

**LATVIJAS UNIVERSITĀTE**  
**BIOLOĢIJAS FAKULTĀTE**  
**BOTĀNIKAS UN EKOLOĢIJAS KATEDRA**

**VEĢETĀCIJAS ATJAUNOŠANĀS GAITA APMEŽOTĀ  
IZSTRĀDĀTĀ KŪDRAS ATRADNĒ MEDEMA PURVĀ**

**Maģistra darbs**

**Autors: Kristīne Čerļenoka**

**Stud. apl. Nr. KC11017**

**Darba vadītājs: Dr.biol.,prof. Guntis Brūmelis**

**Darba konsultants: Dr. silv., LVMI “Silava” vadošā pētniece Dagnija  
Lazdiņa**

**RĪGA 2017**

## Kopsavilkums

Medema purvā veikta kūdrāja rekultivācija apmežojot. Darba mērķis bija salīdzināt veģetācijas attīstību atkarībā no stādīto koku sugām un mēslojuma veida izstrādātā kūdras atradnē. Pētāmajā teritorijā stādot āra bērza, parastās egles, melnalkšņa, parastās priedes un komerciālās kārķļu šķirnes “Sven” stādus 2005. gadā ierīkoti 30 10x10 m lieli parauglaukumi un 24 10x10 m lieli kontroles laukumi. Parauglaukumi mēsloti ar fosfora – kālija minerālmēsliem un notekūdeņu dūņām, kontroles laukumus nemēsloja. Veģetācijas attīstība aktīvāk notikusi teritorijā, kas mēsloja ar notekūdeņu dūņām, parauglaukumos veidojas šaurlapju kūdrenim raksturīga veģetācija. Veģetācijas projektīvais segums parauglaukumos, kuri mēsloti ar minerālmēsliem, ir ļoti neliels, to veido augstajam purvam raksturīgi augi. Stādīto koku sugas neietekmē veģetācijas sastāvu abos mēslojuma veidos. Mēslojums ir nepieciešams sekmīgai kūdrāju rekultivācijai, nemēslojamā teritorijā nav attīstījusies veģetācija.

**Atslēgas vārdi:** Medema purvs, rekultivācija, apmežošana, fosfora – kālija minerālmēsli, notekūdeņu dūņas, veģetācija.

## Summary

### **Regeneration of vegetation in a peat extraction site (Medema bog) planted with trees.**

Recultivation of former peat extraction site in Medema bog carried out by afforestation. The aim of this Master's thesis was to compare development of vegetation depending on tree species and type of fertilizer. In 2005 in a bog area, 30 sampling territories and 24 control territories with size 10x10 m were established, in which birches, pines, spruces, black alder and commercial *Salix* species "Sven" were planted. Territories were fertilized with phosphorus – potassium fertilizers and sewage sludge, control territories were not fertilised. Vegetation development was more successful in territories fertilized with sludge, plants, that are characteristic to site type *Myrtillosa mel.* were found. Projective vegetation cover in territories fertilized with fertilizers was sparse and composed from plants characteristic to bogs. Planted tree species did not affect vegetation. Fertilizer is vital for successful recultivation of peatlands; in unfertilized territories vegetation did not develop.

**Keywords:** Medema bog, recultivation, afforestation, phosphorus – potassium fertilizer, sewage sludge, vegetation.

# Saturs

Kopsavilkums .....	2
Summary .....	3
Saturs.....	4
Ievads .....	6
1.Literatūras apskats .....	8
1.1. Kūdrāju rekultivācija apmežojot .....	8
1.1.1. Koku izdzīvošana un augšana izstrādātos kūdrājos.....	8
1.2.1. Apmežotu kūdrāju mēslošana.....	9
1.2.2. Minerālmēsli.....	10
1.2.3. Koksnes un kūdras pelni.....	11
1.2.4. Notekūdeņu dūņas .....	11
1.2. Veģetācija.....	12
1.2.1. Augsto purvu veģetācija .....	12
1.2.2. Veģetācija kūdreņos .....	13
1.2.3. Veģetācijas attīstība rekultivētos apmežotos augstajos purvos .....	14
2. Materiāls un metodes .....	16
2.1. Pētījuma vietas raksturojums .....	16
2.1.1. Ģeogrāfiskais raksturojums .....	16
2.1.2. Klimatiskais raksturojums .....	16
2.1.3. Parauglaukumu raksturojums .....	17
2.2. Datu ievākšanas metodes .....	19
2.2. Datu apstrādes metodes.....	21
2.2.3. Šenona daudzveidības indekss.....	21
2.2.4. Parauglaukumu un sugu ordinācija.....	21
2.2.5. Datu statistiskā analīze .....	21
2.2.6. Augu sugu ekoloģiskās grupas .....	21
3. Rezultāti .....	22
3.1. Reģistrētās augu sugas un izmaiņas to sastāvā.....	22
3.2. Sugu daudzveidības salīdzinājums.....	27
3.3. Parauglaukumu ordinācija.....	31

4.Diskusija .....	34
4.1. Mēslojuma ietekme .....	34
4.2. Sukcesija.....	35
5. Secinājumi.....	39
6.Pateicības .....	40
7. Literatūras saraksts.....	41

Pielikumi

## Ievads

Kūdras ieguve purvos enerģijas ieguves nolūkos pilnībā izmaina šo ekosistēmu, un ir svarīgi noskaidrot, ko saimnieciski un videi noderīgu var paveikt purvā pēc tam, kad ir pabeigta kūdras ieguve. Normāla augu attīstība šajā skarbahajā vidē, kura pakļauta mainīgam mitrumam, vēja erozijai un salam, ir neiespējama vairākas desmitgades (Price *et al.* 2003). Turklāt veģētācijas attīstību ierobežo noplicinātās mikroorganismu populācijas (Croft *et al.* 2001), kā arī zems minerālvielu saturs augsnē. Kā arī izstrādātās teritorijas, kuras vairs netiek izmantotas, palielina oglekļa daudzumu atmosfērā (Huotari *et al.* 2007).

Izstrādātās kūdras atradnes var rekultivēt dažādi, piemēram, apmežojot, izmantojot lauksaimniecībā, ierīkojot enerģētiskās koksnes mežus (plantācijas), mākslīgos ezerus. Biežāk izvēlētais kūdras atradņu rekultivācijas veids ir apmežošana. Apmežojot izstrādātās kūdras atradnes, iespējams iegūt kvalitatīvu apaļkoksni, celulozi un enerģētisko koksni (Paavilainen and Päävänen 1995). Audze palielina teritorijas vērtību kā apgādes, regulējošs (oglekļa piesaiste), kultūras (rekreācijas) un atbalsta (nodrošina ekosistēmu funkcionēšanu) ekosistēmu pakalpojums.

Ministru kabineta noteikumi Nr.570 par derīgo izrakteņu ieguves kārtību nosaka, ka degradētās teritorijas rekultivācija ir jāuzsāk gada laikā pēc derīgo izrakteņu ieguves pabeigšanas.

### **Mērķis:**

Salīdzināt veģētācijas attīstību atkarībā no stādīto koku sugām un mēslojuma veida izstrādātā kūdras atradnē.

### **Uzdevumi:**

1. Salīdzināt izmaiņas sugu sastāvā dažādos mēslojuma veidos zem dažādu kokaugu sugu vaināgiem.

2. Novērtēt un salīdzināt augu sugu daudzveidību atkarībā no mēslojuma veida un kokaugu sugu vaināga projekcijas.

## **Hipotēzes:**

1. Mēslojums ir nepieciešams sekmīgai kūdrāju rekultivācijai.
2. Mēslojuma veids ietekmē veģetācijas attīstības gaitu.

# 1.Literatūras apskats

## 1.1. Kūdrāju rekultivācija apmežojot

Pirms kūdras iegūšanas purvus nosusina, iznīcinot sākotnējo veģetāciju. Parasti kūdras ieguve aizņem 20 - 50 gadus, un pēc tās purvā parasti vairs nav ne augu, ne dzīvotspējīgu sēklu (Frilander *et al.* 1996). Kūdras ieguves izraisītās sekas vidē – piemēram, erozija, kā arī barības vielu un cietās zemes aizskalošana, var turpināties vairākus gadus pēc kūdras ieguves beigām.

Turklāt izstrādātās teritorijas, kuras vairs netiek izmantotas, palielina oglekļa emisijas. Tāpēc šādu teritoriju atjaunošanas un atkārtotas izmantošanas metodes atrašana ir svarīga gan ainavai, gan videi. Apmežojot izstrādātās kūdras atradnes, iespējams iegūt kvalitatīvu apaļkoksni, enerģētisko koksni un celulozi (Paavilainen and Päävänen 1995).

Koku ieaugšanās izstrādātā kūdras atradnē ir atkarīga no attiecīgās vietas auglīguma, kūdras dziļuma un kūdras tipa, drenāžas intensitātes, koku sugām (Paavilainen and Päävänen 1995). Izstrādātos kūdrājus raksturo zems barības vielu saturs augsnē, zems pH, kalcija un pieejamā slāpekļa koncentrācija (neskatoties uz augsto kopējo koncentrāciju), zema fosfora un kālija koncentrācija (Paavilainen and Päävänen 1995; Kaunisto and Aro 1996). Visiem šiem apstākļiem kopumā ir negatīva ietekme uz koku izdzīvošanu, augšanu un formu, kas var rezultēties ar zemas kvalitātes kokmateriālu produkciju, vai zemas siltuma atdeves kurināmās koksnes iegūšanu (Aro 2000a). Izstrādātos kūdrājos fosfora un kālija trūkumu parasti kompensē ar komerciāli ražoto mēslojumu, bet izstrādātu purvu augsne ļoti vāji absorbē fosforu, kurš jau drīz vien pēc mēslošanas ieskalojas dziļākos augsnes slāņos (Huotari *et al.* 2008).

### 1.1.1. Koku izdzīvošana un augšana izstrādātos kūdrājos

Āra bērzu (*Betula pendula*) uzskata par piemērotu sugu izstrādātu kūdrāju apmežošanai. Tā ir gaismas prasīga suga, āra bērzs vislabāk aug barības vielām bagātā, mitrā un labi aerētā augsnē. Smagas un sablīvētas māla augsnes āra bērzam nav piemērotas (Sutinen *et al.* 2002 ). Izstrādātos kūdrājos āra bērzs var atjaunoties dabiski. Dabiskā atjaunošanās var būt ļoti veiksmīga seklā kūdrā vai mēslojotās izstrādātās vietās (Hytönen and Aro 2004).

Āra bērzs tāpat kā parastā priede (*Pinus sylvestris*) var paciest diezgan zemu pH. Parastā priede ir gaismas prasīga suga, tā aug gan nabadzīgā smilšainā augsnē, gan mitrā

purvainā augsnē (Mátyás *et al.* 2004). Parastā priede un arī āra bērzs salīdzinājumā ar parasto egli (*Picea abies*) nav tik jutīgas sugas pret salu. Tāpēc parastā egle nav tik labi piemērota Skandināvijas izstrādāto kūdrāju apmežošanai (Päivänen 1998). Tomēr parastā egle ir iecienīta suga Īrijas izstrādāto kūdrāju apmežošanai (Jones and Farrell 2000). Tā kā parastā egle ir ēncietīgāka suga nekā priežu (*Pinus* sp.) sugas, to var uzskatīt par koku sugu, kas nomainīs citus kokus vēlākā meža sukcesijas posmā pēc pionieru sugām, piemēram, bērza (*Betula* sp.) (Päivänen 1998). Tas var būt svarīgi attiecībā uz daudzslāņainas audzes struktūras attīstību mežu plantācijās.

Melnalksnis (*Alnus glutinosa*) ir gaismas prasīga pioniersuga (Fennessy 2004). Tas aug auglīgās, trūdvielām bagātās augsnēs ar tekošu gruntsūdeni (Kajba and Gracan 2003). Šo sugu iesaka stādīt vietās, kur augsnē trūkst slāpekļa un organisko vielu, tāpēc, ka melnalksnis spēj saistīt slāpekli no atmosfēras (Fennessy 2004). Melnalksni uzskata par vienu no labākajām sugām, lai ātri radītu meža segumu izstrādātos purvos. Dēļ tā ātraudzības melnalksnim ir arī svarīga loma biomasas radīšanā (Renou-Wilson *et al.* 2008).

Kārkli (*Salix* sp.) aug gan purvainās augsnēs, gan arī sausās un smilšainās augsnēs (Hytönen 1995). Kārkli, atšķirībā no bērziem un priedēm, nevar augt ļoti skābā augsnē, tiem ir nepieciešams vairāk slāpekļa un arī citas barības vielas (Hytönen and Kaunisto 1999), tāpēc kārkļu stādīšana un arī mēslošana būs dārgāka. Tie nevar augt arī augsnēs, kurās ir nepietiekama aerācija vai kuras ir pārmitras (Hytönen 1995).

### 1.2.1. Apmežotu kūdrāju mēslošana

Barības vielu daudzums kūdras augsnēs kopumā ir zems (Renou *et al.* 2000), koku stādu kvalitāte un attīstība nemēsotās un neapstrādātās vietās samazinās un var novest pie koku iznīkšanas. Apakšējie kūdras slāņi satur ievērojamu daudzumu slāpekļa, taču minerālvielu koncentrācija kopumā ir pavisam niecīga. Kūdras biezums var svārstīties no praktiski nulles līdz aptuveni vienam metram, radot sadrumstalotu barības vielu izvietojumu. Uzlabojumu var panākt ar augsnes mēslošanu, ko visbiežāk veic ar minerālmēsliem, koksnes vai kūdras pelniem, notekūdeņu dūņām vai iestrādājot minerālaugsnī (Aro 2000b).

Precīza nepieciešamā mēslojuma daudzuma, konkrētāk – barības vielu, noteikšana var samazināt šo komponentu nonākšanu ūdenstilpēs. Šim daudzumam jābūt precīzi sabalansētam, lai iegūtu optimālu ražu, nepieļautu pārmērīgu nezāļu augšanu, kā arī, lai neietekmētu citas ekosistēmas (Rydin and Jelgum 2006).

Par atkārtotas mēslošanas nepieciešamību var spriest gan pēc veģetācijas, gan arī iestādītajiem kokiem. Taču, tā kā šīs audzēšanas vietas ir radītas mākslīgi, šie indikatori var strādāt citādāk, nekā dabiskos apstākļos, tāpēc nepieciešamas arī augsnes vai lapotnes analīzes (Paavilainen and Päivänen 1995).

### 1.2.2. Minerālmēsli

Slāpekļa, fosfora un kālija pieejamība ir nozīmīgs koku augšanu limitējošs faktors nosusinātos purvos. Kūdras purvos visbiežāk trūkstošais elements ir kālijs. Kālijs, kurš bieži vien agrīnajā augšanas fāzē ir galvenais ierobežojošais faktors, augsnē parasti ir sastopams mainīgā formā un var viegli tikt aizskalots un aizvietots ar kalcija un magnija joniem (Wells 1991; Westman 1981).

Augsta korelācija starp nātrija un kālija daudzumu kūdrā ļauj secināt, ka kālijs nelimitē koku augšanu augsnēs ar lielāku nātriju saturu. Nabadzīgas augsnes var uzlabot ar nātrija – fosfora – kālija mēslojumu, kamēr ar nātriju bagātās vietās pietiek ar fosfora – kālija mēslojumu. Ja stādīšanas laikā veikta plaša mēslošana ar kāliju, to ieteicams atkārtot pēc 15 gadiem. Atkārtota mēslošana palielina koku diametrus krūšu augstumā, šķerslaukumu, un krāju atkarībā no stādiņu augšanas blīvuma (Silfverberg and Hartman 1998).

Aro (2000a) iesaka augsni sagatavot un mēslo ar fosfora – kālija – bora mēslojumu (fosfors 2,7 g un kālijs 5,1 g uz apstādāmo vietu), Paavilainen un Päivänen (1995) ziņo par apmierinošiem rezultātiem pēc kūdrāju mēslošanas ar slāpekļa – fosfora – kālija minerālmēsliem Somijā. Mēslošanai ar slāpekļa – fosfora – kālija minerālmēsliem ir pozitīva ietekme uz koku diametra un garuma pieaugumu, kā konstatēts eksperimentos, ko veica Hånell *et al.* (2003). Interesanti ir tas, ka pēc Somijā veiktā pētījuma mēslošana ar slāpekļa – fosfora – kālija minerālmēsliem palielina ražu, bet ne barības vielu koncentrāciju biomasā, kas nozīmē, ka bērzu mēslošana nepalielina barības vielu daudzumu (Hytönen and Kaunisto 1999).

### 1.2.3. Koksnes un kūdras pelni

Koksnes pelni ir atkritumu produkts. Barības vielu saturs koksnes pelnos pozitīvi ietekmē bioloģisko/ mikrobioloģisko aktivitāti un slāpekļa mineralizāciju kūdrā (iespējams, pateicoties pH līmeņa pieaugumam) un līdz ar to tiem ir pozitīva ietekme uz barības vielām, kas nepieciešamas koku augšanai. Priežu audzes ļoti labi reaģē uz koksnes pelnu pielietošanu un iedarbība saglabājas ilgāk, salīdzinot ar mēslošanu ar fosfora – kālija minerālmēsliem. Daži pētījumi liecina, ka koka pelnu mēslošanas iedarbība var saglabāties līdz pat 30 - 40 gadiem (Hytönen and Kaunisto 1999).

Kūdrāju apstrādāšana ar kūdras pelniem, pēc Somijā veiktajiem pētījumiem, pozitīvi ietekmē koku augšanu garumā un rādiusā (īpaši retinātās vecās parasto priežu audzēs) (Silfverberg and Issakainen 1987). Tajā pašā pētījumā netika konstatēta tāda pati reakcija pēc minerāliem bagātu augšņu apstrādes ar kūdras pelniem, līdz ar to tika secināts, ka kūdras pelni ir labs mēslojums kūdrājiem, kas ir vidēji auglīgi (Silfverberg and Issakainen 1987).

Vēl nozīmīgi elementi koku augšanai organiskās un kūdras augsnēs ir fosfors un kālijs. Tie ir atrodami pietiekamā daudzumā kūdras pelnos, līdzīgi kā organiskajās un kūdras augsnēs ar zemu slāpekļa saturu. Tāpēc tika iegūti labi rezultāti no eksperimentiem Zviedrijā par koku augšanas pieaugumu pēc augsnes apstrādes ar kūdras pelniem. Hånell *et al.* (2003) iesaka, lai fosfora sastāvs augsnē kūdrāju mežos būtu 40-50 kg/ha un no šīs vērtības aprēķina mēslošanas devu ar kūdras pelniem – 3-5 tonnas / ha. Ilgtermiņa apmežošanas eksperimentu laikā izstrādātajos kūdrājos mēslošana ar kūdras pelniem pirms koku stādīšanas sekmēja koku izdzīvošanu, kā arī labāku koku augšanu pēc piecām veģetācijas sezonām (Svensson *et al.* 1998). Šajā eksperimentā izmantotie kūdras pelni saturēja aptuveni 80 kg fosfora un 104 kg kālija uz hektāru.

### 1.2.4. Notekūdeņu dūņas

Sadzīves notekūdeņu dūņu mēslojums satur ne tikai organiskās vielas un straujai augšanai nepieciešamo slāpekli, bet arī fosforu un kāliju. Bioloģiskajās attīrīšanas iekārtās saražoto sadzīves notekūdeņu dūņas satur vidēji 51g/kg slāpekļa, 17 g/kg fosfora, bet 65% no to masas ir organiskās vielas (Lazdiņa 2009).

Ar notekūdeņu dūņu palīdzību tiek uzlabota augsnes mitruma saistīšanas spēja, augsnē tiek papildināti slāpekļa, fosfora, kalcija un magnija krājumi. Fosfors ir svarīgs elements, jo tas veicina vietējo koku sugu pašsēju un palīdz straujāk attīstīties zemeszemes veģetācijai. Augsnē tiek piegādāts papildus organiskais materiāls (Lazdiņa 2009). Barības vielas dūņās galvenokārt nonāk no pārtikas produktu atliekām (Lazdiņa u.c. 2006). Lazdiņa (2009) apgalvo, ka notekūdeņu dūņu izmantošana izstrādātu kūdras atradņu mēslošanā nepasliktina vides kvalitāti, piemēram, nemainās smago metālu daudzums augsnē pēc dūņu iestrādes.

Tomēr notekūdeņu dūņu pielietošana nav tik vienkārša, jo to barības vielu vielu proporcijas ievērojami atšķiras no augsnē sastopamajām. Dūņas izmaina augsnes fizikālās, ķīmiskās un mikrobioloģiskās īpašības, tādēļ nepieciešams izpētīt, kāda veida augsnē, cik daudz dūņu un kādām koku sugām drīkst pielietot. Jānosaka, kādi faktori traucē koku augšanai. Nepareizs dūņu pielietojums var palēnināt koku augšanu, jo tie nav pielāgojušies šim mākslīgajam substrātam (Mandre 2002).

## **1.2. Veģetācija**

### **1.2.1. Augsto purvu veģetācija**

No veģetācijas viedokļa purvos izteikti ir divi stāvi – sūnu un lakstaugu. Purvos un to daļās, kas nav meloriācijas skarti, koku un krūmu stāva nav vai arī tas ir ļoti vāji attīstīts. Kā izņēmums ir purvu malas un minerālaugsnes salu apkārtnē, kur ir seklāks kūdras slānis un tāpēc visbiežāk ir sastopams skrajš koku un krūmu stāvs. Koki un krūmi var būt sastopami arī uz ciņiem (Auniņa 2013), kā arī purvu malās var augt meži.

Cilvēka darbības mazskartu augsto purvu malās var būt sastopami purvaini priežu meži. Saskaroties šādām dažādām ekosistēmām, kā, piemēram, mežiem un purviem, nereti var sastapt lielāku sugu daudzveidību nekā katrā no tām atsevišķi (Rydin and Jelgum 2006). Augstajos purvos dominē augu sabiedrības no Oxycocco – Sphagnetea klases. Kopumā šī biotopa veģetāciju raksturo praktiski nemainīgs augu sugu sastāvs (Pakalne 1998).

Purviem ir raksturīgs izteikts mikroreljefs. Tas nosaka siltuma un hidroloģiskā režīma daudzveidību, kā arī augu sabiedrību funkcijas un struktūru (Weltzin *et al.* 2001). Visizteiktākās mikroreljefa struktūras ir neskartos un mazskartos augstajos purvos. Ciņus,

lāmas un slīkšņas bieži sastop arī pārejas purvos un zāļu purvos, taču tikai augstajos purvos veidojas grēdu – ezeriņu, grēdu – lāmu vai grēdu – slīkšņu kompleksi.

Sausie ciņi un ciņu grēdas, ko augstajos purvos galvenokārt veido sfagni, var būt līdz pat 50 cm augsti (Auniņa 2013). Tie paceļas virs lāmām un ir purva sausākā daļa (Rydin and Jelgum 2006). Augstajos purvos ciņi atrodas gan purva centrālajā daļā, gan malās. Uz ciņiem dominē sīkkrūmi – purva vaivariņš (*Ledum palustre*), sila virsis (*Calluna vulgaris*), melnā vistene (*Empetrum nigrum*). Sastopamas arī lakstaugu sugas kā, piemēram, polijlapu andromeda (*Andromeda polifolia*), purva dzērvene (*Oxycoccus palustris*), apaļlapu rasene (*Drosera rotundifolia*), lācene (*Rubus chamaemorus*) un sfagnu sūnas – Magelāna sfagns (*Sphagnum magellanicum*), iesarkanais sfagns (*Sphagnum rubellum*) un brūnais sfagns (*Sphagnum fuscum*) (Pakalne 2008).

Purvam augot, pieaug spriegums kūdras nogāzēs, kā rezultātā veidojas dziļi ieplisumi kūdras segā, ko sauc par lāmām (Zelčs 1994). Lāmas var būt samērā lielas un pastāvīgi pildītas ar ūdeni. Tās var būt sezonāli vai periodiski izzūstošas. Lāmām raksturīgi augi ir dūkstu grīslis (*Carex limosa*), parastais baltmeldrs (*Rhynchospora alba*) un purva šeihcērija (*Scheuchzeria palustris*), kā arī sfagnu sūnas – garsmailes sfagns (*Sphagnum cuspidatum*), lielais sfagns (*Sphagnum majus*) un smalkais sfagns (*Sphagnum tenellum*) (Pakalne 2008).

Ieplakas ir pazeminājumi purva mikroreljefā. Dziļās ieplakas ir pastāvīgi pildītas ar ūdeni, seklās ieplakas ir periodiski pildītas ar lietus ūdeni. Augu sabiedrības, kuras ir sastopamas ieplakās, ir līdzīgas pārejas purvu augu sabiedrībām. Ieplakām raksturīgas *Rhynchosporium albae*, *Sphagnetum cuspidati* un *Caricetum limosae* augu sabiedrības (Pakalne 2008).

### 1.2.2. Veģetācija kūdreņos

Mežus, kuri aug nosusinātās kūdras augsnēs, sauc par kūdreņiem. Tiek nodalīti četri meža augšanas apstākļu tipi nosusinātās kūdras augsnēs: viršu (Kv), mētru (Km), šaurlapju (Ks) un platlapju (Kp) kūdrenis. Šādā secībā palielinās arī šo meža tipu augsnes auglība, zemsegas sadalīšanās pakāpe, sugu skaits kokaudzē, pamežā un zemsedzē, audzes bonitāte, krāja un krājas pieaugums, savukārt samazinās augsnes skābums (Liepa 2005).

Viršu kūdrenī dominē sila virsis, purva vaivariņš, zilene (*Vaccinium uliginosum*), mellene (*Vaccinium myrtillus*), polijlapu andromeda un dažādas spilvu (*Eriophorum* sp.) sugas. Kokaudzē biežāk sastopamās sugas ir priedes un bērzi. Mēdz iesēties purva bērzs (*Betula pubescens*). Augsne ir nabadzīga un skāba (Liepa u.c. 2014; Straupe un Indriksons 2014). Augsni veido mazsadalījiesies sfagnu (60 %), priežu (30 %) un spilvu (10 %) kūdra. Vidēja kūdras sadalīšanās pakāpe ir ap 20 % (Straupe un Indriksons 2014).

Mētru kūdenī dominē mellenes, brūklenes (*Vaccinium vitis – idaea*), pūkainā zemzālīte (*Luzula pilosa*), zilganā molīnija (*Molinia caerulea*), purvāja ciesa (*Calamagrostis canescens*) un slotiņu ciesa (*Calamagrostis epigeios*), gada staipekņis (*Lycopodium annotinum*), divlapu žagatiņa (*Maianthemum bifolium*). Kokaudzē biežāk sastopamās sugas ir priedes, bērzi un egles (*Picea* sp.). Augsne ir nabadzīga (Liepa u.c. 2014; Straupe un Indriksons 2014). Augsni veido bērzu – priežu (50%), grīšļu (30%) un spilvu – sfagnu (20%) kūdra. Vidējā sadalīšanās pakāpe ir ap 25% (Straupe un Indriksons 2014).

Šaurlapju kūdrenī dominē mellene, parastā brūklene, purvāja un slotiņu ciesa, zilganā molīnija, divlapu žagatiņa, klinšu kaulene (*Rubus saxatilis*), gada staipekņis. Kokaudzē biežāk sastopamās sugas ir priede, bērzs, egle un melnalksnis. Augsne ir vidēji bagāta (Liepa u.c. 2014; Straupe un Indriksons 2014). Augsni veido koku (70%) un grīšļu (30%) kūdra ar nelielu sfagnu kūdras piejaukumu. Vidējā kūdras sadalīšanās pakāpe ir ap 35% (Straupe un Indriksons 2014).

Platlapju kūdrenī dominē papardes, lēdzerkste (*Cirsium oleraceum*), purva cietpiene (*Crepis paludosa*), lielā nātre (*Urtica dioica*), dzeltenā zelnātrīte (*Galeobdolon luteum*), meža sprigane (*Impatiens noli – tangere*), meža zaķskābene (*Oxalis acetosella*), meža zirdzene (*Angelica sylvestris*). Kokaudzē biežāk sastopamās sugas ir bērzs, egle, osis (*Fraxinus* sp.), apse (*Populus* sp.) un melnalksnis. Augsne ir bagāta. (Liepa u.c. 2014; Straupe un Indriksons 2014). Augsni veido koku (80%) un grīšļu (20%) kūdra. Vidējā sadalīšanās pakāpe ir ap 40% (Straupe un Indriksons 2014).

### **1.2.3. Veģetācijas attīstība rekultivētos apmežotos augstajos purvos**

Atršķirībā no sekundārās sukcesijas, kas norisinās kūdrājos pēc meliorācijas, izstrādātajos purvos veģetācijas atjaunošanās sākas no paša sākuma – primārās sukcesijas. Primārā sukcesija sākas ar pioniersugu ienākšanu un teritorijas kolonizēšanu. Pioniersugas

raksturo spēja ātri un tālu izplatīties un augt vietās ar mainīgu diennakts temperatūru, nabadzīgās augsnēs un intensīvi apgaismotās vietās (Colwell 1978). Lai nodrošinātu augu un koku izplatību, nepieciešama bagātīga pieeja gaismai, ūdenim un barības vielām (Daves 1987).

Dabīga ataudze ir atkarīga arī no tuvākajā apkaimē augošajām sugām. Tiesa, ne vienmēr vairošanās spēja nodrošina strauju veģetācijas attīstību, jo izstrādāts kūdras purvs ir ļoti nelabvēlīga vide augu attīstībai (Salonen and Setälä 1992). Izstrādāts kūdras purvs ir ļoti nelabvēlīga augšanas vide, tāpēc, ka šo purvu kūdra ir pakļauta erozijai, neļaujot attīstīties augiem. Kā arī izstrādātajos kūdras purvos ir ļoti svārstīgs ūdens līmenis – paaugstināts pēc lietus, sausā laikā ļoti samazināts (augšējais kūdras slānis ļoti ātri izkalst). Tāpat šo teritoriju augsni raksturo liels augsnes skābums (Colwell 1978), zems minerālvielu saturs. Ir pierādīts, ka mazāk skāba augsne veicina straujāku veģetācijas attīstību (Renou - Wilson *et al.* 2008). Arī sals var nopietni bojāt augus, vai pat radīt situāciju, kurā tie tiek izspiesti no augsnes. Veģetācijas attīstību izstrādātos kūdrājos ietekmē arī tas, ka kūdras izstrāde ievērojami samazina augsnē esošo sēklu banku (Salonen and Setälä 1992).

Huotari *et al.* (2008) secina, ka mēslošana var ievērojami paātrināt veģetācijas veidošanos, kamēr nemēslotajos laukumos augu attīstība nenotiek vairākus gadus. Iepriekš veiktos pētījumos noskaidrots, ka augu segumu un sugu sastāvu agrīnā sukcesijas fāzē izstrādātu purvu augsnē spēcīgi ietekmē minerālvielu pieejamība (Huotari *et al.* 2007). Fosforam ir milzīga nozīme blīvas veģetācijas attīstībā kailā purva augsnē (Huotari *et al.* 2008). Pētījumi, kas veikti Īrijā arī, parāda, ka sugu skaits un veģetācijas projektīvais segums pozitīvi korelē ar biežāku mēslojuma izmantošanu (Renou – Wilson *et al.* 2008). Pēc pioniersugām teritorijā var ienākt arī ilggadīgākas sugas, jo augsnē ir palielinājies minerālvielu daudzums (Colwell 1978).

Zemsedzes veģetācija izstrādātos purvos samazina augsnes eroziju, palielina ūdens aizturi. Kā arī zemsedzes veģetācija var pasargāt iestādītos kokus no apkārtējās vides iedarbības, piemēram, sala, kā arī pasargāt tos no bojājumiem (Renou – Wilson *et al.* 2008).

Gan dabīgi veidojušos, gan plantāciju veidā stādītos mežos veidojas līdzīgi ekoloģiskie aptākļi, veicinot līdzīgu sugu klātbūtni tajos. Šo mežu ekosistēmu radītās barošanās, atbalsta un regulācijas funkcijas lēnām palīdz aizpildīt degradētās un pamestās teritorijas, daļēji samazinot purva sugu daudzveidībai nodarīto postījumu (Woziwoda and Kopeć 2014).

## 2. Materiāls un metodes

### 2.1. Pētījuma vietas raksturojums

#### 2.1.1. Ģeogrāfiskais raksturojums

Pētāmā teritorija atradās apmežotā izstrādātā kūdras atradnē Olaines novada Olaines pagasta Viršos Medema purvā (1.attēls). Piejūras zemiens Tīreļu līdzenumā (Nusbaums un Rieksts 1997). Vietas koordinātes 56 50 56, 28' N; 24 032,76'E.



1.attēls. Medema purva atrašanās vieta.

Figure 1. Location of Medema bog.

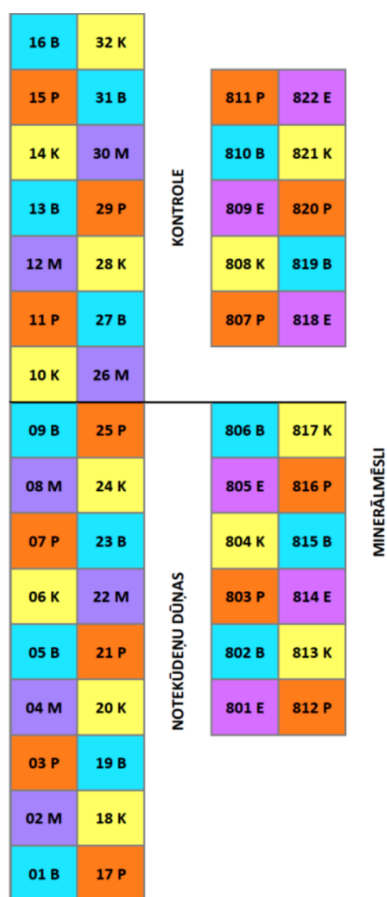
#### 2.1.2. Klimatiskais raksturojums

Teritorijas klimats ir mēreni silts un mitrs, gada vidējā temperatūra ir  $+8^{\circ}\text{C}$ . Gada nokrišņu summa sasniedz 800 mm. Vasarām Medema purvā ir raksturīga bieža migla, tās ir siltas, jūlija vidējā temperatūra ir  $+17^{\circ}\text{C}$ . Ziemām ir raksturīgi bieži atkušņi, kuru rezultātā sniega sega ir nepastāvīga, janvāra vidējā temperatūra ir  $-4^{\circ}\text{C}$  (Kļaviņš u.c. 2006).

### 2.1.3. Parauglaukumu raksturojums

Apmežojot izstrādāto augstā purva kūdras atradni Medema purvā, izmantoja šādas koku sugas: āra bērzu (*Betula pendula*), parasto priedi (*Pinus sylvestris*), parasto egli (*Picea abies*), melnalksni (*Alnus glutinosa*) un komerciālās kārklu (*Salix sp.*) šķirnes “Sven” stādus.

Pētāmajā teritorijā pēc 2. attēlā redzamās shēmas stādot āra bērza, parastās egles, melnalkšņa, parastās priedes un komerciālās kārklu šķirnes “Sven” stādus 2005. gadā projekta „Izstrādāto kūdras purvu apmežošanas zinātniskais pamatojums ar dažādu koku un krūmu sugām” ierīkoti 30 10x10 m lieli parauglaukumi un 24 10x10 m lieli kontroles laukumi. Stādījumi ierīkoti 10 metru attālumā no teritorijā esošā meliorācijas grāvja malas, lai varētu mazināt tā ietekmi.



2.attēls. Stādījumu shēma. (B – *Betula pendula*, K – *Salix sp.*, P- *Pinus sylvestris*, M – *Alnus glutinosa*, E – *Picea abies*).

Figure 2. Plantation scheme. (B – *Betula pendula*, K – *Salix sp.*, P- *Pinus sylvestris*, M – *Alnus glutinosa*, E – *Picea abies*).

Parauglaukumos (2. attēls; 3.attēls) augsne tika bagātināta, daļā parauglaukumu izkliepjot notekūdeņu dūņas (10 t sausas/ha) un daļu parauglaukumu mēslojot ar fosfora - kālija minerālmēsliem (0,5 t N/ha). Kā papildus kaļķošanas materiāls visos mēslotajos parauglaukumos izmantoti dolomīta milti (10 t/ha).

Ar notekūdeņu dūņām mēsloti parauglaukumi, kuros stādīti āra bērza, parastās priedes un komerciālās kārklu šķirnes “Sven” stādi. Ar fosfora kālija – minerālmēsliem bagātināti tie parauglaukumi, kuros stādīti parastās priedes, parastās egles, āra bērza un komerciālās kārklu šķirnes “Sven” stādi (2.attēls; 3.attēls).

Komerciālās stādu šķirnes “Sven” stādi neiaugās, to stādījumi atjaunoti 2006. gadā, arī tie iznīka. Šie parauglaukumi aizauga ar pašsējas kokiem.



3.attēls. Ar notekūdeņu dūņām (pa kreisi) un ar fosfora – kālija minerālmēsliem (pa labi) mēslotie parauglaukumi 2015. gadā.

Figure 3. Sampling plots fertilized with sewage sludge (on left) and phosphorus – potassium fertilizers (on right) in 2015.

Kontroles laukumos augsni nemēsloja. Kontroles laukumos stādītie koki iznīka nākamajā gadā pēc stādījumu veikšanas (5. attēls).



5.attēls. Kontroles laukumi 2015. gadā.

Figure 5. Control area (plots) in 2015.

## 2.2. Datu ievākšanas metodes

2015. gadā veica veģetācijas uzskaiti parauglaukumos. Katrā 10 x 10 m lielajā parauglaukumā izvietoja piecus 1x1 m lielus (3.attēls) parauglaukumus, vienu 1x1 m parauglaukumu lielā parauglaukuma centrā un pa vienam katrā stūrī.



5.attēls. 1x1 m lielais parauglaukums.

Figure 5. Vegetation plot (1x1m).

Parauglaukumos veģetāciju uzskaitīja pa sugām, nosakot to segumu procentos. Sugas reģistrēja un noteica uz vietas pētāmajā teritorijā. Gadījumā, ja sugu nebija iespējams noteikt lauka apstākļos, to ievāca, lai varētu identificēt laboratorijā.

Sugas noteiktas pēc augu noteicēja „Floran” (Mossberg and Stenberg 2005) un Latvijas PSRS augu noteicēja (Pētersone un Birkmane 1980).

## **2.2. Datu apstrādes metodes**

### **2.2.3. Šenona daudzveidības indekss**

Sugu daudzveidības raksturošanai aprēķināts Šenona jeb sugu daudzveidības indekss (H). Šenona indeksa vērtība pieaug, palielinoties sugu skaitam un to vienmērīgai izplatībai (Shannon 1948).

Šenona indeksu aprēķina pēc formulas:  $H = \sum_{i=1}^S \frac{n_i}{N} \cdot \ln \frac{N}{n_i}$

H – Šenona indekss;

S –sugu skaits;

$n_i$  –i-tās augu sugas projektīvais segums parauglaukumā;

N –kopējais augu sugu projektīvais segums parauglaukumā.

### **2.2.4. Parauglaukumu un sugu ordinācija**

Parauglaukumu un sugu ordinācija veikta ar programmu PC ORD 5.0, izmantojot Detrendēto Korespondences analīzi (DCA) (McCune and Grace 2002). Analīzei izmantoja datu tabulu sugu segumiem pa parauglaukumiem, gan 2013. un 2015. gada veģetācijas uzskaites sezonā.

### **2.2.5. Datu statistiskā analīze**

Datu statistiskā analīze veikta programmā MS Excell 2010. Izmantoja Stjudenta t-testu. Statistiskās analīzes testi veikti pie būtiskuma līmeņa  $\alpha= 0,05$ .

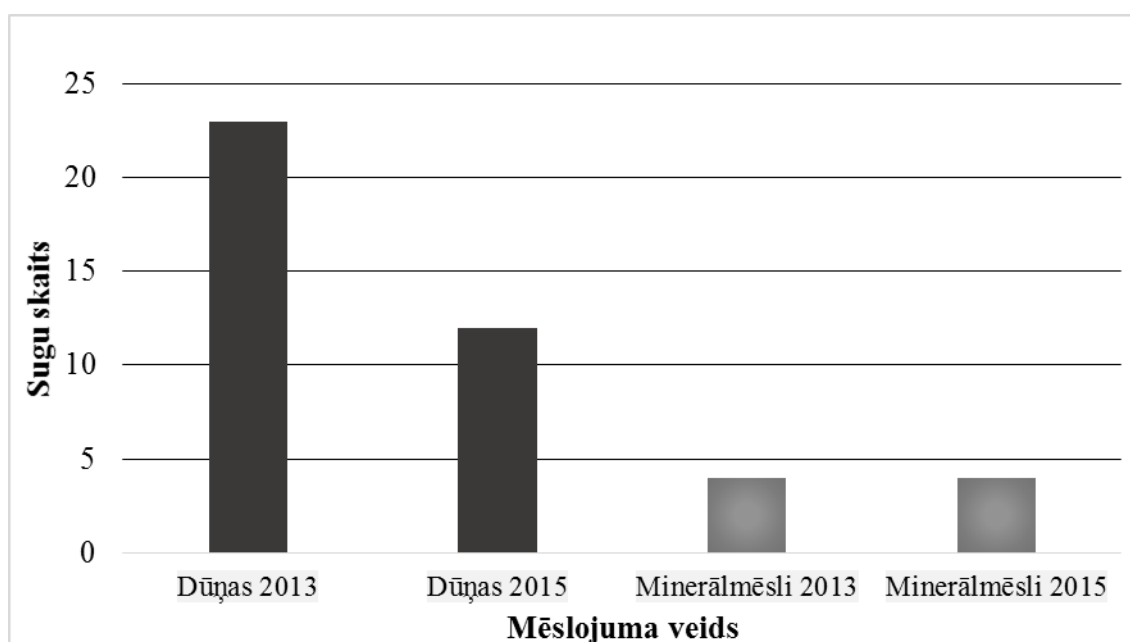
### **2.2.6. Augu sugu ekoloģiskās grupas**

Abos mēslojuma veidos reģistrētās augu sugas sadalītas pa ekoloģiskajām grupām. Sugas ekoloģiskajās grupās sadalītas izmantojot informāciju no Latvijas PSRS augu noteicēja (Pētersone un Birkmane 1980) un sugu enciklopēdijas latvijasdaba.lv. Augi iedalīti šādās ekoloģiskajās grupās: meža sugas, nezāles, pārmitru vietu sugas, pioniersugas, pļavas sugas, purva sugas.

### 3. Rezultāti

#### 3.1. Reģistrētās augu sugas un izmaiņas to sastāvā

2013. gada veģetācijas sezonā reģistrēja 23 vaskulāro augu sugas ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos un četras vaskulāro augu sugas ar fosfora – kālija minerālmēsliem bagātinātajos parauglaukumos. Veicot veģetācijas uzskaiti 2015. gada veģetācijas sezonā ar dūņām mēslotajos parauglaukumos reģistrētas 12 vaskulāro augu sugas par 11 mazāk kā 2013. gada veģetācijas sezonā. Ar fosfora – kālija minerālmēsliem ielabotajos parauglaukumos reģistrētas četras vaskulāro augu sugas, tikpat cik 2013. gada veģetācijas sezonā (6.attēls).



6. attēls. Ar notekūdeņu dūņām un fosfora – kālija minerālmēsliem ielabotajos parauglaukumos reģistrētais sugu skaits 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonās.

Figure 6. Number of species in sampling plots fertilized with sewage sludge and phosphorus potassium fertilizers in 2015 and 2013.

2015. gada veģetācijas sezonā ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos neregistrēja tādas sugas kā ložņu smilgu (*Agrostis stolonifera*), parasto vībotni (*Artemisia vulgaris*), velēnu radzeni (*Cerastium holosteoides*), mataino vēļpieni (*Leontodon hispidus*), lauka zemzālīti (*Luzula campestris*), zilgano molīniju (*Molinia caerulea*), parasto sārtžibulīti (*Odontites vulgaris*), laimes palēcīti (*Orthilia secunda*), apaļlapu ziemcieti (*Pyrola rotundifolia*), meža aveni (*Rubus idaeus*), mazo skābeni (*Rumex acetosella*), ārstniecības pieneņi (*Taraxacum officinale*), lielo nātri (*Urtica dioica*). Kopā 13 sugas. 2015. gada veģetācijas sezonā no jauna reģistrēja divas sugas – pavedienu doni (*Juncus filiformis*) un Kanādas zeltgalvīti (*Solidago canadensis*) (1.tabula).

1.tabula

Sugu projektīvais segums ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

Ar zaļu krāsu iekrāsotas sugas, kuras reģistrētas tikai 2013. gada veģetācijas sezonā ar dzeltenu krāsu sugas, kuras reģistrētas tikai 2015. gada veģetācijas sezonā.

Table 1

Projective cover of plant species in sampling plots fertilized with sewage sludge in 2013 and 2015.

In green species registered only in 2013.

In yellow species registered only in 2015.

Suga	<i>Betula pendula</i>		Pašsējas koki		<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Alnus glutinosa</i>		Vidēji	
	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015
<i>Agrostis stolonifera</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0
<i>Artemisia vulgaris</i>	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Calamagrostis canescens</i>	0.5	0.0	2.0	1.0	0.5	0.4	20.0	0.7	5.8	0.5
<i>Calamagrostis epigeios</i>	1.0	0.9	6.0	5.1	1.0	0.6	10.0	2.1	4.5	2.2
<i>Calluna vulgaris</i>	1.0	0.0	2.0	0.5	1.0	0.0	0.5	0.1	1.1	0.2
<i>Cerastium holosteoides</i>	0.0	0.0	1.0	0.0	1.0	0.0	0.5	0.0	0.6	0.0
<i>Chamaenerion angustifolium</i>	1.0	0.5	2.5	0.0	3.0	0.1	1.0	0.1	1.9	0.2
<i>Dryopteris carthusiana</i>	0.5	0.2	0.0	0.0	0.5	0.2	0.5	0.1	0.4	0.1
<i>Eriophorum vaginatum</i>	10.0	0.0	2.5	1.3	1.0	1.9	0.0	0.6	3.4	1.0
<i>Festuca ovina</i>	0.0	0.0	1.0	0.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Juncus effusus</i>	30.0	5.8	45.0	2.4	15.0	1.2	10.0	1.3	25.0	2.7
<i>Juncus filiformis</i>	0.0	2.5	0.0	1.5	0.0	1.2	0.0	3.4	0.0	2.1
<i>Leontodon hispidus</i>	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Lerchenfeldia flexuosa</i>	0.5	1.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.4
<i>Luzula campestris</i>	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Molinia caerulea</i>	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Odontites vulgaris</i>	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Orthilia secunda</i>	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Poa nemoralis</i>	0.0	1.6	0.5	0.2	0.0	0.3	0.5	0.3	0.3	0.6
<i>Pyrola rotundifolia</i>	0.0	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0
<i>Rubus idaeus</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0
<i>Rumex acetosella</i>	0.0	0.0	1.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Solidago canadensis</i>	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	0.1
<i>Taraxacum officinale</i>	0.0	0.0	0.5	0.0	0.5	0.0	0.0	0.0	0.3	0.0
<i>Urtica dioica</i>	0.5	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	0.0	0.4	0.0

Ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos 2013. gada veģetācijas sezonā dominējošā suga bija izplestais donis (*Juncus effusus*), vēl izplatītas sugas bija purvāja (*Calamagrostis canescens*) un slotiņu ciesa (*Calamagrostis epigeios*). Šīs sugas bija sastopamas visos koku stādījumu veidos. 2015. gadā dominēja izplestais donis, pavedienu donis un slotiņu ciesa. Pavedienu donis reģistrēts tikai 2015. gada veģetācijas sezonā. Arī visas 2015. gadā dominējošās sugas reģistrētas visos koku stādījumu veidos (1.tabula).

2013. gada veģetācijas sezonā ar fosfora – kālija minerālmēsliem ielabotajos parauglaukumos makstainā spilve (*Eriophorum vaginatum*) un sila virsis (*Calluna vulgaris*) veidoja vislielāko projektīvo segumu. Arī 2015. gada veģetācijas sezonā dominējošās sugas bija makstainā spilve un sila virsis. Abās veģetācijas sezonās šīs sugas bija sastopamas visos koku stādījumu veidos. 2015. gada veģetācijas sezonā ar fosfora – kālija minerālmēsliem ielabotajos parauglaukumos neregistrēja vienu augu sugu, kas reģistrēta 2013. gada veģetācijas sezonā – purva vaivariņu (*Ledum palustre*). No jauna 2015.gada veģetācijas sezonā arī reģistrēta viena suga – mellene (*Vaccinium myrtillus*) (2.tabula).

2.tabula

Sugu projektīvais segums ar fosfora- kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

Ar zaļu krāsu iekrāsotas sugas, kuras reģistrētas tikai 2013. gada veģetācijas sezonā ar dzeltenu krāsu sugas, kuras reģistrētas tikai 2015. gada veģetācijas sezonā.

Table 2

Projective cover of plant species in sampling plots fertilized with phosphorus - potassium fertilizers in 2013 and 2015.

In green species registered only in 2013.

In yellow species registered only in 2015.

Suga	<i>Betula pendula</i>		Pašsējas koki		<i>Pinus sylvestris</i>		<i>Picea abies</i>		Vidēji	
	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015	2013	2015
<i>Calluna vulgaris</i>	0.5	3.1	1.0	15.7	1.0	0.3	3.0	2.9	1.4	5.5
<i>Drosera rotundifolia</i>	0.0	0.2	0.0	0.0	0.0	1.6	0.5	1.4	0.1	0.8
<i>Eriophorum vaginatum</i>	1.0	11.7	13.0	10.5	3.0	20.2	1.0	4.9	4.5	11.8
<i>Ledum palustre</i>	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.5	0.0	0.1	0.0
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0.0	0.0	0.0	0.2	0.0	0.3	0.0	0.0	0.0	0.1

Kontroles laukumos sugu reģistrācija veikta 2013. un 2015. veģetācijas sezonā, neviena vaskulāro augu suga nav uzskaitīta.

2013.gada veģetācijas sezonā ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos visvairāk reģistrētas meža sugas (7), vismazāk reģistrētas pioniersugas. Vislielāko projektīvo segumu veidoja pārmitro vietu sugas, savukārt vismazāko projektīvo segumu veidoja pļavas sugas. 2015. gada veģetācijas sezonā tāpat kā 2013. gada veģetācijas sezonā visvairāk reģistrēja meža sugas (4). Šajā veģetācijas sezonā neregistrēja nevienu sugu no nezāļu ekoloģiskās grupas, 2013. gada veģetācijas sezonā reģistrētas sešas sugas no šīs grupas. Vislielāko projektīvo segumu 2015. gada veģetācijas sezonā veidoja meža sugas (3.tabula).

3.tabula

Vidējais kopējais segums un sugu skaits parauglaukumā pa ekoloģiskajām grupām ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

Table 3

Average total projective cover and number of plant species in sampling plots fertilized with sewage sludge in 2013 and 2015.

Ekoloģiskā grupa	Vidējais segums (%)		Sugu skaits	
	2013	2015	2013	2015
Meža suga	11.3	3.4	7	4
Nezāle	1.8	0	6	0
Pārmitru vietu suga	25.1	2.1	2	1
Pioniersuga	1.9	0.3	1	2
Pļavas suga	1	0.4	5	2
Purva suga	4.5	1.1	2	2

Ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos abās veģetācijas sezonās reģistrētas četras augu sugas, visas no reģistrētajām sugām ietilpst purva sugu ekoloģiskajā grupā. Ir vērojamas izmaiņas šo sugu projektīvajā segumā – 2013. gada veģetācijas sezonā šo sugu vidējais kopējais projektīvais segums ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos bija 6,1 %, bet 2015. gada veģetācijas sezonā tas bija pieaudzis līdz 18,2 % (4.tabula).

Vidējais projektīvais segums un sugu skaits pa ekoloģiskajām grupām ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

Table 4

Average projective coverage and number of plant species in sampling plots fertilize with phosphorus - potassium fertilizers in 2013 and 2015.

Ekoloģiskā grupa	Vidējais segums (%)		Sugu skaits	
	2013	2013	2013	2015
Purva suga	6,7	18,2	4	4

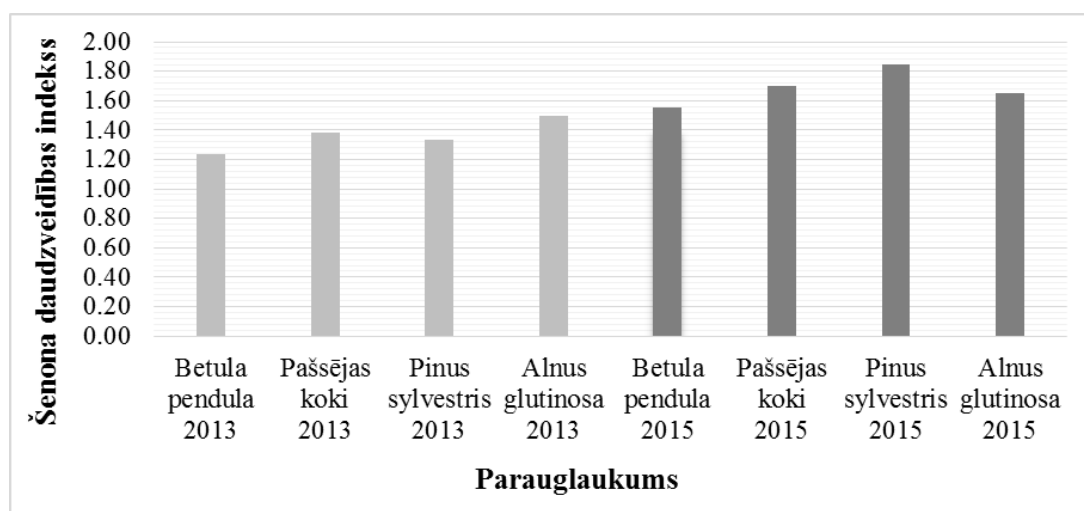
### 3.2. Sugu daudzveidības salīdzinājums

Lai novērtētu un salīdzinātu sugu daudzveidību, aprēķināts sugu daudzveidību raksturojošais rādītājs – Šenona indekss (H). Katra parauglaukuma (gan 2013. gada veģetācijas sezonā ievākto datu, gan 2015. gada veģetācijas ievākto datu) sugu skaits, kas izmantots Šenona indeksa aprēķināšanai, kā arī iegūtie indeksa rezultāti redzami 1. pielikumā.

Pēc aprēķinātajiem indeksiem redzams, ka augstākais vidējais Šenona daudzveidības indekss bija 2015.gada veģetācijas sezonā ievāktajiem datiem. Ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos tas ir 1,69, savukārt ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos bija 0,67. 2013. gada veģetācijas sezonā vidējie Šenona daudzveidības indeksi bija 1,36 ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos un 0,64 ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos. Šenona daudzveidības indekss divu veģetācijas sezonu laikā ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos ir būtiski ( $p=0,0072$ ) pieaudzis. Savukārt ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos nav vērojamas būtiskas izmaiņas Šenona daudzveidības indeksa vērtībās ( $p = 0,88$ ).

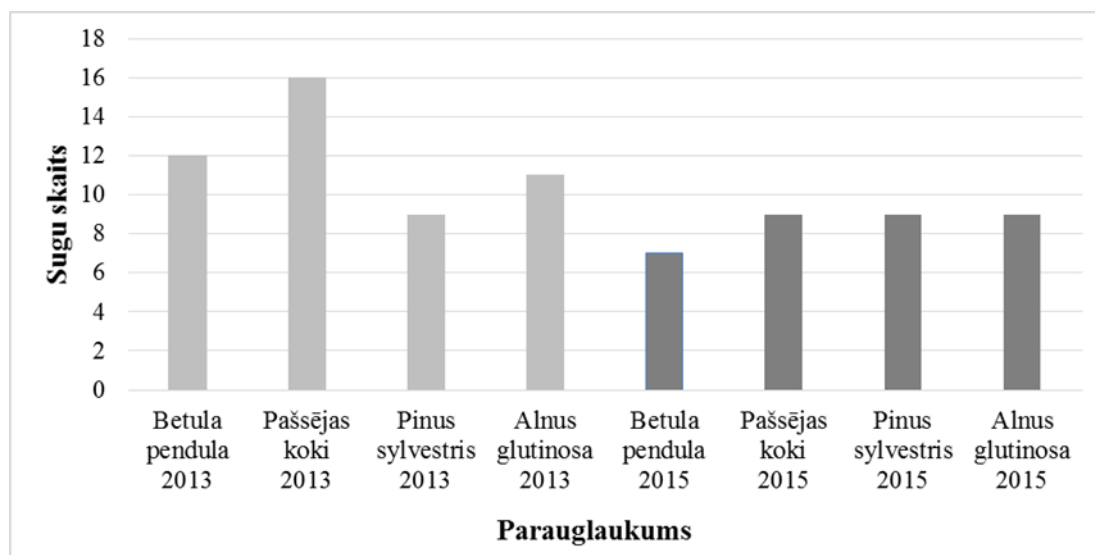
7. attēlā redzams, ka ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos vislielākais Šenona daudzveidības indekss bija priežu parauglaukumos 2015. gada veģetācijas sezonā (1,85). Vismazākais Šenona daudzveidības indekss bija bērzu parauglaukumos 2013.gada veģetācijas sezonā – 1,23.

2015. gadā ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos bija pieaudzis Šenona daudzveidības indekss, bet samazinājās sugu skaits, salīdzinot ar 2013. gadu. Parauglaukumos 2013.gada veģetācijas sezonā vislielākais sugu skaits bija reģistrēts ar notekūdeņu dūņām mēslotajos pašsējas koku sugu parauglaukumos – 16. 2015.gada veģetācijas sezonā lielākais augu sugu skaits bija ar parsato priedi un melnalksni apmežotajos parauglaukumos, kā arī pašsējas koku parauglaukumos – 9 sugas (8.attēls).



7.attēls. Šenona daudzveidības indekss ar dūņām mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

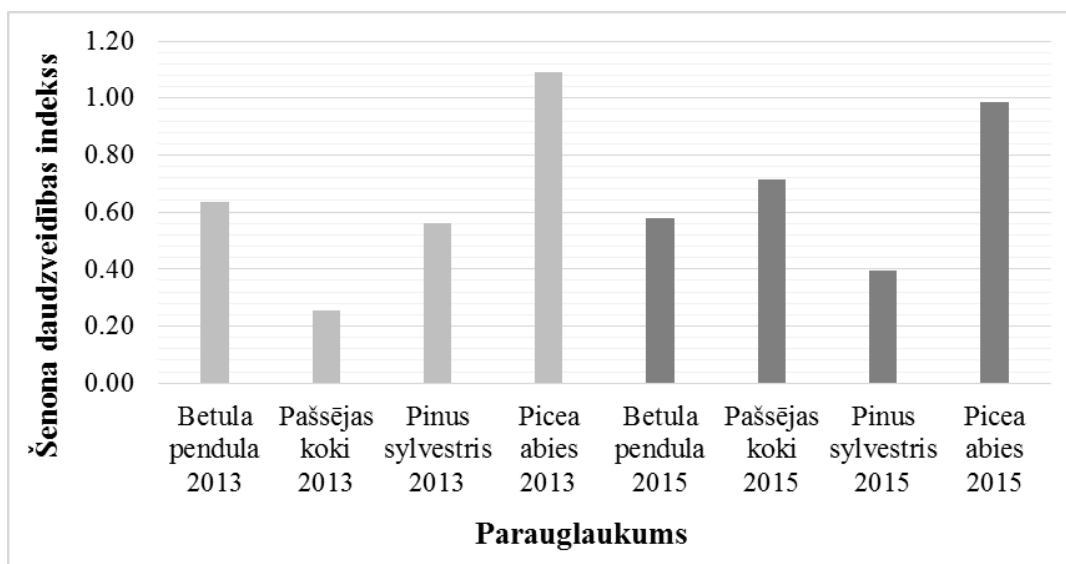
Figure 7. Shannon index in sampling plots fertilized with sewage sludge in 2013 and 2015.



8. attēls. Augu sugu skaits ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015.gada veģetācijas sezonā.

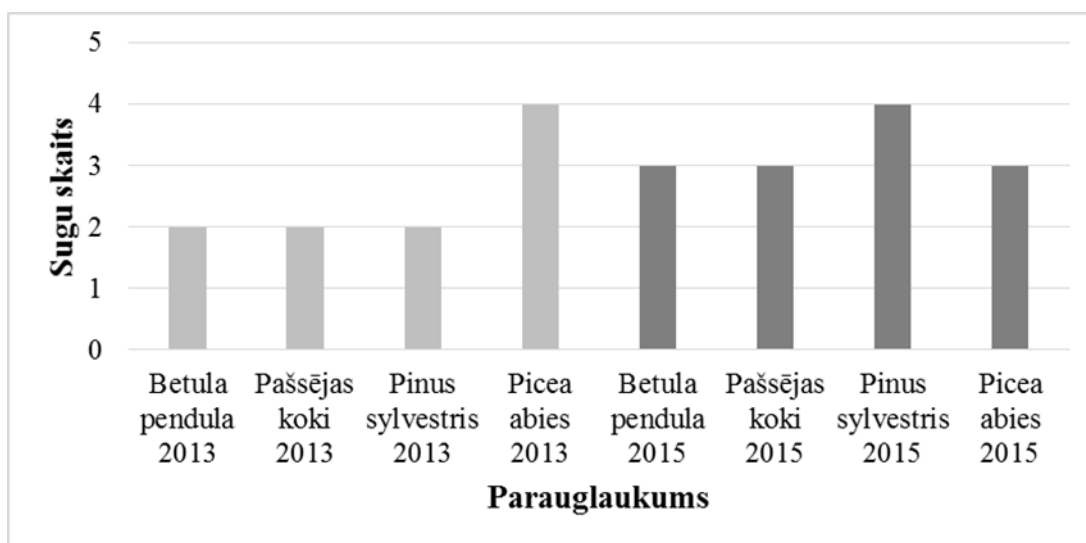
Figure 8. Number of plant species in sampling plots fertilize with sewage sludge in 2013 and 2015.

9. attēlā redzams, ka ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos lielākais Šenona daudzveidības inekss bija 2013. gada veģetācijas sezonā parauglaukumos, kur stādītas parastās egles (1,09), nedaudz mazāks šis rādītājs bija 2015.gada veģetācijas sezonā (0,99). Vismazākais Šenona daudzveidības indekss bija pašsējas koku parauglaukumos 2013.gada veģetācijas sezonā – 0,26. 2013. gadā vislielākais sugu skaits ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos bija parasto egļu parauglaukumos – 4. 2015.gada veģetācijas sezonā lielākais augu sugu skaits – 4 reģistrēts parauglaukumos, kuros stādīti parastās priedes stādi (10. attēls).



9.attēls. Šenona daudzveidības indekss ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

Figure 9. Shannon index in sampling plots fertilize with phosphorus - potassium fertilizers in 2013 and 2015.



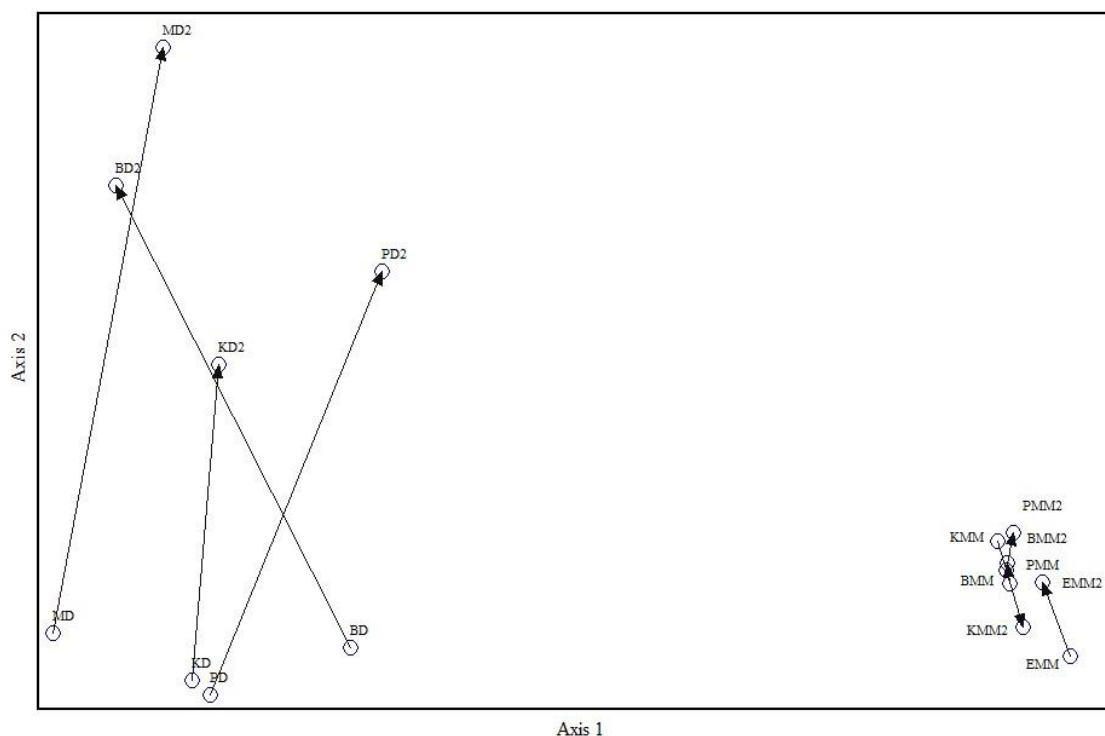
10. attēls. Augu sugu skaits ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos 2013. un 2015. gada veģetācijas sezonā.

Figure 10. Number of plant species in sampling plots fertilize with phosphorus - potassium fertilizers in 2013 and 2015.

### 3.3. Parauglaukumu ordinācija

Parauglaukumu ordinācija lakstaugu veģetācijai izmantota, lai parādītu veģetācijas izmaiņas parauglaukumos trīs veģetācijas sezonu laikā. Cipars „2” norāda uz 2015. gada parauglaukumiem. 11.attēlā redzams, ka ordinācijas grafika kreisajā pusē grupējas ar notekūdeņu dūņām mēslojie parauglaukumi, bet tā labajā pusē grupējas ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslojie parauglaukumi.

Vertikālā ass attēlo parauglaukumu sukcesiju. Attiecīgie 2013. gada un 2015. gada parauglaukumi ir savienoti ar sukcesijas vektoriem. Sukcesija no 2013. līdz 2015.gadam ir attēlota virzienā no ordinācijas grafika apakšas uz augšu. Vektoru garums norāda uz parauglaukumu savstarpējo atšķirīgumu pēc sugu sastāva, jo vektors ir garāks, jo parauglaukumi ir atšķirīgāki. No tā izriet, ka ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos divu veģetācijas sezonu laikā ir straujāk mainījies sugu sastāvs nekā ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos (11. attēls).

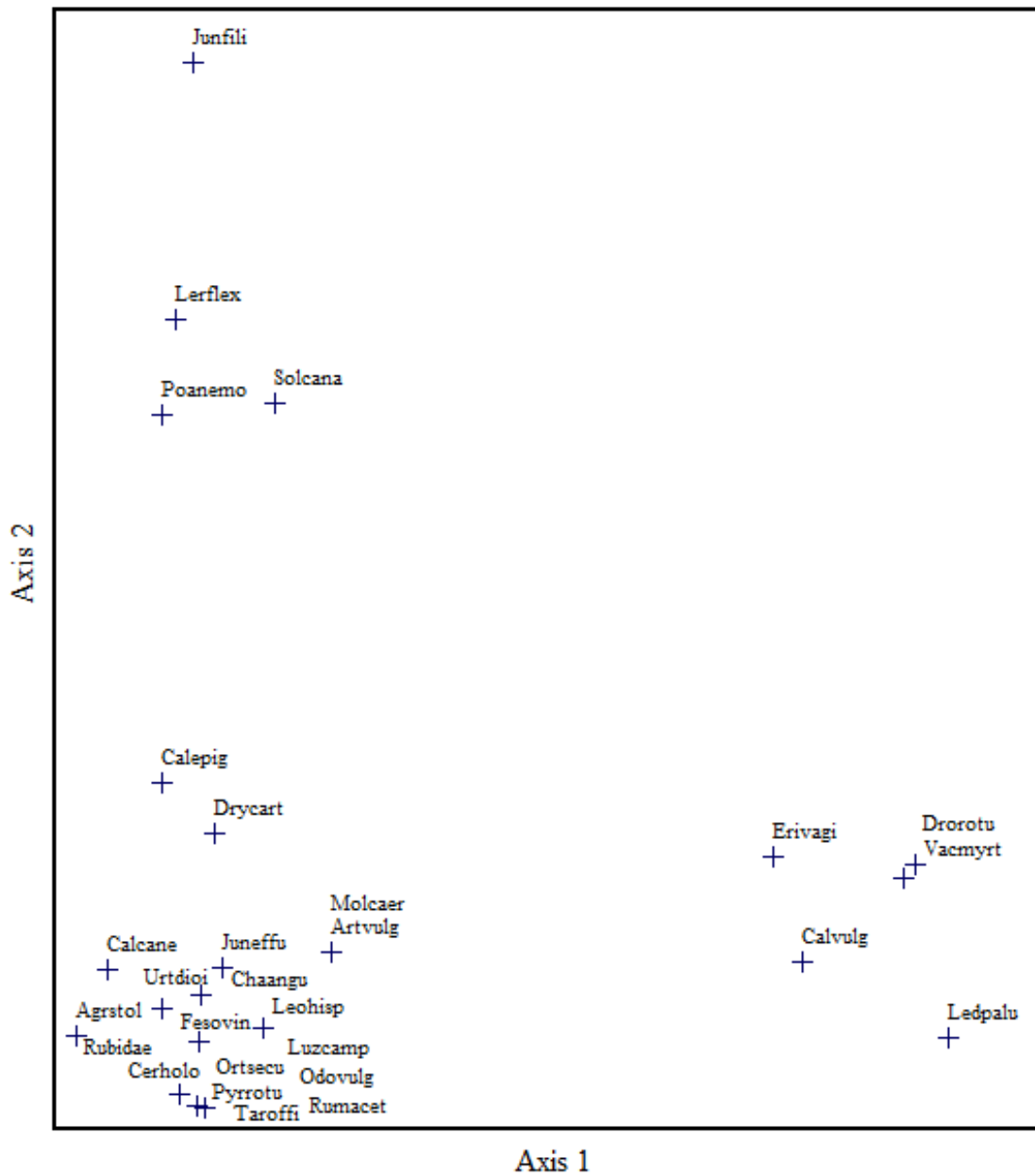


11.attēls. Parauglaukumu ordinācija lakstaugu veģetācijai pēc detrendētās korespondences analīzes (DCA).

Figure 11. Description ordination of vascular plant vegetation by detrended correspondence analysis (DCA).

12.attēla labajā pusē ir izvietotas sugas, kas ir raksturīgas augstajam purvam – makstainā spilve (*Erivagi*), sila virsis (*Calvulg*), purva vaivariņš (*Ledpalu*), mellene (*Vacmyrt*) un apaļlapu rasene (*Drorotu*).

Ordinācijas grafika kreisā stūrī pašā apkašā izvietotas sugas, kuras bija sastopamas tikai 2013. gada veģetācijas sezonā, piemēram, ārstniecības pienene (*Taroffi*), mazā skābene (*Rumacet*), apaļlapu ziemciete (*Pyrrot*), šaurlapu ugunspuķe (*Chaangu*), laimes palēcīte (*Ortsecu*), meža avene (*Rubida*). Vidus daļā (kreisajā pusē) izvietotas sugas, kuras bija sastopamas abās veģetācijas sezonās, kā, piemēram, slotiņu ciesa (*Calepig*), dzeloņainā ozolpārde (*Drycart*), birztales skarene (*Poanemo*), liektā sariņsmilga (*Lerflex*). Ordinācijas grafika pašā augšā (kreisajā pusē) un grafika vidus daļas augšdaļā ir izvietojušās divas sugas, kuras reģistrētas tikai 2015. gada veģetācijas sezonā – pavedienu donis (*Junfili*) un Kanādas zeltgalvīte (*Solcana*) (12.attēls).



12. Attēls Sugu ordinācija lakstaugu veģetācijai pēc detrendētās korespondences analīzes (DCA). Lakstaugu sugu nosaukumu saīsinājumi veidoti sekojoši: pirmie trīs burti no ģints latīniskā nosaukuma un pirmie četri burti no sugas latīniskā nosaukuma.

Figure 12. Species ordination of vascular plant vegetation by detrended correspondence analysis (DCA). Names of vascular plant species formed following: first three letters from genus name and first four letters from species name.

## 4. Diskusija

### 4.1. Mēslojuma ietekme

Ar notekūdeņu dūņām un fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos veģetācija ir attīstījies atšķirīgi. Notekūdeņu dūņas ir bagātīgs slāpekļa un fosfora avots (Lazdiņa 2009), bet dūņās praktiski nav kālija (Lazdiņš 2014), kurš tiek uzskatīts par kūdras purvos visbiežāk trūkstošo elementu (Wells 1991). Dūņu mēslojums atšķirībā no fosfora mēslojuma augsnē palielina mikrobioloģisko aktivitāti un tāpēc barības vielu daudzums var pieaugt arī kūdras mineralizācijas rezultātā (Lazdiņa 2009). Būtiska atšķirība starp notekūdeņu dūņām un fosfora – kālija minerālmēsliem ir tā, ka notekūdeņu dūņas ir organisks mēslojums. Organiskais mēslojums minerālvielas atbrīvo pakāpeniski, tam ir jāsadalās līdz minerālvielām, kuras augi ir spējīgi uzņemt. Savukārt fosfora – kālija minerālmēslus augi var izmantot uzreiz, neuzņemtās vielas augsne nesaista. Minerālvienas, kuras augs nav uzņēmis ar neorganisko fosfora – kālija mēslojumu, no augsnes izskalojās. To, ka ar fosfora - kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos veģetācija sākotnēji var attīstīties ātrāk, apliecina arī tas, ka nākamajā veģetācijas sezonā pēc kokaugu stādījumu izveidošanas Medema purvā lielākais veģetācijas segums bija ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos (D.Lazdiņa pers. ziņ.). Savukārt ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos bija vērojama lēnāka veģetācijas attīstība, kas varētu būt saistīts ar trūcīgākiem augšanas apstākļiem.

Ar fosfora - kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos 2015. gada veģetācijas sezonā bija reģistrētas tikai augstajam purvam raksturīgas sugas (2.tabula;3 attēls). Neskatoties uz reģistrētajām sugām, šajos parauglaukumos vēl nav sastopamas augstajam purvam raksturīgas struktūras, piemēram, akači, lāmas, slīkšņas (Auniņa 2013). Par to, ka augstajā purvā ir samazinājusies nosusināšanas ietekme, liecina makstainās spilves projektīvā seguma pieaugums (Auniņa 2013), kas novērots arī Medema purvā (2.tabula). Par nosusināšanas ietekmes samazinājumu liecina arī sila virša seguma samazināšanās (Auniņa 2013), kas Medema purvā nav novērots, bet pozitīvā iezīme ir tā, ka sila virša projektīvais segums ir pieaudzis mazāk, nekā makstainās spilves segums (2.tabula). Tāpēc varētu domāt, ka šajā teritorijā mazinās nosusināšanas ietekme, un joprojām notiek biotopa transformācija.

2013. gada veģetācijas sezonā ar notekūdeņiem mēslotajos parauglaukumos bija reģistrētas daudzas nezāļu sugas, līdzīgi rezultāti ir iegūti arī kokaugu – zālāju plantācijās Skrīveros, kur dūņu mēslojumā esošais slāpeklis nodrošināja strauju nezāļu attīstību.

Novērota arī koku un zālaugu straujāka attīstība salīdzinājumā ar pārējiem mēslojuma veidiem (digestātu, pelniem un nātrija – fosfora – kālija minerālmēsliem) (Rancāne u.c. 2013). Savukārt, 2015. gada veģetācijas sezonā vairs nav reģistrēta neviena nezāļu suga, kā, piemēram, lielā nātre, parastā vībotne, velēnu radzene (3.tabula), tas varētu liecināt par augiem pieejamā slāpekļa daudzuma samazināšanos.

Ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos lielāko projektīvo segumu 2015. gada veģetācijas sezonā veidoja meža sugas (3.tabula). Tas varētu liecināt par meža biotopa, kuram raksturīga vidēji bagāta augsne – šaurlapju kūdreņa – attīstību (Liepa u.c. 2014).

Pēc aprēķinātajiem Šenona daudzveidības indeksiem redzams, ka gan ar notekūdeņu dūņām, gan ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos vidējais Šenona daudzveidības indekss ir pieaudzis (1.pielikums). Tas norāda uz to, ka divu gadu laikā sugu daudzveidība apsekotajos parauglaukumos ir palielinājusies (Shannon 1948). Kaut gan sugu skaits ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos ir sarucis, Šenona daudzveidības indeksa palielināšanās norāda uz to, ka sugām ir lielāka izlīdzinātība – līdzīgāki segumi starp sugām. Parauglaukumos nostabilizējās pārmitriem biotopiem raksturīgas sugas, samazinājās pioniersugu un nezāļu sugu skaits. Ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos Šenona daudzveidības indekss ir pieaudzis ļoti nedaudz, un abās veģetācijas sezonās reģistrēts vienāds sugu skaits.

Šenona indeksa atšķirības (to, ka lielāka sugu daudzveidība ir ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos) var skaidrot ar to, ka organiskais materiāls, ko satur dūņas, palielina augsnes aerāciju, kas ir svarīgs faktors augu attīstībai (Pikka 2006). Turklāt ar notekūdeņu dūņu palīdzību tiek uzlabots augsnes mitruma saistīšanas spēja, augsne tiek bagātināta ar slāpekli, fosforu, kalciju un magniju (Lazdiņa 2009). Turpretim ar fosfora – kālija mēslojumu augsne nesaņem papildus organisko materiālu, kas notekūdeņu dūņās ir aptuveni 65% (Lazdiņa u.c. 2006), kā arī papildus minerālās barošanās elementus.

## 4.2. Sukcesija

Pēc koku iestādīšanas kūdrājos un mēslojuma izmantošanas mainās gan dabīgā sukcesija, gan sugu izplatīšanās un kolonizācijas ātrums (Daves 1978).

2015. gada veģetācijas sezonā ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos reģistrēts mazāk augu sugu, nekā 2013. gada veģetācijas sezonā. (6.attēls; 1. tabula). Nav reģistrētas tādas sugas, kā lielā nātre, ārstiecbas pienene, mazā skābene, parastais

sārtzibulītis, kuras var būt sastopams ļoti dažādos biotopos, šīs sugas ir raksturīgas dažādu biotopu sukcesijas sākuma stadijai. 2015. gada veģetācijas sezonā no jauna reģistrēja pavedienu doni un Kanādas zeltgalvīti. Kanādas zeltgalvīte arī ir pioniersuga, kas, tāpat kā iepriekš minētās 2015. gada veģetācijas sezonā neregistrētās augu sugas, norāda uz biotopa transformāciju, jo, apmežojot kūdrājus, izmainās purvam raksturīgie apstākļi. Pavedienu donis ir mitrām un purvainām vietām raksturīga suga (Landsdown 2014).

Tādas sugas, kā slotiņu ciesa un iesirmā ciesa, bija sastopamas gan 2013. gan 2015. gada veģetācijas sezonā (1.tabula). Abas šīs sugas bija sastopamas visos koku stādījumu veidos, kur tās bija vienas no dominējošām sugām. Šīs sugas ir tipiskas sugas šaurlapju kūdrenim (Liepa 2005).

2013. gada veģetācijas sezonā vislielāko projektīvo segumu ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumus veidoja izplestais donis, arī 2015. gada veģetācijas sezonā šī suga bija viena no dominējošām, kaut gan tā projektīvais segums bija samazinājies (1.tabula). Izplestais donis ir mitrājiem raksturīga suga, kas bieži ir sastopami tieši antropogēni ietekmētās dzīvotnēs (Landsdown 2014). Pavedienu donis, kurš bija reģistrēts 2015. gada veģetācijas sezonā, bija otrā sastopamākā suga aiz slotiņu ciesas. Šī suga bija sastopama visos koku stādījumu veidos. Šai sugai raksturīgi ir purvu biotopi, arī ūdenstilpju un grāvju malas (Landsdown 2014). Ar notekūdeņu dūņām mēsloto parauglaukumu atšķirīgumu izskaidro, tas, ka sugas no nezāļu ekoloģiskās grupas reģistrētas tikai 2013.gada veģetācijas sezonā, samazinājies ir arī meža sugu skaits. Meža sugu veidotais projektīvais segums, salīdzinot ar citu ekoloģisko grupu sugu projektīvo segumu, ir pieaudzis. Tas varētu norādīt uz augšanas apstākļu maiņu, biotopa attīstību (veidojas šaurlapju kūdrenim raksturīga veģetācija) (Straupe un Indriksons 2014).

Visas sugas, kuras reģistrētas ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos visos koku stādījumu veidos ir raksturīgas augstajam purvam. (2. tabula) (Pakalne 2008). Abās veģetācijas sezonās reģistrēts vienāds sugu skaits, izmaiņas vērojamas reģistrēto sugu sastāvā – 2013. gadā reģistrēts sila virsis, savukārt 2015. gadā mellene.

Kontroles laukumos vēl joprojām nav attīstījusies veģetācija, kā arī stādītie koki iznīka nākamajā gadā pēc to iestādīšanas. Huotari *et. al* (2008) veiktā pētījumā Somijā, kur pētīja bērzu stādīņu iesaigāšanos nemēslojos parauglaukumos, rezultāti uzrādīja, ka iesaigāšies bija tikai 14 % iestādīto stādu. Arī šie rezultāti apstiprina augsto stādu mirstību šādos apstākļos. Huotari *et. al* (2008) kā visticamāko stādīņu bojāejas iemeslu min sausumu, kā arī

to, ka svarīga loma ir arī barības vielu pieejamībai, jo mēslotajos parauglaukumos visi koki bija izaugušies. Pēc Somijā veiktiem pētījumiem secināts, ka zemeszemes veidošanās nemēslotajās teritorijās norisinās ļoti lēni, trīs gadu laikā nokļājot aptuveni 7% no kūdras virsmas, kamēr ar fosfora – kālija minerālmēsliem bagātinātajās teritorijās vidējais augu segums bija 37 % (Huotari *et. al* 2007; Huotari *et. al* 2008).

Pēc 11. attēlā redzamā parauglaukumu izkārtojuma var redzēt, ka attēla kreisajā pusē nodalās ar notekūdeņu dūņām mēslojamie parauglaukumi, savukārt labajā pusē ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslojamie parauglaukumi, kas norāda uz atšķirīgiem augšanas apstākļiem. Auglīgāki augšanas apstākļi ir ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos, mazāk auglīgi ar fosfora – kālija minerālmēsliem ielabotajos parauglaukumos. Parauglaukumu līdzību ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos laukumos izskaidro tas, ka abās veģetācijas sezonās ir reģistrētas vienāds sugu skaits. Vienīgā atšķirība ir tā, ka 2013. gadā ar eglēm apmežotajā parauglaukumā reģistrēja purva vaivariņu. Savukārt 2015. gadā ar pašsējas kokiem aizaugušajos un ar priedēm apmežotajos parauglaukumos reģistrēja melleni (12. attēls), abas šīs sugas, tāpat kā visi pārējie šajos parauglaukumos reģistrētie augi ir raksturīgi augstajam purvam (Pakalne 2008).

Woziwoda and Kopeć (2014) raksta, ka izstrādātu kūdrāju apmežošanai ir liela nozīme augu sugu daudzveidības saglabāšanā. Mežainās teritorijās kopējā sugu bagātība ir lielāka, nekā teritorijās bez meža. Taču apmežošanai ir arī nepārprotami negatīva ietekme uz unikālo purvu floru – pakāpeniski izzūd ēnu nepanesošas sugas un sugas, kas aug mitrā augsnē, jo tās aizvieto meža augi. Pēc apmežotās teritorijas Medema purvā redzams, ka liela nozīme ir arī izvēlētajam mēslojumam, jo notekūdeņu dūņu organiskais mēslojums ar daudzveidīgāku minerālelementu sastāvu veicina straujāku veģetācijas attīstību un lielāku augu projektīvo segumu, kā arī rada atšķirīgus augšanas apstākļus.

Augu sugu sastāvu gan ar notekūdeņu dūņām, gan ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos neietekmēja stādīto koku sugas, taču to ietekmēja koku radītais noēnojums. Ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos koki sasniedza lielāku caurmēru un augstumu nekā ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos (Bebre un Lazdiņa 2017). No tā var secināt, ka ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos koki veido lielāku noēnojumu zemeszemes veģetācijai nekā ar fosfora – kālija minerālmēsliem bagātinātajos. Tāpēc ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos bija sastopams vairāk mežām raksturīgu sugu, un var uzskatīt, ka veidojas

šaurlapju kūdrenim raksturīga veģetācija. Savukārt ar fosfora – kālija minerālmēsliem mēslotajos parauglaukumos vainagu veidotais slēgums bija daudz mazāks, un šai teritorijai raksturīga augstā purva veģetācija.

Salīdzinot veģetācijas sukcesiju, var secināt, ka notekūdeņu dūņu mēslojums, kura iedarbība, salīdzinot ar fosfora – kālija minerālmēsliem ir ilglaicīgāka, ir piemērots, ja degradēto platību grib apmezot. Savukārt fosfora – kālija mēslojums (ar īslaicīgāku ietekmi un nabadzīgāks) nodrošina purva veģetācijas atīstību degradētajā teritorijā.

Iegūtos rezultātus varētu ietekmēt arī tas, ka, veicot parauglaukumu mēslošanu 2005. gadā, tehniski to bija iespējams izkliedēt tikai divās atsevišķās teritorijas daļās (2.attēls). Labāk būtu bijis, ja mēslojamie parauglaukumi un nemēslojamie kontroles laukumi būtu izvietoti izkliedēti visa teritorijā. Tomēr eksperimenta sākumā augšanas apstākļi bija vienādi, un ticams, ka iegūtie rezultāti atspoguļo mēslošanas ietekmi.

## 5. Secinājumi

1. Veģetācijas attīstība aktīvāk notikusi teritorijā, kas mēsloja ar notekūdeņu dūņām – organisko mēslojumu ar daudzveidīgāku minerālelementu sastāvu. Šīs teritorijas parauglaukumos sastopama arī lielāka sugu daudzveidība.
2. Veģetācijas projektīvais segums parauglaukumos, kuri mēsloti ar minerālmēsliem, ir ļoti neliels, to veido augstajam purvam raksturīgi augi.
3. Agrīno sukcesijas stadiju augu konstatēšana ar notekūdeņu dūņām mēslotajos parauglaukumos varētu norādīt uz augšanas apstākļu maiņu un biotopa attīstību (veidojas šaurlapju kūdrenim raksturīga veģetācija).
4. Stādīto koku sugas neietekmē veģetācijas sastāvu abos mēslojuma veidos.
5. Mēslojums ir nepieciešams sekmīgai kūdrāju rekultivācijai, nemēslotajā teritorijā nav attīstījusies veģetācija.
6. Notekūdeņu dūņu mēslojumam ir ilglaicīgāka ietekme, tas ir piemērots degradētu teritoriju apmežošanai.
7. Fosfora – kālija mēslojums veicina purva veģetācijas atjaunošanos degradētajā teritorijā.

## **6.Pateicības**

Vēlos pateikt lielu paldies darba vadītājam profesoram Guntim Brūmelim par pacietību, padomiem, labojumiem darba tapšanas laikā. Vēlos teikt paldies arī darba konsultantei LVMI “Silava” vadošajai pētniecei Dagnijai Lazdiņai par vērtīgajiem padomiem darba tapšanas laikā.

## 7. Literatūras saraksts

1. **Aro L.** 2000a. Afforestation of cutaway peatlands in Finland. Re-use of peat production areas. Proceedings from the first international seminar of the EU's Northern Periphery programme project, Oulu, 43-45.
2. **Aro L.**, 2000b. Root penetration of Scots pine and silver birch on cutaway peatlands. In: Rochefort L. and Daigle J.Y. (eds.) Proceedings of the 11th International Peat Congress. Quebec, cInternational Peat Society: 932-936.
3. **Auniņa L.** 2013. Purvu biotopi. Grām.: Auniņš A. (red.) Eiropas Savienības aizsargājami biotopi Latvijā. Noteikšanas rokasgrāmata. 2. papildināts izdevums. Rīga, Latvijas Dabas fonds, 207-241 lpp.
4. **Bebre I., Lazdiņa D.** 2017. Izstrādātas kūfras atradnes apmežošanas rezultāti desmit gadus pēc rekultivācijas. Grām.: Kļaviņš M. (red.) Konferencēs "Kūdra un sapropelis – ražošanas, zinātnes un vides sinerģija resursu efektīvas izmantošanas kontekstā" rakstu krājums. Latvijas Universitāte, Rīga, 16. – 22. lpp.
5. **Colwell R.** 1978. Community interactions. Book: Carey C.J. (edit.) Biology. Dublin, 207 - 218 pp.
6. **Croft M., Rochefort L., Beuchamp C.J.** 2001. Vacuum- extraction of peatlands disturbs bacterial population and microbial biomass carbon. Applied soil ecology, 18: 1 – 12.
7. **Davies R. J.** 1987. Trees and weeds. Weed control for successful tree establishment. Forestry Commission Handbook No 2. HMSO, London, 40 pp.
8. **Fennessy J.** 2004. COFORD Common alder (*Alnus glutinosa*) as a forest tree in Ireland. Dublin, Connects reproductive material, 4 pp.
9. **Frilander P., Leinonen A., Alakangas E.** 1996. Peat production technology. In Peatlands in Finland. Edited by Vasander H. Finnish Peatland Society, Finland, 99 – 106.
10. **Hånell B. Jeglum J. and Singh S.,** 2003. Long-term field experiments in peatland forestry at the Department of Forestry. Swedish University of Agricultural Sciences, Sweden. 8 pp.
11. **Hytönen J. and Kaunisto S.** 1999. Effect of fertilization on the biomass production of coppiced mixed birch and willow stands on a cutaway peatland. Biomass and Energy, 17(6):455-469.

12. **Hytönen J., Aro L.** 2004. Wise use of peatlands – Management of naturally regenerated birch on cutaway peatlands: pulp, veneer or energy wood? In: Proceedings of the 12th International Peat Congress. Tampere, International Peat Society: 1219-1224.
13. **Hytönen J.** 1995. Effect of fertilizer treatment on the biomass production and nutrient uptake of short-rotation willow on cut-away peatlands. *Silva Fennica*, 29(1): 21–40.
14. **Huotari N., Tillman-Sutela E., Kauppi A. and Kubin E.** 2007. Fertilization ensures rapid formation of ground vegetation on cut-away peatlands. *Canadian Journal of Forest Research*, 37.5: 874-883.
15. **Huotari N., Tillman-Sutela E., Pasanen J. and Kubin E.** 2008. Ash-fertilization improves germination and early establishment of birch (*Betula pubescens* Ehrh.) seedlings on a cut-away peatland. *Forest Ecology and Management*, 255.7: 2870-2875.
16. **Jones S.M. and Farrell E.P.** 2000. Research programme to develop a forest resource on industrial cutaway peatland in the midlands. Bogfor 3 Project - Phase 1. Final Report. Forest Ecosystem Research Group Report Number 52. Department of Environmental Resource Management. University College Dublin.
17. **Kajba D., Gracan J.** 2003. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for black alder (*Alnus glutinosa*). Rome, International Plant genetic resources institute, 4 pp.
18. **Kaunisto S. and Aro L.** 1996. Forestry use of cutaway peatlands. Peatlands in Finland. Finland: Finnish Peatland Society, 134 pp.
19. **Kļaviņš M., Rodinovs V., Kokorīte I., Druvietis I., Skuja A., Sprinģe G., Dzene M., Šīre J., Eglīte L., Purmalis O., Kuļikovs Č., Urtāns A.** 2006. Ūdenstilpju attīstības iespējas izstrādāto kūdras ieguves vietu rekultivācijai. Projekta atskaite. Rīga, 68 lpp.
20. **Lazdiņa D.** 2009. Notekūdeņu dūņu izmantošanas iespējas kārkļu plantācijās. Promocijas darba kopsavilkums. Jelgava, Latvijas Lauksaimniecības universitāte, 57 lpp.
21. **Lazdiņa D., Lazdiņš A., Kariņš Z., Kāposts V.** 2006. Notekūdeņu dūņu mēslojuma efektivitāte un augsnes ķīmiskā sastāva izmaiņas enerģētiskās koksnes plantācijās. *Mežzinātne*, 16(49): 30.-58.

22. **Lazdiņš A.** 2014. Meža mēslošanas ietekme uz kokaudžu vērtības pieaugumu. Pārskats. Salaspils, LVMI "Silava", 56 lpp.
23. **Liepa I.** 2005. Meža ekoloģija, tipoloģija, augsne, hidromeleorācija un kokaugu fizioloģija. Rīga, Zelta grauds.
24. **Liepa I., Miezīte O., Luguza S., Šulcs V., Straupe I., Indriksons A., Dreimanis A., Saveljevs A., Drēska A., Sarmulis Z., Dubrovskis D.** 2014. Latvijas meža tipoloģija. Jelgava, Studentu biedrība Šalkone, 119 lpp.
25. **Mandre M.** 2002. Stress concepts and plants. Metsanduslikud uurimused, XXXVI. Tallinn, 9-16.
26. **Mátyás C., Ackzell L. and Samuel C.J.A.** 2004. EUFORGEN Technical Guidelines for genetic conservation and use for Scots pine (*Pinus sylvestris*). Rome, International plant genetic resources institute, 6 pp.
27. **McCune B., Grace B. J. B.** 2002. Analysis of ecological communities. MjM Software, Gleneden Beach, Oregon.
28. **Mossberg B., Stenberg L.** 2005. Den nya nordiska floran. Svenska, Wahlstrom & Widstrand, 928 pp.
29. **Nusbaums J., Rieksts J.** 1997. Purvi. Grām.: Kavacs G. (red.) Latvijas Daba. Enciklopēdija. 4. sējums. Preses nams, Rīga, 195.-199. lpp.
30. **Paavilainen E. and Päivänen J.** 1995. Peatland forestry-ecology and principles. Ecological Studies. Berlin, Springer Verlag, 111 pp.
31. **Päivänen J.** 1998. Tree stand structure of peatlands – before and after forest drainage. In: Sopo R. (edit.) The spirit of peatlands. Proceedings of the international peat symposium. Jyväskylä, International Peat Society: 82- 83.
32. **Pakalne M.** 1998. Purvu veģetācijas raksturojums. Grām.: Kreile V., Laiviņš M., Namatēva A. Latvijas purvu veģetācijas klasifikācija un dinamika. Rīga, LU, 92. lpp.
33. **Pakalne M.** 2008. Purva biotopi un to aizsardzība. Grām.: Pakalne M. (red.) Purvu aizsardzība un apsaimniekošana īpaši aizsargājamās dabas teritorijās Latvijā. Rīga, Jelgavas tipogrāfija, 8 - 19.
34. **Pētersone, A., Birkmane, K.** 1980. Latvijas PSR augu noteicējs. Rīga, Zvaigzne, 590 lpp.
35. **Pikka J.** 2006. Effect of fertilization with wastewater sludge on the development of *Betula pendula* seedlings under experimental conditions. Estonian Academy of Sciences : Biology and Ecology, 55, 2, 160 – 172

36. **Price J. S., Heathwait, A.L. and Baird A.J.** 2003. Hydrological processes in abandoned and restored peatlands: An overview of management approaches. *Wetlands ecology and management*, 11:65-83.
37. **Rancāne S., Lazdiņa D., Gūtmane I., Bērziņš P., Stesele V., Dzene I.** 2013. Daudzfunkcionālu enerģētisko augu plantāciju ierīkošana un apsaimniekošana: zālaugu ražība atšķirīgos mēslojuma fonos. Jelgava, LLU, 6 lpp.
38. **Renou, F. Jones, S.M. and E.P. Farrell.** 2000. Leaching of phosphorus fertiliser applied on cutaway peatland forests recently established in central Ireland. *Proceedings of the 11th International. Peat Congress, Québec*, 984-990.
39. **Renou-Wilson F., Keane M., McNally G., O'Sullivan J. and Farrell E.P.** 2008. Developing a forest resource on industrial cutaway peatland. The BOGFOR programme. COFORD, Dublin, 176 pp.
40. **Rydin H., Jeglum J.K.** 2006. *The biology of peatlands*. Oxford, Oxford University Press, 343 pp.
41. **Salonen V., Setälä H.** 1992. Plant colonization of bare peat surface – relative importance of seed availability and soil. *Ecography*, 15:199 -204.
42. **Shannon C. E. 1948.** *A Mathematical Theory of Communication*. The Bell System Technical Journal, vol. 27: 379–423.
43. **Silfverberg K., Issakainen J.** 1987. Growth and foliar nutrients in peat ash fertilized stands. *Suo – mires and peat*. Finnish Peatland Society, Vammala, Finland, 38(3-4):53-62.
44. **Silfverberg K. and Hartman M.** 1998. Long-term effects of different phosphorus fertilizers in Finnish pine mires. In: Sopo R. (edit.) *The Spirit of Peatlands. Proceedings of the International Peat Symposium*. Jyväskylä, International Peat Society: 73-75.
45. **Straupe I., Indriksons A.** 2014. Koki, krūmi un zemsedzes augi Latvijas mežaudzēs. Jelgava, Studentu biedrība Šalkone, 180 lpp.
46. **Sutinen R., Teirilä A., Pänttjä, M. and Sutinen M.-L.** 2002. Distribution and diversity of tree species with respect to soil electrical characteristics in Finnish Lapland. *Canadian journal of forest research*. 32 , 1158 – 1170 .
47. **Svensson J., Hånell B. and Magnusson T.** 1998. Tree and shrub colonization of abandoned peat winning fields by seeding from adjacent forests. Rapport 78. *Rapporter i skogsekologi och skoglig marklära*, institution för skoglig marklära, Swedish University of Agricultural Sciences, Uppsala, Sweden. 45 pp.

48. **Wells E.D.**1991. The establishment and early growth of trees planted on drained peatlands in Newfoundland, Canada. Ph.D.Thesis, University of Aberdeen, Scotland, 299 pp.
49. **Weltzin J.F., Harth C., Bridgham S.D., Pastor J., Vonderharr M.** 2001. Production and microtopography of bog bryophytes: response to warming and water-table manipulations. *Oecologia*, 128: 557 – 565.
50. **Westman C.J.** 1981. Fertility of surface peat in relation to the site type and potential stand growth. *Acta Forestalia Fennica* , 172: 1 – 77.
51. **Woziwoda B., Kopeć D.** 2014. Afforestation or natural succession? Looking for the best way to manage abandoned cut-over peatlands for biodiversity conservation. *Ecological Engineering*, 63: 143 – 152.
52. **Zelčs V.** 1994. Augstā purvā mikroreljefs. Grām.: Kavacs G. (red.) *Latvijas Daba. Enciklopēdija. 1. sējums. Preses nams, Rīga* 84.lpp.

#### ELEKTRONISKIE RESURSI

**Lansdown, R.V.** 2014. *Juncus effusus*. The IUCN Red List of Threatened Species <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-1.RLTS.T164223A43119434.en>.

**Kļaviņš A.** Latvijas sugu enciklopēdija. <https://www.latvijasdaba.lv/>

#### NORMATĪVIE AKTI

MK noteikumi Nr.570 "Derīgo izrakteņu ieguves kārtība " (stājas spēkā 25.08.2012).

# **Pielikumi**

1.pielikums

Sugu skaits parauglaukumos un aprēķinātie Šenona indeksi

Appendix 1

Count of species in sample plots and results of Shannon indices

Parauglaukums	2013.gada veģetācijas sezona		2015.gada veģetācijas sezona	
	Sugu skaits	Šenons indekss (H)	Sugu skaits	Šenona indekss (H)
BD	13	1.23	7	1.56
BMM	2	0.64	3	0.58
KD	16	1.39	9	1.7
KMM	2	0.26	3	0.71
PD	9	1.33	9	1.85
PMM	2	0.56	4	0.4
MD	11	1.50	9	1.65
EMM	4	1.09	3	0.99

Maģistra darbs „Veģetācijas atjaunošanās gaita apmežotā izstrādātā kūdras atradnē Medema purvā” izstrādāts LU Bioloģijas fakultātē.

Ar savu parakstu apliecinu, ka pētījums veikts patstāvīgi, izmantoti tikai tajā norādītie informācijas avoti un iesniegtā darba elektroniskā kopija atbilst izdrukai.

Autors: Kristīne Čerļenoka

30.05.2017.

Rekomendēju darbu aizstāvēšanai

Vadītājs: Dr.,biol.,prof. Guntis Brūmelis

30.05.2017.

Recenzents:

Dr.biol., doc. Brigita Laime

Darbs iesniegts Botānikas un ekoloģijas katedrā

30.05.2017.

Metodiķe:

paraksts

Darbs aizstāvēts maģistra gala pārbaudījuma komisijas sēdē

06.06.2017. prot. Nr. , vērtējums

Komisijas sekretārs: