enerģijām no dažādām perspektīvām – fizikas, bioloģijas, ekonomikas u.c.. Veiksmīga kursa pabeigšana nodrošinās vispusīgas zināšanas un prasmes un palīdzēs veidot izpratni par iespējām piedalīties dažādos ar vidi un enerģiju saistītos projektos un aktivitātēs.

Kursa mācību programma ietvertu starpdisciplināras tēmas (fizikas, bioloģijas, ekonomikas aspektus), kas apkoptas 3.36. tabulā. Kursa ietvaros tiktu atkārtotas nepieciešamās pamatzināšanas fizikas, bioloģijas un ekonomikas nozarēs, kas nepieciešamas atjaunojamo enerģiju tēmas pilnīgākai izpratnei.

3.36.tabula, **Alternatīvās enerģijas kursa saturs**

Nr.	Temats	Fakultātes	Stundas
1.	Ievads: Pasaules enerģētika, tendences un prognozes	Visas	2
2.	Ievads: Atjaunojamie resursi pasaulē, tendences un prognozes	Visas	2
3.	Saules enerģija	Visas	2
4.	Vēja enerģija		2
5.	Ģeotermālā enerģija, hidroenerģija un viļņu (plūdmaiņas) jauda	Visas	4
6.	Biodegvielas un bioenerģijas	Visas	2
7.	Ūdeņraža enerģija un kurināmā elementi	Visas	4
8.	Atjaunojamā enerģija mārketinga	Visas	4
9.	Atjaunojamās enerģijas sistēmas	Visas	2
10.	Atjaunojamās enerģijas politika	Visas	2
11.	Atjaunojamās enerģijas ekonomiskais pamatojums	Visas	2
12.	Semināri un praktiskās nodarbības	Visas	4

Avots: Autora apkopojums balstoties uz Latvijas Zinātnes padomes pamatdokumentiem, 2011, Rīga

³⁰⁶ Latvian Council of Science, The list of science sectors and subsectors, available http://www.lzp.gov.lv/index.php?option=com_content&task=view&id=140&Itemid=88 viewed 13.09.2011.

Studiju kursus pasniegtu atjaunojamās enerģijas nozares profesionāļi un vadošie eksperti, akadēmiskais personāls, pētnieki, inženieri un Latvijas uzņēmēji ar pieredzi atjaunojamo enerģiju sfērā.

3.3. Autora izstrādātā mārketinga kompleksa modeļa aprobācija

Piedāvātā mārketinga kompleksa modeļa aprobācija īsā laika posmā nav iespējama, tomēr promocijas darba izstrādes laikā modeļa aprobācija ietver:

- Tirgus pētījumu veikšanu;
- Sociālo pētījumu veikšanu;
- Partnerattiecību veidošanu;
- Sabiedrības informēšanu;
- Sabiedrības izglītošanu;
- Zinātnes un sabiedrības komunikāciju;
- Pārvaldes institūciju informēšanu.

Secinājumi par trešo nodaļu:

1. Sabiedrība ir pieradusi pie enerģētikas sistēmas ar tradicionāliem energoresursiem un ir jābūt spēcīgai iniciatīvai, lai mainītu sabiedrības viedokli. Ir svarīgi apzināt sabiedrības viedokli un izglītot to pirms tehnoloģijas ieviešanas.
2. Optimālai sabiedrības izglītošanai par tehnoloģijām un ūdeņradi kā enerģijas nesēju nepieciešama valdības un politiķu iesaistīšanās.
3. Rezultāti liecina, ka pastāv iespēja vairot izpratni par ūdeņraža tehnoloģijām, taču tas prasa atšķirīgu pieeju dažādām sabiedrības grupām. Jānoskaidro kāda informācija ir nepieciešama katram sabiedrības līmenim (studenti, zinātnieki, uzņēmēji u.c.) – informācijas daudzums un forma atšķirsies katrai no šīm grupām.
4. Sabiedrībai Latvijā kopumā ir nepietiekamas zināšanas par ūdeņradi un tā tehnoloģijām. Latvijas sabiedrības pozitīvi noskaņoto iedzīvotāju zināšanu līmeni par ūdeņradi autors vērtē starp vidēju un zemu - nav izveidojušās izteikti pozitīvas vai negatīvas asociācijas.
5. Aptaujātie enerģētikas eksperti uzskata, ka ūdeņraža tehnoloģiju attīstība un ieviešana radīs vidēju ietekmi Latvijas ekonomikai nākamajos desmit gados, galvenokārt šī ietekme varētu būt manāma enerģijas un transporta industrijas.

6. Aptuvenās tirgus daļas ekspertu prognoze variē no 0 līdz 0,5% līdz 2021. gadam, 2-5% līdz 2031. gadam un 5-10% līdz 2041. gadam.
7. Pirmo ūdeņraža ieviešanas pasākumu realizēšana Latvijā vistīcāmāk palīdzēs dažādot enerģētikas tirgu, tādejādi iegūstot tirgus daļu atjaunojamam ūdeņradim.
8. Aptaujas rezultāti parāda, ka respondentu vairākums pauž ļoti pozitīvu attieksmi attiecībā uz atjaunojamo enerģiju ieviešanu Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā.
9. Latvijas Universitātes akadēmiskais personāls, kā arī studenti aptaujā demonstrēja salīdzinoši labu zināšanu līmeni par ūdeņraža tehnoloģijām un viņi labprāt piekrītu, kā arī atbalstītu šo tehnoloģiju ieviešanu Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā.
10. Liels skaits respondentu attiecībā uz atjaunojamiem energoresursiem kā būtiskus izvirza drošības jautājumus. Nepieciešams sabiedrību iepazīstināt un izglītēt par tehnoloģiju izmantošanas drošības jautājumiem.
11. Studenti, kā arī potenciālie studenti (aptaujātie 12. klašu skolēni) pilnībā piekrīt un atbalsta atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju ieviešanu Universitātes teritorijā, kas varētu būt nozīmīga daļa viņu praktiskajam darbam ar tehnoloģiju iepazīšanu.
12. Ekspertu viedoklis apstiprina, ka Latvijā nav pieejama pietiekamā daudzumā informācija par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas pozitīvajiem piemēriem citās valstīs, kā arī izpētes rezultātiem Latvijā un citur.

Secinājumi un priekšlikumi

Secinājumi par mārketinga izmantošanas pieredzi ūdeņraža ekonomikas ieviešanā un izmantošanā

1. Ūdeņraža tirgus attīstība kopumā ir atkarīga no vismaz trīs faktoriem – tehnoloģijas attīstības, ūdeņraža tehnoloģijas mārketinga, kā arī valdības atbalsta ūdeņraža enerģētikai.
2. Ūdeņraža enerģētikas attīstības svarīgs aspekts citur pasaulē ietver valdības, akadēmisko institūciju un ārvalstu investoru sadarbību.
3. Valstīs, kurās enerģijas resursu pieejamība ir apgrūtināta to atrašanās vietu un iegūšanas izmaksu dēļ, ūdeņraža enerģijas attīstību ierobežo tehnoloģiju izmaksu aspekts, politiskā atbalsta trūkums un sabiedrības neinformētība.

Secinājumi par sabiedrības atbalstu un ūdeņraža tehnoloģiju zināšanu līmeni

4. Sabiedrības atbalsts un nepieciešamo zināšanu demonstrēšana ir svarīgs aspekts atjaunojamu enerģiju ieviešanai.
5. Nozīmīgākās sociālās aptaujas par ūdeņradi enerģētikā veiktas pēdējo desmit gadu laikā (kopš 2003. gada), kad šis temats kļuvis aktuāls ārvalstīs.

Secinājumi par ūdeņraža ekonomikas iestrādēm Latvijā, mārketinga iespēju analīzi un ekspertu, kā arī sabiedrības nostāju

6. Tehnoloģiskās izmaksas, ražošanas izmaksas un sabiedrības attieksme tiek vērtēti kā galvenie šī brīža ierobežojumi ūdeņraža tehnoloģiju attīstībai un izplatībai Latvijā.
7. Sabiedrībai kopumā Latvijā ir nepietiekamas zināšanas par ūdeņradi un tā tehnoloģijām. Latvijas sabiedrības pozitīvi noskaņoto iedzīvotāju zināšanu līmeni par ūdeņradi autors vērtē - starp vidējs un zems.
8. Latvijā sabiedrībā nav izveidojušās izteikti pozitīvas vai negatīvas asociācijas ar ūdeņradi.
9. Liels skaits respondentu attiecībā uz atjaunojamiem energoresursiem kā būtiskus izvirza drošības jautājumus. Sabiedrību kopumā nepieciešams iepazīstināt un izglītēt par tehnoloģiju izmantošanas drošības jautājumiem.
10. Latvijā plašākai sabiedrībai nav pieejama pietiekamā daudzumā informācija par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas pozitīvajiem piemēriem citās valstīs, kā arī izpētes rezultātiem Latvijā un citur.

11. Iedzīvotāju attieksme, energo politikas attīstība, valsts institūciju atbalsts, tehnoloģiju attīstība, kā arī lobījs un konkurence var ietekmēt mārketinga pasākumu saturu atkarībā no mērķauditorijas zināšanu līmeņa, konkurentu rīcības un kopējās politiskās situācijas attīstības.
12. Īdeņu tālākā attīstība Latvijā ir atkarīga no stratēģiski precīzi izplānotām mārketinga aktivitātēm. Primāri būtu jāpievēršas tieši sabiedrību izglītojošām mārketinga aktivitātēm.

Priekšlikumi zinātniskām institūcijām īdeņu enerģētikā ieviešanai Latvijā

1. Organizēt mārketinga aktivitātes, kas uzlabotu komunikāciju ar sabiedrību, sadarbību ar valsts un privātām organizācijām, veicinātu tehnoloģiju atpazīstamību un paaugstinātu sabiedrības zināšanu līmeni, piemēram, publiska pasākuma organizēšana īdeņu tehnoloģiju zināšanu palielināšanai. Pasākuma dalībnieku iesaistīšana pasākuma aktivitātēs, masu saziņas līdzekļu piesaistīšana pasākumam.
2. Organizēt publiskus izglītības pasākumus, lai īdeņradi pozicionētu kā atjaunojamu enerģiju, un ieviest demonstrāciju aktivitāšu, formālās izglītības un mārketinga pasākumu kombinācijas, ar mērķi palielināt sabiedrības izpratni par īdeņu tehnoloģijām, piemēram, izveidot vizuāli piesaistošu demonstrāciju projektu, kurā izmantotas jaunākās tehnoloģijas.
3. Organizēt studiju kursus par alternatīvām enerģijām, piemēram, Latvijas Universitātē veidots studiju kurss varētu būt piemērots mārketinga rīks sabiedrības izglītošanas virzības uzsākšanai un alternatīvo enerģiju tehnoloģiju ieviešanai, kā arī tiktu izglītoti mērķgrupa – studenti, kas ir ieinteresēti atjaunojamās enerģijas jautājumos, un zinātne iegūtu izglītotu darbaspēku, kas attīstītu atjaunojamās enerģijas izpēti, ražošanu, izplatīšanu utt.
4. Sabiedrības izglītošana jāorganizē pa līmeņiem:
 - a. Pamatizglītības līmenis – iekļaut mācību programmā iepazīstināšanu ar energoresursiem, tai skaitā atjaunojamiem energoresursiem un īdeņradi enerģētikā.
 - b. Vidējās izglītības līmenis – iekļaut mācību programmā populārzinātnisku informāciju par atjaunojamiem energoresursiem, tai skaitā īdeņradi enerģētikā.
 - c. Augstākās izglītības līmenis – mācību programmās, kuras saistītas ar enerģētiku, iekļaut visaptverošu informāciju (par zinātnes attīstības

tendencēm, zināšanu nozīmību) par atjaunojamiem energoresursiem, tai skaitā udeņradi enerģētikā.

Priekšlikumi uzņēmumiem udeņraža enerģētikā ieviešanai Latvijā

5. Veidot sadarbību ar valsts un zinātniskām organizācijām, īstenot demonstrāciju aktivitātes (stacionāriem pielietojumiem un pielietojumiem transportā).
6. Udeņraža ieviešanai enerģētikā attīstības periodā ieteicams izmantot autora izstrādāto mārketinga kompleksa modeli.
7. Sadarbības veidošanai izmantot autora izstrādāto divu līmeņu sadarbības veicināšanas koncepciju sadarbības partneru mārketinga mērķu sasniegšanai.

Priekšlikumi valstiskām organizācijām udeņraža enerģētikā ieviešanai Latvijā

8. Veidot sadarbību ar zinātniskām un privātām institūcijām.
9. Pievērst sabiedrību izglītojošām mārketinga aktivitātēm, organizējot informācijas kampaņas, gan iekšējā, gan ārējā vidē.
10. Veicināt godīgu konkurenci, ieviešot jaunas tehnoloģijas, rūpīgi analizējot sfēras, kurām nepieciešams valsts atbalsts mērķu īstenošanai.
11. Attīstīt enerģētikas politiku nacionālā līmenī, nosakot atbalsta mehānismus, piemēram, nodokļu atvieglojumus, finansiālu atbalstu demonstrāciju projektiem.

Izmantotās literatūras un avotu saraksts

1. Actions for sustainable energy development for Latvia, until 2020, International Network for Sustainable Energy Europe, July 17, 2007.
2. **Adamson K. A.**, (2004), Hydrogen from renewable resources – the hundred year commitment, *Energy Policy*, 32, pp.1231-1242.
3. **Agnolucci P., McDowallm W.**, (2007), Technological change in niches: Auxiliary Power Units and the hydrogen economy, *Technological Forecasting & Social Change* 74, pp.1394-1410.
4. A National Vision of America's Transition to a Hydrogen Economy – to 2030 and beyond. United States Department of Energy, February 2002.
5. **Andrews J., Shabani B.**, (2012) Re-envisioning the role of hydrogen in a sustainable energy economy, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 37, Issue 2, pp. 1184-1203
6. **Achterberg P., Houtman D., Van Bohemen S., Manevska K.**, (2010), Unknowing but supportive? Predispositions, knowledge, and support for hydrogen technology in the Netherlands, *International Journal of Hydrogen Energy*, 35 pp. 6075 - 6083.
7. **Arnason B., Sigfusson T. I., Jonnson V. K.**, (1993), New Concepts in Hydrogen Production in Iceland. *International Journal of Hydrogen Energy*, 18 pp. 7326–7337.
8. **Bakkera S., van Lenteb H., Meeusc M.T.H.** (2012) Dominance in the prototyping phase— The case of hydrogen passenger cars, *Research Policy* 41, pp. 871– 883.
9. **Balat M.**, (2008), Potential of hydrogen as a future solution to environmental and transportation problems, *International Journal of Hydrogen Energy* 33, pp.4 013-4029
10. **Balla M., Wietschelb M., Rentza O.**, (2007), Integration of a hydrogen economy into the German energy sistēma: an optimising modelling approach, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.32 pp .1355 – 1368.
11. **Balta M. T., Dincer I., Hepbasli A.**, (2009), Thermodynamic assessment of geothermal energy use in hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.34, pp. 2925-2939.
12. **Barreto L., Makihira A., Riahi K.**, (2003), The hydrogen economy in the 21st century: a sustainable development scenario, *International Journal of Hydrogen Energy* 28, p.267-284.
13. **Barton J., Gammon R.**, (2010), The productionof hydrogen fuel from renewable sources and its role in grid operations, *Journal of Power Sources*, 195, pp. 8222-8235.
14. **Belk R.W.**, (1976) Situational Variables and Consumer Behavior, *Journal of Consumer Research* Vol.2, pp. 157.
15. **Bento N.**, (2008), Building and interconnecting hydrogen networks: Insights from theelectricity and gas experience in Europe, *Energy Policy* 36, pp. 3019– 3028.

16. **Bertaite L., Gusca J.**, (2007), Environmental education in secondary schools in Latvia. Scientific Proceedings of Riga Technical University: Power and Electrical Engineering: *Energy Systems and the Environment*, vol. 21, pp. 85-91.
17. **Blanchette Jr. S.**, (2008), A Hydrogen Economy And Its Impact On The World As We Know It, *Energy Policy* 36, pp. 522-530.
18. **Bocci E., Zuccari F., Dell’Era A.**, (2011), Renewable and hydrogen energy integrated house, *International Journal of Hydrogen Energy* 36, pp. 7963-7968.
19. **Bockris J. O’M.**, (2006), Future energy: The use of hydrogen may be inevitable, World hydrogen, Gainesville, Florida, *Bulletin of science, Technology & Society* Vol 26. No 4, pp. 303-305.
20. **Bossel U.**, (2006) Does a Hydrogen Economy Make Sense? *Proceedings of the IEEE*. Vol. 94, No. 10, October 2006.
21. **J.O’M. Bockris**, (2002), The origin of ideas on a Hydrogen Economy and its solution to the decay of the environment, *International Journal of Hydrogen Energy* Nr.27, pp. 731 – 740.
22. **Bons S.W., Gul T., Reimann S., Buchmann B., Wokaun A.**, (2011), Emissions of anthropogenic hydrogen to the atmosphere during potential transition to an increasingly hydrogen intensive economy, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, pp. 1122-1135.
23. **Brennan T.J.**, (2009), Network effects in infrastructure regulation: principles and paradoxes, *Review of Network Economics* 8, pp. 279-301.
24. **Brohmann B., Fritsche U., Hunecke K.**, (2006), Hannover social marketing for energy efficiency, Create acceptance, August, pp. 3-13.
25. **Brouwer J.**, (2010), On the role of fuel cells and hydrogen in a sustainable and renewable energy future, *Current applied physics* 10, pp. 509-517.
26. **Buchan G. D.**, (2000), Obstacles to effective environmental education. *Environ Education Inform*, 19 (1) pp. 1–10.
27. **Bunka A.**, Ūdeņraža enerģētikas perspektīvas. Žurnāls "Nedēļa" 2007.gada 28. septembris.
28. **Cherryman S.J., King S., Hawkes F.R., Dinsdale R., Hawkes D.L.**, (2008), An exploratory study of public opinions on the use of hydrogen energy in Wales, *Public Understanding of Science*, 17. pp. 397-410.
29. **Bersani C., Minciardi R., Sacile R., Trasforini E.**, (2009), Network planning of fuelling service stations in a near-term competitive scenario of the hydrogen economy, *Socio-Economic Planning Sciences* 43, pp. 55–71.
30. **Cetin E., Yilanci A., Oner Y., Colak M., Kasikci I., Ozturk H.K.**, (2009), Electrical analysis of a hybrid photovoltaic-hydrogen/fuel cell energy system in Denizli, Turkey, *Energy and Buildings*, 41, pp. 975-981.
31. **Chandler J., Owen M.**, (2002), Developing Brands with Qualitative Market Research, SAGE 2002, 140 p.

32. **K. S. Chandrasekar** (2010), Marketing Management Tata McGraw-Hill Education, - Marketing - 538 p.
33. **Chang, Z.Y., Yong, K.C.** (1991). Dimensions and indices for performance evaluation of a product development project, *International Journal of Technology Management*, 6(12), pp. 155-168.
34. **Ching-Chin C., Ao Ieong Ka Ieng., Ling-Ling W., Ling-Chieh K.,** (2010) Designing a decision-support system for new product sales forecasting, *Expert Systems with Applications* 37 pp. 1654–1665.
35. **Clark W.W., Rifkin J., O'Connor T., Swisher J., Lipman T., Rambach G. and Clean Hydrogen Science and Technology Team,** (2005), Hydrogen energy solutions: along the roadside to the hydrogen economy, *Utilities Policy*, 13, pp. 41-50.
36. **Clark II W.W.,** (2008), The green hydrogen paradigm shift: Energy generation for stations to vehicles, *Utilities Policy*, 16, pp. 117-129.
37. **Crane A., Desmond J.** (2002), “Societal marketing and morality”, *European Journal of Marketing*, 36(5/6) pp. 548-569.
38. **Dimants J., Kleperis J., Sloka B., Klepere I.,** (2011), The Development and Implementation of Hydrogen Technologies: Are They Going Fast Enough? 4th World Hydrogen Technology Convention Conference Proceedings, UK pp. 404-408.
39. **Dimants J.,** (2011) Mārketinga stratēģijas nozīme Islandes ūdeņraža enerģētikas attīstībā, *Latvijas Universitātes raksti, Ekonomika. Vadības zinātne*. 771. Sēj., 457-465lpp.
40. **Dimants J., Dimanta I., Sloka B., Kleperis J., Kleperis J. Jr.,** (2012) Renewable Energy Powered Campus Proposal for the University of Latvia, *International Scientific Journal for Alternative Energy and Ecology*, No.9, 10 p.
41. **Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Dimanta I., Kleperis J. Jr., Gudakovska M., Tora P.,** (2012) Opportunities for Hydrogen Marketing – Public Opinion Analysis, In International Conference „New Challenges in Economic and Business Development – 2012” Proceedings, 2012, University of Latvia, pp. 131-141.
42. **Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I.,** (2010) Course on Alternative energy as a Road map for a Sustainable Public Education. Proceedings Book of International Conference „Employability & Entrepreneurship”- 2nd Edition, September 27-28, 2010; Porto, Portugal, pp. 196-203.
43. **Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I.,** (2010) Education and promotion of public acceptance in order to facilitate hydrogen usage as an alternative energy carrier, International Conference New socio-economic challenges of development in Europe 2010 Conference Proceedings, October 7.-9. 2010, University of Latvia, Riga (Latvia), pp. 108-112.

44. **Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I.**, (2010), Hydrogen as innovative technology for a sustainable energy supply, EACES 2010, 11-th Bi-Annual Conference of European Association for Comparative Economic Studies Comparing Responses to Global Instability, 26-28 August, Tartu University, Tartu, Estonia.
45. **Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I.**, (2011) Renewable Hydrogen Market Development: Forecasts and Opportunities for Latvia. Paper No 319GOV, *Proceedings (CD) of International Conference on Hydrogen Production ICH2P-11*, June 19-22, 2011, Thessaloniki, Greece, pp. 1-6.
46. **Dimants J., Sloka B., Kleperis J., Klepere I.**, (2011) Tendencies of the Hydrogen Market Development: Expert View, *Proceedings of International Conference Current Issues in Management of Business and Society Development – 2011*, May 5-7, 2011, University of Latvia, Riga (Latvia) pp. 109-116.
47. **Dimants J.**, Ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas iespējas tautsaimniecībā: labās pieredzes analīze, *Latvijas Universitātes raksti*. 2010, 754. Sēj. Ekonomika un vadības zinātne 192-200.lpp.
48. **Deb Mondol J., Koumpetsos N.**, (2013) Overview of challenges, prospects, environmental impacts and policies for renewable energy and sustainable development in Greece, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23 pp. 431–442.
49. **Dupont V.**, (2007), Steam reforming of sunflower oil for hydrogen gas production, *Helvia*, pp. 30-103.
50. Eiropas Savienības terminu vārdnīca: angļu- franču- latviešu , *Tulkošanas un terminoloģijas centrs*. Rīga: Madris, 2004. 246 lpp.
51. Energy, Transport And Environment Indicators, 2009 edition, Luxembourg: Publications of the European Union, 2009. pp. 70.-130.
52. **Eng T.Y., Quaia G.**, (2009) Strategies for improving new product adoption in uncertain environments: A selective review of the literature, *Industrial Marketing Management* 38, pp. 275–282.
53. European Commission Energy, (2008, november) European strategies, Second Strategic Energy Review - Securing our Energy Future.
54. Eurostat (2009) *Energy, transport and environment indicators, 2009 edition*, (Luxembourg): Publications of the European Communities
55. Eurostat (2009) *Panorama of energy, Energy statistics to support EU policies and solutions, 2009 edition*, (Luxembourg): Publications of the European Communities.
56. **Evers A.A.**, (2011), The Hydrogen Society More Than Just a Vision? Actual Worldwide Hydrogen Production ,published on Hannover Messe 2011 (April 4 – 8) skatīts 06.03.2011., pieejams, <http://www.hydrogenambassadors.com/background/worldwide-hydrogen-production-analysis.php>

57. **Fenwick D., Daim T.U., Gerdri N.**, (2009), Value Driven Technology Mapping process integrating decision making and marketing tools: Case of Internet security technologies, *Technological Forecasting & Social Change* 76, pp. 1055-1077.
58. **Fernandez P., Luisa Del Rio M., Varela J., Bande B.**, (2010) Relationships among functional units and new product performance: The moderating effect of technological turbulence, *Technovation*, 30, pp. 310–321.
59. **Ferrell O. C., Hartline M.**, (2010), *Marketing Strategy*, Cengage Learning, 743 p.
60. **Galanti L., Ranzoni A., Traverso A., Massardo A.F.**, (2011), Existing large steam power plant upgraded for hydrogen production, *Applied Energy* 88, pp. 1510-1518.
61. **Gale B.T., Swire D.J.**, (2006), *Value-Based Marketing & Pricing*, Customer Value, Inc. Competitive Marketing Strategy.
62. **Gamble J., Gilmore A., McCartan-Quinn D., Durkan P.**, (2011) The Marketing concept in the 21st century: A review of how Marketing has been defined since the 1960s, *The Marketing Review*, 2011, Vol. 11, No. 3, pp. 227-248.
63. **O'Garra T., Mourato S., Pearson P.**, (2005), Analysing awareness and acceptability of hydrogen vehicles:A London case study, *International Journal of Hydrogen Energy*, 30 pp. 649 – 659.
64. **Glaser S.**, (2007), The Marketing Sistēma and the Environment. *European Journal of Marketing* 19, 4, pp. 54–72.
65. **Gordon R.**, (2012) Re-thinking and re-tooling the social marketing mix, *Australasian Marketing Journal* 20 pp. 122–126.
66. **Gossling Ddd S., Kunkel T., Schumacher K., Heck N., Birkemeyer J., Froese J., Naber N., Schliermann E.**, (2005) A target group-specific approach to „green” power retailing: students as consumers of renewable energy, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 9, pp. 69–83.
67. **Grinberga L., Kleperis J., Bajars G., Vaivars G., Lulis A.** (2008), Estimation of hydrogen transfer mechanisms in composite materials. *Solid State Ionics*, vol. 179, pp. 42–45.
68. **Grīnberga L., Kleperis J., Hodakovska J., Klepere I., Dimants J., Šivars A.**, Ūdeņraža tehnoloģijas un nākotnes enerģijas avoti, Schools at University for Climate and Energy (SAUCE) Universitāšu un skolu sadarbības projekts par ilgtspējīgu enerģijas izmantošanu un klimata pārmaiņām 2011., 8lpp.
69. **Grinberga L., Kleperis J., Ribickis L.**, (2005), Why the Hydrogen Energy Is Necessary for Latvia in: *International Conference EcoBalt*, 2005, Riga, Latvia May 5 – 6, 56 p.
70. **Gupta S.**, (2012) Financing Renewable Energy, *Environment & Policy*, 1, Volume 54, Energy for Development, Part 3, pp. 171-186.

71. **Gunnarsson B.**, (2010), RES the School of Renewable Energy Science: Transfer of Knowledge & Innovation. 1st Polish-Icelandic Conference of Renewable energy, 21–22 June, 2010, Warsaw University of Technology, Warsaw, pp. 123–138.
72. **Guzik J.A.**, (2009) Hydrogen cars on their way out? *Los Angeles Times Business*, Cars, 13.05.2009.
73. **Hart, S., Hultink, E.J., Tzokas, N., Commnateur, H.R.** (2003). Industrial companies evaluation criteria in new product development gates. *Journal of Product Innovation Management*, 20, pp. 22-36.
74. **Hedstrom L., Saxe M., Folkesson A., Wallmark C., Haraldsson K., Bryngelsson M.**, (2006), Key Factors in Planning a Sustainable Energy Future Including Hydrogen and Fuel Cells, *Bulletin of Science Technology & Society*, 26: pp. 264-277.
75. **Hennicke P., Fishedick M.**, (2006), Towards sustainable energy sistēmas: The related role hydrogen, *Energy Policy*, 34, pp. 1260-1270.
76. **Hijkata T.**, (2002), Research and development of international clean energy network using hydrogen energy (WE-NET), *International Journal of Hydrogen Energy*, 27, pp.115–129.
77. **Hoek J., Insch A.**, (2011), Special section on marketing and public policy: Going beyond a nanny state, *Australasian Marketing Journal* 19, pp. 165–167.
78. **Hoffman S. M., High-Pippert A.**, (2005), Community energy: A social architecture foe alternative energy future, , University of St. Thomas Bulletin of science, *Tehnology & Society* Vol.25, No.5., pp. 387-401.
79. **Hotza D., Diniz da Costa J. C.** (2008), Fuel cells development and hydrogen production from renewable resources of Brazil, *International Journal of Hydrogen Energy* 33. pp. 4915-4935.
80. **Houghton T., Cruden A.**, (2009), An investment-led approach to analysing the hydrogen energy economy in the UK, *International Journal of Hydrogen Energy* 34, pp. 4454–4462.
81. **Jagoda K., Lonseth R., Lonseth A., Jackman T.** (2011), Development and commercialization of renewable energy technologies in Canada: An innovation sistēma perspective *Renewable Energy* 36, pp. 1266-1271.
82. **Jeong Bae Hwan, Cho Gyeong-Lyeob**, (2009), A Dynamic General Equilibrium Analysis on Fostering a Hydrogen Economy in Korea, *Energy Economics*, pp. S57–S66
83. **Jian Hua, Wu Yi-Hsuan, Jin Pang-Fu**, (2008), Prospects for renewable energy for seaborne transportation – Taiwan example, National Taiwan Ocean University, *Renewable energy*, 33, pp. 1056-1063.
84. **Johnston B., Mayo M.C., Khare A.**, (2005), Hydrogen: the energy source for the 21st century, *Technovation* 25, pp. 569-585.
85. **Joo-won C.**, (2012) Korea to build world’s largest hydrogen-powered town, *The Korea Herald*, Herald Corporation, 28.05.2012.

86. **Kang M.J., Park H.**, (2011), Impact of experience on government policy toward acceptance of hydrogen fuel cell vehicles in Korea, *Energy Policy*, 39, pp. 3465-3475.
87. **Kapferer J.-N.**, (1994), Strategic brand management: new approaches to creating and evaluating brand equity, Free press, 341 p.
88. **Kapferer J.-N.**, (2008), The new strategic brand management: creating and sustaining brand equity, MPG Books, 560 p.
89. **Kaškarova G.**, (2003), Saules enerģijas izmantošanas iespējas Latvijā, *Enerģētika un automatizācija* 07/2003, lpp. 52-55.
90. **Kendell K., Pollet B.G., Dhir A., Staffell I., Millington B., Jostins J.**, (2011), Hydrogen fuel cell hybrid vehicles for Birmingham campus, *Journal of Power Sources*, 196, pp. 325-330.
91. **Kim J., Moon II.**, (2008), The Role of Hydrogen in the Road Transportation Sector For a Sustainable Energy Sistēma: A Case Study of Korea, *International Journal of Hydrogen Energy*, 33, pp. 7326–7337
92. **Kleinschmidt, E.J., Cooper, R.G.** (1991). The impact of product innovativeness on performance. *Journal of Product Innovation Management*, 8(4), pp. 240-251.
93. **Kleperis J.**, (2008), Atjaunojamo energoresursu potenciāls Latvijā, *Būvniecības, enerģētikas un mājokļu valsts aģentūra*, 44 SIA „Gandrs”, 44.lpp.
94. **Kleperis J., Dimanta I., Dimants J., Sloka B.**, (2012) Lessons From Teaching Renewables: Domestic and Cross-Boarder Education Action – Latvian Solar Cup, *Regional Formation and Development Studies, Journal of Social Sciences*, No 1 (6), pp. 60-66.
95. **Kleperis J., Dimanta I., Dirnena I., Gruduls A., Skripsts E., Jasko J., Dimants J., Sloka B.**, (2011), Possible Scenarios for Obtaining and Usage the Biohydrogen, *15th International Scientific conference, Rural Development 2011*, 24 – 25 November, 2011, Aleksandras Stulginskis University, Lithuania, Proceeding I, Vol. 5, Book 1, pp. 347- 353.
96. **Kleperis J., Grinberga L., Ergle M., Chikvaidze G., Klavins J.**, (2007), Thermogravimetric research of hydrogen storage materials, *Phys.: Conf. Ser.* 93, p.5.
97. **Konda N.V.S.N.M., Shah N., Brandon N.P.**, (2011), optimal transition towards a large scale hydrogen infrastructure for the transport sector: The case for the Netherlands, *International Journal of Hydrogen Energy*, 36, pp. 4619-4635.
98. **Kontogianni A., Tourkolias C., Papageorgiou E.I.**, (2013) Revealing market adaptation to a low carbon transport economy: Tales of hydrogen futures as perceived by fuzzy cognitive mapping, *International Journal of Hydrogen Energy* 38 pp. 709-722.
99. **Kotler P., Lee N, Farris P.W., Bendle N.T., Pfeifer P.E., Reibstein D.J., Arcature L.L. LLC, Arcature J.K. LLC, Reece M.**, (2010), Marketing Strategy from the Masters (Collection), *FT Press*, 400 p.

100. **Kotler P.**, (1994), *Marketing Management: Analysis, Planning and Control*, 8th EdReprinted by permission of Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, N.J., 373 p.
101. **Kotler P.**,(2002), *Marketing Management*, Millenium Edition Philip Kotler Custom Edition for University of Phoenix, *Pearson Custom Publishing*.
102. **Kotler P., Pfoertsch W.**, (2010), *B2B Brand Management*, Springer.
103. **Krapfel R. E., Salmund D., Spekman R.**, (1991), A Strategic Approach to Managing Buyer-Seller Relationships, *European Journal of Marketing*, Vol. 25 Iss: 9, pp. 22 – 37.
104. **Kriston A., Szabo T., Inzelt G.**, (2010), The marriage of car sharing and hydrogen economy:A possible solution to the main problems of urban living, *International Journal of Hydrogen Energy* 35 pp. 12697-12708.
105. **Lattin, W.C. Utgikar V.P.**, (2007), Transition to hydrogen economy in the United States: A 2006 status report, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 32, Issue 15, October, pp. 3230-3237.
106. **Lee Duu-Hwa, Lee Duu-Jong**, (2008), Hydrogen economy in Taiwan and biohydrogen, *International Journal of Hydrogen Energy* 33, pp. 1607 – 1618.
107. **Levin D.B., Chahine R.**, (2010), Challenges for renewable hydrogen production from biomass, *International Journal of Hydrogen Energy* 35. pp. 49620-4969.
108. **Levitt, T.**, (1965), Exploit the product life cycle. *Harvard Business Review* 43 (11), pp. 81–94.
109. **Lewis H., Stanley H.**, (2012), Marketing and Communicating Sustainability, *Packaging for Sustainability*, pp. 107-153.
110. **Liu F. and Zhang N.**, (2004), Strategy Of Purifier Selection And Integration In Hydrogen Networks, *Chemical Engineering Research and Design*, 82(A10): pp. 1315–1330.
111. **Maack M.**, autora veikta intervija ar vides un projektu menedžeri, izpētes koordinatori kompānijā *Icelandic New Energy* 2010. gada septembrī, Akureyri, Islandē.
112. **M. Maack**, ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors. University of Reykjavik, Reykjavik, 2004.
113. **Marban G.,Valdes-Solis T.**, (2007), Towards the hydrogen economy?, *International Journal of Hydrogen Energy*, 32 p. 1625 – 1637.
114. **Martin E., Shaheen S.A., Lipman T.E., Lidicker J.R.**, (2009), Behavioral response to hydrogen fuel cell vehicles and refuelling: Results of California drive clinics, *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, pp. 8670-8680.
115. **McLellan B., Shoko E., Dicks A.L., Diniz da Costa J.C.**, (2005), Hydrogen production and utilisation opportunities for Australia, *International Journal of Hydrogen Energy*, 30, pp. 669 – 679.
116. **Menegaki A.N.**, (2012), A social mix for renewable energy in Europe based on consumer stated preference surveys, *Renewable Energy*, 39, pp. 30-39.

117. **Mendes G., Ioakimidis C., Ferrao P.**, (2011), On the planning and analysis of Integrated Community Energy Sistēmas: A review and survey of available tools, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 4836-4854.
118. **Meyer P. E., Winebrake J.J.**, (2009), Modelling technology diffusion of complementary goods: The case of hydrogen vehicles and refuelling infrastructure, *Technovation* 29, pp. 77-91.
119. **McDowall W., Eames M.**, (2006), Towards a sustainable hydrogen economy: a multi-criteria mapping UKSHEC hydrogen futures. London: Policy Studies Institute, full report.
120. **Mumford J., Gray D.**, (2010), Consumer engagement in alternative energy - Can the regulators and suppliers be trusted? *Energy Policy* 38. pp. 2664–2671.
121. **Murray, M.L., Seymour E.H., Pimenta R.**, (2007), Towards a Hydrogen Economy in Portugal, *International Journal of Hydrogen Energy*, Volume 32, Issue 15, October pp. 3223-3229.
122. **G.J. Offer, M.Contestabile, D.A.Howey, R.Clague, N.P.Brandon**, (2011) Techno-economic and behavioral analysis of battery electric, hydrogen fuel cell and hybrid vehicles in a future sustainable road transport system in the UK, *Energy Policy* 39 pp.1939–1950.
123. **Park S. Y., Kim Y.W., Lee D.H.**, (2011) Development of a market penetration forecasting model for Hydrogen Fuel Cell Vehicles considering infrastructure and cost reduction effects, *Energy Policy* 39 pp. 3307–3315.
124. **Praude V.**, (2011), Mārketings, teorija un prakse, 1. Grāmata, 3. Izd. R.: Burtene, 522.lpp.
125. **Praude V., Šalkovska J.**, (2006), 2 Mārketinga komunikācijas, teorija un prakse, Vaidelote, 2006, 37-47 lpp.
126. **Rex E., Baumann H.**, (2007) Beyond ecolabels: what green marketing can learn from conventional marketing *Journal of Cleaner Production* 15, pp. 567-576.
127. **Riezebos R., Riezebos H. J., Kist B., Kootstra G.**, (2003), Brand management: a theoretical and practical approach, *Pearson Education*, 331 p.
128. **Ricci M., Bellaby P., Flynn R.**, (2008), What Do We Know About Public Perceptions and Acceptance of Hydrogen? A Critical Review and New Case Study Evidence, *International Journal of Hydrogen*, 22, pp. 5868-5880.
129. **Robinson Jr. L., Marshall G. W., Stamps M. B.**, (2005), An empirical investigation of technology acceptance in a field sales force setting, *Industrial Marketing Management*, 34, pp. 407– 415.
130. **Rosyid O.A., Jablonski D., Hhauptmanns U.**, (2007), Risk analysis for the infrastructure of hydrogen economy, *International Journal of Hydrogen Energy* 32, pp. 3194-3200.
131. **Sanaa A., Keiichi N.**, (2011), A conceptual model for acceptance of social CRM sistēmas based on a scoping study, *AI & Soc* 26, pp. 205–220.

132. **Sangoon P.**, (2011), Iceland's hydrogen energy policy development (1998-2007) from a sociotechnical experiment viewpoint, *International Journal of Hydrogen Energy* 36, pp. 10443-10454.
133. **Saxe M., Alvfors P.**, (2007), Advantages of integration with industry for electrolytic hydrogen production, *Energy*, pp. 32-42.
134. **Schoenung S., Linnsen J., Espegren K.**, (2012), IEA HIA Task "30" Global Hydrogen Systems Analysis, World Hydrogen Energy Conference, 4-7 June, Toronto, Canada.
135. **Schulte I, Hart D., Van der Vorst R.**, (2004) Issues affecting the acceptance of hydrogen fuel *International Journal of Hydrogen Energy* 29, pp. 677–685.
136. **Shah As. A., Qureshi S. M., Bhutto A., Shah Am.**, (2011), Sustainable development through renewable energy—The fundamental policy dilemmas of Pakistan, *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 15, pp. 861–865
137. **Shang J.L., Pollet B.G.**, (2010), Hydrogen fuel cell hybrid scooter with plug-in features on Birmingham campus, *International Journal of Hydrogen Energy*, 35, pp. 12709-12715.
138. **Shen Yung-Chi, Lin T.R. Grace, Li Kuang-Pin, Yuan Benjamin J.C.**, (2010), An Assessment of Exploiting Renewable Energy Sources With Concerns of Policy and Technology *Energy Policy* 38, pp. 4604–4616.
139. **Sigfusson A.**, (2003), Iceland Pioneering the Hydrogen Economy, *Foreign Service Journal* (December, 2003) pp. 62–65.
140. **Sloka B., Kleperis J., Dimants J., Dimanta I., Gudakovska M., Kleperis J. Jr., Tora P.**, (2012) Organisation of Surveys on Attitudes Towards Hydrogen as Energy Carrier, *Proceedings of Workshop of Baltic-Nordic-Ukrainian Network on Survey Statistics*, University of Latvia, Central Statistical Bureau of Latvia, Riga, 2012, pp. 100-106.
141. **Sovacool B.K., Brossmann B.**, (2010), Symbolic convergence and the hydrogen economy, *Energy Policy*, 38, pp. 1999–2012.
142. **Spitzley D. V., Brunetti T. A., Vigon B. W.**, (2000), Assessing fuel cell power sustainability, *SAE Technical Papers Series*, No. 1490.
143. **Stern B. B.**, (2006) What does brand mean? historical-analysis method and construct definition, *Journal of the Academy of Marketing Science* Volume 34, Number 2, pp. 216-223.
144. **Tarigan K.M. Ari, Bayer S. B., Langhelle O., Thesen G.**, (2012), Estimating determinants of public acceptance of hydrogen vehicles and refuelling stations in greater Stavanger, *International Journal of Hydrogen Energy* 37, pp. 6063-6073.
145. Telefonintervija ar CO2 E-RACE.RIGA projekta vadītāju Laini M.Cekuli 27.08.2012.
146. Telefonintervija ar SIA „BT1” projektu vadītāju Kardiju Broku 08.05.2012.
147. **Themelis N.J., Ulloa P.A.**, (2007), Methane generation in landfills *Renewable Energy*, Vol. 32, Issue 7, pp. 1243-1257.

148. **Tolga M. B., Dincer I., Hepbasli A.** (2009), Thermodynamic assessment of geothermal energy use in hydrogen production, *International Journal of Hydrogen Energy*, 34, pp. 2925-2939.
149. **Tyagi R.K.**, (2006) New product introductions and failures under uncertainty, *International Journal of Research in Marketing*, 23 pp. 199–213.
150. **Varey R. J.**, (2002), Marketing Communication, *Routledge*, pp. 23-44.
151. **Verma S.**, (2002), Doctoral thesis, Anaerobic digestion of biodegradable organics in municipal solid wastes. Advisor: prof. N.J. Themelis, Department of earth & environmental engineering, Columbia University, viewed 04.03.2012., available <http://www.seas.columbia.edu/earth/vermathesis.pdf>
152. **Waegel A., Byrne J., Tobin D., Haney B.**, (2006), Hydrogen Highways: Lessons on the Energy Technology- Policy Interface, University of Delaware, *Bulletin of Science, Technology & Society* Vol.26, No.4, August 2006, pp. 288-298.
153. **Wang G.**, (2011) The role of hydrogen cars in the economy of California *International Journal of Hydrogen Energy* 36, pp. 1766-1774.
154. **Wang J. H., Chiang W. L., H. Shu J. P.**, (2000), The prospects – fuel cell motorcycle in Taiwan. *J. Power Sources*, 86, pp. 151–157.
155. **Wenben Lai A.**, (1991) Consumption Situation and Product Knowledge in the Adoption of a New Product, *European Journal of Marketing*, Vol. 25 Iss: 10, pp.55 – 67.
156. **Winebrake J. J., Creswick P. B.**, (2003), The future of hydrogen fueling systems for transportation: An application of perspective-based scenario analysis using the analytic hierarchy process, *Technological Forecasting & Social Change*, 70, pp. 359–384.
157. **Winter C. J.**, (2006), Energy policy is technology politics—The hydrogen energy case (with an eye particularly on safety comparison of hydrogen energy to current fuels) *International Journal of Hydrogen Energy*, Nr.31, pp. 1623 – 1631
158. **Winter C. J.**, (2009), Hydrogen energy - Abundant, efficient, clean: A debate over the energy-system-of-change *International Journal of Hydrogen Energy*, Nr.34, pp. 1-52.
159. **Yilanci A., Dincer I., Ozturk H.K.**, (2009), A review on solar-hydrogen/fuel cell hybrid energy systems for stationary applications, *Progress in Energy and Combustion Science*, 35, 2009, pp. 231-244.
160. **Yumurtacia Z., Bilgen E.**, (2004), Hydrogen production from excess power in small hydroelectric installations, *International Journal of Hydrogen Energy* 29, pp. 687 – 693.
- Elektroniskie informācijas avoti:
161. 2011 Annual report Sweden, Swedish Energy Agency, International Secretariat, skatīts 28.12.2012., pieejams, <http://ieahia.org/pdfs/AR2011/Sweden.pdf>

162. 2011 gada tautas skaitīšanas rezultāti, Centrālā statistikas pārvalde, skatīts 01.03.2013., pieejams: <http://www.csb.gov.lv/statistikas-temas/2011-gada-un-2000-gada-tautasskaitisanas-datu-salidzinajums-37241.html>
163. ASV Enerģijas departamenta veiktie pētījumi, United States Department of Hydrogen, skatīts 03.08.2012., pieejams, <http://www.hydrogen.energy.gov/>
164. Assumptions about the brand, Persuasive brands mājas lapa, skatīts 03.01.2012., pieejams, http://www.persuasivebrands.com/Topics_Brand_Definition.aspx
165. Audi e-gas Project Combines Hydrogen and CO2, skatīts 01.09.2012, pieejams: <http://www.greencar.com/articles/audi-e-gas-project-combines-hydrogen-co2.php>
166. **Barozo Ž. M.**, Launch of IPCC's Special Report on Renewable Energy sources and Climate change mitigation, 16/06/2011, SPEECH/11/441, Brussels. Elektroniskā versija: <http://europa.eu/rapid/pressReleasesAction.do?reference=SPEECH/11/441>
167. British Columbia and Scandinavian Hydrogen Highways Join Forces, skatīts 12.11.2012., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-100507-SHHP-BC-MOU.asp>
168. Cellkraft production overview, skatīts 06.01.2013, pieejams, <http://cellkraft.se/fuelcells/products-2/>
169. Commission promotes take-up of hydrogen cars and development of hydrogen technologies, Reference documents - Legislative proposals, viewed 29.06.2012., available <http://ec.europa.eu/enterprise/sectors/automotive/documents/proposals/>
170. Create Acceptance Work Package 2. Historical and Recent Attitude of Stakeholders. Executive summary., skatīts 17.02.2011., pieejams, <http://www.createacceptance.net/>
171. Create Acceptance projekta pārskats, SMARTH2 - Mobilizing social support for hydrogen in Iceland, skatīts 10.08.2012., pieejams, <http://www.esteem-tool.eu/fileadmin/esteem-tool/docs/SmartH2.pdf>
172. Cross-country analysis and state of the art review of extracurricular energy education and kids universities. Report on D1 of WP2 from the SAUCE Project, February 2009, skatīts 14.10.2011., pieejams: http://www.schools-at-university.eu/project_results/d1_sauce.pdf
173. Dabai draudzīgs transports Eiropai, Degvielas šūnu autobusu klubs, skatīts 05.05.2011., pieejams, <http://www.fuel-cell-bus-club.com/index.php?module=pagesetter&func=viewpub&tid=1&pid=2>
174. Dānijas valdības udeņraža infrastruktūras programma, skatīts 08.12.2012., pieejams: <http://www.hydrogenlink.net/eng/news/PR-Danish-Government-launch-hydrogen-initiatives-23-03-2012.pdf>
175. Daimler attieksme par udeņradi, Scientific American, skatīts 24.11.2012., pieejams: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=will-germany-become-first-nation-with-hydrogen-economy>

176. Degvielas šūnu attīstība Dienvidkorejā, EQ International, skatīts 07.12.2012., pieejams:
<http://eqmaglive.com/EQ-ARTICLE-8974-FuelCell-Energy-Announces-Acceleration-of-Existing-South-Korean-Order.html#.UTu7LRzv6I>
177. Denmark to launch hydrogen infrastructure programme, keep fuel cell vehicle tax exemptions, skatīts 15.01.2013., pieejams:
<http://www.renewableenergyfocus.com/view/24734/denmark-to-launch-hydrogen-infrastructure-programme-keep-fuel-cell-vehicle-tax-exemptions/>
178. Eiropas Enerģētikas stratēģijas vīzija, skatīts 25.04.2011., pieejams,
http://www.carloscoelho.eu/ed/files/IP-06-282_energy%20EN.pdf
179. Eiropas Savienības udeņraža projekti, EK Environment, skatīts 27.11.2012., pieejams
<http://ec.europa.eu/environment/life/index.htm>
180. Elektriības iepirkšanas cenas, Latvenergo 2012, skatīts 12.03.2012., pieejams
<http://www.latvenergo.lv/portal/page/portal/Latvian/t.latvenergo/t.latvenergo>
181. Energy Future, available http://ec.europa.eu/energy/strategies/2008/2008_11_ser2_en.htm
viewed 15.10.2010.
182. Energy policy for a competitive Europe, European Commission Energy, skatīts 23.02.2012., pieejams:
http://ec.europa.eu/energy/energy_policy/doc/01_energy_policy_for_europe_en.pdf
183. Energy price statistics, Eurostat, 2011. Skatīts 15.05.2012., pieejams:
http://epp.eurostat.ec.europa.eu/statistics_explained/index.php/Energy_price_statistics
184. Enerģētikas attīstības pamatnostādņu 2007. – 2016. gadam kopsavilkums, Ekonomikas Ministrija, Apstiprinātas ar Ministru kabineta 2008.gada 8.maija rīkojumu Nr.246. Skatīts 25.03.2011., pieejams, www.em.gov.lv/images/modules/items/eap_kopsavilkums.doc
185. European Hydrogen and fuel cell projects, skatīts 14.01.2013., pieejams:
http://www.naturalhy.net/docs/Brochure_hydrogen_and_fuel_cells_en.pdf
186. ES Padomes Regula (ES) Nr. 1183/2011 ar ko izveido kopuzņēmumu Kurināmā elementi un udeņradis, skatīts 06.08.2011., pieejams <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=CELEX:32011R1183:LV:HTML>
187. Fresno Brand Platform, Fresno Convention & Visitors Bureau, 2009, skatīts 16.12.2011., pieejams, http://playfresno.org/_literature_39423/Brand_Book_-_Fresno_Brand_Platform
188. Fueling station distribution, United States Department of Hydrogen, skatīts 03.11.2011., pieejams, <http://www.hydrogen.energy.gov/>
189. Germany invests in hydrogen technology, skatīts 11.12.2012., pieejams:
<http://www.renewableenergyworld.com/rea/news/article/2012/02/germany-invests-in-hydrogen-technology-for-renewable-storage-vehicles>
190. Globālo klimata pārmaiņu novēršana, Vides un izglītības ministrija, skatīts 07.07.2011., pieejams http://www.vidm.gov.lv/lat/darbibas_veidi/Klimata_parmainas/

191. High Beam Research, skatīts 11.01.2012., pieejams, <http://www.highbeam.com/doc/1G1-20773169.html>
192. Hydrogen and Fuel Cell Global Policies Update 2011, International Partnership for Hydrogen and Fuel Cells in the Economy, Skatīts 18.01.2013., pieejams: http://www.iphe.net/docs/iphe_policy_update_120911_web.pdf
193. Hydrogen clean energy for tomorrow, skatīts 01.02.2013., pieejams: http://www.be.total.com/content/documents/Total_hydrogen_en.pdf
194. Hydrogen Community Lolland, skatīts 04.02.2012., pieejams, <http://www.climatebuildings.dk/vestenskov.php>
195. Hydrogen Economics, California Hydrogen Highway Hydrogen Reporters' Briefing, skatīts 01.03.2012., pieejams, <http://www.hydrogenhighway.ca.gov/media/h2briefing/ogden.pdf>
196. Hydrogen energy in action, Istanbul, Turkey, skatīts 20.01.2013., pieejams: http://www.unido.org/fileadmin/user_media/Services/Energy_and_Climate_Change/Energy_Efficiency/Background_Papers/ICHET_7years_book_second_edition_eversion.pdf
197. Hydrogen filling stadions and Vehicles in West Denmark summer 2008, skatīts 14.12.2012., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-250208-H2LWestDK.asp>
198. Hydrogen Guide for 2012, skatīts 02.02.2013., pieejams: http://www.hydrogen.no/assets/files/hydrogenguide/NHF_hydrogenguiden_A6-WEB.pdf
199. Hydrogen Link to co-initiate the Scandinavian Hydrogen Highway Partnership, skatīts 28.11.2012., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-150606-SHHP-Agreement.asp.asp>
200. Hydrogen Village Canada, skatīts 12.01.2012., pieejams, <http://hydrogenvillage.ca/>
201. H2Moves projekta publiskā atskaite, skatīts 03.01.2013., pieejams http://www.scandinavianhydrogen.org/sites/default/files/121109wp7_3rd_reporting_public.pdf
202. Icelandic New Energy, skatīts 16.02.2011., pieejams, http://www.newenergy.is/en/icelandic_new_energy/
203. International Monetary Fund rises global economic growth forecast, BBC news, 2010, July 8, skatīts 12.03.2011, pieejams, <http://www.bbc.co.uk/news/10549770>
204. Islandes enerģētika, skatīts 18.03.2011., pieejams, <http://www.un.org/esa/agenda21/natlinfo/countr/iceland/energy.pdf>
205. Islandes klimata un enerģētikas politika, Governance of Sustainable development in the Nordic Region 08.02.2007, skatīts 01.02.2012., pieejams, http://folk.uio.no/kristori/prosus/susnordic/iceland/policies/climate_energy.htm
206. Izglītības specifiskācijas, International Graduate School in Renewable Energy, skatīts 12.03.2012., pieejams, <http://www.res.is/>
207. Kopējais patērētais enerģijas apjoms uz vienu cilvēku. Centrālā statistikas pārvalde, 2010., skatīts 26.09.2011., pieejams:

- <http://data.csb.gov.lv/Dialog/varval.asp?ma=EN0150&ti=EN15%2E+ENERGOBILANCE%2C+TJ+%28NACE+1%2E1%2Ered%2E%29&path=../DATABASE/vide/Ikgad%E7jie%20statistikas%20dati/Ener%EC%E7tika/&lang=16>
208. Latvian Council of Science, The list of science sectors and subsectors, available http://www.lzp.gov.lv/index.php?option=com_content&task=view&id=140&Itemid=88 viewed 13.09.2011
209. Latvijas enerģētika skaitļos, Latvijas Republikas Ekonomikas ministrijas ziņojums, Rīga, 2011.
210. Latvia's First National Energy Efficiency Action Plan 2008-2010, skatīts 12.05.2011., pieejams, http://ec.europa.eu/energy/demand/legislation/doc/neeap/latvia_en.pdf
211. Latvijas ilgtspējīgas attīstības stratēģija līdz 2030. gadam, skatīts 12.05.2012., pieejams http://www.latvija2030.lv/upload/lia_1redakcija_pilnv_final.pdf
212. Latvijas Republikas Centrālā statistikas pārvalde, Par atjaunojamo energoresursu patēriņu 2010. gadā, skatīts 15.03.2012., pieejams <http://www.csb.gov.lv/notikumi/par-atjaunojamo-energoresursu-paterinu-2010gada-32094.html>
213. Latvia trade, Latvia exports, Latvia imports, skatīts 09.03.2011., pieejams, http://www.economywatch.com/world_economy/latvia/export-import.html
214. Latvijas Universitātes studentu komandas iesniegtais pieteikums, Hydrogen Student Design Contest, skatīts 05.06.2012., pieejams: http://www.hydrogencontest.org/pdf/2012/University%20of%20Latvia%20-%20Phase%20II_submission.pdf
215. Latvijas Universitātes studentu skaita sadalījums pa fakultātēm uz 2011.gada aprīli, LU mājaslapa, skatīts 07.05.2012., pieejams: <http://www.lu.lv/par/dokumenti/statistika/fakultates/>
216. Latvijas Universitātes Dabaszinātņu akadēmiskā centra projekts, LU mājaslapa, skatīts 20.09.2012., pieejams: <http://www.lu.lv/tornakalns>
217. Latvija 2030, skatīts 10.03.2012., pieejams, http://www.latvija2030.lv/upload/latvija2030_en.pdf
218. Latvijas Zinātņu akadēmijas Terminoloģijas komisijas lēmums Nr. 23 Par angļu vārda *brand* atbilstmi latviešu valodā. Pieņemts 13.05.2003. LZA Terminoloģijas komisijas mājas lapa, skatīts 05.01.2012., pieejams, <http://termini.lza.lv/article.php?id=83>
219. Lielākā degvielas šūnu parka atklāšana, skatīts 13.02.2013., pieejams: <http://spectrum.ieee.org/energywise/green-tech/fuel-cells/south-korea-opens-worlds-biggest-fuel-cell-park/>
220. **M. Maack**, Case 22:ECTOS Hydrogen Project. July, 2006, skatīts 18.02.2011., pieejams: http://www.createacceptance.net/fileadmin/create-acceptance/user/docs/CASE_22.pdf

221. MoU between Hyunday Kia Motors and stakeholders from Nordic Countries on fuel cell electric vehicle deployment, skatīts 14.11.2012., pieejams: http://hydrogenlink.net/eng/PR_hyundai-kia-nordic-actors-MoU-fuel-cell-vehicles-hydrogen-refueling-infrastructure-03-02-2011.asp
222. Nacionālais Darbības plāns, skatīts 02.02.2013., pieejams: http://www.hydrogen.no/assets/files/Hydrogenradet/Handlingsplan/Nasjonal_handlingsplan_ENG_web_enkeltsidig.pdf
223. National Hydrogen Association, United States Department of Energy. The History of Hydrogen, skatīts 17.12.2010., pieejams www.hydrogenassociation.org.
224. National Energy Agency, skatīts 24.02.2012., pieejams, <http://www.nea.is/the-national-energy-authority/about-the-nea/>
225. New Nordic hydrogen project - from Molde to Hamburg, skatīts 12.12.2012., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/startup-250405.asp>
226. Nīderlandes ūdeņraža aktivitātes, Eiropas ūdeņraža asociācijas mājas lapa, skatīts 01.12.2012., pieejams <http://www.h2euro.org/national-activities/national-news/south-netherlands-and-flanders-inaugurate-hydrogen-region>
227. Nordic Energy Solutions, skatīts 15.03.2011., pieejams, <http://www.nordicenergysolutions.org/performance-policy/iceland/renewable-energy-in-iceland>
228. Par atjaunojamo energoresursu izmantošanas veicināšanu, ES Eiropas Parlamenta un padomes direktīva (ES) Nr. 2009/28/EK skatīts 06.08.2011., pieejams, <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2009:140:0016:0062:LV:PDF>
229. Position papers, European Hydrogen Association, skatīts 18.12.2010., pieejams <http://www.h2euro.org/2009/10/1905>
230. Powercell production overview, skatīts 17.12.2012., pieejams, <http://www.powercell.se/about/overview/>
231. Project no: 502687 NEEDS New Energy Externalities Developments for Sustainability atskaite, skatīts 20.12.2011., pieejams, <http://www.needs-project.org/RS1a/RS1a%20D8.2%20Final%20report%20on%20hydrogen.pdf>
232. Projekta *HyFleet:CUTE* mājaslapa, skatīts 18.02.2011., pieejams: <http://www.global-hydrogen-bus-platform.com>
233. R&D of Energy Technologies. International Union of Pure and Applied Physics, skatīts 26.03.2012., pieejams, <http://www.iupap.org/wg/energy/annex-1d.pdf>
234. Resource Analysis for Hydrogen Production 2012, U.S. Department of Energy, Office of Energy Efficiency and Renewable Energy, skatīts 06.06.2012., pieejams: http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/review12/an026_melaina_2012_o.pdf

235. Review, Latvian European Hydrogen Association, available <http://www.h2euro.org/2010/07/2692>, viewed 15.10.2010.
236. Rīgas Tehniskās universitātes Enerģētikas un Elektrotehnikas fakultātes izsniegtie materiāli, skatīts 24.05.2011., pieejams, http://www.eef.rtu.lv/doc/studiju_materiali/alternativieenergijasavoti_002.pdf
237. Sadarbības nosacījumi, California Fuel Cell Partnership homepage, skatīts 16.10.2010, pieejams, <http://www.fuelcellpartnership.org/about-us>
238. Screening report Iceland, Chapter 15 – Energy, 2011, skatīta 01.03.2012., pieejams http://ec.europa.eu/enlargement/pdf/iceland/key-documents/screening_report_15_is_internet_en.pdf
239. Starptautiskās Atomenerģijas Aģentūras ziņojums par ūdeņraža ražošanu, skatīts 30.03.2012., pieejams <http://www.tgdaily.com/sustainability-features/62317-nuclear-plants-could-produce-clean-hydrogen>
240. Support for fuel cell hybride vehicles and hydrogen filling stations in Denmark at United Nations COP15 Climate meeting in 2009, skatīts 02.01.2013., pieejams: <http://hydrogenlink.net/eng/news-110708-link2009.asp>
241. Sustainable energy strategy for Latvia's: vision 2050, International Network for Sustainable Energy Europe, 2007.
242. The CO2 E – Race: race using CO2 friendly vehicles, skatīts 02.02.2011, pieejams, <http://www.co2erace.lv/index.php?page=home>
243. The Hydrogen Village: Building Hydrogen and Fuel Cell Communities, skatīts 08.12.2011., pieejams, <http://www.hpath.org/resources/additional%20material/Hydrogen-Village-3-07.pdf>
244. Total enters the hydrogen market in Belgium, opening its first service station in Brussels, skatīts 18.01.2013., pieejams: http://www.be.total.com/content/en/news/total_hydrogene_en.aspx?newsyear=2007
245. United Kingdom Hydrogen Mobility, Department for Business, Innovation and Skills UK., skatīts 26.12.2012., pieejams: <http://news.bis.gov.uk/content/detail.aspx?NewsAreaId=2&ReleaseID=422877&SubjectId=2>
246. Ūdeņraža apmācību centrs, ASV, skatīts 12.01.2012., pieejams, <http://policy.rutgers.edu/ceep/hydrogen/basics/safety.php>
247. Ūdeņraža drošība, skatīts 08.08.2011., pieejams, http://www.hydrogen.energy.gov/pdfs/doe_h2_safety.pdf
248. Ūdeņraža ekonomikas skaidrojums, Florida Solar Energy Center, skatīts 02.03.2012., pieejams, <http://www.fsec.ucf.edu/en/consumer/hydrogen/basics/economics.htm>

249. Ūdeņraža īpatsvara prognozes 2020-2060, skatīts 03.11.2011., pieejams, <http://www.hyways.de>
250. Ūdeņraža pētījumi, Agireiri (Akureyri) Universitātes mājaslapa, skatīts 16.03.2011., pieejams, http://english.unak.is/business-and-science/page/umhverfi_forsida
251. Ūdeņraža pētījumi, Islandes inovāciju centra mājaslapa, skatīts 17.12.2011., pieejams: <http://www.nmi.is/leit/?col=NMI&start=0&search=hydrogen&submit=&perpage=10&summary=yes&sort=rank>
252. Ūdeņraža pētījumi Japānā 2012 gadā, Investīciju apjomi, skatīts 26.01.2013., pieejams: <http://www.fuelcells.org/wp-content/uploads/2012/05/Japan2012FuelCellFunding.pdf>
253. Ūdeņraža pētījumi, Reikjavīkas Universitātes mājaslapa, skatīts 08.11.2011., pieejams, http://leit.hi.is/search?q=hydrogen&filter=p&getfields=*&btnG=Leita&entqr=0&getfields=*&getfields=*&entsp=0&output=xml_no_dtd&sort=date%3AD%3A%3Ad1&client=default_frontend&ud=1&oe=UTF-8&ie=UTF-8&proxystylesheet=default_frontend&site=default_collection
254. Ūdeņraža pielietojumi, AGA, skatīts 10.02.2012., pieejams, http://www.aga.lv/international/web/lg/lv/like35agalv.nsf/docbyalias/gasschool_h_sol
255. Ūdeņraža tehnoloģijas iekšdedzes dzinējam, skatīts 05.05.2011., pieejams, <http://hydroclubusa.com/technology.html>
256. Ūdeņraža transports Lielbritānijā, Transport of London, skatīts 12.12.2012., pieejams: <http://www.tfl.gov.uk/corporate/projectsandschemes/8444.aspx>
257. Ūdeņraža uzpildes stacijas, skatīts 18.03.2011., pieejams, <http://www.h2stations.org/>
258. Ūdeņraža uzpildes staciju attīstība ASV, Kalifornijas degvielas šūnu partnerības mājas lapa, skatīts 02.01.2013., pieejams: <http://cafcp.org/stations>
259. VID sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, laikraksts Dienas Bizness 23.12.2012., skatīts 03.02.2013., pieejams, <http://www.db.lv/nodokli/lielakie-nodoklu-maksataji-pern-statoil-orlen-un-latvenergo-383066>
260. Valsts Ieņēmumu dienesta sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, laikraksts *Diena* 02.12.2011., skatīts 03.12.2011., pieejams, <http://www.diena.lv/bizness/finanses/lielakie-nodoklu-maksataji-pern-statoil-neste-un-latvijas-gaze-13918604>
261. Valsts Ieņēmumu dienesta sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, skatīts, 02.11.2011., pieejams, http://business.delfi.lv/biznesa_videlielakie-nodoklu-maksataju-pern-statoil-mntn-un-philip-morris.d?id=27975733
262. Valsts Ieņēmumu dienesta sniegtie dati par lielākajiem nodokļu maksātājiem, skatīts 02.11.2011., pieejams <http://news.frut.lv/lv/economics/109328>
263. Vides izglītība ASV, Environmental Protection Agency, USA, skatīts 28.12.2010., pieejams, <http://www.epa.gov/enviroed/basic.html>

264. Vides izglītotāju asociācija, skatīts 16.03.2011., pieejams <http://www.vi.lv/index.php>

Pielikumi

1. Pielikums

Ar ūdeņraža enerģētku saistīti nodibinājumi un asociācijas:

Bulgarian Hydrogen Society (Bulgārija)

Czech Hydrogen Technology Platform (Čehija)

Danish Partnership for Hydrogen and Fuel Cells (Dānija)

Dutch Hydrogen and Fuel Cell Association (Beļģija)

Flemish Hydrogen and Fuel Cell Association (Nīderlande)

French Hydrogen Association (Francija)

Fuel Cell Finland Industry Group (Somija)

German Hydrogen and Fuel Cell Association (Vācija)

Hungarian Hydrogen Association (Ungārija)

Irish Hydrogen Association (Īrija)

Italian Hydrogen and Fuel Cell Association (Itālija)

Latvian Hydrogen Association (Latvija)

Macedonian Association for Hydrogen (Maķedonija)

Norwegian Hydrogen Forum (Norvēģija)

Polish Hydrogen Association (Polija)

Portugese Hydrogen Association (Portugāle)

Slovenian Hydrogen Association (Slovēnija)

Spanish Hydrogen Association (Spānija)

Hydrogen Sweden (Zviedrija)

Swiss Hydrogen Association (Šveice)

UK Hydrogen and Fuel Cell Association (Lielbritānija)

Air Products (Lielbritānija)

Air Liquide (Francija)

Ballast Nedam (Nīderlande)

Shell Hydrogen B.V. (Nīderlande)

The Linde Group (Vācija)

McPHY Energy SA (Francija)

Renewable Energy Storage Ltd (Īrija).

2. Pielikums

2011. gada februārī aptaujāto enerģētikas un ūdeņraža ekspertu saraksts

Nr.p.k.	Vārds, Uzvārds	Uzņēmums/pārstāvniecība	Amats
1.	Juris Ekmanis, Dr.habil.phys	Latvijas Zinātņu Akadēmija, Fizikālās enerģētikas institūts	Prezidents; Direktors
2.	Gunta Šlihta, Dr.	Fizikālās enerģētikas institūts; ES Enerģētikas Ģenerāldirektorāts	Direktora vietniece; Latvijas pārstāvis
3.	Oskars Krievs, Dr.	Rīgas Tehniskā universitāte Enerģētikas un elektrotehnikas fakultāte	Dekāns, Vadošais pētnieks IEEE institūtā
4.	Valdis Bisters	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Klimata politikas un tehnoloģiju departaments	Direktors
5.	Andžela Pētersone	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Klimata politikas un tehnoloģiju departaments	Vecākais referents
6.	Daina Indriksone	Baltijas Vides forums	Valdes loceklis
7.	Armands Plāte	Vides aizsardzības un reģionālās attīstības ministrija, Vides aizsardzības departaments, Ķīmisko vielu un risku nodaļa	Nodaļas vadītājs
8.	Jānis Kleperis Dr. phys	LU CFI Ūdeņraža enerģētikas materiālu laboratorija	Laboratorijas vadītājs, Vadošais pētnieks
10.	Kārlis Brinķis, Dr.sc.ing.	Latvijas Elektroenerģētiķu un Energobūvnieku asociācija (LEEAA)	Izpilddirektors,
11.	Eriks Skripsts	Biomehānikas un fizikālo pētījumu institūts	Pētnieks, LLU
12.	Guntars Vaivars, Dr. chem	LU Ķīmijas fakultāte, Fizikālās ķīmijas katedra; LU Cietvielu fizikas institūts	Asociētais profesors; Vadošais pētnieks
13.	Līga Grīnberga, Dr. phys	LU Cietvielu fizikas institūts	Vadošā pētniece
14.	Cristian Graf	<i>Baltic FuelCells</i>	Valdes loceklis
15.	Hans-Peter Schmid, Dr. Ing.	<i>WS Reformer GmbH</i>	Vadošais direktors
16.	Andre Koit, MSc, MBA	<i>AS Elcogen</i>	Produktu menedžeris
17.	Paolo Fracas	<i>Genport Power Solutions</i>	Izpilddirektors
18.	Jacques Smolenaars	<i>Kopā Hy</i>	Valdes loceklis
19.	Aleksandro Graizzaro Ing.	<i>Environmental Park</i>	Laboratorijas menedžeris
20.	Atle Taalesen	<i>Statoil</i>	Reģionālais pārdošanas daļas vadītājs, Ziemeļvalstis, Baltijas valstis un Ziemeļamerikas valstis
21.	Tzvetomir Terziysky	<i>Fuel Cell Markets</i>	Biznesa attīstības daļas vadītājs
22.	Oliver Braune	<i>NOW GmbH</i>	Programmas vadītājs E- Mobilitāte
23.	Prof. Dr. Frank Behrendt	Technische Universität Berlin	Profesors
24.	Daniel A. Betts, PHD, MBA	<i>EnerFuel</i>	Uzņēmējdarbības attīstības direktors
25.	Anneli Ojapalo, M.Sc. MBA	<i>Fuel Cell</i>	Programmu koordinators

3. Pielikums

Ekspertu intervijas anketa latviešu valodā



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919



Cienījamā Ekspertes kundze! / Godātais Eksperta kungs!

Lūdzam Jūs izteikt viedokli par ūdeņraža enerģētikas attīstības potenciālu Latvijā. Jūsu vērtējums par ūdeņraža enerģētikas attīstības gaitu īpaši nozīmīgs šobrīd, kad Latvijā būtiska loma tiek piešķirta alternatīvo enerģiju izmantošanas attīstībai un daudzās valstīs ir uzkrāta laba pieredze ūdeņraža kā enerģijas avota izmantošanā. Anketas aizpildīšana ilgs aptuveni 10-15 minūtes. Iegūtā informācija tiks izmantota tikai apkopotā veidā.

1.Lūdzu, novērtējiet izteiktos apgalvojumus, izmantojot vērtējumu skalu no 1-10:

(0-nav informācijas lai vērtētu; 1-pilnīgi nepiekrītu; 10-pilnīgi piekrītu)

Ūdeņraža tehnoloģijas ir:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Energoefektīvas											
inovatīva perspektīva enerģētikas attīstības veicināšanai											
inovatīva perspektīva transporta attīstības veicināšanai											
rentablas 10-12 gadu laikā											
videi draudzīga, ja ūdeņraža ražošanai izmanto atjaunojamus resursus											
cits variants _____											

Ūdeņraža tehnoloģiju attīstība Latvijā tuvāko desmit gadu laikā būs nozīmīga tautsaimniecības izaugsmei:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
no tehnoloģiju attīstītāju aspekta											
no tehnoloģiju ražotāju/izplatītāju aspekta											
no tehnoloģiju lietotāju aspekta											

Visaptveroša informācija par ūdeņraža tehnoloģijām Latvijā ir:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
brīvi pieejama jebkuram interesentam											
pieejama tikai šauram speciālistu lokam											
cits variants _____											

Sabiedrība ir:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
informēta par ūdeņraža tehnoloģijām un to pozitīvajiem ieguvumiem											
informēta par ūdeņraža tehnoloģiju negatīvajiem aspektiem											
pieņemami informēta par ūdeņraža tehnoloģiju kā ikdienā izmantojama enerģijas iegūšanas veida izmantošanas pieredzi ārvalstīs											
pieņemami informēta par ūdeņraža tehnoloģiju kā ikdienā izmantojama enerģijas iegūšanas veida pētījumu un ieviešanas gaitu Latvijā											
cits variants _____											

Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešana Latvijā 10-12 gadu laikā veicinās tautsaimniecības nozaru attīstību attiecīgajos sektoros:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Autotransportā											
Enerģētikā											
Mājsaimniecībā											
Rūpniecībā											
cits variants _____											

Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešana Latvijā 10-12 gadu laikā veicinās:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
elektroapgādes drošību (ūdeņraža rezerves sistēma, autonoma energoapgāde)											
emisiju samazināšanos rūpniecības un transporta sektoros											
valsts neatkarību no importētajiem fosilajiem energoresursiem (ogles, nafta, gāze)											
cits variants _____											

Ūdeņraža tehnoloģiju ieviešanu Latvijā kavē:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
infrastruktūras izveidošanas izmaksas											
politiskā ietekme/motivācija											
ražošanas cena											
sabiedrības pieraduma spēks (pierasts izmantot pārbaudītu enerģiju)											
tiešo konkurentu pretestība											
cits faktors _____											
cits faktors _____											

2.Lūdzu, atbildiet uz nākošajiem jautājumiem:

Kādi pozitīvi ieguvumi rastos valstij un sabiedrībai, ieviešot ūdeņraža tehnoloģijas?

Kādi negatīvi ieguvumi rastos valstij un sabiedrībai, ieviešot ūdeņraža tehnoloģijas?

Kurš, Jūsaprāt ir izdevīgākais tuvākā nākotnē attīstāmais ūdeņraža iegūšanas veids?

Vai elektriskā transporta sektorā ūdeņradim var būt nākotne, ja tiek attīstīti superkondensatori līdz energoietilpībai, kāda šobrīd ir labākajiem litija akumulatoriem?

Kā vērtējat ūdeņraža tehnoloģiju aptuveno īpatsvaru enerģijas/transporta sektoros Latvijā

līdz 2021 gadam no _____ līdz _____ %

līdz 2031 gadam no _____ līdz _____ %

līdz 2041 gadam no _____ līdz _____ %

Komentāri: _____

Paldies par atbildēm!

Sīkāka informācija par pētījumu: Justs Dimants, tel. 28855966, e-pasts: justs.dimants@lu.lv

4. Pielikums

Ekspertu intervijas anketa angļu valodā



Dear expert!

Your opinion is very important for the research on hydrogen technology development and implementation potential evaluation across Europe. Your opinion is highly evaluated and will benefit to detect the situation and develop potential solutions and actions. It will take approximately 5 minutes to complete a questionnaire. Information is confidential and will be used only in aggregate form.

1. Please, evaluate mentioned statements using values 1-10:

(0 - do not have information about the issue; 1-strongly disagree; 10-Kopāly agree)

The development of selected hydrogen production and storage Technologies is sufficient successful

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Coal reforming											
Combustion											
Fuel cells											
Gasification											
Reforming natural gas/biomass											
Solid state storage											
Storage in pressurized tanks											
Other_____ (Please, indicate and evaluate)											

The selected factors of impact on hydrogen economy development is significant:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Government policy											
Reasonable education											
Science findings and results											
Society acceptance											

Stated market shares has large potential for hydrogen implementation:

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Electricity											
Gas											
Nuclear											

Oil													
Renewable													
Other _____ (Please, indicate and evaluate)													

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Public acceptance plays significant role during hydrogen implementation process											
Public education plays significant rule in hydrogen promotion											
Other _____ (Please, indicate and evaluate)											

2. Please, answer the following questions:

What activities should be used to promote hydrogen technologies?

What activities should be used in bigger extent to promote hydrogen as energy carrier?

What factors are preventing hydrogen technology development across Europe?

Other comments: _____

Country you represent: _____

Your experience in work with hydrogen related topics _____ years

Your experience in working in energy field _____ years

Scope

- Development
- Production
- Sales
- Science
- Other _____ (Please, indicate)

Your age _____

Thank you!

Information about research: Justs Dimants, tel. +371 28855966, e-mail: justs.dimants@lu.lv

5. Pielikums

Iedzīvotāju aptaujas anketa latviešu valodā



LATVIJAS
UNIVERSITĀTE
ANNO 1919



Aptaujas anketa

Labdien!

Jūsu viedoklis ir ļoti svarīgs Latvijas Universitātē veiktajā pētījumā „**Atjaunojamo energoresursu potenciāla izvērtēšana**”. Jūsu aktīva līdzdalība atjaunojamo energoresursu jautājumos ir īpaši nozīmīga šobrīd, kad Latvijā būtiska loma tiek piešķirta alternatīvo enerģiju izmantošanas attīstībai. Anketa ir anonīma un informācija tiks izmantota tikai apkopotā veidā. Anketas aizpildīšana ilgs aptuveni piecas minūtes.

1.Lūdzu, novērtējiet savu attieksmi par atjaunojamo energoresursu ieviešanas nepieciešamību, izmantojot vērtējumu skalu no 1- 10:
(1-pilnīgi nepiekrītu; 10-pilnīgi piekrītu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Atbalstu "zaļu" dzīves veidu iespēju robežās cenšos „zaļu” dzīves veidu īstenot savā dzīvē										
Interesējos par alternatīvo enerģiju veidiem elektroapgādei										
Interesējos par alternatīvo enerģiju veidiem mājokļa siltumam un karstam ūdenim										
Interesējos par iespējām samazināt izplūdes gāzes un degvielas patēriņu automašīnai										

2.Lūdzu izvērtējiet varbūtību tuvākā nākotnē pāriet uz alternatīvo enerģiju tehnoloģiju izmantošanu sadzīvē, izmantojot vērtējumu skalu no 1- 10:
(1-pilnīgi nepiekrītu; 10-pilnīgi piekrītu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Būtu gatavs maksāt mazliet dārgāk par enerģiju, zinot, ka tā iegūta izmantojot atjaunojamās vietējos energoresursus (ūdens hidropotenciāls, Saule, Vējš, Biomasa u.c.)										
Būtu gatavs veikt lielāku vienreizēju ieguldījumu siltuma alternatīvo tehnoloģiju iegādei, ja tas nodrošinātu neatkarību no siltuma piegādātājiem un atmaksātos 5-10 gados.										
Būtu gatavs veikt lielāku vienreizēju ieguldījumu elektrības alternatīvo tehnoloģiju iegādei, ja tas nodrošinātu neatkarību no Latvenergo, Sadales Tīkliem un atmaksātos 15-20 gados .										

3. Kāds ir Jūsu viedoklis par ūdeņraža kā alternatīvu enerģiju enerģijas nesēja lietošanu tuvākā nākotnē, izmantojot vērtējumu skalu no 1- 10:
(1-pilnīgi nepiekrītu; 10-pilnīgi piekrītu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Esmu informēts/informēta par ūdeņraža izmantošanas labo pieredzi mājāsaimniecībā un automašīnām citās valstīs pasaulē										
Ūdeņradi varētu izmantot elektroenerģijas nodrošināšanai										
Ūdeņradi varētu izmantot siltuma nodrošināšanai										
Ūdeņradi varētu izmantot karstā ūdens nodrošināšanai										
Ūdeņradi varētu izmantot karstā ūdens nodrošināšanai										
Ūdeņradi varētu izmantot kā degvielas piedevu patēriņa samazināšanas nolūkos										
Ūdeņraža uzkrāšana ūdeņraža tvertnē ir efektīvāka kā elektrības uzkrāšana akumulatorā										

4. Jūs pastāvīgi dzīvojat:

(lūdzu, atzīmējiet

vienu sev visatbilstošāko variantu)

Personīgajā privātmājā	
Īrētā privātmājā	
Daudzdzīvokļu mājā personīgajā dzīvoklī	
Daudzdzīvokļu mājā īrētā dzīvoklī	
Mazdzīvokļu mājā personīgā dzīvoklī	
Mazdzīvokļu mājā īrētā dzīvoklī	
Cits variants _____	

4. Jūsu pastāvīgā dzīvesvieta atrodas

(lūdzu, atzīmējiet vienu sev visatbilstošāko variantu)

Rīgā	
Republikas nozīmes pilsētā (Daugavpils, Jelgava, Jēkabpils, Jūrmala, Liepāja, Rēzekne, Valmiera, Ventspils)	
Netālu no rajona nozīmes pilsētas (lauku teritorijā)	
Citā pilsētā	
Netālu no citas pilsētas (lauku teritorijā)	

Atzīmējiet, lūdzu:

Kāda ir Jūsu profesija? _____

Jūsu izglītība:

Pamata

Vispārējā vidējā

Vidējā speciālā

Studējošais (lūdzu, norādīt kur, kādā specialitātē un kurā kursā)

Pirmā līmeņa augstākā profesionālā – koledžas

Bakalaurs

Profesionālais bakalaurs

Augstākā profesionālā

Maģistrs

Profesionālais maģistrs

Zinātņu doktors

Jūsu vecums (pilni gadi) _____

Jūsu dzimums:

Sieviete

Vīrietis

Vidējie ienākumi uz vienu ģimenes locekli mēnesī (pēc nodokļu nomaksas):

Līdz Ls 200

Ls 200 - 400

Ls 400 - 600

Ls 600 - 800

Ls 800 - 1000

Ls 1000 - 1200

Ls 1200 un vairāk

Paldies par atbildēm!

Sīkāka informācija par pētījumu: Justs Dimants, tel. 28855966, e-pasts: justs.dimants@inbox.lv, jd06016@lanet.lv

6. Pielikums



Aptaujas anketa

Labdien!

Latvijas Universitāte plāno LU pilsētiņas būvniecību Pārdaugavā, Torņakalnā, kur vienā no ēkām - Dabaszinātņu centra ēkā plānots izvietot bioloģijas, ķīmijas un ģeogrāfijas uz zemes zinātņu izpētes laboratorijas, lekciju telpas, akadēmiskā personāla telpas u.c. Šodien pasaulē pieejamās tehnoloģijas atļauj Dabaszinātņu centru aprīkot ar atjaunojamo energoresursu tehnoloģijām, kas ilgtermiņā veicinās ēkas neatkarīgu nodrošināšanu ar elektrību un siltumu, kā arī nodrošinās unikālu iespēju studentiem piedalīties siltuma un elektrības ieguves no vietējiem energoresursiem procesu gaitas pētniecībā, iegūto datu analizēšanā, tehnoloģiju apgūšanā, apkalpošanā u.c. Jautājums ir: VAI MĒS TO GRIBAM?

Jūsu viedoklis ir ļoti svarīgs Latvijas Universitātē veiktajā pētījumā „Studentu un akadēmiskā personāla attieksme par Latvijas Universitātes Akadēmiskā kompleksa Dabaszinātņu centra aprīkošanu ar Saules, vēja, ūdeņraža tehnoloģijām elektrības un siltuma nodrošināšanai”. Jūsu aktīva līdzdalība atjaunojamo energoresursu jautājumos ir īpaši nozīmīga šobrīd, kad Latvijā būtiska loma tiek piešķirta atjaunojamu energoresursu izmantošanas attīstībai. Anketa ir anonīma un informācija tiks izmantota tikai apkopotā veidā. Anketas aizpildīšana ilgs aptuveni piecas minūtes.

1. Lūdzu, novērtējiet savu attieksmi par atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju ieviešanas nepieciešamību Latvijas Universitātes Dabaszinātņu centrā, izmantojot vērtējumu skalu no 1- 10: (1-pilnīgi nepiekrītu; 10-pilnīgi piekrītu)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
LU Dabaszinātņu centrs ir jāaprīko ar atjaunojamo energoresursu tehnoloģijām										
Vai šo atjaunojamo energoresursu tehnoloģijās ūdeņradi varētu izmantot elektrības, siltuma ražošanai un enerģijas uzkrāšanai?										
Atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju pieejamība studentiem būtu nozīmīga praktisko mācību procesa daļa										
Esmu informēts/informēta par ūdeņraža kā enerģijas resursa izmantošanas iespējamību										
Esmu pārliecināts/pārliecināta par ūdeņraža kā enerģijas resursa drošību mūsdienu tehnoloģijās										
Atjaunojamo energoresursu tehnoloģiju integrēšanai Dabaszinātņu centrā jāpiesaista Latvijas izglītības un pētniecības infrastruktūras attīstībai pieejamie finanšu līdzekļi										

2. Vai, Jūsaprāt, šie apgalvojumi ir pareizi? (jā/nē):

Ūdeņradis ir no vietējiem atjaunojamiem energoresursiem iegūstama degviela elektriskajiem - ūdeņraža transportlīdzekļiem	
Ūdeņradis kā enerģijas nesējs ļauj uzkrāt Saules un vēja enerģiju	
Ūdeņradi var izmantot CO ₂ saistīšanai	

Atzīmējiet, lūdzu:

Kāds ir Jūsu statuss?

Students
Mācībspēks
Pētnieks
Skolnieks
Skolotājs
Vecāks

Cits _____(lūdzu, norādiet)

Kuru LU fakultāti pārstāvat?

Bioloģijas fakultāti
Fizikas un matemātikas fakultāti
Ģeogrāfijas un zemes zinātņu fakultāti
Ķīmijas fakultāti

Ja iepriekš norādījāt, ka esat students/studente, kādā studiju līmenī studējat?

Bakalaura
Profesionālā augstākā
Maģistra
Doktora
Profesionālais bakalaurs

Jūsu dzimums:

Sieviete
Vīrietis

Jūsu vecums
_____ (pilni gadi)

Paldies par atbildēm!

Sīkāka informācija par pētījumu:

Justs Dimants, e-pasts: justs.dimants@gmail.com tel. 28855966

Māra Gudakovska, e-pasts: mara.gudakovska@gmail.com tel. 26597775

7. Pielikums



**LATVIJAS
UNIVERSITĀTE**
ANNO 1919



Aptaujas anketa

Labdien!

Lūdzam paust savu viedokli un atbildēt uz dažiem jautājumiem. Jūsu viedoklis ir ļoti svarīgs Latvijas Universitātē veiktajā pētījumā „Ūdeņraža potenciāla izvērtēšana”. Jūsu aktīva līdzdalība atjaunojamo energoresursu jautājumos ir īpaši nozīmīga šobrīd, kad Latvijā būtiska loma tiek piešķirta alternatīvo enerģiju izmantošanas attīstībai. Anketa ir anonīma un informācija tiks izmantota tikai apkopotā veidā. Anketas aizpildīšana ilgs aptuveni divas minūtes.

Vai Jūs iepriekš bijāt dzirdējis//usi par ūdeņraža enerģiju?

Jā
Nē

Ja uz iepriekšējo jautājumu atbildējāt apstiprinoši, kur ieguvāt informāciju?

Kādas asociācijas Jums rodas izlasot, izdzirdot vārdu ūdeņradis?

Atzīmējiet, lūdzu:

Kāda ir Jūsu profesija? _____

Jūsu izglītība:

Pamata

Vispārējā vidējā

Vidējā speciālā

Studējošais (lūdzu, norādīt kur)

Pirmā līmeņa augstākā profesionālā – koledžas

Bakalaura

Profesionālais bakalaura

Augstākā profesionālā

Maģistrs

Profesionālais maģistrs

Zinātņu doktors

Jūsu dzimums

Sieviete

Vīrietis

Jūsu vecums (pilni gadi)

Paldies par atbildēm!

Sīkāka informācija par pētījumu: Justs Dimants, tel. 28855966, e-pasts:justs.dimants@lu.lv

8. Pielikums

2012.gada aprīlī pasaules mēroga tehnoloģiju forumā un izstādē Hannover Messe 2012 Hannoverā, Vācijā intervēto ekspertu saraksts

Nr.p.k.	Vārds, Uzvārds	Uzņēmums/pārstāvniecība	Amats
1.	Marieke Reijalt	<i>European Hydrogen Association</i>	Izpilddirektore
2.	Pascal Mauberger	<i>McPhy Energy</i>	Izpilddirektors
3.	Dr. Piotr Swiatek	<i>Forschungszentrum Julich GmbH</i>	Projektu vadītājs
4.	Prof. Dr. Inż. Maciej Kopczyk	<i>Instytut Metali Niezależnych</i>	Profesors
5.	Dr. Alexander Dyck	<i>Next Energy EWE</i>	Degvielas šūnu nodaļas vadītājs
6.	Dr. Raimund Stroebel	<i>Dana Holding Corporation</i>	Eiropas nodaļas direktors
7.	Jim Hinatsu	<i>Next Hydrogen</i>	Valdes loceklis
8.	Dr. Manfred Stefener	<i>Elcore GmbH</i>	Valdes loceklis
10.	Herbert Hansel	<i>Gardner Denver Thomas GmbH</i>	Mārketinga menedžeris
11.	Laura Jaworski	<i>State of Connecticut</i>	Tirgus speciāliste
12.	Dr. Sascha Kuhn	<i>eZelleron GmbH</i>	Rīkotājdirektors
13.	Dr. David Wenger	<i>Wenger Engineering GmbH</i>	Rīkotājdirektors
14.	Prof. Marcus Newborough	<i>ITM Power plc</i>	Attīstības direktors
15.	Steve Shi	<i>Pearl Hydrogen Technology co., Ltd</i>	Mārketinga direktors
16.	Bert De Colvenaer	<i>Fuel Cells and Hydrogen Joint Undertaking</i>	Izpilddirektors

9. Pielikums

Ogļu reformācija

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	0,00	1	6,3	7,1	7,1
	3,00	1	6,3	7,1	14,3
	5,00	3	18,8	21,4	35,7
	6,00	2	12,5	14,3	50,0
	7,00	3	18,8	21,4	71,4
	8,00	2	12,5	14,3	85,7
	10,00	2	12,5	14,3	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
Kopā		16	100,0		

Sadeģšana

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	1,00	1	6,3	7,7	7,7
	3,00	1	6,3	7,7	15,4
	5,00	3	18,8	23,1	38,5
	6,00	1	6,3	7,7	46,2
	7,00	2	12,5	15,4	61,5
	8,00	3	18,8	23,1	84,6
	10,00	2	12,5	15,4	100,0
	Kopā	13	81,3	100,0	
Trūkst	Sistēma	3	18,8		
Kopā		16	100,0		

Degvielas šūnas

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	4,00	2	12,5	12,5	12,5
	5,00	1	6,3	6,3	18,8
	6,00	1	6,3	6,3	25,0
	7,00	1	6,3	6,3	31,3
	8,00	5	31,3	31,3	62,5
	9,00	3	18,8	18,8	81,3
	10,00	3	18,8	18,8	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Gazifikācija

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	5,00	1	6,3	7,1	7,1
	6,00	5	31,3	35,7	42,9
	7,00	2	12,5	14,3	57,1
	8,00	3	18,8	21,4	78,6
	9,00	2	12,5	14,3	92,9
	10,00	1	6,3	7,1	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
Kopā		16	100,0		

Dabas gāzes/biomassas reformācija

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	6,00	3	18,8	20,0	20,0
	7,00	4	25,0	26,7	46,7
	8,00	3	18,8	20,0	66,7
	9,00	4	25,0	26,7	93,3
	10,00	1	6,3	6,7	100,0
	Kopā	15	93,8	100,0	
Trūkst	Sistēma	1	6,3		
Kopā		16	100,0		

Uzglabāšana cietvielās

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	0,00	1	6,3	6,3	6,3
	2,00	1	6,3	6,3	12,5
	3,00	4	25,0	25,0	37,5
	4,00	2	12,5	12,5	50,0
	6,00	1	6,3	6,3	56,3
	7,00	1	6,3	6,3	62,5
	8,00	2	12,5	12,5	75,0
	9,00	4	25,0	25,0	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Uzglabāšana augsta spiediena tvertnēs

		Vērtējumu biežums	Procentuāla is sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	0,00	1	6,3	7,1	7,1
	3,00	1	6,3	7,1	14,3
	4,00	1	6,3	7,1	21,4
	5,00	1	6,3	7,1	28,6
	6,00	2	12,5	14,3	42,9
	8,00	3	18,8	21,4	64,3
	9,00	2	12,5	14,3	78,6
	10,00	2	12,5	14,3	92,9
	19,00	1	6,3	7,1	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
Kopā		16	100,0		

Energopolitika

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	7,00	2	12,5	12,5	12,5
	8,00	3	18,8	18,8	31,3
	9,00	1	6,3	6,3	37,5
	10,00	10	62,5	62,5	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Saprātīga izglītība

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	4,00	2	12,5	12,5	12,5
	6,00	2	12,5	12,5	25,0
	8,00	4	25,0	25,0	50,0
	9,00	3	18,8	18,8	68,8
	10,00	5	31,3	31,3	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Zinātniskie atklājumi

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	4,00	2	12,5	12,5	12,5
	6,00	1	6,3	6,3	18,8
	7,00	2	12,5	12,5	31,3
	8,00	4	25,0	25,0	56,3
	9,00	3	18,8	18,8	75,0
	10,00	4	25,0	25,0	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Sabiedrības atbalsts

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	5,00	2	12,5	12,5	12,5
	6,00	1	6,3	6,3	18,8
	7,00	1	6,3	6,3	25,0
	8,00	3	18,8	18,8	43,8
	9,00	6	37,5	37,5	81,3
	10,00	3	18,8	18,8	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Eklektības

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	2,00	1	6,3	7,1	7,1
	6,00	3	18,8	21,4	28,6
	7,00	4	25,0	28,6	57,1
	8,00	1	6,3	7,1	64,3
	9,00	2	12,5	14,3	78,6
	10,00	3	18,8	21,4	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
	Kopā	16	100,0		

Gāzes

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	3,00	1	6,3	7,1	7,1
	4,00	1	6,3	7,1	14,3
	5,00	1	6,3	7,1	21,4
	6,00	1	6,3	7,1	28,6
	7,00	2	12,5	14,3	42,9
	8,00	2	12,5	14,3	57,1
	9,00	5	31,3	35,7	92,9
	10,00	1	6,3	7,1	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
	Kopā	16	100,0		

Kodolenerģijas

		Vērtējumu biežums	Procentuālais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	1,00	1	6,3	7,1	7,1
	2,00	1	6,3	7,1	14,3
	3,00	2	12,5	14,3	28,6
	5,00	3	18,8	21,4	50,0
	7,00	2	12,5	14,3	64,3
	8,00	4	25,0	28,6	92,9
	10,00	1	6,3	7,1	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
Kopā		16	100,0		

Naftas

		Vērtējumu biežums	Procentuālais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	1,00	2	12,5	14,3	14,3
	2,00	1	6,3	7,1	21,4
	3,00	2	12,5	14,3	35,7
	4,00	3	18,8	21,4	57,1
	7,00	2	12,5	14,3	71,4
	8,00	2	12,5	14,3	85,7
	9,00	2	12,5	14,3	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
Kopā		16	100,0		

Atjaunojamu resursu

		Vērtējumu biežums	Procentuālais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	3,00	1	6,3	7,1	7,1
	5,00	1	6,3	7,1	14,3
	7,00	1	6,3	7,1	21,4
	8,00	2	12,5	14,3	35,7
	9,00	4	25,0	28,6	64,3
	10,00	5	31,3	35,7	100,0
	Kopā	14	87,5	100,0	
Trūkst	Sistēma	2	12,5		
Kopā		16	100,0		

Sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža ieviešanas periodā

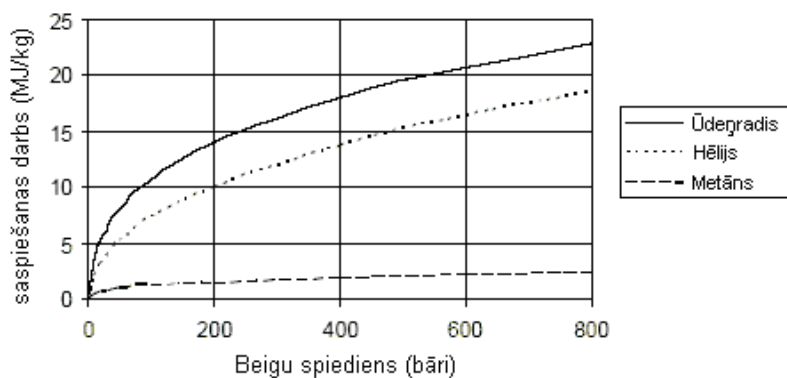
		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	2,00	1	6,3	6,3	6,3
	4,00	1	6,3	6,3	12,5
	7,00	2	12,5	12,5	25,0
	8,00	4	25,0	25,0	50,0
	9,00	3	18,8	18,8	68,8
	10,00	5	31,3	31,3	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

Sabiedrības atbalstam ir nozīmīga loma ūdeņraža enerģētikas attīstībai

		Vērtējumu biežums	Procentuāl ais sadalījums	Procentuālais sadalījums	Kumulatīvs procentuālais sadalījums
Derīgi	3,00	1	6,3	6,3	6,3
	5,00	1	6,3	6,3	12,5
	6,00	2	12,5	12,5	25,0
	8,00	3	18,8	18,8	43,8
	9,00	5	31,3	31,3	75,0
	10,00	4	25,0	25,0	100,0
	Kopā	16	100,0	100,0	

10. Pielikums

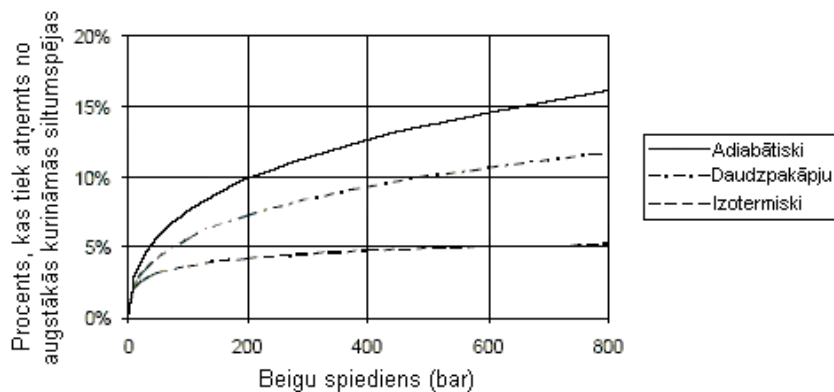
Lai iegūto ūdeņradi transportētu, tas ir – jāspiež vai jāsašķidrina. Normālā atmosfēras spiedienā, aptuveni 1 bārs, ūdeņraža blīvums ir $0,089 \text{ kg/m}^3$. Šādā spiedienā gāze nav izdevīgi ne uzglabāt, ne transportēt, tādēļ tā ir jāspiež (attēls 10.1).



10.1. pielikuma attēls, **Saspiešanas darbs adiabatiskā procesā.**

Attēls no raksta: M.Vanags. Kādēļ ūdeņraža enerģija ir tik dārga. Enerģija un Pasaule, Nr2 (37), 2006

Lai saspiestu gāzi ir jāpadara darbs. Padarītais darbs ir atkarīgs no gāzes un procesa, kādā gāze tiek saspiesta (attēls 10.1). Ideālām gāzēm vislabāk gāzu saspiešanu apraksta adiabatiskais process, kurā nenotiek siltuma apmaiņa ar apkārtējo vidi. Attēlā 10.1 ir attēlota gāzu saspiešanā padarītais darbs atkarībā no beigu spiediena. Salīdzinātas ir ūdeņraža, hēlija un metāna gāzes. Ja, pieņemsim, ir vēlme saspiest ūdeņradi līdz 600 bāru spiedienam, tad tiks patērēti 21 MJ enerģijas. No augstākās kurināmā siltumspējas līdz ar to ir jāatskaita 20 MJ/kg, kas ir aptuveni 14% un iegūst gāzi ar 120 MJ/kg kurināmā siltumspēju. Rēķinot zudumus ar augstākās siltumspējas samazināšanu, rēķins kļūst universālāks, nav tik atkarīgs no enerģijas cenām dažādās valstīs. Gāzi var saspiest arī izotermiski un daudzpakāpju ceļā. 10.2. attēlā ir parādīta atkarība no ūdeņraža gāzes gala spiediena un



10.2.pielikuma attēls, **Saspiešanas darbs dažādos procesos**

Attēls no raksta: M.Vanags. *Kādēļ ūdeņraža enerģija ir tik dārga. Enerģija un Pasaule, Nr2 (37), 2006*

izotermiski saspieš ūdeņradi ir visefektīvāk, praktiski virs 400 bāriem paaugstinot spiedienu, nav ievērojams enerģijas patēriņa pieaugums.

Otrs veids ūdeņraža uzglabāšanai ir tā sašķidrināšana. Šķidram ūdeņradim ir krietni lielāks blīvums. Normālā atmosfēras spiedienā ūdeņradis sašķidrinās $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$



10.3. pielikuma attēls, **Ūdeņraža sašķidrināšanai nepieciešamā enerģija.**

Attēls no raksta: M.Vanags. *Kādēļ ūdeņraža enerģija ir tik dārga. Enerģija un Pasaule, Nr2 (37), 2006*

temperatūrā. Šādu temperatūru nodrošināt ir ārkārtīgi grūti, tādēļ sašķidrinot ūdeņradi, paaugstina tā spiedienu, un līdz ar to, paaugstinās kondensēšanās temperatūra. Sašķidrināšanas process prasa lielu enerģiju. 10.3. attēlā parādīta nepieciešamās enerģijas atkarība no ūdeņraža sašķidrināšanas kapacitātes.

Ja, piemēram, ūdeņraža sašķidrināšanas kapacitāte ir 5 kg/h, tad ūdeņradi ražot vispār nav jēgas, jo tiek pārsniegta 140 MJ/kg robeža un teorētiski ir zudusi ūdeņraža kurināmā siltumspēja, savukārt, ja ūdeņraža sašķidrināšanas kapacitāte pieaug virs 1000

kg/h, enerģijas patēriņš nokrīt zem 50 MJ/kg. Salīdzinot ar gāzu saspiešanu, sašķidrināšana prasa daudz vairāk enerģijas un arī uzglabāšana šķidram ūdeņradim ir daudz sarežģītāka, jo grūti ir ūdeņradi noturēt zem vārīšanās punkta. Transportējot ūdeņradi, tas šūpojas, un noturēt šādos apstākļos ūdeņradi zem vārīšanās punkta ir vēl grūtāk.

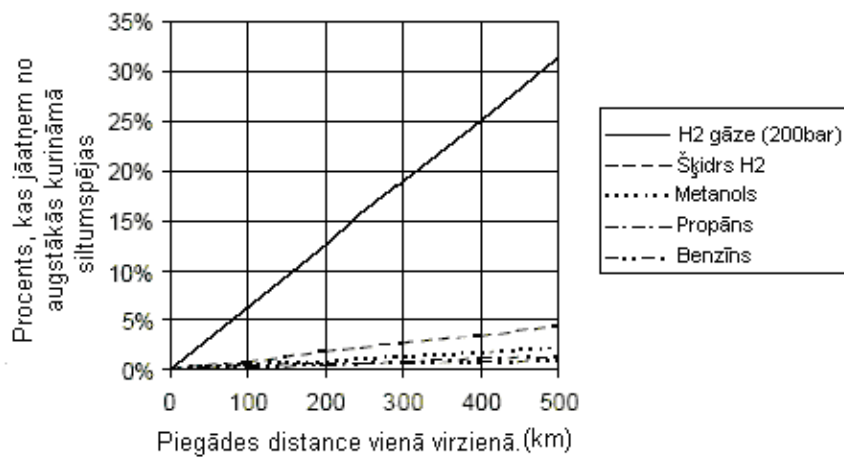
Salīdzinot ar pārējiem elementiem, ūdeņradim ir vismazākais atoms, kā rezultātā, ūdeņradi kā gāzi ir grūti noturēt traukā, jo tas difundē caur sienīņām. Difūziju paātrina liels spiediens. Parasti balonos ūdeņradis tiek uzglabāts 70 Mpa spiedienā, kas ir 700 bāri. Pasaules prakse ir pierādījusi, ka ūdeņradi var uzglabāt arī pazemes krātuvēs, kā tas tiek darīts ar dabas gāzi. Latvija ir bagāta ar piemērotām pazemes krātuvēm, vienīgi, tādā gadījumā ir jābūt arī ievērojamam ūdeņraža noietam, jo, nav vērts uzglabāt ūdeņradi pazemē, ja to izmanto divas, trīs privātmājas vai automašīnas. Uzglabāšanas izmaksas, ja neskaita iekārtu iegādi, parasti ir niecīgas.

Ūdeņradis tiek uzglabāts arī tā saucamajos metāla un ķīmiskajos hidrīdos. Ķīmiskais hidrīds būtībā ir viela, kura satur ūdeņradi un kura viegli ir pārvadājama un uzglabājama. Kad rodas vajadzība pēc ūdeņraža, no ķīmiskā hidrīda izdala to un lieto tālākai izmantošanai.

Ūdeņraža transportēšana pa ceļu analizēta, balstoties uz Messer-Griesheim, Esso, Jani GmbH un Hover pieredzi³⁰⁷, kuras ir līderes industriālo gāzu piegādē Vācijā un Šveicē. Aprēķini tiek veikti ūdeņraža gāzei (200 bāri), šķidrajam ūdeņradim, metanolam, propānam un benzīnam. Pārvadāts tiek ar smago automašīnu, kura degvielas patēriņš ir 40 kg dīzeļdegvielas uz 100 km. Atpakaļ brauc ar tukšu kravu. Ja pārvietojamā cisterna ir 2.4 m plata, 2.5 m augsta un 10 m gara (60 m³), tad šādā cisternā var pārvadāt tikai 4.2 tonnas šķidro ūdeņradi. Ja ņem vērā aprīkojumu: konteiners, termiskā izolācija, dažādas automātikas, tad paliek tikai vietas 2.1 tonnai šķidrā ūdeņraža lielzīmēra smagajā automašīnā. Tikai 300 kg gāzveida ūdeņradi var pārvadāt ar 40 tonnīgu smago automašīnu. Tas nozīmē, kad 39.7 tonnas ir liekas un netiek izmantotas. Atpakaļ braucot tukšgaitā, smagā automobiļa masa, dēļ specifiskā aprīkojuma, ir daudz smagāka, kā parasta benzīna vedēja automašīnas masa bez kravas. Nākošais skaitlis pilnībā sagrauj jeb kādas izredzes pārvadāt gāzveida ūdeņradi tā, lai tas būtu izdevīgi. Smagās automašīnas patērē 32 reizes vairāk dīzeļdegvielas ūdeņradi pārvadājot, nekā

³⁰⁷ Watanabe T., Murata K., Kamiya S., Ota K. Cost Estimation of Transported Hydrogen, Produced by Overseas Wind Power Generations. 2010. Proceedings WHEC2010, p.547-557.
T. Watanabe, K. Murata, S. Kamiya, K.-I. Ota

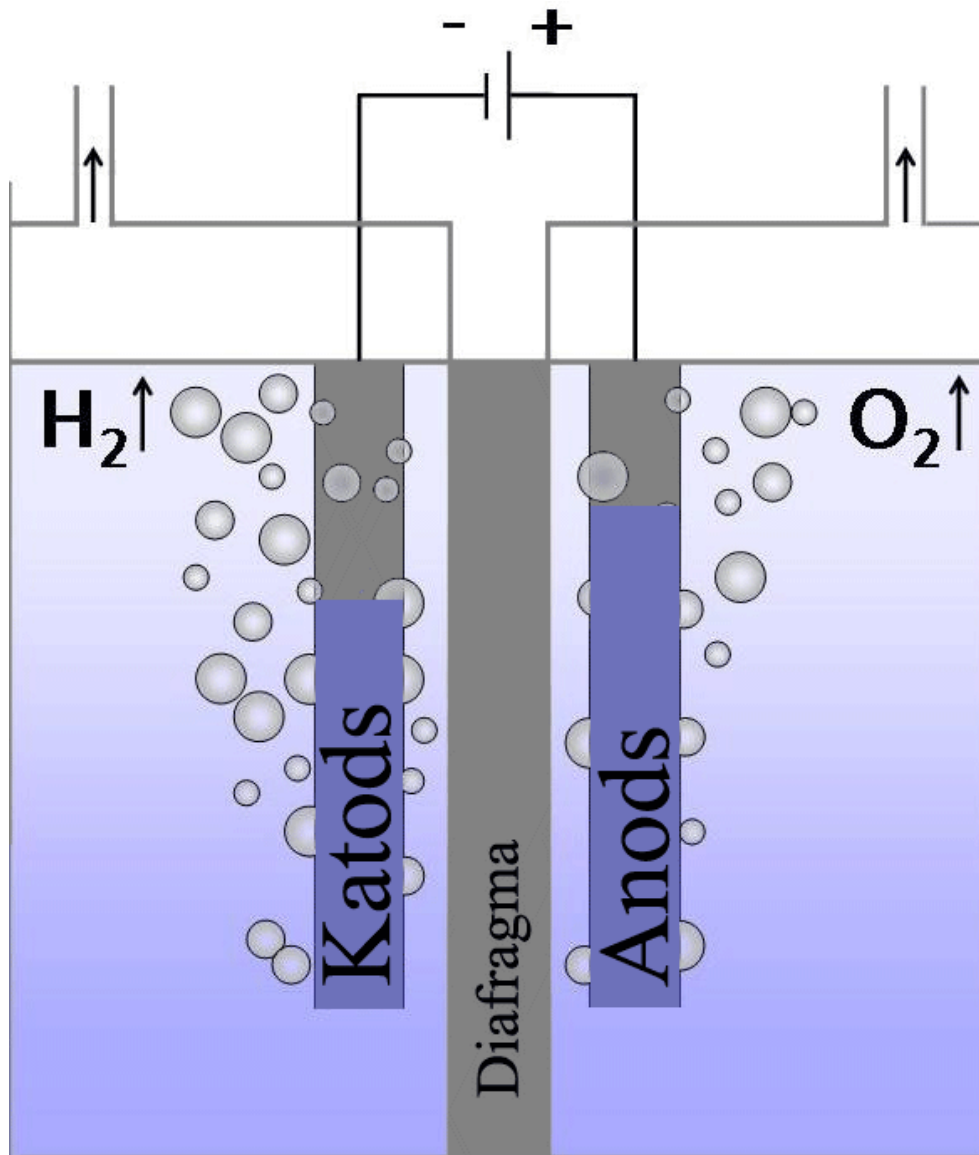
tajā vietā pārvadājot benzīnu. Jāpiemin ka tas tiek rēķināts enerģijas mērvienībās nevis masas mērvienībās attēlā 1.8 ir parādīts kopsavilkums minēto vielu pārvadāšanai.



10.4. pielikuma attēls, **Enerģijas patēriņš atkarībā no pārvadāšanas distances.**

Attēls no raksta: M.Vanags. Kādēļ ūdeņraža enerģija ir tik dārga. Enerģija un Pasaule, Nr2 (37), 2006

11. Pielikums

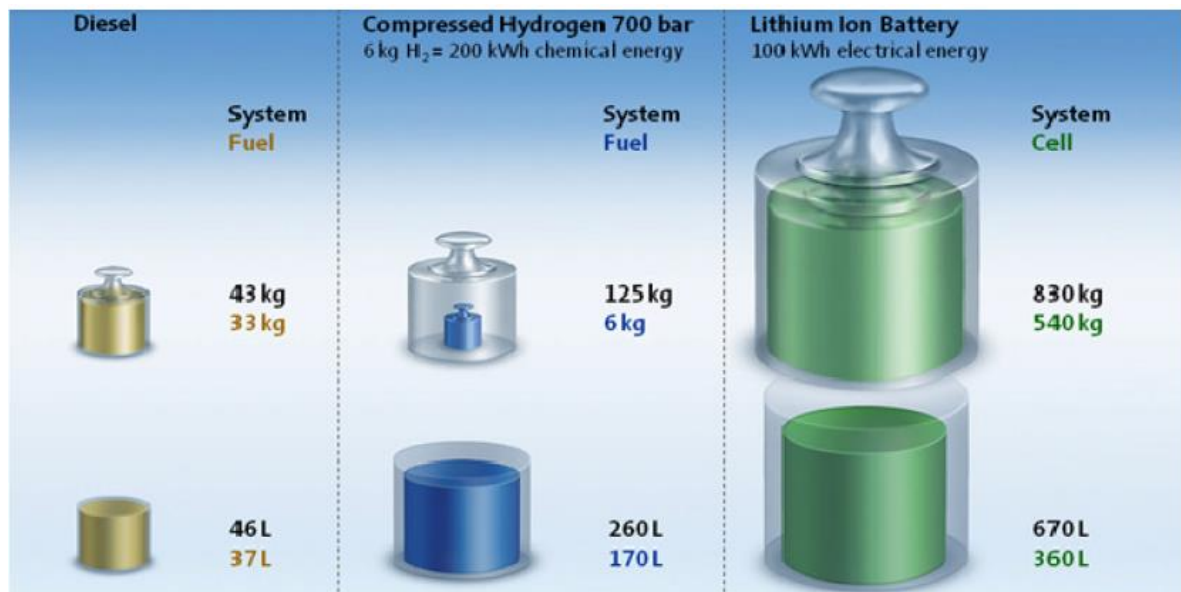


11. pielikuma attēls, *Ūdens elektrolīze.*

Autora interpretācija pēc fizikas teorijas

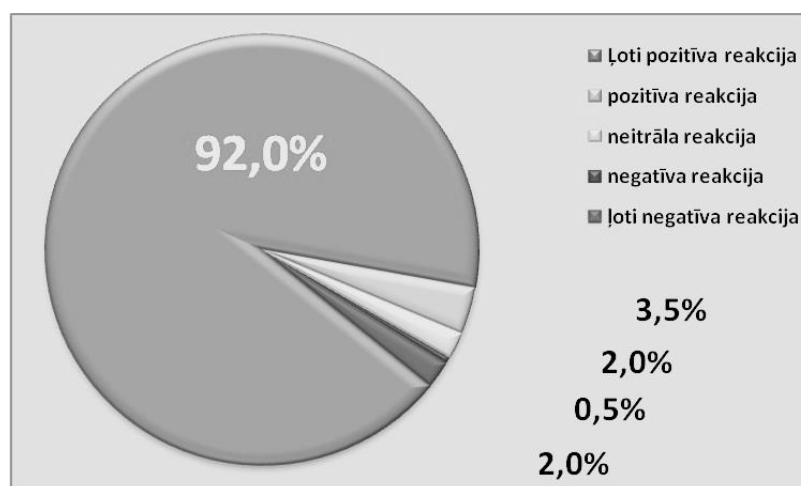
Ūdens tiek sašķelts par skābekli un ūdeņradi, ja tajā ievietojo Anodu (+) un Katodu (-) un pieslēdz strāvu.

12. Pielikums



12. pielikuma attēls, *Ūdeņraža enerģētiskās ietilpības vizualizācija*
Attēls Pēc J.Toplera, Deutscher Wasserstoff-Verband, 2013

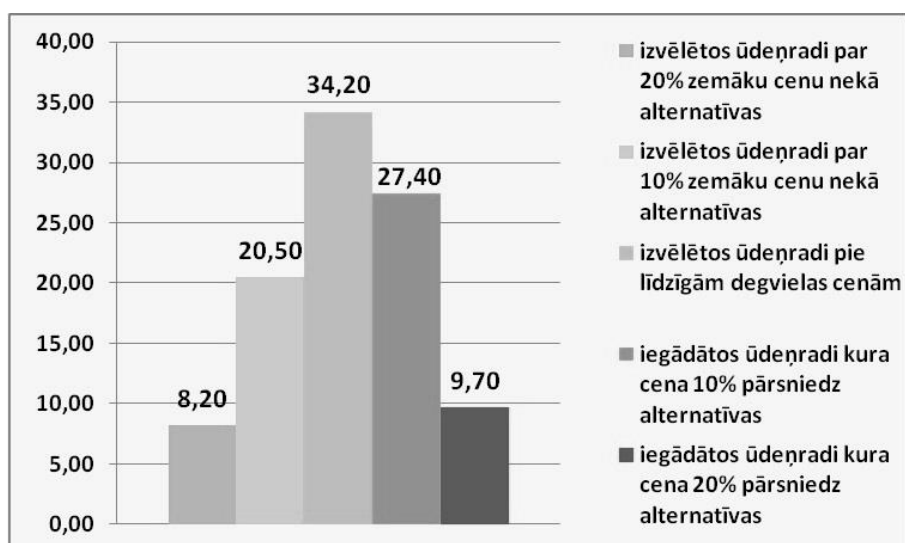
13.Pielikums



13.pielikuma attēls, **Respondentu reakcija (%) par Reikjavīkas ielās notiekošo ūdeņraža autobusu demonstrācijas projektu 2004. gadā Reikjavīkā, Islandē**

Avots: autora veidots attēls pēc M. Maack, ECTOS sociāli ekonomisko faktoru novērtēšana (n = 995)

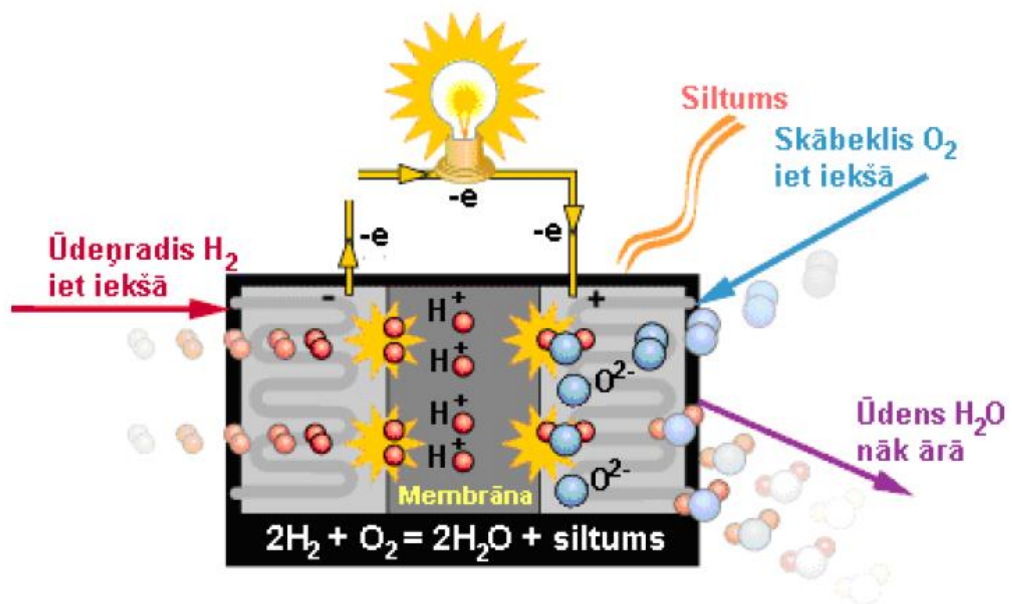
14.Pielikums



14.pielikuma attēls, **Respondentu izvēle (%) par labu ūdeņraža degvielai**
Reikjavīkā, Islandē, 2004. gadā

Avots: autora veidots attēls pēc M. Maack, ECTOS sociāli ekonomisko faktoru novērtēšana (n = 998)

15. Pielikums



15. pielikuma attēls, *Degvielas šūnas darbības vizualizācija*
Attēls pēc Grīnberga L., et al (2011)³⁰⁸

³⁰⁸ Grīnberga L., Kleperis J., Hodakovska J., Klepere I., Dimants J., Šivars A., Ūdeņraža tehnoloģijas un nākotnes enerģijas avoti, Schools at University for Climate and Energy (SAUCE) Universitāšu un skolu sadarbības projekts par ilgtspējīgu enerģijas izmantošanu un klimata pārmaiņām 2011., 81pp.

16. Pielikums

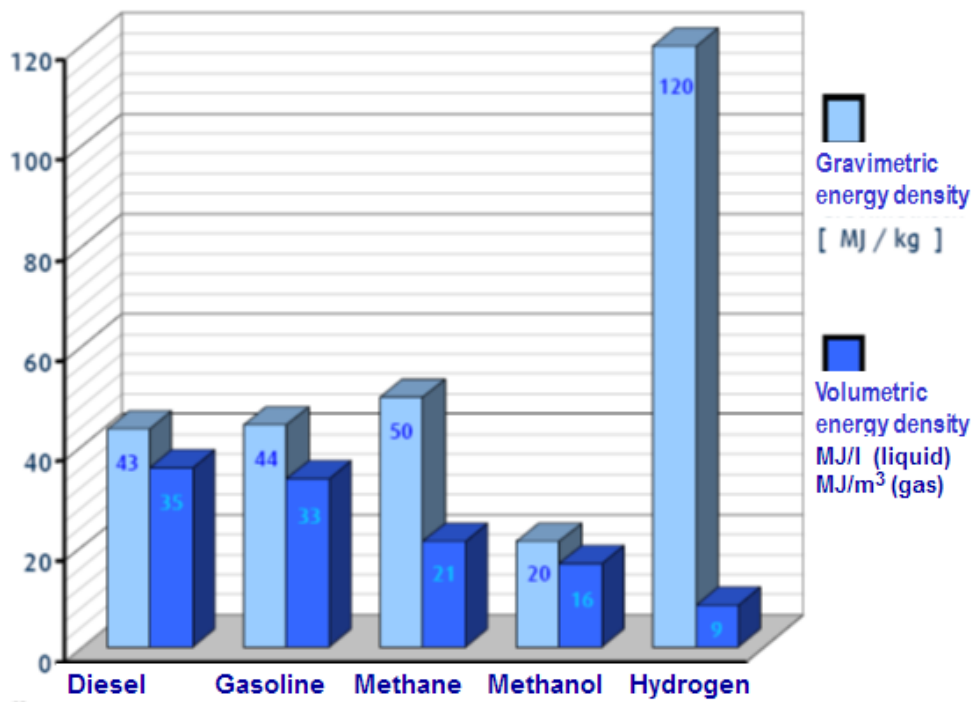
16. Pielikuma tabula. **Pētījuma struktūras nosacījumi Reikjavīkā veiktajā pētījumā Islandē 2004. gadā**

Pētījuma ilgums	Mērķgrupas izvēle	Aptaujas vietas
<i>Piecas nedēļas</i>	<i>Reikjavīkas pastāvīgie iedzīvotāji</i>	<i>Uz ielas – sabiedriskā transporta maršruta robežās</i>
	<i>Reikjavīkas rajona pastāvīgie iedzīvotāji</i>	<i>Kursējošos autobusus, kuri tiek darbināti ar ūdeņradi</i>
		<i>Kursējošos autobusus, kuri tiek darbināti ar dīzeļdegvielu</i>

Autora veidota tabula, pamatojoties uz pētījuma ECTOS Assessment and evaluation of socio-economic factors³⁰⁹ datiem Islandē, 2004.

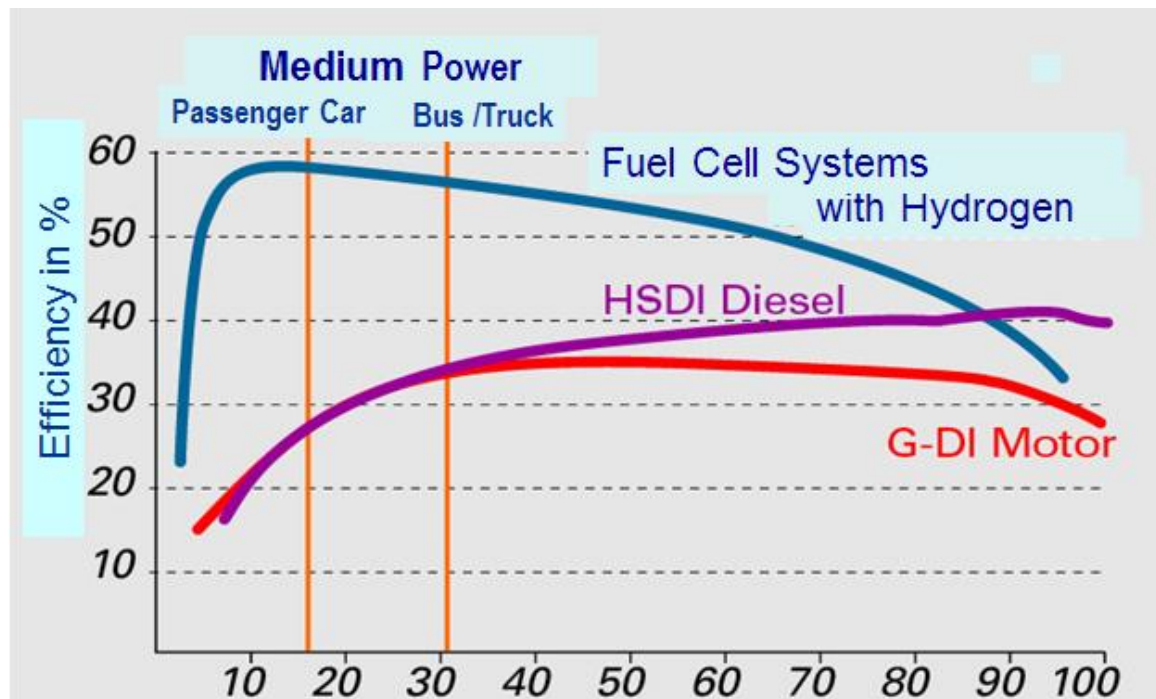
³⁰⁹ Wang J. H., Chiang W.-L., Shu J. P. H. The prospects – fuel cell motorcycle in Taiwan. J. Power Sources, 2000, 86, p. 151–157.

17.Pielikums



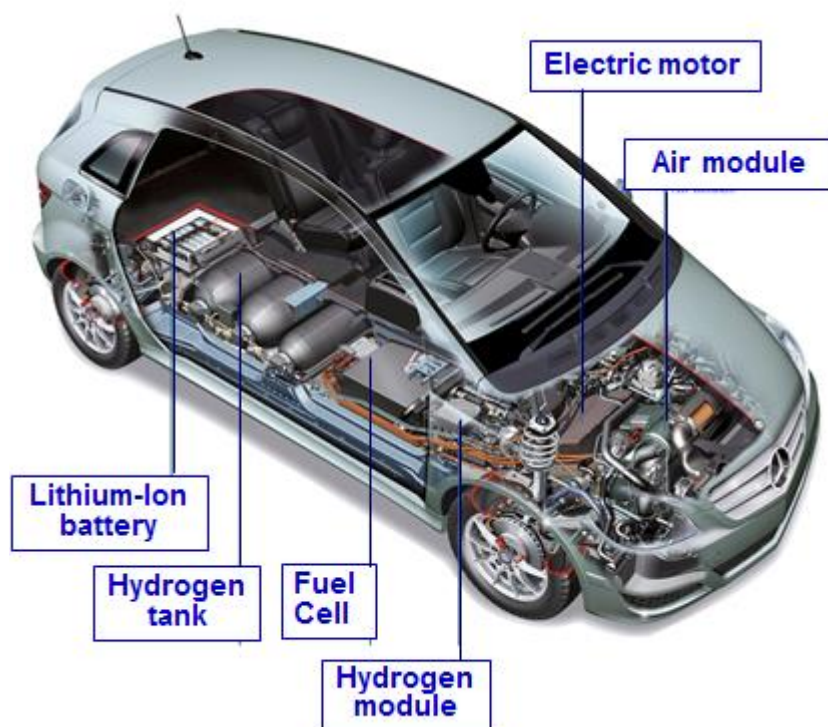
17. pielikuma attēls, *Energijas ietilpības salīdzinājumi degvielās*
Attēls pēc Toplera 2013.

18. Pielikums



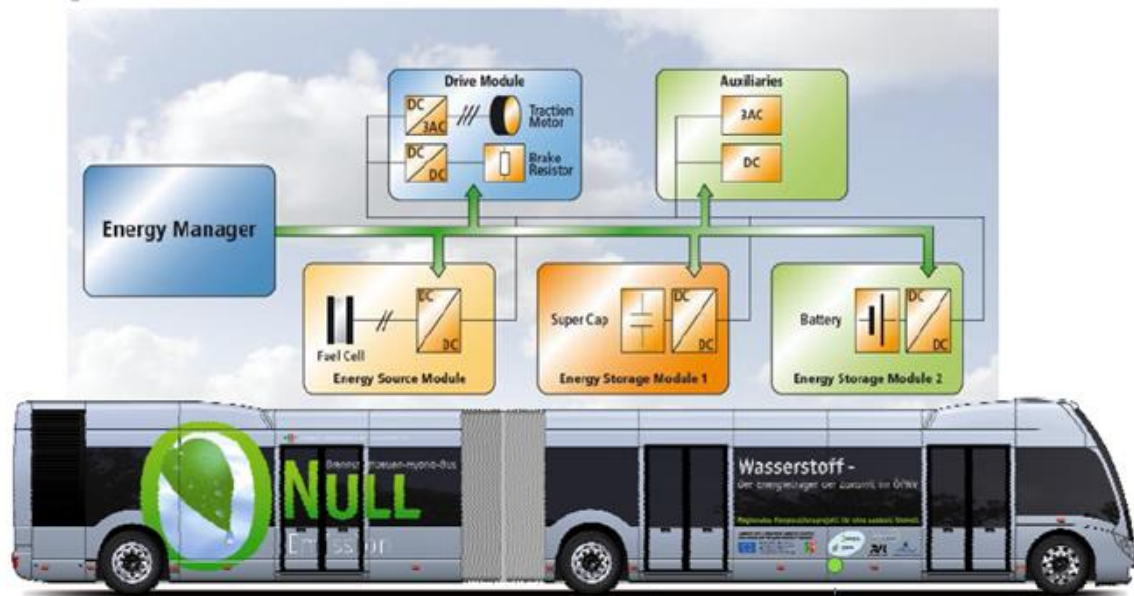
18. pielikuma attēls, *Degvielas šūnas efektivitātes salīdzinājums*
Attēls pēc Initiative Brennstoffzelle

19. Pielikums



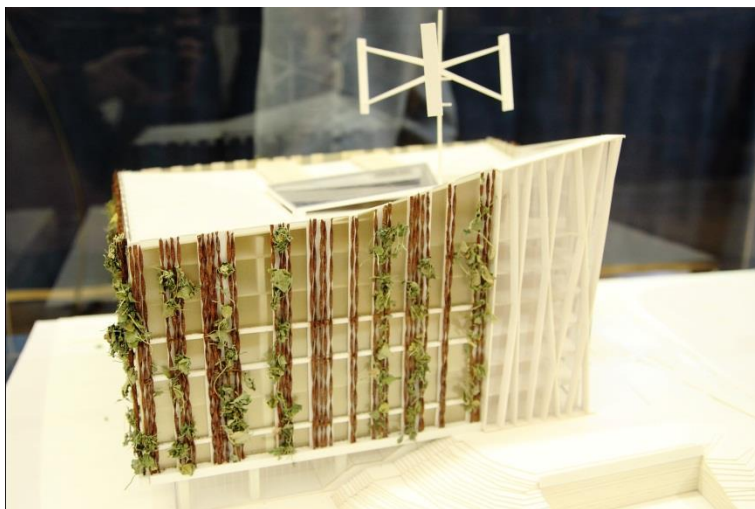
19. pielikuma attēls, **Degvielas šūnas automašīnas uzbūve**
Attēls pēc Toplera 2013

20. Pielikums



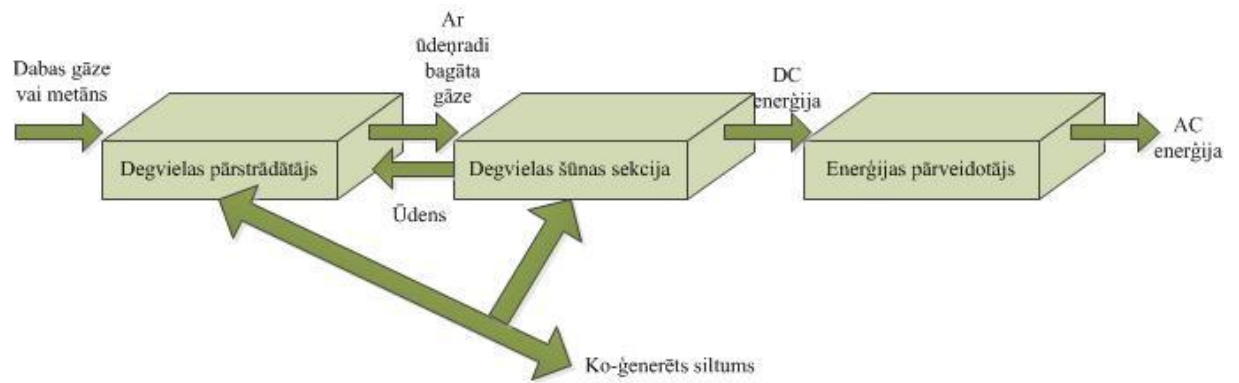
20. pielikuma attēls, Degvielas šūnas autobusa tehnoloģiskā uzbūve
Attēls pēc Vossloh

21.Pielikums



21. pielikuma attēls, LU studentu pilsētiņas Dabaszinātņu akadēmiskā centra makets
Avots: attēls no LU preses centra, Toma Grīnberga foto

22.Pielikums



22.pielikuma attēls, DFC300 sistēmas shēma.
Autora skice pēc ražotāja shēmām.

23. Pielikums

Iedzīvotāju attieksme par jaunu tehnoloģiju (piemēram, ūdeņradis) ieviešanu enerģētikā

Lūdzam paust viedokli un atbildēt uz dažiem jautājumiem, kas ir ļoti svarīgi Latvijas Universitātē veiktajā pētījumā „Iedzīvotāju attieksme par jaunu tehnoloģiju (piemēram, ūdeņradis) ieviešanu enerģētikā”. Jūsu atbildes par atjaunojamo energoresursu jautājumiem ir īpaši nozīmīga šobrīd, kad Latvijā būtiska loma tiek piešķirta atjaunojamo energoresursu izmantošanas attīstībai. Anкета ir anonīma un informācija tiks izmantota tikai apkopotā veidā. Anketas aizpildīšana ilgs aptuveni desmit minūtes.

Iepriekš pateicoties par Jūsu atbildēm -

Patiesā cieņā,
Justs Dimants

Sīkāka informācija par aptauju: justs.dimants@lu.lv; tel. 28855966

Anketā ir 16 jautājumi.

Jautājumi

1:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Elektrotransporta izmantošana samazina kaitīgo izmešu līmeni pilsētā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Elektrotransporta izmantošana samazina trokšņu līmeni pilsētā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

2:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Atbalstu dzīvesveidu un robežās cenšos to savā dzīvē	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
”zaļu” iespēju īstenot	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Iespēju robežās cenšos no atjaunojamiem energoresursiem iegūtu enerģiju lietot savā dzīvē	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

3:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Interesējos par atjaunojamiem energoresursiem un jaunām enerģijas tehnoloģijām	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esmu informēts/informēta par ūdeņraža tehnoloģiju izmantošanas priekšrocībām	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Informāciju par ūdeņraža enerģiju esmu ieguvis/ieguvusi skolas vai augstskolas laikā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

4:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Esmu informēts/informēta par ūdeņraža izmantošanas labo pieredzi un demonstrācijas projektiem tautsaimniecībā (birojos, bankās, slimnīcās, mājās u.c.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esmu informēts/informēta par ūdeņraža izmantošanas labo pieredzi un demonstrācijas projektiem transporta sektorā (ūdeņraža autobusi, vieglās mašīnas, lidmašīnas, kuģi, zemūdenes u.c.)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Esmu informēts/informēta, ka auto ražotāji attīsta elektriskās automašīnas ar ūdeņradi kā energonesēju elektrības iegūšanai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

5:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sabiedrība kopumā varētu atbalstīt ūdeņraža izmantošanu enerģētikā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Sabiedrības informēšanai piemērota aktivitāte varētu būt ūdeņraža tehnoloģiju demonstrācijas projekta realizācija Latvijā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

6:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Ūdeņradis enerģētikā ir drošs, ja tiek ievēroti visi drošības standarti	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Es neuztrauktos, ja ūdeņraža degvielas uzpildes stacija atrastos tuvāk par 300m no manas dzīves vietas	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

7:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Atbalstu atjaunojamo enerģiju tehnoloģiju izmantošanu Latvijā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Ūdeņraža izmantošana enerģētikā man personīgi šķiet atbalstāma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

8:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Man ir svarīga kaitīgo izmešu gaisā (NOx, CO, CHx, putekļi) līmeņa samazināšana pilsētā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Man ir svarīga trokšņu līmeņa pilsētā samazināšana	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

9:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Valstiskām institūcijām jāiegulda darbs atjaunojamu energoresursu politikas attīstībā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Universitātēm un zinātniskajiem institūtiem jāveic pētījumi atjaunojamu energoresursu attīstības veicināšanai	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Valstiskām institūcijām jāsadarbojas ar zinātniskām institūcijām un uzņēmumiem atjaunojamu energoresursu tehnoloģiju attīstībā un to ieviešanas veicināšanā	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

10:

Lūdzu, atbildiet vērtējumu skalā no 1 līdz 10, kur 1 – nepiekrītu, 10 – pilnībā piekrītu:

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Vēlos vairāk informācijas masu saziņas līdzekļos par ūdeņraža izmantošanas pieredzi ikdienas dzīvē – transportā, ēku apsildīšanā, u.c. (gan pozitīvos aspektus gan problēmas)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Dati par respondentu

11: Jūsu dzimums:

- Sieviete
- Vīrietis

12: Jūsu vecums:

- Līdz 19
- 20 – 24
- 25 – 29
- 30 – 34
- 35 – 39
- 40 – 44
- 45 – 49
- 50 – 54
- 55 – 59
- 60 – 64
- 65 – 69
- 70 – 74
- 75 un vairāk

13: Kāda ir Jūsu nodarbošanās?

- Strādāju privātā uzņēmumā
- Strādāju valsts uzņēmumā
- Esmu pašnodarbināta persona
- Esmu bērnu kopšanas atvaļinājumā
- Nestrādāju
- Studēju/mācos
- Esmu pensionārs/e

14: Jūsu izglītība:

- Noklausīts pamatskolas kurss/zemāka par pamata izglītību
- Pamata izglītība
- Nepabeigta vidējā/vidējā profesionālā izglītība
- Vidējā/vispārējā izglītība
- Vidējā profesionālā izglītība
- Nepabeigta augstākā izglītība (sekmīgi pabeigta vismaz puse no pamatstudiju laika)
- Pirmā līmeņa profesionālā augstākā izglītība (koledžas)
- Akadēmiskais bakalaura grāds (3 vai 4 gadi)
- Profesionālā augstākā izglītība (vismaz 4 gadi)
- Profesionālais bakalaura grāds (vismaz 4 gadi)
- Akadēmiskais maģistra grāds
- Profesionālais maģistra grāds (vismaz 5 gadi)
- Doktora grāds

15: Jūsu dzīvesvieta:

- Rīgā
- Pierīgā
- Kurzemē
- Zemgalē
- Vidzemē
- Latgalē

16: Kādi ir jūsu ģimenes rīcībā esošie ienākumi vidēji uz vienu ģimenes locekli mēnesī latos?

- līdz 50.00
- 50.01 – 100.00
- 100.01 – 200.00
- 200.01 – 300.00
- 300.01 – 400.00
- 400.01 – 500.00
- 500.01 – 600.00
- 600.01 – 700.00
- 700.01 – 800.00
- 800.01 – 900.00
- 900.01 – 1000.00
- Virs 1000

Paldies

par

atbildēm!

Paldies par piedalīšanos!