

VI. Dabiskās bioloģiskās metodes.

26. Bioloģiska notekūdeņu tīrīšana.

Ar līdz šim aprakstītam notekūdeņu tīrīšanas metodēm var panākt notekūdeņu atbrīvošanu no lielākās daļas suspendēto vielu. Lietojot ķīmisko metodi, var no notekūdens vēl atdalīt arī daļu smalkāko un koloidālo vielu, kas ar ķīmisko preparātu palīdzību iegūst lielāku smagumu, pārveidojoties par pārslām. Paliek notekūdenī vēl daļa vieglāko suspendēto un koloidālo vielu un visas šķīdinātās vielas. Šo palikušo vielu starpā ir daudz organisku, tā tad pūt spējīgu vielu, un, ielaižot tādus notekūdeņus ūdens tvertnē, jāsapaida, ka ūdens tvertne būs spējīga ar paštīrīšanās procesu palīdzību arī šīs palikušās vielas pārveidot nekaitīgās. Ūdens tvertnē ūdens daudzumam vajag būt pietiekamam ielaistā notekūdens atšķaidīšanai tik lielā mērā, lai ūdenī atrodošās skābekļa būtu pietiekami daudz netīro vielu pārveidošanai nekaitīgās minerālvielās. Ar citiem vārdiem sakot, ūdens tvertnes skābekļa uzņemšanas spējai no virsas un no stādiem vajag atrasties nepieciešamā līdzsvarā ar bioķīmisko skābekļa prasību notekūdens atbrīvošanai no pūstošām vielām. Ja šādas līdzsvara attiecības ir nodrošinātas, tad notekūdeni var izlaist ūdens tvertnē. Tā kā bioķīmiskiem procesiem vajadzīgs laiks, tad jāuzstāda vēl arī prasība, lai paštīrīšanās procesi jau būtu izbeigušies ātrāk nekā ūdens tvertnē nonāca tādā attālumā no ielaišanas vietas, kur apdzīvotām vietām vai rūpniecības iestādēm būtu ūdens tvertnes ūdens jāsaņem lietošanai savām vajadzībām. Tādi apstākļi sagaidāmi, ja lielā ūdens tvertnē ielaiž mazu daudzumu notekūdens. Ja turpretim ūdens tvertnes lielums ir tāds, ka tā ar paštīrīšanās procesiem nevarētu pārveidot ielaistās organiskās vielas, tad notekūdens ir vēl tālāk jātīra, t. i. tas jānoved tādā stāvoklī, lai ar tanī vēl palikušām vielām ūdens tvertnes paštīrīšanās procesi varētu likt galā. Tā tad redzams, ka katrā ūdens tvertnē, katrā upē vajag pastāvēt zināmam bioloģiskam līdzsvara stāvoklim, t. i. attiecībām starp baktērijām un netīrumu vielām, kā arī planktonu vajag būt izlīdzinātām. Ja tādā līdzsvarotā ūdenī ielaiž jaunas netīrumu vielas, tad attīstās papildu baktērijas un līdzsvara stāvoklis atkal izlīdzinās. Bet ja ielaisto netīro vielu daudzums ir tik liels, ka līdzsvara stāvoklis vairs nevar pietiekami ātri iestāties, tad attīstās pūšanas procesi, līdz ar to rodas smaka, zivju dzīvība tiek apdraudēta, ūdens kļūst nelietojams dažādām vajadzībām un t. t., rodas visas tās neērtības, ko vajadzīgs novērst.

Pūtspējas atņemšana notekūdenim, kā tas jau minēts III nodaļā, notiek ar bioloģiskām tīrīšanas metodēm. Tādus pašus paštīrīšanās procesus, kas sastopami dabiskā veidā ūdens tvertnēs, zemē un citur, izmanto mākslīgās notekūdeņu bioloģiskās tīrīšanas ietaisēs. Metodes sauc par bioloģiskām, jo vielu pārveidošanā galvenā loma piekrīt sīkbūtnēm, mikroorganismiem, visvairāk baktērijām, protozojiem un viņu enzīmiem. To darbībai vajadzīgs pietiekami daudz skābekļa, un jo labāk izdodas pieskaņoties dabiskiem tīrīšanās procesiem, jo labāki sagaidāmi panākumi. Bez tīri bioloģiskiem procesiem organisko vielu pārveidošanā ar bioloģiskām metodēm zināma loma piekrīt arī ķīmiskām un fizikālām pārvēršanām.

Mākslīgās bioķīmiskās metodēs, ciktāl tās attiecas uz notekūdens organisko vielu pārvēršanu, novērojami 2 galvenie momenti: a) organisku vielu atdalīšanās no notekūdens un to pieķeršanās (adsorbēšanās) pie baktēriju gļotām un b) pieķerušos vielu uzsūkšana un pārstrādāšana ar baktērijām. Notiek tas tā, ka pie baktēriju gļotām pielipušās (adsorbētās) vielas šķīdina enzīmi, ko atdala baktērijas, vai kas jau atrodas ūdenī, un šķīdinātās vielas tad caur šūniņu ādiņu ietek šūniņas iekšā, kopā ar vajadzīgo skābekli. Te tad šūniņu fermentu ietekmē un ar skābekļa palīdzību organiskās vielas bioķīmiski apskābļojas, minerālīzējas, t. i. oglekļa savienojumi pakāpeniski pārvēršas ogļskābē, slāpekļa savienojumi slāpekļskābē, sērsavienojumi — sērskābē (sulfātos) un ūdeņradis — ūdenī. Apskābļošanas produkti parādās šķidrā vai gāzveidīgā stāvoklī. Ar difūziju tie izspiežas cauri šūniņas sienīgai un nonāk ūdenī, kas tos aizvada tālāk.

Netīro vielu pārveidošana bioloģiskos procesos, kā jau minēts, notiek ar baktēriju darbību. Bet tīrīšanas procesā ņem dalību arī protozoji, kas uzturas no baktērijām un kuņu uzdevums, kā liekas, ir baktēriju skaitu ieturēt zināmās robežās un neļaut tām savairoties lielākā skaitā nekā procesam vajadzīgs. Protozoji noder par barību augstākām būtnēm (zivīm). Procesā pārvērstās vielas var vēl tālāk pārveidoties ķīmiskā ceļā, bet nešķīdinātās vielas nogulties. Procesā nodarbinātie organismi ir a e r o b i, un viņiem vajadzīgs skābeklis un arī piemērota temperatūra. Bioloģiskā tīrīšana notiek sekmīgāk, ja notekūdens jau ir atbrīvots no rupjākām, bioloģiskiem procesiem visgrūtāk pieejamām vielām. Tā tad bioloģiskai tīrīšanai notekūdens iepriekš jā sagatavo ar priekštīrīšanu, ar tām metodēm, kas jau iepriekšējās nodaļās aplūkotas. Vairāk vai mazāk rūpīga priekštīrīšana jāpieskaņo pašai bioloģiskai tīrīšanas metodei, kā tas no turpmākā būs saskatāms.

Bioloģiskās tīrīšanas ietaises, kā tas jau III nod. minēts, var sadalīt dabiskās un mākslīgās, atkarīgi no tā, vai ietaisēm izlieto dabiskus apstākļus, vai procesiem vajadzīgās ietaises sastāda mākslīgi.

Dabiskās metodes ir tīrīšanas lauki, zemes filtri un zivju un tīrīšanas diķi. Mākslīgās bioloģiskās ietaises ir: kontaktfiltri, nemitīgie filtri, gremdķermeņi un aktivēto dūņu ietaises. Visām bioloģiskām ietaisēm ir tas kopīgais, ka tajās vajadzīgi ķermeņi, kas pārklājas ar gļotainu baktēriju masu. Atkarīgi no šo ķermeņu veida tad arī metodes viena no otras atšķiras.

27. Tīrīšanas lauku vispārējs apskats.

a) Nozīme. Tīrīšanas lauku pazīme ir tā, ka tais apvienota notekūdeņu iztīrīšana ar notekūdenī atrodošos vielu lauksaimniecisku izmantošanu. Tīrīšanas lauki atzīmējami kā visvecākā notekūdeņu tīrīšanas metode, lai gan īstenībā to attīstības sākumā galvenais mērķis bij izmantot notekūdeni lauku mēslošanai un apūdeņošanai, bet novēroja, ka ar to sasniedza arī sanitāro mērķi, t. i. notekūdeņu iztīrīšanu. Ar notekūdeņu izmantošanu lauksaimniecībā cerēja panākt lielus ienākumus, pie tam novērojumi rādīja, ka notekūdeņu iztīrīšana labos tīrīšanas laukos dod ļoti labus rezultātus. Cerības uz labiem ienākumiem, kā to turpmāk redzēsīm, gan ne arvien attaisnojās, bet notekūdeņu iztīrīšanas ziņā tīrīšanas lauki arvien ieņēmuši un arī tagad ieņem izcilu stāvokli starp visām citām metodēm.

Tīrīšanas lauku iekārta ļoti līdzinās siltās zemēs jau sen pazīstāmām apūdeņošanas un ziemēzemes nosusināšanas ietaisēm, kas ietilpst kultūrtechnikas disciplīnas tuvākos uzdevumos. Kultūrtehnika, kā zināms, ir tā tehnikas nozare, kas, starp citu, nodarbojas ar zemes uzlabošanas, meliorācijas, pamatu izkopšanu. Ja zeme ir ļoti slapja, vairāk nekā tas nāk stādiem par labu, vai nu pastāvīga augsta gruntsūdens, vai ilgstošu un bagātīgu atmosfērisku nokrišņu dēļ, tad vajadzīgas nosusināšanas ietaises. Otrādi, ja stādi pastāvīgi cieš no liela sausuma, tad vajadzīgas apūdeņošanas ietaises. Notekūdeņiem ir sevišķa loma, jo tie piegādā stādiem neviēn vajadzīgo mitrumu, bet arī vajadzīgās uzturvielas. Tā kā pie tam uzlaistā ūdens daudzums var būt liels, vajadzīga arī pastāvīga nosusināšana, t. i. iztīrītā ūdens, ko stādi nav patērējuši, uztveršana un novadišana. Bet notekūdeņu lietošanai piemīt viena īpatnība, ar ko tā atšķiras no kultūrtechnikā parastajiem paņēmieniem, tas ir tā, ka notekūdens pietek bez apstāšanās, dienu un nakti, cauru gadu. Stādiem, turpretim, vajadzīgs mitrums atkarīgi no meteoroloģiskiem apstākļiem, un mēslošana vajadzīga tikai noteiktos veģetācijas posmos. No tā jāsecina, ka kanalizācijas ūdeņu izmantošana lauksaimniecībā ir ļoti sarežģīts jautājums, un jāzagādā sevišķi apstākļi, kas tādu izmantošanu padarītu pēc iespējas izdevīgāku. No tautsaimnieciskā viedokļa jācenšas notekūdenī atrodošās, stādiem noderīgās vielas izmantot un tā iegūt zināmas vērtības, kas vispārībai

nāk par labu. No sanitārā viedokļa jāpanāk, lai tīrais ūdens, atbrīvots no visām nepatīkamām vielām, ir tāds, ko var ielaist atklātā ūdens tvertnē, nenodarot tai kādu ļaunumu. Visu to ievērojot, tīrīšanas laukiem, kur tas iespējams, jādod priekšroka pret visām citām tīrīšanas metodēm. Vācijā pat valdība noteikusi katrā gadījumā, kad rodas jautājums par notekūdeņu novietošanu, iepriekš izpētīt, vai nebūtu iespējami tīrīšanas lauki. Pat pilsētām, kuŗām ir mēchaniskas tīrīšanas ietaises un kuŗām jāapsver jautājums par bioloģiskās tīrīšanas izbūvi, ja to prasa ūdens tvertnes apstākļi, jāizšķiras, vai, neskatoties uz mākslīgās ietaises mazāku izmaksu, tomēr nebūtu iespējams izvēlēties dabisku tīrīšanas metodi, event. izgādājot pabalstu no valdības līdzekļiem, ja pilsētas financēm tas nebūtu pa spēkam. Arī bioloģiskos filtros vai ar aktīvoto dūņu metodi jau pa daļai iztīrītu ūdeni var izrādīties par noderīgu izmantot lauksaimnieciski, pabalstot stādu, it īpaši zāles, augšanu, kā piegādājot mitrumu, tā arī mēslojošās vielas. Pēdējā kombinācija var atnest labumu arī vēl citādā ziņā. Uz tīrīšanas laukiem lietainā laikā, kad stādu apūdeņošana nebūtu vēlama, var jau bioloģiski tīrītu ūdeni izlaist tieši ūdens tvertnē, pēdējai nenodarot nekādu ļaunumu.

Tīrīšanas procesi, kā jau par to agrāk minēts (III nodaļā), notiek šādā ceļā. Notekūdenim sūcoties caur zemes slāni, vispirms zemes virsējā kārtā praktiski paliek mēchaniskā nokāršanas ceļā visas suspendētās vielas. Koloidālās un šķīdinātās vielas uzsūc baktēriālā plēvīte, kas attīstījusies un aplāj grunts graudiņus. Visas tādā kārtā zemē aizturētās organiskās vielas, pateicoties baktēriju darbībai, apskābojas un minerālīzējas, pēc kam slāpekļainās vielas pakāpeniski pārvēršas slāpekļskābē, oglekļainās ogļskābē u. t. t. Pārvērstās vielas ir stādiem noderīgas, lielāko daļu no tām arī stādi izmanto, bet daļa nonāk līdz ar tīrīto ūdeni drenāžā. Tādā kārtā drenāžas ūdens satur vēl dažas stādiem noderīgas vielas, kā, piem., slāpekļskābi, un, kur apstākļi labvēlīgi, var drenāžas ūdeni vēl lietot vislabāki pļavu apūdeņošanai, tādā ceļā izmantojot galīgi visas mēslojošās vielas, kas atgūstamas no notekūdens.

b) Notekūdens mēslojošā vērtība. Notekūdeņos atrodošos mēsļu vielu izmantošana lauksaimniecībā atdūrās uz zināmām grūtībām. Stādiem noderīgas pamatvielas: slāpekklis, fosforskābe, kaliji — gan atrodas notekūdenī, bet lielā atšķaidījumā un arī pa lielai daļai stādiem grūti piesavināmos savienojumos. Pie tam stādiem vajadzīgas mēslojošās vielas tikai zināmā to attīstības pakāpē, kamēr notekūdens pietiek bez apstāšanās cauru gadu. Varētu secināt, ka racionalāk, mēslošanas ziņā, notekūdens būtu izmantojams, ja mēsļu vielas jau uzkrāj zemē, ļauj tām te pārveidoties un tad tikai izmanto stādu audzēšanai. Piedzīvojumi rāda, ka tādām paņēmiem tīrīšanas laukos jāpiegriež vērība, lai gan tam vajadzīgs pietiekami liels zemes laukums, no kuŗa daļu sagatavo stā-

diem un otru daļu jau izmanto zem stādiem. Dažus stādus, kā no turpmākā būs redzams, var arī apūdeņot pa augšanas laiku.

Notekūdenī atrodošos mēsļu vielu savstarpīgas attiecības nav tādas, lai šīs vielas stādi varētu pilnīgi izmantot, t. i., lai ar notekūdeni esošām vielām varētu tā iekārtoties, ka nebūtu vajadzīgs lietot papildu mēslus. Pēc novērojumiem Berlīnes tīrīšanas laukos stādiem gada laikā vajadzīgs kg/ha.

	fosforskābes (P ₂ O ₅)	slāpekļa N	kalija K ₂ O	attiecības ap
zālei	69	214	260	1:3:4
kāpostiem	67	114	177	1:2:3
ļopu bietēm	47	118	262	1:3:5
kviešiem (vasaras)	22	54	42	1:2:2,5

Notekūdens pēc vācu pilsētu analizēm satur 1 m³ (pēc prof. Fogela);

fosforskābes	0,02—0,025 kg
slāpekļa	0,08—0,10 „
kalija	0,06—0,075 „

Attiecības 1:4:3.

Rēķinot 100 l/iedz. dienā vai 36,5 m³ gadā, no 1 iedz. gadā varētu sagaidīt:

fosforskābes	0,73 kg,
slāpekļa	2,92 „
kalija	2,19 „

Ņemot par pamatu tagadējo mākslīgo mēsļu cenas, Kreuzs (Kreuz)¹⁾ aprēķina teorētisko mēsļu vērtību no 1 iedz. gadā ar 2,50 RM (= ap 5 Ls). Kā no turpmākā būs redzams, pilnīgi izmantot visas mēsļu vielas nevar. Ja samazina teorētisko vērtību par 30%, tad tā būtu ap 3,5 Ls uz 1 iedz. vai ap 10 sant./m³.

Stādiem nav vajadzīgas tikai sausas uztura vielas, bet galvenā kārtā tiem vajadzīgs mitrums, ūdens. Bez pienācīga mitruma arī vislabākā mēslošana nevar dot gaidītus panākumus. Var būt tā, ka lauku lielumam, aprēķinātam pēc stādiem vajadzīgā uztura vielu daudzuma, sausē laikā un vieglā zemē var nepietikt mitruma un, lai neciestu stādi, vajadzīgs tad laukumu pat vēl aplaistīt ar tīru ūdeni. Tas būtu saimnieciski neizdevīgi. Tādā gadījumā var izrādīties par pareizāku lauka lielumu noteikt pēc stādu mitruma prasībām. Tas atkarājas kā no stādu, tā arī zemes īpašībām. Pēc Steina²⁾ vieglai zemei apgabalos ar maz nokrišņiem vajadzētu gada slodzi ar notekūdeņiem rēķināt ar 1500 mm,

¹⁾ Kreuz, Landwirtschaftliche Abwasserverwertung.

²⁾ Stein, Landwirtsch. Verwertung städt. Abw. 1937. S 14.

(15.000 m³/ha), smagā zemē 400 mm (4000 m³/ha) un vidējā — 800 mm (8000 m³/ha). Ja notekūdeni izdala uz lauka ar izslacīšanu, slodze var būt mazāka, bet tad stādiem uzturas vielu var būt par maz un to vajadzīgs papildināt ar mākslīgiem mēsliem. Apūdeņojot pēc filtrācijas metodes paņēmieniem ar notekūdeni, mēsļu pietiek, un nav arī jābaidās, ka pat pie lielas slodzes, t. i. 400—1500 mm gadā, lauks būtu pārslogots ar mēsliem.

Jāņem arī vērā, ka stādi neizmanto visas notekūdenī atrodošās mēsļu vielas tieši un arī zeme visu pārpalikumu neabsorbē. Visvienkāršāki šai ziņā ir fosforskābes apstākļi. To stādi var izmantot tā sakot 100-procentīgi. Fosforskābe, ko stādi veģetācijas laikā tieši nepatērē un kas līdz ar notekūdeni nonāk zemē tai laikā, kad stādu nav, paliek zemē, un to stādi turpmāk var atkal izmantot. Tā tad pieņemot, ka bietes patērē gadā 47 kg/ha fosforskābes un notekūdens piegādā no 1 iedz. gadā 0,73 kg, varētu uz 1 ha izmantot notekūdens no 64 iedz. No tāda iedzīvotāju skaita notekūdeņu gadā būtu 64×36,5=2336 m³, kas satur slāpekļa 187 kg un kalija ap 140 kg, pie kam slāpekļa būtu pietiekami (vajadzīgs 118 kg), bet kalija par maz (vajadzētu 262 kg), it kā vajadzētu papildināt mēslošanu ar kaliju.

Kalija sāļi viegli šķīst, un tie no zemes netiek absorbēti, tā tad ko no tiem neuzņem tieši stādi, to ūdens ieskalo drenāžā. Kā no 13. tab. redzams, drenāžas ūdenī var atrast ap 30% no tā kalija, kas bij notekūdeņiem, pārējais uzņemts no stādiem. Bet tas ir tikai pa veģetācijas

23. tabula.

Mēsļu vielas notekūdenī un drenu ūdenī.

(Deličas tīrīšanas lauki pie Leipcigas.)

Barības vielas	Notekūdenī mg/l	Drenūdenī mg/l
Slāpeklis amonjakā . . .	26,3	0,9
" organis. savienoj.	8,8	0,4
" nitrātos	—	15,2
Fosforskābe	9,7	0,5
Kaliji	21,9	6,4

laiku, kamēr citā laikā kaliji zemē neuzkrājas, jeb uzkrājas ļoti mazā mērā, un cits aiziet drenāžā. Ja vēlas izmantot visu kaliju, tad lauku lielums būtu jānoteic pēc kalija patēriņa. Kalija daudzumu pa veģetācijas laiku, ko patērē stādi, teiksim 150 dienas, varētu aprēķināt ar

$\frac{2,19 \times 150}{365} \times 0,70 = 0,63$ kg no 1 iedz. Tā tad vajadzīgo uz 1 ha, piem., bietēm, kaliju varētu piegādāt no $\frac{262}{0,63} = 416$ iedz. Bet tad būtu pārmērīgi daudz fosforskābes un arī slāpekļa.

Slāpeklis notekūdenī atrodas pa lielākai daļai amonjaka veidā 67—75% un tikai 33—25% organiska slāpekļa veidā. Kanāli, kas aizved

notekūdeni uz tīrīšanas ietaisi, tikai maza daļa no organiskā slāpekļa pārveidojas amonjakā. Īstā slāpekļa pārveidošanās notiek tīrīšanas laukumos, zemē, pie kam tas pāriet vispirms amonjakā un tad nitrītos un nitrātos, un šādā viegli šķīstošā veidā to uzņem augi. Pārpalikumu ūdens ieskalo drenāžā. Drenāžā iziet vidēji ap 30% no visa slāpekļa, kā to rāda pētījumi no dažiem vācu un angļu tīrīšanu laukiem (24. tab.). Bet arī visu zemē aizturēto slāpekli augi neizmanto pilnīgi. Daļa slāpekļa iet zudumā no denitrifikācijas procesiem, piem., ogleklīm apskābļojoties no slāpekļsavienojumiem tiek atvilkts skābeklis, un atbrīvotais slāpekļlis gāzveidīgi izgaiso. Radusies ogļskābe (CO₂) pa daļai paliek šķīdumā drenūdenī, pa daļai arī izgaiso.

Ar to rodas pareiza doma, ka tīrīšanas laukos gaisa apakšējos slāņos (pāri par lauka virsu) ogļskābes saturs palielinās, kas pa daļai veicina arī augu attīstību, ko var redzēt no tā, ka tīrīšanas laukos arī uz uzbērumu nogāzēm, kur notekūdens netiek klāt, izaug ļoti kupla veģētācija. Liela daļa amonjaka, kā arī liela daļa organiskā slāpekļa, sevišķi no tā, kas atrodas suspendētās vielās, uzkrājas zemē, un stādi to vēlāk var izmantot.

Visu to apcerot, var secināt, ka stādi no notekūdenī atrodamā slāpekļa tieši izmanto apmēram pusi. Ja pieturamies atkal pie augšējā piemēra, tad 1 ha biešu lauka vajadzīgs gadā 118 kg slāpekļa. Notekūdeņos no 1 cilvēka gadā ir 2,92 kg slāpekļa, no kuŗa stādiem nāk par labu puse, t. i. ap 1,5 kg, kas būtu iegūstams no 118:1,5=ap 80 cilvēkiem. Kā no augšējām tabulām redzams, tad dažādas augu sugas patērē arī dažādus daudzumus mēslu vielu. Bet no apcerējuma arī redzams, ka notekūdeņos attiecības starp mēslu vielām ūdenī un tām, kas vajadzīgas augiem, nav tās pašas, un tādēļ pie intensīvas stādu audzēšanas jādomā, ka bez papildmēslošanas būs grūti iztikt.

Jāpiezīmē, ka slāpekļlis 1 m³ notekūdens atbilst apmēram tādām pašām daudzumam, kāds ir 2—3 kg staļļa mēslu.

Mitruma vērtība. Stādu mitruma patēriņš pa to augšanas laiku ir ievērojami liels. Mitrumu stādi uzņem pa lielākai daļai no zemes ar savām saknēm. Kā pierādīts, stādu cietās masas raža ir tieši propor-

24. tabula.

Slāpekļa daudzums netīrītā un tīrītā ūdenī uz tīrīšanas laukiem.

Pilsēta	Netīrītā notekūdenī mg/l	Drenūdenī mg/l	Samazināšanās %
Minstere . . .	72,1	21,4	70
Breslava . . .	81,7	15,1	81,5
Braunšveiga . .	96,5	31,3	67,5
Alderšota . . .	133	60	55
Regbi	97	23	76
Notingema . . .	77	22	71
Kroidona	72	22	70
Norvuda	52	23	55
Kembridža . . .	57	20	66

cionāla patērētām ūdens daudzumam. Pēc Krügera¹⁾ ūdens patēriņš 1 kg sausvielas ražošanai ir:

plāvu sienam	800 kg ūdens
auzām	500 „ „
ziemas rudziem	300 „ „
kartupeļiem	160 „ „
cukurbietēm	80 „ „

Kā redzams, vislielāko ūdens patēriņu prasa plāvas, un arī mēslu vielu prasība (239. lpp.) ir ļoti liela, tā tad zāle atzīstama par vienu no vislabākiem kultūras stādiem tīrīšanas laukos. Kultūrtechnikā vajadzīgo ūdens daudzumu augiem apzīmē vai ar m^3/ha , vai ar apūdeņošanas augstumu, t. i. cik biezu slāni uz līdzenas zemes virsas izlaistais ūdens ieņemt, kamēr tas nav notecējis, izgarojis vai iesūcies zemē. Viduseiropas apstākļos uzskata par pietiekamu plāvām;

vieglā zemē: 4—5-reizīga apūdeņošana gadā, katrreiz 0,17—0,20 m, gadā 0,68—1,0 m vai 6800—10.000 m^3/ha ;

vidējā zemē: 3 reiz gadā, katrreiz 0,15—0,16, t. i. gadā 0,45—0,48 m vai 4500—4800 m^3/ha gadā;

smagā zemē: 2 reiz gadā, katrreiz 0,14 m, t. i. gadā 0,28 m vai 2800 m^3/ha .

Šie skaitļi var izrādīties par lielākiem, nekā tie, kas norāda ūdens patēriņu augu sausvielas ražai, ko var izskaidrot ar to, ka ne viss uz lauka izlietais ūdens nāk stādiem par labu: daļa notek nosusināšanas grāvjos vai drenāžā, daļa izgaro no zemes virsas, un daļa iesūcas dziļāk zemē un nonāk gruntsūdenī, kas stādiem tiešu labumu nedod.

Atmosfērisko nokrišņu daudzums ir gadā ap 600 mm vai 6000 m^3/ha , tā tad būtu pietiekams, izņemot varbūt vieglu zemi. Tomēr jāņem vērā, ka atmosfērisko nokrišņu sadalījums pa gadu nav tāds, ka tas viss nāktu stādiem par labu. Sausas vasaras nokritušā ūdens daudzums var būt pilnīgi nepietiekams, un tādā gadījumā var izpalīdzēties tikai ar mākslīgu apūdeņošanu, piegādājot tādā ceļā iztrūkstošo ūdens daudzumu. Kā jau minēts (239. lpp.), pēc Steina vajadzētu apgabalos ar maz nokrišņiem mākslīgā ceļā piegādāt vieglai zemei apūdeņošanas augstumu 1500 mm (15.000 m^3/ha), smagai 400 mm (4000 m^3/ha) un vidējai 800 mm (8000 m^3/ha) gadā.

Cik liela naudas vērtība ir mākslīgai apūdeņošanai, to grūti aprēķināt. Tas saprotams, ja ņem vērā, ka te svarīgi ir dažādi apstākļi: klimats, gruntsipašības, stādu sugas, meteoroloģiskie nokrišņi un t. t. Pēc Kreuca (Kreuz)²⁾ var sasniegt ražas pieaugumu no 1 ha plāvām 240 RM (= ap 500 Ls), ja 1 ha apūdeņo ar notekūdeni no 100 cilv. vai 3650 m^3 gadā.

¹⁾ Krüger, Kulturtechn. Wasserbau.

²⁾ Städteentw. in Deutschland II, 1934. S. 349.

Uz 1 m³ notekūdens tas būtu $\frac{240}{3650} = 0,07$ RM. Norēķinot 0,05 RM/m³ par mēslojošo vērtību, mitruma labuma novērtējums būtu 0,02 RM/ha. Bakhauss (Backhaus)¹⁾ savā laikā novērtēja 1 m³ tīrūdens ar 0,05 RM/ha. Daži citi autori uzrāda lielākus skaitļus, ja mitrināšanai nolemto ūdeni izlaista lietus veidā. Skaitļi ir ļoti dažādi un dibināti uz diezgan nenoiteiktiem pamatiem.

Humus izveidošana. Ūdens un humus ir tie galvenie elementi, kas nosaka zemes auglību. Humus ir augsnes aktīvā sastāvdaļa, kas sastāv galvenā kārtā no oglekļa savienojumiem koloidālā veidā. Šīs vielas palielina augsnes spēju absorbēt, aizturēt ūdeni un līdz ar to uzkrāt mēslu šķīdumus. Aplipinot smilšu graudiņus, tādā ceļā vieglu zemi padara saistīgāku. Smagu mālainu zemi alkaliskie humus koloidi padara irdenāku un tā izveido labu augsni. Humus izsargā zemi no saskābšanas un tā sagādā iespēju labi attīstīties zemes baktērijām, kas augsni padara aktīvu, sagatavojot stādiem vajadzīgo ogļskābi un uzturot zemi siltu. Kā vislabākais humus veidotājs atzīts notekūdens, jo te sakopotas mēslu vielas ar ūdeni. Pat labi staļļa mēsli nevar sagādāt to labumu humus izveidošanā, ko sniedz notekūdens, ja tiem ūdens nav pieejams pietiekamā mērā. Humus izveidošanās vērtību aprēķināt naudā ļoti grūti.

Ražas pieaugums. Kā no iepriekšējā redzams, teorētiskas naudas vērtības notekūdeņiem noteikt nav gandrīz iespējams. Varētu no praktiskiem novērojumiem šā jautājuma atrisināšanai pieiet citādā ceļā. Kreucs (Kreuz)²⁾ domā, ka kārtīgi saimniekojot, notekūdeņu izmantošanā varētu iegūt no 1 ha pļavu 100 kvintālu sienu, lietojot notekūdeņu daudzumu no 100 iedz./ha, ja izlieto notekūdeni no 150 iedz., tad raža ir 150 kvintālu, bet no 200 iedz. — 200 kvintālu, kamēr vidēji no normāli mēslojamām pļavām varētu iegūt 40 kvintālu sienu, pie kam siens no ar notekūdeni mēslojamām pļavām satur vairāk olbaltuma. Ja uz 1 ha ganību varēja turēt 1 liellopu, tad uz ar notekūdeni mēslojamām ganībām var turēt 2—3 un pat vairāk liellopu, un līdz ar to iegūt attiecīgi vairāk piena ar lielāku tauku saturu.

Kas attiecas uz citiem kultūras augiem, tad te ražas pieaugums lielā mērā atkarājas no augu sugas pieskaņošanas attiecīgām zemes īpašībām. Vidējos augsnes apstākļos un kārtīgi laukus apsaimniekojot, izvēloties notekūdeņu īpašībām piemērotus stādus, var cerēt uz šādu ražas palielināšanos: kartupeļiem 60—80%, lopu bietēm 80—120%, cukurbietēm 40—50%, auzām 50—70%, rudziem 30—50%, kviešiem 20—30%, saknēm 50—100%, kāpostiem vairāk par 100%, vīnam 30—40%, augļiem 30—50%.

¹⁾ Backhaus, Landw. Vers. auf d. Rieselg. Berlin 1904.

²⁾ Kreuz, Landwirt. Abw. Verw. S. 129.

Lielāka raža sagaidāma, uzlaižot lielāku daudzumu notekūdens, tomēr tam ir noteiktas robežas, kas jāietur, lai neceltos lauka pārslogojums ar notekūdeņiem, kas varētu ražu bojāt.

c) Priekštīrīšana. Jautājums, vai notekūdens iepriekš uzlaišanas uz tīrīšanas lauka vēl jāatbrīvo no cietiem piemaisījumiem, apskatāms no dažādā viedokļa. Ja notekūdeņus izmanto lauksaimnieciski, tad varētu celties iebildums pret iepriekšējo mēchanisku tīrīšanu aiz tā iemesla, ka līdz ar cietām vielām no notekūdens atšķir arī attiecīgu daudzumu mēsļu vielas. Kā jau agrāk minēts (231. lpp.), nogulšņu vērtība mēslošanai nav liela. Nostādināšanas baseina dūnās (pēc Prisa) no 1 kub. metrā notekūdens (pie 100 l/iedz. ūdens patēriņa) atrodosām mēsļu vielām paliek tikai: 10 g slāpekļa vai ap 12%, 6 g kalija — ap 10% un 6 g fosforskābes — vai ap 30% no visiem šo vielu daudzumiem. Tā tad pat pēc visrūpīgākās priekštīrīšanas lielākā daļa mēsļu vielu (70—90%) ir palikušas iekšā, pie tam stādiem noderīgākā, šķīdinātā veidā. Kā redzams, ar iepriekšēju cieto vielu atšķiršanu notekūdens nav daudz zaudējis no savas mēslojošās vērtības. Turpretim, izlaižot uz lauka notekūdeņus ar visām cietām vielām, jāreķinās ar to neērtību, ka izlaišanas vietas tuvumā uzkrāsies cietas vielas: papīri, lupatas, saknes, mizas un t. t., kas izlaišanas vietai piešķir neestētisku izskatu, un līdz ar to arī visas mēsļu vielas nesadalīsies vienmērīgi pa visu lauka gabalu. Tomēr šādu vielu samērā nav daudz, un, lauku apstrādājot — to novākšana grūtības nedara, jo tās nedaudz izklīdinot var uz vietas ieart. No otras puses, mēchaniskā vielu atšķiršana sevišķās ietaisēs (pēc IV un V nodaļas) prasa izdevumus šo ietaišu ierīkošanai un vēl jō lielākas grūtības atšķirto vielu novietošanai. To ievērojot, lauksaimnieciski izmantojamās tīrīšanas laukos iepriekšēju mēchanisku cieto vielu tīrīšanu neierīko. Varētu domāt par redeļu vai sietu ietaisēm (IV nodaļā), kas parasti vajadzīgas pumpētavās. Tādas ir pilnīgi pietiekamas pat lielai lauku slodzei, kā autors uz to no paša novērojumiem Maskavas tīrīšanas laukos var norādīt. Vēl jāņem vērā, ka tīrīšanas lauki atrodas lielākā vai mazākā attālumā no pilsētas, tā tad notekūdenim ceļā kustoties liela daļa no vielām jau tiek saberzta. Cita lieta ir ar tīrīšanas laukiem kādai atsevišķai iestādei, kad lauki atrodas iestādes tuvumā un cietās vielas, kuņu starpā var būt fekāliju gabaliņi, uzkrājas redzamā vietā, tad, lai izvairītos no neestētiska izskata, var būt vēlams iepriekš atšķirt cietās vielas arī rūpīgāk, bet to daudzums šai gadījumā liels nebūs un to novietošana grūtības nedarīs.

Ja notekūdens satur tādus rūpniecības ūdeņus, kas ir kaitīgi vai nu stādiem, vai vispārīgi tīrīšanas procesiem, tad tāds ūdens iepriekš attiecīgi jāapstrādā, lai kaitīgās vielas tiktu padarītas par tīrīšanai nekaitīgām. Attiecīgi norādījumi atrodami sevišķā nodaļā (IX nod.).

Visi apcerējumi par rūpīgas priekštīrīšanas nevajadzību tomēr vietā tad, ja notekūdeņus, lauksaimnieciski izmantojot, lauka slodzi ietur samērā nelielu, kā jau minēts, izmantojot notekūdeņus no 100 iedz./ha. Ja slodze ir lielāka un laukumus izmanto bez lauksaimniecības produktu tiešas kultivēšanas, kā filtrācijas laukus (vai zemes filtrus), tad uz priekštīrīšanas vajadzību jāskatās no cita viedokļa. Suspendētās vielas nogulstas uz zemes virsas, un sevišķi ar smalkākām vielām piesērē zemes poras, kas traucē ūdens un gaisa cirkulāciju zemē. Ja, piem., notekūdenī no 100 iedz. nešķīstošo vielu daudzums gadā ir ap 4 m³, tad pie lauka

slodzes 500 iedz./ha gadā uzkrātos nešķīstošu vielu $\frac{4 \times 500 \times 1000}{100 \times 10.000} = 2$ mm,

kas jau varētu būt par kavēkli filtrācijai, neskatoties uz to, ka daļa var būt aerobu procesu vai gaisa ietekmē pārveidojas un izzūd kā gāzes, vai šķīst un līdz ar notekūdeni iziet zemei cauri līdz drenāžai. No tā var secināt, ka atkarīgi no vēlamās lauka slodzes un arī notekūdens koncentrācijas jāizvēlas arī priekštīrīšanas rūpība. Jo koncentrētāks ir notekūdens un jo vairāk no tā grib iztīrīt uz zināma lauka lieluma, jo rūpīgāk no notekūdens iepriekš jāatņem cietās vielas. Ja atņem tikai rupjākās vielas ar redeļu vai sietu ietaisi, tad pēc Berlīnes novērojumiem varētu uz 1 ha vidēji dienā uzlaist 30—40 m³, kas pie ūdens pieteces 100 l no iedzīvotāja atbilstu notekūdens daudzumam no 300 līdz 400 iedz. Atšķīrot no notekūdens arī tās smalkākās suspendētās vielas, no kuņģam zeme piedūņo, t. i. izdarot priekštīrīšanu dažādu konstrukciju nostādināšanas baseinos, var 1 ha lauka izmantot notekūdeņu tīrīšanai pat no 500—1000 iedz./ha, t. i. var lauku slodzēt ar 50—150 m³/ha dienā (pie ūdens patēriņa 100—150 l uz 1 iedz. dienā). Tik lielus ūdens daudzumus var uzlaist tikai uz attiecīgi caurlaidīgas zemes un atsakoties no lauka izmantošanas lauksaimnieciski. Labvēlīgos apstākļos tomēr vēl varētu būt izdevīga pļavu kultivēšana vai lopu biešu un kāpostu audzēšana. Tādi labvēlīgi apstākļi būtu viegla smilts zeme, bet galvenais tādi apstākļi jāsegādā, atstājot lauku laiku pa laikam kādus 1—2 gadus atpūtā.

d) Grunts īpašības. Tīrīšanas lauku sekmes lielā mērā atkarīgas no izvēlēta laukuma grunts īpašībām. Jāņem vērā, ka grunts uzdevums ir ne tikai nokārst netīrumu vielas, cietās un arī sīkorganismus, bet arī veicināt vielu minerālizācijas procesus kā nokārsto, tā arī adsorbēto šķīdumā atrodošos, un pēc iespējas vielas izmantot lauksaimnieciskiem mērķiem.

Tīrīšanas procesu sekmīgai norisei zemei vajadzīgi dažādi nosacījumi: netraucēta skābekļa iefīkšanas iespēja, mitrums, siltums un grunts fizikālās un ķīmiskās īpašības.

Cik svarīgs faktors ir skābeklis zemē, redzams no tā, ka nitrifikācija samazinās vai pavisam apstājas, ja kavēta gaisa ietīkšana zemē, piem., ja

tā pārklāta ar ledus vai ūdens slāni. Gaisu zemē ievēlks ūdens kustība, tā tad notekūdens jāuzlaiž uz zemes virsas periodiski, lai ūdens kustībai zemē varētu sekot gaisa kustība. Var arī nākt pie tāda slēdziena, ka tā zeme tīrīšanas procesam vislabākā, kas satur visvairāk poru, pa kuŗām var kustēties ūdens un gaiss. Smalkas, kapilārās poras aiztur ūdeni un tām nav nekādas lomas tīrīšanas procesā.

Stipri izžuvusi zeme kaitē sīkbūtnu darbībai, un vidējs mitruma stāvoklis atzīstams par visvēlamāko. Kas attiecas uz siltuma ietekmi, tad jāatceras, ka nitrificējošo mikroorganismu attīstība ļoti vājas pie 5°, labāka pie 12°, sasniedz savu maksimu pie 37° un nobeidzas pie 55°C. Tāpat arī ogļskābes attīstīšanās sasniedz maksimu pie 50—60°C, bet arī zem 0° pilnīgi neizbeidzas.

Arī zemes ķīmiskam sastāvam ir zināma ietekme uz vielu pārvēršanas procesiem. Tā, piem., slāpekļskābes attīstību veicina zināms sārnu saturs, it sevišķi ogļskābais kalcijs.

Nitrificētāji procesi zemē, kā to daži pētīnieki atraduši, notiek tās virsējā slānī, dziļumā līdz 25 cm, vājāki līdz 45 cm, un 1—2 m dziļumā nitrificētājas baktērijas atrastas mazā daudzumā vai nemaz nav atrastas. Tā tad jāpiegriež sevišķa vērība zemes virsējam slānim, un tam jāatbilst visām prasībām, kas sekmē tīrīšanas procesus. Dziļākam slānim tā nozīme, ka tam jānovada tīrīšanas procesā radušies produkti drenāžā un arī jāveicina gaisa cirkulācija.

No apskata redzams, ka tīrīšanas procesā ievērojama loma ir zemes porainībai. Ņemot vērā pētījumus dažādās vietās, atrodami šādi skaitļi poru tilpumam¹⁾: rupjai grantij — 38—40%, grantij ar 2—7 mm rupjiem graudiņiem — 36—36,7%, smiltij 35,6—40,8%, rupjai smiltij (1—2 mm) — 39,4%, maisījumam no smilts un grunts 23,1—28,8%, mālam 36,2—42,5%, mālainai zemei līdz 55,3% un humu saturošai kaļķaini mālainai zemei — 56,8%. No šiem skaitļiem redzams, ka poru tilpums atkarājas nevien no graudiņu lieluma, bet sevišķi no dažāda rupjuma graudiņu maisījuma. Zemei, kas sastāv no smalkiem vienāda lieluma graudiņiem, ir vislielākais poru tilpums, kamēr zemei, kas sastāv no visāda lieluma graudiņiem, ir vismazākais poru tilpums. Notekūdeņu tīrīšanas mērķiem tomēr nav tik daudz svarīgs viss kopīgais poru tilpums, kā tas tilpums, kas paliek pāri pēc tam, kad smalkās, kapilārās starpas ir piepildījušās ar ūdeni un kas tad var noderēt gaisa cirkulācijai. Šo tilpumu var nosaukt par gaisa kapacitāti vai ūdens caurlaides spēju, jo caur to var kustēties pārmaiņus kā gaiss, tā ūdens. Tas būs vislielākais rupjā gruntī ar vienāda lieluma graudiņiem un vismazākais smalkā gruntī. Jāņem arī vērā, ka netīram notekūdenim sūcoties caur zemi, tās struktūra mainās,

¹⁾ Büsing, Städtereinigung I, 57.

un ūdens caurteces spēju samazina vielas, ar kuŗām aplīp grunts graudiņi. Līdz ar to samazinās arī gaisa ietīkšanas spēja gruntī un ūdens caurlaide, un tas var kaitēt tīrīšanas gaitai, tā tad jāparedz mērauklas, kuŗu uzdevums būtu uzturēt tīrīšanas procesus zemē vajadzīgā augstumā.

Kā redzams, grunts apstākļiem piekrīt liela loma notekūdeņu tīrīšanas procesā zemē, un jāpiegriež vērība šo apstākļu apsvēršanai. Novērojumi šai ziņā jau ir pietiekami, lai varētu pareizi novērtēt dažādu gruntsšķiru noderību tīrīšanas laukiem. Vislabākais grunts materiāls šim mērķim ir dabiska vidēja rupjuma smilts zeme, bet labus panākumus var iegūt arī mālainās, vai mālainās smilšu zemēs. Ļoti laba ir rupja smilts zeme, kas gan no sākuma laiž ātri ūdeni cauri, un drenāžā var ietecēt nepietiekami tīrīts ūdens, tomēr pēc zināma laika struktūra mainās, jo starpās paliek dažādas minerāliskas suspendētas vielas; ap graudiņiem attīstās baktēriālā plēvīte, un tādā veidā filtrācijas apstākļi uzlabojas. Smalka smilts turpretim tādos apstākļos ātri piesērē un sāk nelaist cauri ūdeni un gaisu. Mālaina zeme tāpat ātri piesērē, un tai vēl tas ļaunums, ka izžuvušā rodas plaisas, un pa plaisām var drenāžā nonākt nepilnīgi tīrīts ūdens. Vismazāk tīrīšanas laukiem der kūdraina zeme; kūdra piesūcas ar ūdeni un nelaiz tad vairs cauri ne ūdeni, ne gaisu. Izžuvusi kūdra plaisā, sevišķi pār drenām, jo te tā ātrāk var izžūt, un tad pa plaisām nonāk drenāžā nepietiekami attīrīts ūdens. Pēc dažiem pētījumiem kūdrainā zemē arī dažu organismu minerālizācijas darbība ir ierobežota, un slāpekļis labākā gadījumā pārveidojas amonjakā, un līdz slāpekļskābei nonāk tikai retā gadījumā.

Iekams izvēlas vietu tīrīšanas laukiem, vajadzīgi pamatīgi grunts pētījumi 2—3 m dziļumā, kā arī gruntsūdens dziļuma pētījumi. Vispirms izmeklē grunts elementu mēchanisko sastāvu. Tam nolūkam izņemto grunts paraugu izžāvē, nosveŗ un tad šķiro atsevišķās frakcijās pēc rupjuma. Rupjākus par 0,2—0,25 mm elementus var sadalīt frakcijās ar sietu palīdzību, kas taisīti no vara auduma ar attiecīgu acu lielumu. Smalkākus par 0,2—0,25 mm elementus sadala ar nostādināšanu stāvošā ūdenī, ņemot vērā elementu izkrišanas ātrumu un tā atkarību no daļiņu rupjuma (diametra). Attiecīgos elementus ierindo zināmā klasifikācijas sistēmā, kā to darījis prof. Williams's, Maskavas lauksaimniecības akadēmijā (25. tab.).

25. t a b u l a.

Grunts mēchanisko elementu klasifikācija pēc prof. Williams'a.

Lielums	Apzīmējums
lielāki par 10 mm	akmeņi
10—5	rupji oļi
5—3	smalki oļi
3—1	rupja smilts
1—0,5	vidēja smilts
0,5—0,25	smalka smilts
0,25—0,05	smilšaini putekļi
0,05—0,01	rupji putekļi
0,01—0,005	vidēji putekļi
0,005—0,001	smalki putekļi
smalkāki par 0,001	dūņas (māls)

No grunts īpašībām atkarājas tās ūdens caurlaides spēja, tā tad arī pa lielai daļai tīrīšanas procesu produktivitāte. Kā zināms, filtrācijas ātrumu, t. i. ūdens caurteces ātrumu caur zināmu grunts šķērsriezumu atrod ar filtrācijas likumu palīdzību. Darsi (Darcy) filtrācijas likums ir

$$v = k \cdot J,$$

kur k — apzīmē filtrācijas koeficientu, kas atkarīgs no grunts fizikālām īpašībām¹⁾, J — hidraulisko gradientu, t. i. attiecības starp zināmu spiediena lielumu uz zināma attāluma, un v — ideālo filtrācijas ātrumu, attiecinātu uz visu šķērsriezumu.

Filtrējoša ūdens daudzums šķērsriezumā F tad ir

$$Q = F \cdot v = k \cdot F \cdot J.$$

Ar filtrācijas ātruma noteikšanu nodarbojies arī Hazens (Amerikā). Viņš atrada uz savu pētījumu pamata, ka filtrācijas ātrumu ietekmē lielāks vai mazāks smalko graudiņu daudzums, kas pilda rupjāko graudiņu starpas. Filtrācijas ātrums šāda sastāva smiltī ir tikpat liels, kā smiltī ar vienādiem graudiņiem, kuŗu lielums ir tāds pats kā izmeklējamās smiltis graudiņu lielums, par kuŗu 10% ir smalkāki un 90% rupjāki. Tādu graudiņu lielumu Hazens nosauca par efektīvo lielumu un apzīmēja ar d_e . Lai raksturotu arī grunts vienmērību, Hazens noteica arī to graudiņu diametru (d_0), par kuŗu dotā smiltī 60% daļiņu ir smalkākas un 40% rupjākas. Šā diametra attiecības pret efektīvo lielumu — $\frac{d_0}{d_e}$ Hazens nosauca par vienlīdzības koeficientu. Abi jēdzieni — efektīvais lielums un vienlīdzības koeficients — dod ieskatu grunts mēchaniskā sastāvā un dod arī iespēju salīdzināt dažādas grunts šķiras to filtrācijas spējas ziņā.

Uz savu pētījumu pamata Hazens uzstādījis filtrācijas koeficienta formulu: $k = c \cdot d_e^2$, kur c apzīmē koeficientu, atkarīgu no smiltis rupjuma un tīrības un kas svārstās robežās no 400 (smalka smiltis) līdz 1200 (pie $d_e = 3$ mm). Ja d_e lielāks par 3 mm, formula nederīga. Ar d_e — apzīmēts efektīvais diametrs — m .

Kā redzams, Hazens uzrāda sakarību starp filtrācijas ātrumu un efektīvo diametru kvadrātā. Efektīvo diametru atrod ar smilšu parauga šķirošanu uz attiecīgu acu lieluma sietiem.

Piemērs. 26. tab. minēts piemērs no mēchaniskām smiltszemes analizēm, kas izdarītas Maskavas tīrīšanas laukos, kamēr tie vēl nebij laisti darbā.

No tabulas redzams, ka efektīvais diametrs d_e ir starp 0,20 un 0,25 mm un d_0 — starp 0,30 un 0,35.

¹⁾ Ar koef. k noteikšanas metodēm var iepazīties autora «Ūdens apgādē» 113. lpp., kā arī Dr. V. Skārda disertācijas rakstā.

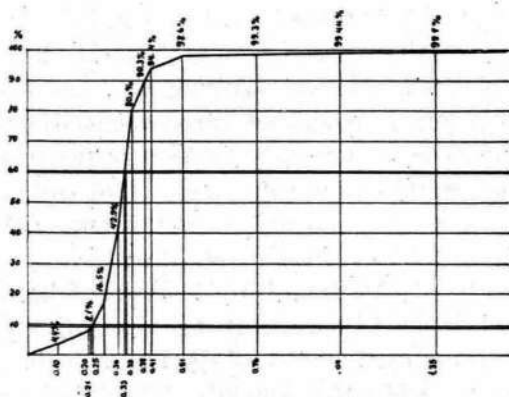
Uzzīmējot analizes datus diagrammai (137. zīm.), var viegli un pietiekami pareizi atrast $d_e=0,21$ un $d_o=0,33$ mm, tā tad vienlīdzības koeficients ir $\frac{d_o}{d_e} = \frac{0,33}{0,21} = 1,5$.

Ar filtrācijas likumu nodarbojušies daudz pētnieku, kurus te minēt nebūtu istā vieta. Atrastas nepilnības arī Hazena formulai, tomēr Darsi (Darcy) uzstādītais likums $v=k \cdot J$ nav apgāzams, un pētnieku pūles ir virzītas tikai uz to, atrast eksaktāku metodi koeficienta k noteikšanai, tāpat arī atrast robežu, līdz kurai vēl J pirmajā pakāpē noderīgs. Šai jautājumā ienes skaidrību prof. Dr. V. Skārda izdarītie pētījumi Latvijas Universitātes inženierzinātņu konstrukciju pētīšanas institūtā¹⁾. Zināma grunts materiālu fil-

26. tabula.

Mēchaniskas smiltis zemes analizes piemērs no Maskavas tīrīšanas laukiem.

Vidējs atsi- jāto graudiņu diametrs	0/0 no visa daudzuma	Kopējs nosijāto frakciju 0/0
2,08 mm	0,29	100% 100 — 0,29 = 99,71% 100 — 0,56 = 99,44% 100 — 0,71 = 99,29% 100 — 1,44 = 98,56% 100 — 4,19 = 95,81% 100 — 4,11 = 95,89% 100 — 10,22 = 89,78% 100 — 19,96 = 80,04% 100 — 26,37 = 73,63% 100 — 37,14 = 62,86% 100 — 44,11 = 55,89% 100 — 48,44 = 51,56% 100 — 51,20 = 48,80% 100 — 53,10 = 46,90%
1,35 "	0,27	
1,04 "	0,15	
0,76 "	0,73	
0,51 "	4,19	
0,41 "	4,11	
0,38 "	10,22	
0,35 "	37,14	
0,30 "	26,37	
0,25 "	8,44	
0,20 "	3,68	
0,10 "	4,41	



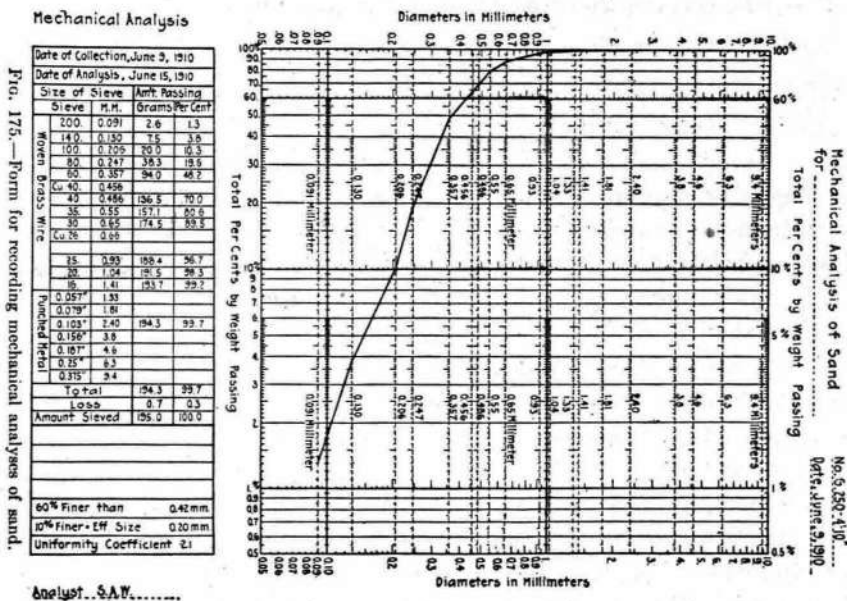
137. zīm. Mēchaniskas analizes diagramma.

tūras veida. Tomēr arī lauksaimnieciska izmantošana atkarīgas lielā mērā no gruntsipašībām un no meteoroloģiskiem apstākļiem. Lielām pilsētām nebūtu iespējams iegūt tik lielus laukumus, kā tas vajadzīgs no tīri lauksaimnieciska notekūdeņu izmantošanas viedokļa. No tāda stāvokļa jāatsakās, un, kā jau agrāk minēts, daļa tīrīšanas lauku jāizmanto notek-

trācijas spējas izmeklēšana vajadzīga, starp citu, lai varētu noteikt bioloģiskās tīrīšanas ietaises lielumu.

e) Laukuma lielums. Tīrīšanas lauku lielums atkarīgas no dažādiem apstākļiem. Kā jau p. b) (238. lpp.) minēts, laukumu lielumu no notekūdenī atrodošos mēslu vielu tīri lauksaimnieciskas izmantošanas viedokļa varētu noteikt 1 ha uz 50—100 iedzīvotājiem, atkarīgi no kul-

¹⁾ Dr. V. Skārda disertācijas raksts.



137. a zīm. Mēchaniskās analīzes formulārs.

ūdēns filtrācijai bez kultūras stādu audzēšanas. No 27. tab., kas apskata datus par dažām Vācijas pilsētām, redzams, ka tīrīšanas lauki gandrīz visur uzrāda lielāku noslogojumu, kā tas būtu no 50—100 iedz. uz 1 ha (5 līdz 15 m³/ha dienā). Tīra lauksaimnieciska izmantošana pie liela noslogojuma nav iespējama, un jāpiegriežas citam paņēmienam, kas atļauj laukumu intensīvāk izmantot tīriem bioloģiskiem procesiem, sīkorganismu darbībai. Pēdējā gadījumā tad nu noteicējs faktors ir tas, cik daudz var izsūkties caur zemes porām, pie tam netraucējot bioloģisko procesu darbību. To ievērojot, var uz 1 ha lauka iztīrīt notekūdeņus pat no 250 un vairāk iedzīvotājiem, kā tas arī no 27. tab. redzams.

Daudz atkarājas no grunts īpašībām. Maskavā priekš pasaules kara bij pa ilgāku laiku, vairāk gadiem, izdarīti filtrācijas lauku noslogojumu mēģinājumi bez lauksaimnieciskas izmantošanas. Rezultātā noskaidrojās, ka mēģinājumu apstākļos var pietiekami labi iztīrīt 100 līdz 120 m³ uz 1 ha dienā uz tīras rupjas smilts zemes, bet uz mālainas zemes tikai 30—50 m³/ha. Mēģinājumus parasti izdara uz rūpīgi izvēlēta vienlīdzīga grunts materiāla, ar sevišķi rūpīgu iekārtu, augsti kvalificētas vadības uzraudzībā. Mēģinājumu rezultātu praktiskā lietošanā jāņem apmēram puse no mēģinājumos iegūtiem skaitļiem. Tā tad var pieņemt, ka pieļaujamo tīrīšanas lauku slodzi smilts zemei 50—60 m³ (500—600 iedzīvotāju), bet mālainai 20—30 m³ (200—300 iedzīvotāju) uz 1 ha darba laukuma. Tāda slodze pieļaujama uz lauka, kas nav iekārtots

27. tabula.
Tīrīšanas lauku slodze dažās vācu pilsētās.
(Pēc «Städteentwässerung in Deutschland».)

Pilsētas	Lauki pastāv no	Lauku darba laukums ha	1 ha iedz. daudzums	Pietece (sausā laikā)		Gada slodzes augstums m	Piezīmes
				Uz 1 iedz. dienā litros	Uz 1 ha dienā m ³		
Berlīne	1884.	12.300	300—400	150	30—200	1,1—7,3	—
Braunšveiga	1895.	475	300	130	40	1,46	—
Darmštate	1913.	600	140	260	36	1,31	fabrikas notekūd. ap 60% pēc tam 4 ha zivju dīķu
Deliča (Delitsch)	1930.	100	160	100	16	0,58	—
Dortmunde	1899.	827	250	220	57	2,08	—
Freiburga, Br.	1890.	204	420	354	157	5,73	—
Karajauči	1899.	800	200	—	—	—	neuzlaiž visus ūdeņus
Minstere, Vestf.	1903.	480	280	135	45	1,5	—
Osterode, Pr.	—	225	70	—	—	—	—
Erlinghauzena	1930.	30	100	100	10	0,37	—
Kvedlinburga (Quedlinburg)	1912.	17	1.500	115	180	6,57	—
Copota (Zoppot)	1911.	12	1.440	167	357	13,0	peldvieta
Celle	1903.	10	2.400	180	425	1,55	filtrlauki
Dilmena (Dülmen)	1916.	1000	75	100	7,5	0,27	—

tīrai lauksaimnieciskai izmantošanai, pie kam notekūdeņus var uzlaist bez iepriekšējas tīrīšanas, izņemot rupjo vielu atšķiršanu vai sasmalcināšanu, kas parasti jau notiek pumpētavā. Ja notekūdeņus iepriekš nostādina, var slodzi pieļaut ap 2 reiz lielāku, bet arī bez kārtīgas lauksaimnieciskas izmantošanas. Lauksaimnieciska izmantošana, kā minēts p. b), iespējama, ja 1 ha zemes uzņem notekūdeni no 50—100 iedzīvotājiem vai 5—10 m³/ha, t. i. ap 100 m² uz 1 iedzīvotāja.

Tīrīšanas lauku slodzes lielumu noteikšanā atzīmējami arī novērojumi plašajos Krievijas tīrīšanas laukos¹⁾. Pēc prof. S. N. Stroganova (28. tab.) tīrīšanas lauku slodze, atkarīgi no gruntsapstākļiem, var būt no 15—50 m³/ha dienā ar lauksaimniecisku izmantošanu un 15—300 bez tādās. Odesas tīrīšanas laukiem uzrādīta vēl lielāka slodze: ar izmantošanu 40—60 m³/ha, un bez izmantošanas 50—200 m³/ha. Kā vieni, tā otri skaitļi uzskatāmi par lieliem, sevišķi tie, kas doti lauksaimnieciskas izmantošanas laukiem. Lielākus skaitļus Odesai izskaidro ar dienviņu klimatu, kamēr Stroganovs piemērojies Maskavas klimatam. Ķījevas tīrīšanas laukos slodze ir tikai 26 m³/ha dienā.

1) ВСКХ — Поля орошения.

28. tabula.

Tīrīšanas lauku slodze.

(Pēc prof. I. N. Stroganova Maskavā.)

Izmantošanas veids	m ³ /1 ha dienā			
	Smilts	Smilšaina zeme	Mālaina zeme	Māls
Filtrācija	100—300	50—100	25—50	15—25
Ar lauksaimniecisku izmantošanu	50	35	25	15

29. tabula.

Tīrīšanas lauku slodze siltākā klimatā.

(Pēc novērojumiem Odesā.)

Izmantošanas veids	m ³ /1 ha dienā		
	Smilts	Smilšaina zeme	Mālaina zeme
Dārza stādu audzēšana	60	50	40
Pļavas	100	60—80	40—50
Filtrācija	150—200	100—200	50—60

Augšā minētie skaitļi ir vidēji un noder lauku lieluma aprēķinam, bet uz zināmu ierobežotu laiku var uzlaist arī vairāk notekūdens, ja lauks pēc tam dabū pienācīgu atpūtu. Arī apstrādāšanas laiks nav atsevišķi jāreķina. Ja iespējams laukumam dot garāku atpūtas laiku, tad to var izlietot lauksaimnieciski un tā uzkrājušos zemē mēslu vielas atbrīvot un izmantot.

Uz augšā minētās kalkulācijas pamata aprēķinātais laukums ir darba laukums (netto), neierēķinot laukumu, ko ieņem tehniskās ietaises notekūdeņu pievadīšanai, sadalīšanai, lauku nosusināšanai un t. t. Ūdens izvadīšanas un nosusināšanas ietaisēm vajadzīgs 10—15% no visa laukuma (Berlīnē 15%, Odesā 12%). Ja lauks ir ar ievērojamu kritumu (līdz 3%), tad terrasu izveidošanai kopā ar minētām vajadzībām var uziet līdz 50% no visa laukuma. Tālāk vajadzīgi ceļi, kas var ieņemt 5—10% no laukuma (Berlīnē 5%, Odesā 5%). Tīrīšanas laukos vajadzīga vismaz 1 nometne, kurā atrodas administrācijas, dzīvojamās un saimniecības ēkas, ar pagalmiem un dārziem. Lielus tīrīšanas laukus nebūtu racionāli apkalpot no vienas nometnes, un vajadzīgs iekārtot strādnieku dzīvokļus ik uz 200—300 ha liela laukuma.

Visu kopā saņemot, vajadzīgais darba laukums (netto) ir jāpalielina vēl ar 25—50% lielu laukumu, lai noteiktu iegūstamo tīrīšanas laukam nepieciešamo (brutto) laukumu.

Piemērs. Vajadzīgs ierīkot tīrīšanas laukus pilsētai, kas dienā izlaiž 5000 m³ notekūdens (no 50.000 iedzīvotājiem). Tīrīšanas lauku ierīkošanai ir iegustama smilts zeme, kas var vidēji uzņemt 50 m³/ha dienā. Tā tad vajadzīgais darba laukums būtu $\frac{5000}{50} = 100$ ha. Ja no tiem vēlams pusi, t. i. 50 ha, izmantot stādu audzēšanai, kas uzņemtu 10 m³ uz ha, tad filtrācijas laukumiem būtu jāuzņem $\frac{5000 - 50 \times 10}{50} = 90$ m³/ha, kas labā smilts zemē iespējams. Jāiegūst brutto laukums $100 + 50\% = 150$ ha. Ja vēlas labāk nodrošināt netekūdens tīrīšanu un arī vairāk sekmet ienesīgu stādu un lopkopības veicināšanu, tad labi ir, ja ņem 2 reiz lielāku laukumu par aprēķināto darba laukumu, t. i. šai gadījumā 200 ha. Lielāka laukuma iegūšana pilsētai ļaunuma neatnesīs, pat arī, ja nākotnē izrādītos par izdevīgāku pāriet uz citu tīrīšanas metodi. Zemes cenas pilsētas tuvumā nekrīt, bet gan otrādi — tās ceļas, un labi meliorēti lauki arvien dos labus ienākumus, arī ja tos neizmanto notekūdeņu tīrīšanai.

Laukuma lielumu aprēķinot jāparedz vēl viens jo svarīgs apstāklis. Ziemā zeme var tik stipri sasalt, ka ūdens nevar kā parasti iesūkties zemē. Tad jāparedz citāda notekūdens novietošanās iespēja. Parastais paņēmieni, kā tas ir Maskavas un Berlīnes tīrīšanas laukos, ir ļaut ūdenim sasalt uz lauka virsas, uzlaižot to periodiski parastām porcijām. Tam nolūkam lauka gabaliem jābūt iežogotiem ar 0,8—1,0 m augstiem valnišiem, tā, ka varētu sakrāties kādus 0,6 m hiezs ledus slānis. Pavasarī atkusušo ūdeni nolaiž tieši no lauka virsas nosusināšanas grāvjos, ņemot vērā, ka pavasara atkušņu laikā visās dabiskās ūdens tvertnēs tek netīrs ūdens, tā tad nolaistais no tīrīšanas lauka to nekādā ziņā nepasliktina. Maskavā izdarīja mēģinājumus izkusušo ūdeni nenolaist, bet ļaut tam iesūkties zemē un notecēt drenāžā. Izrādījās, ka drenāžas ūdeņu sastāvs tad ir sliktāks kā tieši uz lauka virsas atkusušais ūdens, kas izskaidrojams ar to, ka zemē uzkrājies daudz nepārveidotu vielu, jo aukstā un sasalušā zemē bioloģiskie procesi gandrīz nemaz nenotiek. Berlīnes tīrīšanas laukos ūdens sasaldēšanai nozīmēti viszemāk gulošie lauka gabali, kurus tad var pēc izžūšanas izmantot vēlai kultūrai. Maskavas tīrīšanas laukos visi lauka gabali iežogoti ar valnišiem, tā ka uz kaut kuŗa lauka gabala var vajadzības gadījumā ļaut ūdenim sasalt. Nevar ziemā uzlaist ūdeni un ļaut sasalt uz gabaliem, kas plāvu vai citu pārziemojošu kultūru augu ieņemt.

Vajadzīgais laukums ūdens sasaldēšanai nosakāms no ziemas periodā pietekošā notekūdens daudzuma Q , no dabisko ziemas nokrišņu augstuma h_s un no iespējamā ledus slāņa biezuma h . Par ziemas periodu uzskatāms tas, kad zeme ir sasalusi, tad šā perioda ilgums var būt 4—5 mē-

neši (Latvijā varētu rēķināt 100—120 dienu gadā). Tā, ievērojot laukuma lielumu A, varētu izteikt ar formulu: $(Q - m^3, h \text{ un } h_s - m)$.

$$A = \frac{Q}{(h - h_s) \cdot 10.000} = \text{ha.}$$

Tādā ceļā dabūto laukumu var samazināt ar reizuli 0,5 līdz 0,75, ņemot vērā, ka arī ziemā notiek neliela filtrācija.

Piemērs. Dienā pietek 5000 m³; sasaldēšanas periods 120 d., ledus slāņa augstums 0,6 m un ziemas nokrišņu daudzums 100 mm pa visu sasaldēšanas periodu. Samazināšanas reizulis 0,7. Tad vajadzīgais lauka lielums ziemai būtu:

$$A = \frac{0,7 \times 5000 \times 120}{(0,6 - 0,1) \cdot 10.000} = 84 \text{ ha.}$$

Tā tad, ja viss tīrīšanas lauka lielums ir 100 ha, tad 84 ha būtu jāparedz notekūdens sasaldēšanai un 16 ha varētu palikt pārziemojošām kultūrām. Ja pēdējām vēlētos aizņemt lielāku lauku, tad būtu jāparedz augstāki valniši, kas ļautu sasalt biežākam ledus slānim.

Notekūdens sasaldēšana tīrīšanas laukiem nekādu ļaunumu nedara, bet gan otrādi, ar to var iegūt zināmu labumu. Uz lauka uzkrājušās vielas noder par mēsliem vasaras kultūrām. Zem ledus zeme neaizsalst visai dziļi, pavasarī agrāk atkūst, un tad to var agrāk apstrādāt un sagatavot vasaras uzdevumiem.

Pēc autora novērojumiem ziema normāliem (praktiskām prasībām iekārtotiem) tīrīšanas laukiem sevišķas grūtības nesagādā, ja tikai tīrīšanas lauka lielums ir pietiekams un valnišu augstums attiecīgi iekārtots.

f) Novietnes izvēle. Tīrīšanas lauku novietnes jautājuma iztīrīšanā jāpiegriež vērība topografiskiem, hidrografiskiem, sanitāriem un arī saimnieciskiem viedokļiem, kā arī grunts un gruntsūdens apstākļiem.

Tīrīšanas laukiem jāizvēlas zemes virsas reljefs pēc iespējas līdzens, ar samērā nelieliem kritumiem, lai lauku tehnisks izveidojums būtu izdarāms bez lieliem, dārgi izmaksājošiem zemes darbiem. Nelieli kritumi, līdz 3%, vēlami, jo tas var atvieglināt ūdens sadalīšanas un nosusināšanas ietaišu projektēšanu. Ideāls vietas reljefs domājams tāds, pie kuŗa, notekūdeni no pilsētas pievadot visaugstākai vietai, varētu no šejienes ar pašteču vaļējiem vadiem izvadīt pa visu laukumu ar vajadzīgiem kritumiem, un arī nosusināšanas grāvjiem, kas uzņem un novada drenāžas ūdeni, būtu vajadzīgais kritums. Tādā gadījumā izbūve izmaksātu vislētāk. Turpretim nelīdzenas, pakalnainas vietas izbūvēšana tīrīšanas laukiem var prasīt ievērojamus izdevumus. Visādā ziņā notekūdens, turpmākai sadalīšanai ar pašteču vadiem, jāpieved uzkalniem, krustojot ielejas ar dīķeņiem vai vadiem uz augstiem uzbūrumiem. Tādā kalnainā vietā grūtības var rasties ar dabisku kritumu sagādāšanu nosusināšanas grāvjiem, kas uzņem un novada drenāžas ūdeni. Zemes virsas nolīdzināšana atsevišķu lauku gabalu ierīkošanai nelīdzenā vietā.

var prasīt lielu darbu. Viss tas nevien sadārdzina, bet arī padara sarežģītāku lauku izbūvi un ekspluatēšanu.

Nav vēlams arī pilnīgi līdzens, horizontāls laukums, jo arī te, lai ietaisītu uzbērtnes, izdalīšanas tīklu ar vajadzīgiem kritumiem un nosusināšanas ietaises, var būt vajadzīgi lielāki zemes darbi un ar to lielāki izdevumi, neskatoties uz to, ka atsevišķu lauka gabalu nolīdzināšana prasīs mazus izdevumus. Kā redzams, jāpārvar dažādi apstākļi, un ja izvēle starp kalnainu un līdzenu vietu, jānoskaidro izdevīgums ar projekta variantiem. Lielākas augstas vietas uz citādi noderīga laukuma nav atmetamas, jo tās var izmantot dažādi. Augstas vietas labi noder dzīvojamu nometņu novietošanai, tās var izmantot lauksaimniecībai bez notekūdeņiem vai var arī izmantot tīrīšanas laukiem, ierīkojot sekundāru pumpētavu. Tādas pumpētavas, ja lieto dīzeļmotorus, vai vēl labāk elektromotorus, nav grūti ierīkot, un tās neprasa lielus izdevumus ne izbūvei, ne ekspluatācijai.

Grunts apstākļiem, kā tas jau minēts (§ 27d), piekrīt galvenā nozīme tīrīšanas laukos. Laba, laukiem piemērīga zeme samazina vajadzīgo laukumu un līdz ar to uzlabo saimnieciskos un sanitāros panākumus. Tomēr var būt gadījumi, kad jāpieņem lauki ar mazāk piemērotiem grunts apstākļiem, kas tad prasa lielāku laukumu, bet arī tādi lauki nedrīkst ietekmēt sanitārās un pēc iespējas arī saimnieciskās prasības tik lielā mērā, ka to izvēle vairs nebūtu attaisnojama.

Hidrografiskie apstākļi arī var lielā mērā ietekmēt tīrīšanas lauku saimnieciskos un sanitāros apstākļus. Jāizvēlas laukiem vieta leļpus pilsētas ar to nolūku, lai ūdens tvertnes ūdens pēc drenāžas ūdeņu uzņemšanas nebūtu ietekmēts tādā mērā, ka tas nāktu par ļaunu pilsētas atklāto ūdeņu lietošanai. Tīrīšanas laukiem jāpiegulst pie uzņēmējas ūdens tvertnes tā, lai būtu iespēja drenāžu un novadgrāvjus uz laukiem uzbūvēt vajadzīgā dziļumā, ar vajadzīgiem kritumiem, un no laukiem novadīti ūdeņi varētu brīvi iztecēt ūdens tvertnē pie kaut kura ūdens līmeņa pēdējā, arī pa pavasara lielūdens laiku. Sevišķi nav vēlama lauku novietne tik zemā vietā, ka tos varētu applūdināt pavasara lielūdeņi. Ja tomēr būtu jāapmierinās ar tādu mazāk izdevīgu lauku novietni, tad tas varētu prasīt aizsargdambju izbūvi un no laukiem satekošo ūdeņu pārpumpēšanu (it kā no poldera). Ļaut plūdu ūdenim laukus pārplūdināt nav vēlams, jo tas varētu bojāt ietaises, kā uzbērtnes un ceļus, pienest ar dūņām drenāžas tīklu un nosusināšanas grāvjus un pārklāt laukus ar dūņu kārtu, kas samazinātu zemes caurlaides spēju. Arī lauku apstrādāšana nokavētos, jo jāgaida, kamēr tie apžūst.

Ūdens tvertnei, kas uzņem tīrītos ūdeņus no laukiem, vajag būt pietiekami lielai, lai tā varētu ar pašiztīrīšanās procesiem veikt tai piešķirto

galīgo iztīrīšanās darbu. Lai cik labi strādātu tīrīšanas lauki, drenāžas ūdenī tomēr vēl atrodas zināms daudzums neapskābētu organisku vielu, kas galīgi jāpārvērš par nekaitīgām ar ūdens tvertnes pašiztīrīšanās procesiem. Kā jau zināms (§ 12), ūdens tvertnes pašiztīrīšanās spējai ir zināmas robežas, kas jānoskaidro ar attiecīgām hidrobioloģiskām un hidroķīmiskām izmeklēšanas metodēm. Gan var sagaidīt, ka labi iekārtoti un labi vadīti tīrīšanas lauki dos augstāko iespējamo drenāžas ūdens tīrības pakāpi, tomēr var būt defekti lauka darbībā, kas daudreiz nav paredzami. Var būt radušās kādas plaisas zemē vai lauki var būt pārslōgoti, vai tīrīšanas procesi zemē apgrūtināti (ziemā). Tādā gadījumā var drenāžas ūdens būt nepilnīgi iztīrīts, un tad ūdens tvertnei jāuzņemas galīgās iztīrīšanas uzdevums. Piemērs tam, ka labi strādājoši tīrīšanas lauki dod apmierinošus rezultātus, noder Maskavas Ļubercu lauki (1920. g.). Drenāžas ūdeņi satek samērā nelielā upē Pechorkā, kuņas dēbets sausā laikā ir ap 75.000 m³ diennaktī, kamēr tīrīšanas laukos diennaktī tīrīja 40.000 m³, pie slodzes vairāk par 100 m³/ha dienā. (Viss lauka lielums aprēķināts 125.000 m³ tīrīšanai dienā.) Pastāvīga ķīmiskā un bioloģiskā kontrole rādīja, ka no tā upei nav cēlies nekāds ļaunums un to, tāpat kā agrāk, līdz lauku izbūvei, lieto dažādām vajadzībām (peldēšanās, vizināšanās laivās u. t. t.) pie laukiem tuvu piegulošās vasarnīcu nometnēs.

Drenāžas ūdeņu ielaišanas vietu ūdens tvertnē tomēr vēlams novietot tā, lai līdz ūdens tvertnei zemāk piegulošām apdzīvotām vietām ūdens jau būtu ar paštīrīšanās procesiem tik tālu uzlabojies, ka vairs nevarētu apdzīvotai vietai atnest kādu ļaunumu. Ja nav pilnīga drošība, ka tas tā ir, tad jāgādā par apdraudētās apdzīvotās vietas labierīcībām un ietaisēm, kas to pasargātu no apšaubāma ūdens lietošanas.

G r u n t s ū d e n s apstākļiem nākošo tīrīšanas lauku apkārtnē jāpiegriež vērība. Laukiem jāizvēlas vieta tā, lai filtrējošais notekūdens nevarētu ietekmēt akas apkārtnes apdzīvotās vietās, kas sasniedzams, ja gruntsūdens kritums ir uz upes pusi jau pašu lauku robežās. Otrkārt, jānoskaidro arī, vai gruntsūdens līmenis tīrīšanas lauku robežās nepacelsies un līdz ar to nepadarīs slapjas līdz šim sausās vietas lauku apkārtnē un tur nepasliktinās sanitāros apstākļus. Tāds gadījums bij Šarlotenburgas tīrīšanas laukos, kur grunts ūdens bij pacēlies tik augstu apkārtnē, ka ievadīja pat juridiskas komplikācijas un vajadzēja lietot dārgas mērauklas ļaunuma novēršanai. Tādu gadījumu novēršanai jāizrok dziļi grāvji gar tīrīšanas lauku robežu, kas varētu novadīt pacēlušos gruntsūdeni uz kādu uztvērēju ūdens tvertni un neļaut tam ietekmēt apkārtnes ūdens apstākļus.

Lauku attālums no pilsētas vēlams pēc iespējas mazāks, lai notekūdens pievadīšanai nebūtu vajadzīgi gari, dārgi pievadka-

nāļi vai nebūtu notekūdens jāpumpē pa gaŗu spiedējvadu un jāpaceļ uz lielu augstumu. Arī laukos izaudzēto produktu aizgādāšana uz pilsētu būtu ērta. Tādi labvēlīgi apstākļi vietas izvēlei gan sastopami reti, varbūt tikai mazākām pilsētām vai atsevišķām iestādēm. Lielāku pilsētu tuvumā grūti iegūt lielus brīvus zemes laukumus. Tā, piem., Maskavā Ļubļinas lauki ir 11 km un Ļubercu 20—25 km no pilsētas. Pilsētu tuvumā gan var atrast sakņu dārzus, kam varētu izdevīgi izmantot notekūdeņus, bet tādi dārzi parasti atrodas mazu īpašnieku rokās, kurus ne arvien var ieinteresēt notekūdens noņemšanai, sevišķi, ja vajadzīgi lielāki izdevumi izdalīšanas tīklam; jāsapaida, ka tādos gadījumos pilsēta pievadietais izbūvē ar saviem līdzekļiem. Kur rodas labvēlīgi apstākļi, nelielos īpašniekus apvienot kādā notekūdeņu izmantošanas kooperatīvā, tur tam jāpiegriež izcila vērība un pasākums pilsētas un valsts interesēs visādi jāatbalsta.

Tīrīšanas lauki jānovieto zināmā attālumā no pilsētas aiz tā iemesla, ka zināmos gadījumos zināmu nelabvēlīgu apstākļu ietekmē iespējama *smakas izplatīšanās*. Smakas cēloņi var būt vaļēji izdalīšanas kanāļi un grāvīši, lai gan jāmin, ka svaigs notekūdens stipru smaku neizdod, bet gan pa daļai, pa ceļam, iepuvušais, ja tīrīšanas lauki atrodas tālu no pilsētas. Tādos gadījumos pie nelabvēlīga vēja var kādu puskilometru no laukiem vēl manīt smaku. No pašiem laukiem var sagaidīt smakas izplatīšanos, ja tie ir pārslogoti, bioķīmiskie procesi nevar veikt visu uzkrājušos vielu pārstrādāšanu un rodas pūšanas procesi. Tāds apstākļis gan norāda uz to, ka lauku izmantošana nav pienācīgi labi iekārtota, bet tos ļaunumus var novērst.

Notekūdeņu nogādāšana uz tīrīšanas laukiem paštecu ceļā gan reti iespējama, parasti vajaga ūdeni pumpēt un nogādāt uz lauka ar spiedējvadu. Tā tad vietu izvēloties lauku topografiskai novietnei vietas augstuma ziņā pret pilsētas augstumu nav izšķirēja nozīme. Notekūdeni nogādā uz visaugstāko lauku vietu, un no šejienes to sadala ar paštecu izdalīšanas tīklu pa atsevišķiem lauku gabaliem, parasti ar vaļējiem kanāļiem. Var būt arī tāds gadījums, ka starp pilsētu un tīrīšanas laukiem atrodas kāds paaugstinājums, kas dod ierosinājumu pacelt ar spiedējvadu notekūdeni uz tādu augstu vietu un tālāk vadīt ar paštecu vadu. Sevišķi grūti nākas lielpilsētām atrast tīrīšanas laukiem vajadzīgo laukumu. Tomēr daudzās lielpilsētās grūtības pa daļai ir pārvarētas. Tīrīšanas lauki ir miljonu iedzīvotāju galvas pilsētām: Parīzei, Berlinei, Maskavai.

Parīzes tīrīšanas (178. zīm.) lauki pa daļai izbūvēti jau 1868. g. Šobrīd tīrīšanas lauku ir: 1) Ženvijē (Gennevilliers) uz privātzemes 761 ha un pilsētai piederošas zemes 6 ha, kopā 767 ha, 2) Ašerā (Achères) uz privātzemes 166 ha un pilsētai piederošās 1200 ha, kopā 1366 ha, 3) Pjerlē (Pierrelaye) uz privātzemes

1510 un pilsētai piederošās — 500 ha, kopā 2010 ha, un 4) Trielā uz privātzemes 865 un pilsētai piederošās 85 ha, kopā 950. Visas tīrīšanas laukiem izmantotās zemes kopplatība ir uz privātzemēm 3302 un pilsētai piederošām zemēm — 1791 ha, kopā 5093 ha. Tikai neliela daļa, un proti Ženvijē lauki, atrodas pašā pilsētas tuvumā, pārējie vairāk par 10 km no pilsētas (gaisa līnijā). Kā redzams, lielākā daļa tīrīšanas lauku atrodas privātipašumā, pie kam gan privātipašnieki saistīti ar zināmu līgumu. Lauku sagatavošana un notekūdens piegādes ietaises realizētas ar pilsētas līdzekļiem. Notekūdeni, kas nenovietojas uz tīrīšanas laukiem, ielaida Sēnas upē, bet jaunākajā laikā izbūvētas dažām priekšpilsētām izmēģināšanai ietaises pēc jaunākām metodēm (aktīveto dūņu ietaise Ivry). Parīzes tīrīšanas lauki izbūvēti uz bezauglīgas smilšu zemes, un tagad tie reprezentē ziedošus laukus, kuŗu vērtība pacēlusies vismaz piekārtīgi. Lauki atrodas Sēnas upes aluviālos nogūlumos, sevišķi labvēlīgos ģeoloģiskos nosacījumos, virsējais slānis ir tīra smiltis un apakšā rupja smiltis un grants, tā ka lielu daļu lauku varēja izbūvēt bez drenāžas. Vidējā lauku slodze ir 125 m³/ha diennaktī, un gada slodze vidēji ir līdz 40.000 m³/ha, pie kam lauki ar labību saņem gadā 3000 m³/ha, sakņu lauki 10.000 m³/ha un pļavas 100.000 m³/ha. Jāmin, ka Parīzē pļavas var apūdeņot arī ziemā, kas, piem., Maskavā nav iespējams. Gada ienākumus no saknēm rēķina līdz 50 milj. franku, pie kam ienākumus dod 1 ha: burkānu 60.000 fr. un artišoku 40.000 fr. Pļavas gan dod mazākus ienākumus kā saknes, bet tās uzņem vairāk ūdens, un tādēļ zemes īpašniekam līgumā uzlikts zināmu laukumu turēt zem pļavām.

Berlīnes tīrīšanas lauki (179. zīm.) pastāv jau no 1873. g. (kanalizācijas izbūves laiks). Kanalizācija izbūvēta pēc radiālsistēmas, t. i. pumpētavas atrodas pilsētu nomalēs un tīrīšanas laukus varēja tā tad iegūt visādos virzienos no pilsētas. Tīrīšanas lauki bij arī dažām tagad ar Liel-Berlīni apvienotām patstāvīgām Berlīnes apkārtnes pilsētām, kā Šarlotenburgai, Steglicai, Šēnebergai un c. Berlīnes tīrīšanas lauki tagad ietilpst 57 muižu zemēs, ap 23.000 ha, no kuŗiem gan sagatavoti notekūdeņu tīrīšanas uzdevumam ap 12.000 ha. Berlīnes tīrīšanas lauki piekopti ļoti intensīvus lauksaimnieciskus uzdevumus, un notekūdeņu tīrīšanu un lauku izmantošanu lauksaimniecībai pabalsta jaunās mākslīgās tīrīšanas ietaises (piem. Stānsdorfā). Notekūdeni uz tīrīšanas laukiem virza 63 galvenās pumpētavas un 20 pārpumpētavas ar pumpjiem, kas dod 200—300 sl, pa spiedējvadiem $d=1-1,5$ m. Pavisam tīrīšanas lauki var diennaktī uzņemt līdz 600.000 m³ notekūdeni. Lauku saimniecība pa lielāki daļai elektrificēta un mehānizēta.

Maskavas tīrīšanas lauki (180. zīm.) pieskaņoti pilsētas teritorijai, kāda bij priekš revolūcijas, ar ap 2 milj. iedzīvotāju. Šobrīd Maskavā ir pāri par 4 milj. iedzīvotāju, teritorija stipri paplašināta un pēdējā paredzētas mākslīgas tīrīšanas ietaises, par kuŗu izveidošanu literatūrā sastopams maz norādījumu. Agrākā Maskavas teritorija kanalizācijas ziņā bij sadalīta 2 zonās: augšējā un apakšējā. Augšējai zonai tīrīšanas lauki izbūvēti (no 1897. g.) Ļubļinas ciema rajonā, un notekūdeņus uz turieni novada ar pašteču kanāli. Ļubļinas tīrīšanas lauku lielākā daļa, ap 800 ha sagatavota laukuma, guļ zem Maskavas upes ielejā un sadalīšana no pašteču kanāla iespējama pašteču ceļā. Daļa lauku (ap 150 ha) tomēr ir augstāka, un uz tiem notekūdeņus pārpumpē. Zemākie lauki ar mālainu un kūdrainu zemi labi noderīgi lauksaimnieciskai kultūrai, un uz tiem arī piekopta plašā mērā pļavu un sakņu augu kultūra. Augstākos turpretim izmanto gandrīz vienīgi kā filtrācijas laukus. Pilsētas apakšējās kanalizācijas zonas notekūdeņu tīrīšanai iegūti un iekārtoti (no 1912. g.) Ļubercu lauki (Ļubercu ciema tuvumā), kas ir ar smilšu zemi, visumā izmantojami kā filtrācijas lauki un lauksaimniecības produktu kultivēšanai izmantota neliela daļa. Lauku izmantotais lielums ir ap 1800 ha, un paredzēts

uz tiem virzīt ap 129.000 m³ notekūdens diennaktī. Lauku paplašināšanai ar labāku izmantošanas nolūku nozīmēti ap 3000 ha Kosino ciema un Ļubercu lauku tuvumā, kurus nodomāts izmantot tikai lauksaimnieciski. Sākumā sagatavots 150 ha, un no lauksaimnieciskā viedokļa iegūti labi panākumi, jo neizmantoti zemes laukumi pārvērsti par auglīgu zemi. Tomēr no notekūdeņu tīrīšanas vajadzības viedokļa pasākumam nav liela nozīme, jo lauki uzņem ūdeni veģetācijas periodā tikai tad, kad rodas vajadzība, sausā laikā, un vēl tik daudz, cik izrādās par vajadzīgu mēslošanai neveģetācijas laikā.

Izvēloties vietu tīrīšanas laukiem, jāpiegriež vērība arī satiksmes ceļiem, kas vajadzīgi kā dažādu materiālu piegādei lauku vajadzībām, tā arī produktu nogādāšanai uz to patērēšanas vietu. Dzelzceļa tuvumam mazāka loma, turpretim jāgādā par labiem auto ceļiem.

g) Iepriekšēji izmeklējumi. Pēc tam, kad nozīmēta tīrīšanas lauka iespējamā novietne, jāizdara attiecīgie iepriekšējie izmeklējumi, lai varētu noskaidrot paredzēto lauku derīgumu nodomātam mērķim. Pirmā kārtā jāizpētī grunts īpašības. Ieskatu dabū jau ar zondes palīdzību, bet tas ir iespējams tikai nelielā dziļumā, 1—1,5 m. Vajadzīgs izpētīt grunts apstākļus 3—5 m dziļi. To izdara, vislabāk izrokot bedres vēlamā dziļumā, bet ātrāk zemes noslāņojumus var noskaidrot ar urbšanu. No visiem slāņiem jāņem paraugi un mēchaniski jāanalizē, lai varētu noteikt grunts rupjuma apstākļus (25. un 26. tab.). Līdz ar grunts apstākļiem noskaidrojas arī grunts ūdens stāvoklis, kas vajadzīgs projekta sastādīšanas gaitā. Svarīgi noskaidrot arī gruntsūdens tecēšanas virzienu un krituma lielumu. Pēdējo iepriekšējā izmeklēšanā var uzzināt no vietējām un apkārtnes akām. Pilnīgākai grunts un gruntsūdens pētīšanai taisa sistematiskus urbumus, attālumā 300—500 m. No dabūtiem analīžu rezultātiem vēlams sastādīt grunts noslāņojumu un grunts ūdens stāvokļa raksturošanai plānus un griezumus. Ieteicams sastādīt juridisku aktu par apkārtnes akām, to ūdens līmeni un ūdens sastāvu, lai vēlākā laikā, kad jau lauki būs darbā, varētu izšķirt sūdzības par līmeņa pazemināšanu vai pacelšanu, vai par ūdens sastāva bojāšanu.

Tālāk vajadzīgi hidrotehniski pētījumi ūdens tvertnē, kurai jāuzņem drenāžas ūdeņi. Jāizpētī ūdens tvertnes platums, dziļums, jāsastāda šķērs- un garengriezumi, jāatrod upes ūdens līmeņa kritums. Jāizmēri upes ūdens tecēšanas ātrums, kā arī vislielākā un vismazākā caurtece. Jāizpētī arī ūdens tvertnes pašiztīrīšanās spēja. Tādus pētījumus izdara ar hidrotehniskiem mērijiem, kā arī ar bioloģiskām un ķīmiskām analizēm. Tā tad pētījumiem jāpieaicina attiecīgie speciālisti. Jānoskaidro arī kādas krastu tuvumā ir apdzīvotas nometnes un kādām vajadzībām un cik lielā mērā piekrastes iedzīvotāji lieto upes ūdeni.

Topogrāfiski darbi vajadzīgi plānu sagatavošanai, projektēšanai. Iepriekšējām kalkulācijām vajadzīgs pilsētas apkārtnes plāns,

vismaz iespējamās tīrīšanas ietaises vietas virzienā. Tāds plāns vajadzīgs mērogā 1:10.000 līdz 1:25.000, ar augstuma atzīmēm, vai labāk horizontālēm ik pa 1 m vertikālā atstatumā. Līmetņošanai vajaga būt pieslēgtai pie tās pašas 0, kā pilsētas līmetņošanai. Plānā jāiezīmē arī visas apdzīvotās vietas un īpašuma robežas, kā arī visi ceļi, ūdens tvertnes un zemes izmantošanas raksturs (lauki vai meži). Kad jau tīrīšanas vieta tuvāk nozīmēta, projekta sastādīšanai ar visu notekūdeņu izdalīšanas un nosusināšanas tīklu vajadzīgs plāns mērogā 1:2000, kas var noderēt arī izbūves maksas kalkulācijas sastādīšanai. Augstuma līknēm tādā plānā jābūt ik pa 0,25 m līdz 0,10 m, atkarīgi no vietas reljefa. Dažādu būves sīkdaļu un it īpaši zemes darbu aprēķināšanai un zemes sadalīšanai (pārvietošanas nolūkā) vajadzīgi plāni 1:500 ar augstuma līknēm ik pa 0,10 līdz 0,20 m, atkarīgi no vietas līdzenuma. Tam nolūkam viss paredzētais laukums jānōklāj ar rūtiņu tīklu ik pa 10 līdz 20 m platām rūtiņām un visos stūpos jānosaka augstuma atzīmes (ar mm lielu precizitāti) un bez tam rūtiņu iekšpusē sevišķas izcilus augstas vai zemas vietas. Jāņem vērā, ka parasti zemes darbi sastāda galvenos izdevumus tīrīšanas lauku izbūvei, un tādēļ vajadzīga sevišķi rūpīga laukuma nonivelēšana. Atsevišķu detaļu būvju, piem., drenāžas izteku, projektēšanai vajadzīgi vēl sīkāki plāni mērogā 1:100. Projektam paredzētā plānā, mērogā 1:2000, vajaga būt ieņemtam visam, kas atrodas uz laukuma, kā: ēkas, upes, strauti, grāvji, akas u. t. t. Plānā jāieslēdz ar visiem uzrādītiem objektiem arī apkārtnē, vismaz kādus 300 m no paredzamās lauku robežas. Arī īpašuma robežas un īpašnieku apzīmējumi jāuzrāda plānā.

Projektam sagatavotā plānā vispirms jāiezīmē augstākās vietas, ūdens šķirtnes, pa kurām ies notekūdeņu izvadu tīkls, un zemākās vietas (tālvēgi), kurās ieņems nosusināšanas grāvji.

Tīrīšanas lauka īpašuma jautājums dažādās vietās izšķirts dažādi. Ir pilsētas, lai gan tādu ir maz, kas tīrīšanas laukus ierīkojušas uz n o m ā t a s zemes. Tas ir nepraktiski, jo jāiegulda liels kapitāls ietaisē un jāsaistās ar nomas laiku. Vislabāk ir, ja pilsēta iegūst laukumus savā īpašumā un var tos izmantot pilnīgi pēc saviem ieskatiem. Tāds uzskats bij lielo tīrīšanas lauku iekārtošanai Maskavā un Berlīnē, kur attiecīgos laukumus pilsētas ieguva savā īpašumā (257. lp.). Kā saskatāms, pilsētām, sevišķi lielpilsētām, rodas grūtības iegūt savā īpašumā vajadzīgos zemes gabalus, vismaz vēlāmā attālumā no pilsētas. Zemes lielpilsētu tuvumā ir dārgas, intensīvi izmantotas lauksaimniecības produktu ražošanai un atrodas pa lielākai daļai nelielu īpašnieku rokās. No otras puses, intensīvu lauksaimniecību, it īpaši dārzkopību vajadzībām, noder kanālizācijas notekūdeņi. To ņemot vērā, sāk nodibināties notekūdeņu izmantošanas sabiedrības, kas pēc līguma ar pilsētu

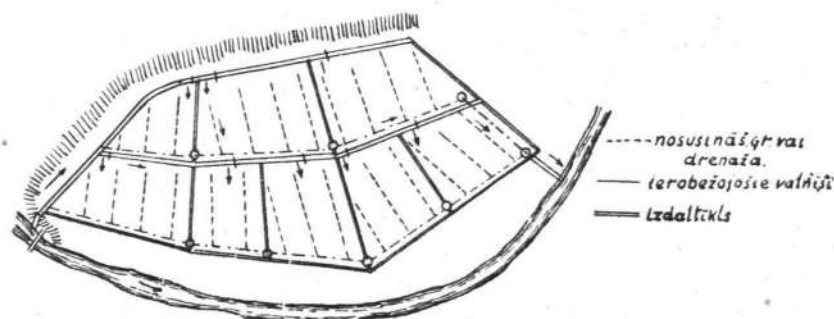
apņemas notekūdeni noņemt un par tā iztīrīšanu rūpēties pēc pilsētas norādījumiem. Pilsēta no savas puses izbūvē pievadu līdz apvienoto saimniecību robežai un apņemas arī nepievadīt tādus ūdeņus, kas varētu būt kaitīgi lauksaimniecības stādu audzēšanai (dažu fabriku ūdeņi). Šādas sabiedrības ir nodibinājušās Vācijā daudz vietās. Vecākā ir Karalaučos ap 1700 ha, tad tādas ir atrodamas Darmštātē, Deličā (Delitzsch) pie Leipcigas, Dilmenā (Dülmen) Vestfālijā un daudz citās vietās, arī Maskavā Kosino apgabalā nodibinājusies tam līdzīga kopīga padomju saimniecība notekūdeņu izmantošanai, kas ūdeni saņem no pilsētas Ļubercu lauku pievadkanāla. No tautsaimnieciskā viedokļa vēlams jo plaša notekūdens izmantošana, diemžēl iekārta prasa diezgan lielus izdevumus un ienākumi no iegūtiem produktiem ne arvien attaisno ieguldīto kapitālu resp. tā procentu nomaksu. Daudz vietās pilsētai jānāk palīgā ar saviem līdzekļiem, lai pasākumu pabalstītu. Tāda palīdzība ir attaisnojama vismaz visos gadījumos, kad apstākļi prasītu mākslīgu bioloģisku tīrīšanu, piem., ja notekūdeņu uzņemšanai pilsētas tuvumā nav pietiekami liels ūdens tvertnes, kas varētu uzņemt notekūdeņus rupji tīrītus tikai uz redelēm. Tādā gadījumā pēc vācu ieskatiem pareizi, ja pilsēta ar ietaupījumu no tā, ka nav jāizbūvē bioloģiska stacija, pabalsta lauksaimnieku notekūdeņu izmantošanas sabiedrību, lai dotu tai iespēju izveidot uz lauka vajadzīgās izdalīšanas un nosusināšanas būves, kā to arī ieteic 1935. g. 5. febr. un 1937. g. 10. febr. likumi¹⁾. Tā, piem., bioloģiskās ietaises gada izdevumi, ieskaitot kapitāla procentus un amortizāciju, rēķināti ar 1,25 RM uz 1 iedz. gadā. Uz 1 ha lauka var iztīrīt notekūdeņus, teiksim no 50 iedz., tā tad pilsēta varētu sabiedrībai piemaksāt par katru hektaru $50 \times 1,25 = 61,5$ RM gadā. Tā kā notekūdeņu lietošana vairo lauksaimniecībā ražoto produktu daudzumu, tad piemaksas Vācijā ieteic arī izdarīt ar valsts pabalstiem meliorācijai, kā arī ieteic pazemināt elektriskās strāvas maksu. Starp pilsētu un sabiedrību jāslēdz ilggadīgs līgums, līdz 50 g.

h) Apūdeņošanas metodes. Tīrīšanas laukos apūdeņošanas ietaises jāierīko, lai tie varētu vislabāk sasniegt sprauso mērķi: 1) iztīrīt notekūdeņus no organiskām vielām ar to nolūku, lai tos varētu izlaist atklātā ūdens tvertnē, un 2) notekūdenī atrodošās vielas, kas noder stādiem par barību, pievadīt stādiem, tā tad notekūdeņus izmantot zemes mēslošanai. No meliorācijas nozarē pazīstamām apūdeņošanas metodēm minētajam mērķim atbilst divas galvenās: 1) appludināšanas vai infiltrācijas metode un 2) virsas pārļaištīšanas metode. Bez tam vēl lieto 3) izslacīšanas metodi un 4) apakšzemes sadalīšanas metodi. Appludināšanas metodei ir tā sevišķība, ka uzlaistais ūdens stāv uz zemes virsas bez kustības, kamēr pie pārļaištīšanas metodes uzlaistais ūdens slānis atrodas kustībā.

¹⁾ Hand. d. Lebensmittelchemie VIII. Bd. 1. T. S. 387.

1. Appludināšanas vai infiltrācijas metodi tīrīšanas laukos lieto divējādā veidā: a) pārpludināšanas veidā (орошение сплошным затоплением, Stau- oder Sickerberieselung, flood irrigation or downward filtration), b) vagu un dobjū veidā (орошение по бороздам. Beet- oder Furchenberieselung, bed irrigation or ride and furrow land filtration).

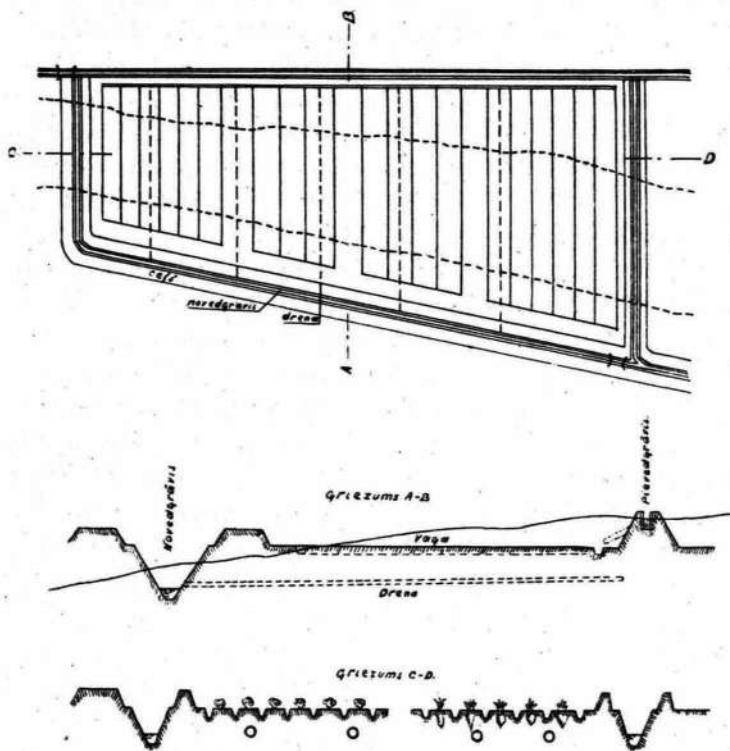
α) *Pārpludināšanas metodei* lauku sagatavo 0,25—1 ha lielos horizontālos gabalos, un katru no tiem iežogo ar 0,5 līdz 1 m augstiem zemes valnišiem. Pati zemes virsa gan uzarta, bet ir līdzena (noecēta). Ūdeni ielaiž tādā seklā zemes baseinā zināma slāņa biezumā (0,20—0,30 m), un tas sūcas cauri zināmam zemes slānim un nonāk drenāžā. Nākošais pilnījums notiek tad, kad ūdens jau viss infiltrējies un zemes virsa ir apžuvusi, kam vajadzīgs vasarā 5—7 dienas, aukstā gada laikā vairāk, pie kam ziemā, kad zeme sasalusi, arī uzlaistais notekūdens var sasalt. Metodi lieto tikai viegli ūdeni caurlaidošai zemei. Metode nav lietojama, ja attiecīgais laukuma gabals paredzēts stādu audzēšanai.



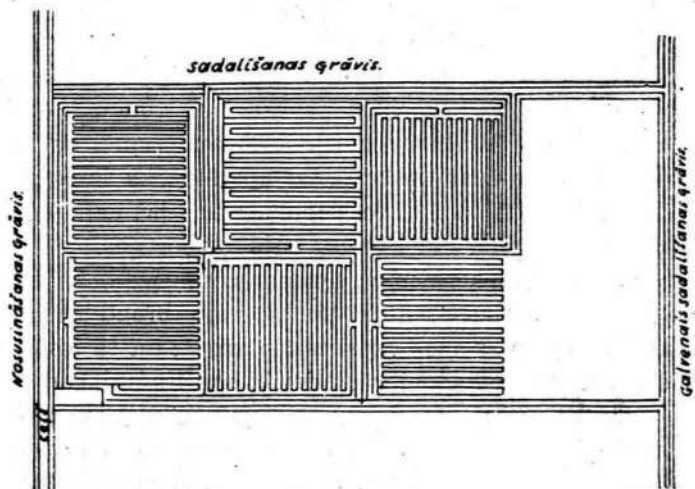
138. zīm. Pārpludināšanas metode.

β) *Vagu un dobjū metode* (138. a zīm.) turpretim lietojama stādu kultivēšanai dobēs. Lauka virsu ar parastā lauksaimniecībā lietotā vago-tāja palīdzību izveido par dobjū un vagu sistēmu. Dobēs aug stādi, un ar notekūdeni piepilda tikai vagas, un tās tieši stādus neaplej, bet tikai sūkdamiem zemē pieved stādu saknēm vajadzīgo mitrumu un barības vielas. Vagu attālums atkarājas no stādu sugas un ir ap 1 m un vairāk dziļumā un ap 0,20—0,30 m platumā. Metodi var lietot arī pa stādu augšanas laiku, bet parasti ūdeni vairs neuzlaiž, kad stādi sāk nogatavoties. Vislabāk metode noder sakņu augu audzēšanai, kā arī kāpostiem, kas pa augšanas laiku izmanto ļoti daudz notekūdeņus.

Pļavu appludināšanai nelieto dobes, bet ietaisa vagas lielākā attālumā, ap 10 m, lēzenas, kuņās, ielaižot notekūdeni, tas izplūst pa visu laukuma virsu, tā tad te īstenībā jau ir virsas pārpludināšana, savienota ar



138. a zīm. Aplūdināšana pa vagām.



139. b zīm. Aplūdināšanas piemērs Maskavā.

filtrāciju, jo uzlaistam ūdenim jāiesūcas zemē vai jāizgaro. Pļavas var applūdināt tūlīn pēc zāles nopļaušanas un novākšanas, bet ūdens uzlaišana jāpārtrauc 1—2 nedēļas priekš zāles nopļaušanas.

Vagu un dobru metode sekmīgi lietojama arī tad, ja lauka virsa nav aizņemta ar stādiem. Tādā gadījumā dobes taisa pēc iespējas šauras un vagas dziļas. Ar notekūdeni piepilda vagas, un šaurās dobes paliek brīvas no ūdens, tanīs var brīvi cirkulēt gaiss un tā piegādāt vajadzīgo skābekli tīrīšanas procesiem.

Ja lauka gabals nav nolīdzināts horizontāli, bet ir ar nelielu kritumu (ne vairāk par 3%), vagas ietaisa horizontālā virzienā, bet ja kritums ir ļoti mazs, vagas var ieturēt perpendikulāri uz horizontālēm, tad tās būs ar nelielu kritumu un varēs būt garākas. Visvienlīdzīgākā ūdens sadalīšana tomēr sagaidāma tikai uz samērā neliela horizontāla laukuma ar iespējami isākām vagām. Ūdeni vagās neizlaiž tieši no pievedkanāja, bet no tā noiet nozarojums lielākas vagas vai grāviša veidā, no kuŗa ūdens iztek paralēlās vagās. Otrā galā vagas arī apvienotas ar kopīgu vagu, kas garantē vienlīdzīgāku ūdens sadalīšanu, pa visām vagām arī gadījumā, ja viena otra vaga būtu aizbirusi.

Vagu sistēma atļauj notekūdeni izmantot lietderīgi un taupīgi, un īstenībā to vislabāk var ieteikt kā tīrīšanas laukiem, tā arī it sevišķi filtrācijas laukiem. Tomēr nav noliedzams, ka metode ir dārgāka par vienkāršu pārplūdināšanas metodi, jo vagas pēc lauka apstrādāšanas jāiztaisa par jaunu un arī pastāvīgi jātur kārtībā un jāiztīra no aizbirumiem. To ievērojot, daudzos tīrīšanas laukos, uz gabaliem, kas nav tieši ieņemti ar stādiem, lieto pirmo, t. i. pārplūdināšanas metodi, kas lietojama arī rudenī, kad stādi noņemti, un ziemā. Maskavas tīrīšanas un filtrācijas laukos lieto vienīgi vagu un dobru sistēmu, izņemot pļavas.

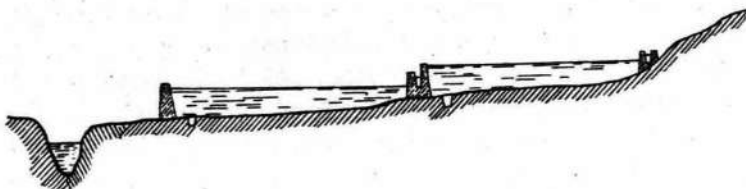
Pārplūdināšanas metodi dienvidzemēs lieto rīsu kultūrai; rīsi ir purva stāds un mīl stāvošu ūdeni. Mūsu klimatā šo metodi var uzmanīgi lietot, kā jau minēts, pļavām, sevišķi pavasarī un rudenī, bet ļaunums ir tas, ka ūdens slānis noslēdz brīvu gaisa ietiekšanu zemē, no kā daži augi var aiziet bojā. Labumu var saskatīt tai apstākļi, ka lauka zvēri: peles, žurkas un t. l. aiziet bojā, kad lauks pārplūdināts, lai gan jāņem vērā, ka viņi var paslēpties uzbērtņu nogāzēs un bojāt uzbērtnes.

2. Pārplūdināšanas metodei (поверхностное орошение, Oberflächen- oder Hangberieselung, surface or broad irrigation) ir tā sevišķība, ka ūdens tek pa zemes virsu plānā kārtā, un tā iesūkšanās zemē nav paredzēta, varbūt nelielā mērā, sevišķi gadījumā, kad zeme viegli uzsūc ūdeni. Metode lietojama arī uz smagākām, mālainām zemēm, un lietojama sevišķi pļavām. Zemes virsai vajag būt ar kritumu un pietiekami stiprai, lai ūdens nevarētu izskalot sev ceļus strāvveidīgai noteicei. Ūdenim tekot plānā kārtā, no tā nogulstas suspendētas vielas, bet pie

stādiem un nelīdzenumiem var pieķerties arī koloidālās un nelielā mērā šķīdinātas vielas, tomēr sevišķi no šķīdinātām vielām notekūdens nebūs tik labi iztīrīts, kā ar filtrācijas metodi.

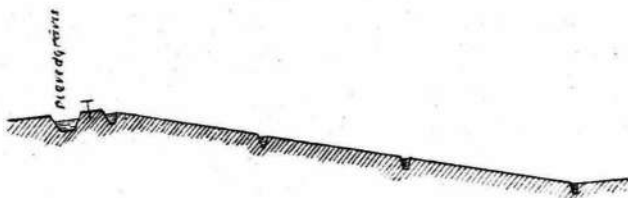
Laukuma kritums var būt jau no dabas, tad metode ir dabiska, vai kritums jāsgādā mākslīgi — mākslīgā izbūvē.

a) *Dabiska pārļautīšanas metode.* Ja zemes virsa ir ar pienācīgu kritumu, tad tikai jānolīdzina nelīdzenumi un attiecīgā vietā un pēc zināmas sistēmas jāietaisa pieved- un izvedgrāvji, sadalīšanas grāvīšus iekārtojot horizontālu virzienā (139. zīm.). Ja dabiska virsa ir līdzena, tad



139. zīm. Pārļautīšana pie dabiskiem kritumiem.

notekūdeni attiecīgam laukumam pievada visaugstākā vietā un ļauj tam pārtecēt pār sadalīšanas grāvīša malām un plānā kārtā noslidēt uz laukuma apakšējo malu, kur ūdens satek kādā uzķērējā (nosusināšanas) grāvītī (141. zīm.), pa ceļam atstādams mēsļu vielas. Aplāstāmā gabala



140. zīm. Stāvas nogāzes apūdeņošana.



141. zīm. Slīpas nogāzes apūdeņošana.

platums atkarīgs no grunts īpašībām un no laukuma virsas krituma. Vidējos apstākļos platums var būt 10—25 m. Uz stāvākām nogāzēm un nelīdzenākas virsas jāietaisa vēl sadalīšanas renes mazākā attālumā (140. zīm.). Apakšā satecējušu ūdeni nosusināšanas grāvītis var izmantot

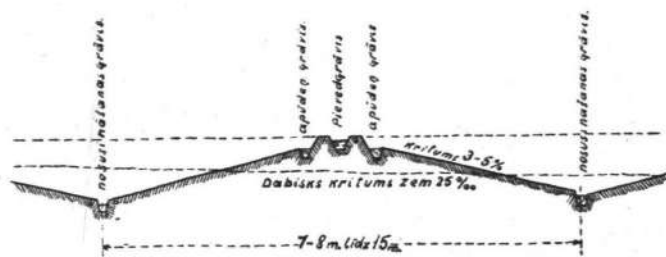
zemāk guloša gabala aplaistīšanai un tā var atkal aplaistīt tālāku lauka gabalu ar to pašu ūdeni, cik to atļauj lauka apstākļi. Jo ilgāk ūdens uz-kavēsies uz aplaistāmiem lauku gabaliem, t. i. jo lēnāk tas slidēs uz apakšējo gabala malu, jo labāk tas iztirīsies. Aplaistīšanai nolemtos lauka gabalos nav vajadzīga drenāža.

Vēl jāmin, ka pēc Prisa (Prüss) ieteicams praktiski 3—4 reiz gadā katru reiz uzlaist ūdeni augstumā 100—150 mm, sadalot to katrreiz 1—2 dienām. Tāda kārtība piemērojama sevišķi pļavām.

Virsas pārļautīšanas metode neprasa lielus izdevumus un darba spēku. Mazos sadalīšanas grāvīšus un vagas ietaisa ar vagotāju arklu. Kas attiecas uz izmantošanu stādu audzēšanai, tad gan ieteikt var tikai pļavas un kārklu audzēšanu. Tā kā stādi nāk tieši sakarā ar notekūdeni, tad, piem., sakņu stādus, kāpostus un t. l., pēc tādas metodes nevajadzētu audzēt, un pilnīgi noliedzams audzēt stādus, ko ēd svaigā veidā, piem. salātus.

β) *Mākslīgā pārļautīšanas metode.* Ja dabiskas virsas ar vēlamo kritumu nav, tad tādi sagatavojami mākslīgi. Laukuma virsa, izdarot vajadzīgos zemes darbus, jāpārveido tādas virsas sagādāšanai. Lai sevišķi nesadārdzinātu izbūvi, laukumu sadala mazos gabalos, bet tas gan stipri aprūtinā un sadārdzina to apkopšanu, piem., siena pļaujamo mašīnu lietošanu. Šo iemeslu dēļ mākslīgu pļavu izbūvi sastop vēl tikai reti, un vēl retāk tā sastopama uz tīrīšanas laukiem.

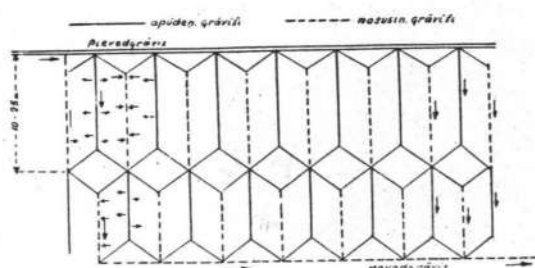
Mākslīgo pārļautīšanas metodi var izbūvēt pēc 2 sistēmām: vienpusīgu nogāzes sistēmu, pēc 140. un 141. zīm. parauga, un pauguru sistēmu ar nogāzēm uz 2 pusēm (142. un 143. zīm.). Parasti laukumu izbūvēs sastopamas abas sistēmas. Uz pauguriem



142. zīm. Mākslīgas divpusīgas nogāzes.

retaisītas notekūdens sadalīšanas vagas, kamēr iedobumos nosusināšanas vagas. No pievedkanāļa vai grāvja notekūdens iztek sadalīšanas vagā, kas pārpildās, un par malu pārlīstošais ūdens plānā kārtiņā slid virzienā uz nosusināšanas grāvīti. No pēdējā ūdeni var novadīt vai nu uz novadgrāvi, vai izmantojot nosusināšanas grāvi kā notekūdens izdalītāju, var pārļautīt

zemāk gulošu sistēmu. Nogāzes jātaisa ar 3—5% kritumu, un sadalīšanas vagas, lai ūdens vienlīdzīgi noietu līdz galam, jāietaisa ar nelielu kritumu līdz 3^o/₁₀₀. Paugurus taista 12—25 m garus; pie garākām sadalīšanas renēm



143. zīm. Maksimālu divpusēju nogāžu plāns.

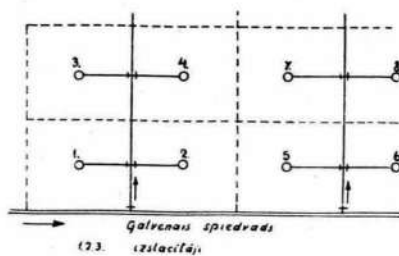
zāki un beigās līdzinās jau izdalīšanas grāviša lielākiem izmēriem: 15 cm dziļumā un platumā.

3. Izslacīšanas metode (дождевание) ļoti līdzinās parastai sakņu dārzu laistīšanai. Netekūdeni piegādā aplacīšanai nolemtiem lauka gabaliem, un ar speciāliem aparātiem to izslaka. Tādiem zemes gabaliem nav vajadzīga gandrīz nekāda virsas pārveidošana un nav vajadzīga arī drenāža. Ūdeni var pievadīt no pilsētas tieši ar spiedējvadu, bet uz lielāka attāluma var pievadīt ar vaļēju grāvi, un no tā ar pārvietojamu pumpi aizspiest pa pārvietojamām caurulēm uz izslacīšanas vietu. Tāda ietaise gan ir lēti ierīkojama, bet tai ir savas neērtības. Notekūdeņu vadīšana pa atklātu grāvi var būt par cēloni smakas izplatīšanai. Parasti ietaisi gan tā iekārto, ka no pilsētas notekūdeni tieši ar spiedējvadu pievada izslacīšanas vietai un te sadala ar pārvietojamiem cauruļu vadiem, kas pieslēgti spiedējvadam. Spiedējvads atrodas zemē un ir pasargājams no sala bojājumiem. Spiedienam vadā jābūt 3—6 atm., un vajag būt pietiekamam, lai pa pārvietojamiem izdalīšanas vadiem un event. pieslēgtām šļūtenēm ar uzgaļiem vai sevišķas konstrukcijas izšļācējiem aplacītu pēc iespējas lielāku laukumu. Pārvietojamie izdalīšanas vadi ir dzelzs ar tādām savienojumu konstrukcijām, kas atļauj savienojumus izdarīt ļoti ātri. Izslacītāju konstrukciju ir daudz un tās ieteikušas dažādas firmas. Kā piemēru redzam 144. zīm. Lanningera a/s. izslacītāju, Frankfurtē, kas ar uzgali 32 mm izsviež notekūdeni pie 3 atm. spiediena līdz 70 m un pie 4 atm. līdz 90 m. Apūdeņošanas laukums ir ap 4000 m², un stundā izšļāc 68 m³ pie 3 atm. spiediena, bet pie 4 atm. — ap 6000 m² un stundas deva 80 m³. Zemē likto galveno spiedējvadu attālums varētu būt ne vairāk kā 400—500 m, tā tad pieslēdzamo pārvietojamo izdalītāju garums 180—230 m. Pēdējie var būt ielikti zemē, un tad izslacītāji varētu būt tieši ievietoti uz hidrantiem.

jau rastos grūtības vienmērīgai sadalīšanai. Pievadgrāvjus taista parasti 0,40 m platus un 0,30 m dziļus, kamēr apūdeņošanas vai izdalīšanas grāvīti taista sākumā 15 cm platu un 15 cm dziļu, kamēr galā tā platums ir 10 cm un dziļums noiet līdz 0. Nosusināšanas grāvīšu izmēri ir otrādi: sākumā ma-



144. zīm. Izslacītāju konstrukcija.



145. zīm. Izslacītāju sistēmas schēma.

Tomēr tāda sistēma ir dārga, lai gan tās apkalpošana ir daudz ērtāka un prasa mazāk darba spēka. Ar izmaksas kalkulācijas palīdzību jānoskaidro, kuŗa sistēma var būt lietderīgāka.

Izslacīšanas metodes priekšrocības ir bez šaubām saskatāmas tai apstākļi, ka lauku virsa nav jāpārveido un ka ūdens pie izslacīšanas var uzņemt skābekli. No daudzgadīgiem novērojumiem vācu tīrīšanas ietaisēs atrodam literātūrā dažus datus par šīs metodes saimniecisko pusi. Ar izslacīšanu var uz 1 ha izmantot lauksaimnieciski mēsļu vielas, ko satur notekūdens no 50 iedzīvotājiem. Rēķinot 100 litru notekūdens uz 1 iedzīvotāja dienā, tas atbilst gada daudzumam $50 \times 0,100 \times 365 = 1825 \text{ m}^3$ vai lietus augstumam 183 mm. Veģetācijas laikam tāds lietus daudzums uzskatāms kā papildinājums dabiskam lietus. Kreucs (Kreuz) ieteic notekūdeņu izslacīšanu ierobežot ar sausu laiku veģetācijas periodā, kad stādiem vajadzīgs trūkstošais mitrums. Vienā reizē var izslacīt 20 mm augstu devu, tā tad visa daudzuma pietiktu $\frac{183}{20} = 9$ reizēm. Rēķinot vasaras periodu 6 mēnešus, varētu laukus aplaistīt ik pa 20 dienām. Lietainā laikā un tāpat ziemā notekūdens novietošanai jāparedz filtrācijas lauki.

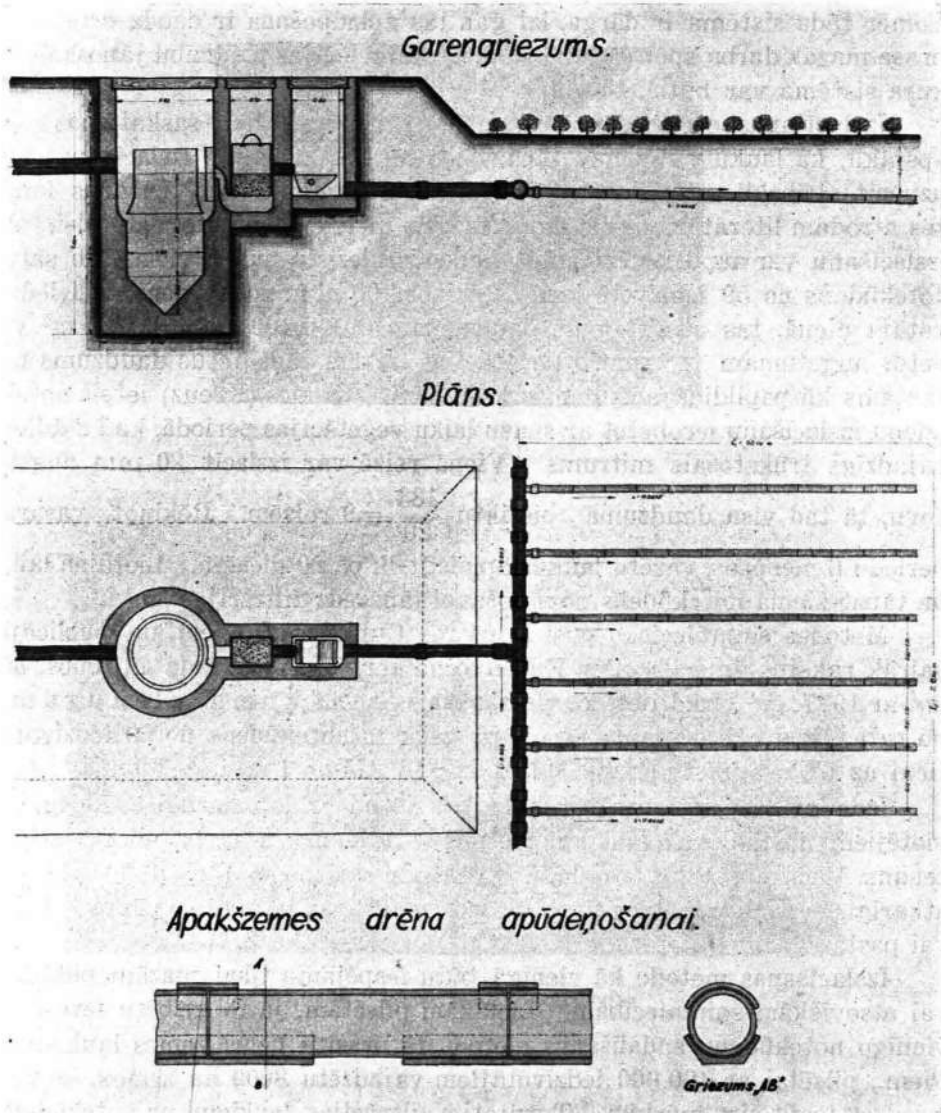
Metodes saimniecisko pusi ir pētījis Cunkers (Zunker) un publicējis vairāk rakstus žurnāla «Der Kulturtechniker» dažādos gada gājumos, sākot ar 1927. g. Izrādījies, ka vismazākais ienākuma pieaugums no ražas, kas nāk no lauka, uz kuŗa izslacīts notekūdens no 50 iedzīvotājiem uz 1 ha, atbilst vērtībai 0,12 līdz 0,15 RM no 1 m³ notekūdens.

Izdevumi izslacīšanas ietaises izbūvei ir ļoti dažādi, atkarīgi no vietējiem apstākļiem: lauku novietnes attāluma un darba un materiālu cenām. Vācu apstākļos atrodami literātūrā skaitļi no 150—1100 RM ha, atkarīgi, bez jau minētā, arī no tā, vai izdalīšanas iekārta ir pārvietojama vai pastāvīga.

Izslacīšanas metode kā vienīgā būtu iespējama tikai mazām pilsētām vai atsevišķām saimniecībām. Lielākām pilsētām, ja to gribētu ieviest kā vienīgo notekūdeņu sadalīšanas metodi, tā prasītu lielus zemes laukumus. Piem., pilsētai ar 400.000 iedzīvotājiem vajadzētu 8000 ha zemes, ko nav izredzes iegūt šim mērķim. Turpretim filtrācijas laukiem, ar notekūdeņu izmantošanu lauksaimnieciski tikai pa daļai, vajadzētu 400 līdz 1000 ha, atkarīgi no izmantošanas veida.

Vēl jāpiezīmē, ka izslacīšanai nolemtais ūdens jāatbrīvo vismaz no rupjākām suspendētām vielām, lai tik drīz caurumi izlaistītājā aparātā nepiesērētu. Iepuvis ūdens neder izlaistīšanai, jo tas izplatītu pa lauku un apkārtni smaku.

4. Apakšzemes sadalīšanas metode (подземное опрошение, Untergrundberieselung, subsurface irrigation). Šī metode lietojama gan vienīgi atsevišķām saimniecībām: vasarnīcām, atsevišķām



146. zīm. Apakšzemes apūdeņošanas piemērs.

vai to grupām, lauku skolām, slimnīcām un t. l. Lielām ietaisēm tāda metode nebūtu lietojama, jo tā prasītu lielus vienreizējus izdevumus un arī uzraudzība un kārtībā turēšana prasa sevišķu uzmanību un iznāktu arī dārga.

Metodes būtība ir tā, notekūdeni sadalīt zem zemes virsas ar drenāžas vai caurumotu cauruļu vadiem ar to nolūku, lai neizplatītos smaka. Tāda ietaise tad var būt novietota dzīvojamu māju tuvumā, un sadalīt var arī iepuvušos ūdeņus (146. zīm.).

Sadališanas vadus liek ne dziļi zemē, 0,50—1,0 m. Dziļums atkarīgs pa daļai no klimatiskiem apstākļiem, ņemot vērā to apstākli, lai caurulēs ūdens nesasaltu. No otras puses, seklāka ielaišana, kur iespējams, attaisnojama ar to, ka nitrificētāju baktēriju darbība attīstās visdziļāk zemes virsējā slānī, un bez tam arī mēsļu vielām jābūt stādiem viegli pieejamā dziļumā. Lai tīrīšanas procesi apakšzemē varētu ar sekmēm noritēt, vajadzīga netraucēta gaisa ietīkšana zemē, un, to ievērojot, apakšzemes ūdens sadalīšana ieteicama tikai vieglā zemē, tādā, kas labi veicina gaisa iepļūšanu dziļākā slānī. Ievērojot vadu seklu atrašanos zemē, vajadzīgas sevišķas mērauklas pret stādu sakņu iespiešanos drenāžas vadus, un tādēļ cauruļu savienojumu vietas pārsedzamas ar uzliekamām uzmavām.

Obligāta ir pēc iespējas rūpīgāka notekūdeņa priekštīrīšana, lai izteces vietas zemē ātri nepiesērētu. Piedzīvojumi tomēr rāda, ka pat pie rūpīgas priekštīrīšanas tāda piesērēšana notiek, un apmēram pēc 10 gadiem vadi jāatrok, jānotīra un jānoliek par jaunu, un arī ap vadiem piesērējusi zeme jāaizstāj ar tīru. Izdališanas drenu attālums var būt 0,8—1,5 m, lai pēc iespējas izmantotu vienmērīgāk visu laukumu. Ūdens ievadīšana sistēmā notiek periodiski, tā tad vajadzīgs sevišķs sadalīšanas aparāts; ar nolūku sagādāt apstākļus, kuŗos ūdens strauji dodas uz priekšu, piepilda visu sistēmu vienmērīgi un tā dod iespēju izmantot vienmērīgi visu lauku. Sadalīšanas vadiem vajag atrasties zemē nekustīgi, jo izkustēšanās no vietas varētu traucēt kārtīgu un vienmērīgu notekūdens sadalīšanu zem lauka.

Sistēmu iespējams ierīkot gadījumos, ja rīcībā ir, piem., 100 m² zemes uz 1 iedzīvotāju. Tādā gadījumā pienāktos ap 100 m sadalīšanas vadu uz 1 iedzīvotāja, liekot tos 1 m attālumā vienu no otra.

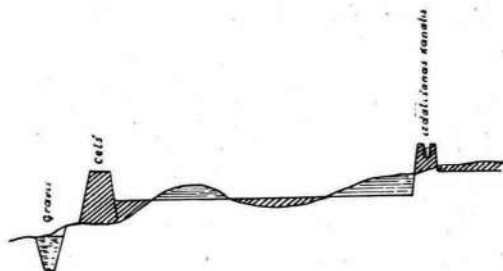
Ar sistēmas tehnisko iekārtu var iepazīties autora grāmatā: «Sanitāras labierīcības atsevišķās saimniecībās. 1930.»

Vēl būtu jāmin, ka apakšzemes sadalīšana iespējama, ja gruntsūdens atrodas vismaz 1 m zem sadalīšanas vadiem. Pretējā gadījumā tādā dziļumā jāliek tīrītā ūdens uztvērējdrenāža, no kuŗas ūdeni var savākt un lietot dārza laistīšanai.

28. Tīrīšanas lauku izbūve.

a) **Virsas sagatavošana.** Tīrīšanas lauku izbūves uzdevums ir sagādāt tādus apstākļus, lai notekūdeni varētu sadalīt vienlīdzīgi pa laukuma virsu. Bez tam vajadzīgs sagatavot ietaises notekūdens pievadišanai, beidzot tīrītā ūdens saņemšanai un novadīšanai uz ūdens tvertni. Virsas sagatavošana jāpieskaņo apūdeņošanas metodei, kāda izvēlēta no aprādītajām iepriekšējā nodaļā (261. lpp.). Galvenā kārtā, kā jau minēts, lietojama filtrācijas metode (147. zīm.), kamēr pārļaišanas metodi lieto tikai

atsevišķos gadījumos pļavu kultivēšanai. Aplaistīšanas metode neprasa virsas pārveidošanu, bet gan lielu laukumu, un arī uzskatāma kā izņēmuma metode. Tā tad redzams, ka tīrīšanas laukam gandrīz arvien jāsegādā tāda virsa, kas noderīga filtrācijai, tā tad horizontāla virsa, vai tāda ar ļoti mazu kritumu. Tādu horizontālu virsu var arī izmantot lauksaimnieciskiem mērķiem.



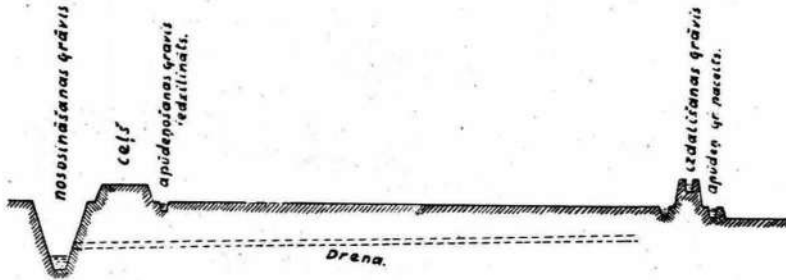
147. zīm. Virsas sagatavošana tīrīšanas laukam.

Laukuma reljefs ietekmē vislielākā mērā virsas sagatavošanas darbus, un tādēļ lauku izprojektēšanai vajadzīgi attiecīgā mērogā sagatavoti plāni ar augstuma līknēm (260. lpp.). Plānā vispirms jāiezīmē ūdens šķirtnes, kas noderēs pievadītīkla projektēšanai, un iedobumi,

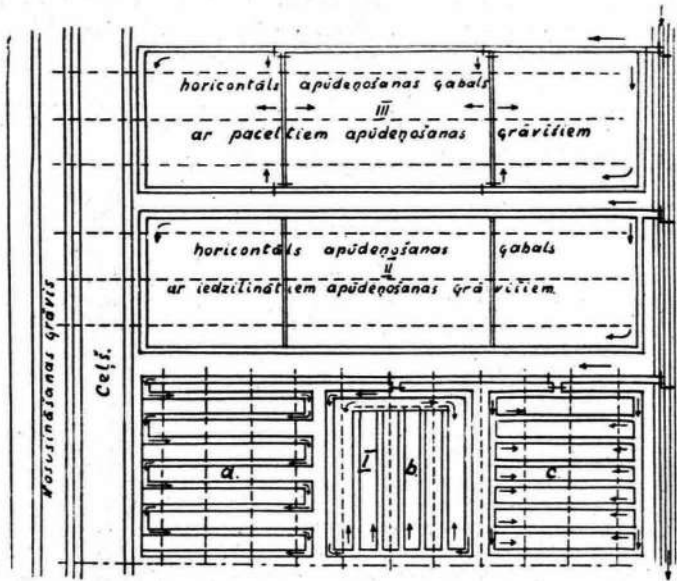
pa kuriem jāprojektē galvenie drenāžas ūdens novadgrāvji. Pieturoties pie šiem diviem galveniem projekta noteicējiem, jāieprojektē plānā atsevišķas lauka vienības, lauka gabali un to nodalījumi. Katram lauka gabalam jāpievada notekūdens un jānovada drenāžas ūdens, ko ievirza gabalam piegulošā novadgrāvī. Pie katrā lauka gabala vajag pieiet ceļam. Saskaņā ar šiem uzdevumiem jāiedala zemes darbi. Jānovieto vispirms tā zeme, ko iegūst, rokot grāvjus. No tās jāuzbeļ uzbērums ceļiem, notekūdens pievada novietošanai un arī iežogojošiem valnišiem. Tālāk jānorok zeme, kas atrodas augstāk par projektēto atzīmi, un no tās jāuzpilda zemākas vietas tā, lai iegūtu horizontālu lauka virsu. Visādā ziņā jānoņem vispirms augsna no visa lauka virsas un jānovieto uzbērums, lai atrīvētu lauka virsu no visa, kas varētu traucēt filtrāciju. Ja visa augsna nenovietota uzbērums, tad pārpalikušo var izbārstīt vienmērīgi pa visu horizontāli sagatavoto lauka virsu. Lai zemes darbus varētu pareizi aprēķināt, projektētāja rīcībā vajag būt plānam, ar uzņemtām augstuma atzīmēm ik pa 10 m atstatumā (rūtiņveidīgi sadalot laukumu).

Zemes darbus un tā tad arī lauku sagatavošanas izmaksu ietekmē lielā mērā atsevišķu gabalu lieluma sadalījums, kas jāpieskaņo vietas reljefam. Gabalus, kas uzskatāmi kā patstāvīga vienība, ierīko 0,25 līdz 2 ha lielus, atkarīgi no laukuma topografiskiem apstākļiem. Ja laukums ir ar kritumu, tad gabalu garumu taisa parallēli horizontālēm, un gabals piegūlsts ar vienu galu nosusināšanas grāvī, kas uzņem no drenāžas iztekošo tīrīto ūdeni (151. zīm.). Ja drenas garumu pieņem ap 200 m, drenas pieskaņo horizontālu virzienam, un tās izlaiž tieši novadgrāvī, kamēr pievadgrāvis nāk vidū starp 2 novadgrāvjiem, tad gabala garums var būt ap $2 \times 200 = 400$ m (148.—151. zīm.). Tādā gadījumā, kad laukums ir ar

kritumu, gabalu plāns atkarājas no krituma lieluma. Pie lielāka krituma gabals jāsadala terasēm, pie kam augstuma starpība starp 2 terasēm drīkst būt ne vairāk par 0,5—0,6 m (151. zīm.), jo pie lielākas aug-



148. zīm. Gargriezums apūdeņojamam gabalam.

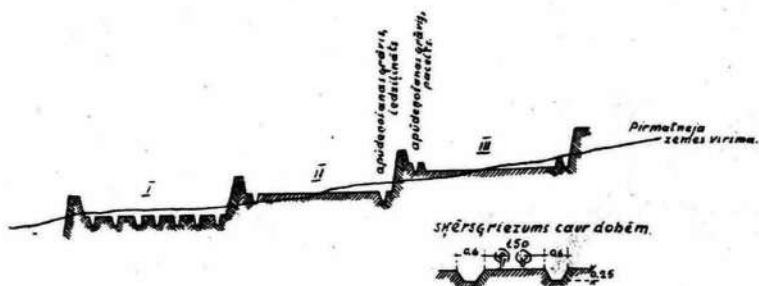


a - Dobes uz slīpa laukuma (Berlīnes tīrīšanas lauki) b. Dobju tipi. c. Dobju tipi (Maskavas tīrīšanas lauki)

149. zīm. Apūdeņojamu gabalu plāns.

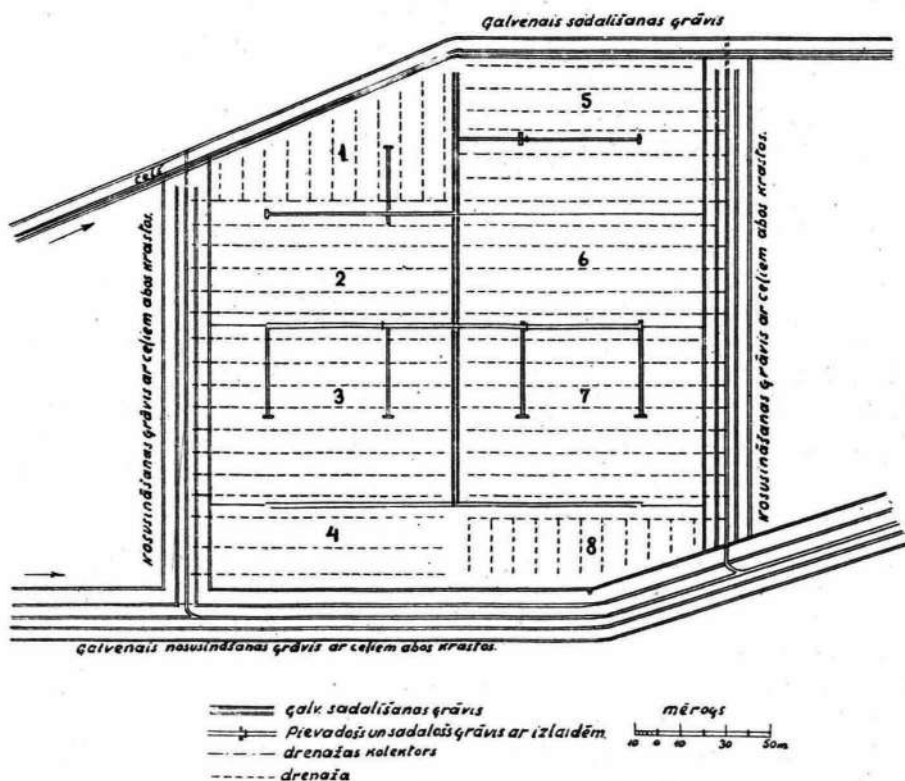
stuma starpības ūdens sūktos no terases nogāzes. Starp 2 terasēm uzbej valnīti, kurā arī novieto izdalīšanas grāvīti zemāk gulošai terasei. Katras terases virsai jābūt horizontālai, un atkarīgi no pārplūdināšanas veida jāparedz vai a) apūdeņošanas grāvīši, kas var būt pacelti pāri lauka virsai vai iegremdēti lauku virsā un no kuņģiem ūdens pārplūst par

malām, vai b) jāiztaisa vagas un dobes, kur ūdens piepilda tikai vagas, un dobes paliek brīvas stādiem un brīvai gaisa ieplūšanai (148., 149. un 150. zīm.).

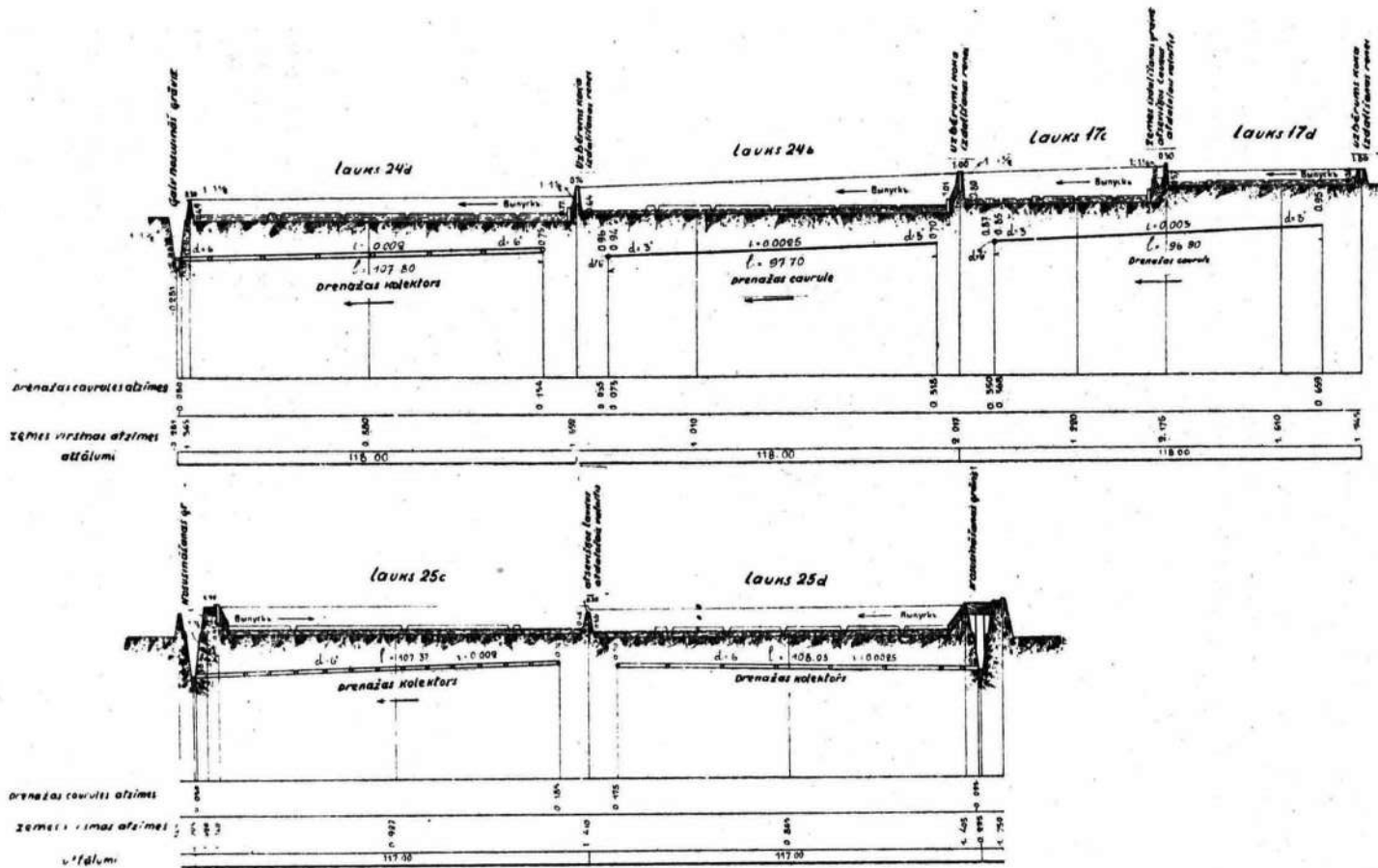


149.a zīm. Lauku šķērsgrīzumu tipi.

Tā sagatavotu lauka gabalu, stājoties pie izmantošanas, var vēl ar nolūku iedalīt mazākās vienībās, lai sasniegtu vienmērīgāku ūdens sadalīšanu. Tāda vismazākā apūdeņošanas vienība izvē-

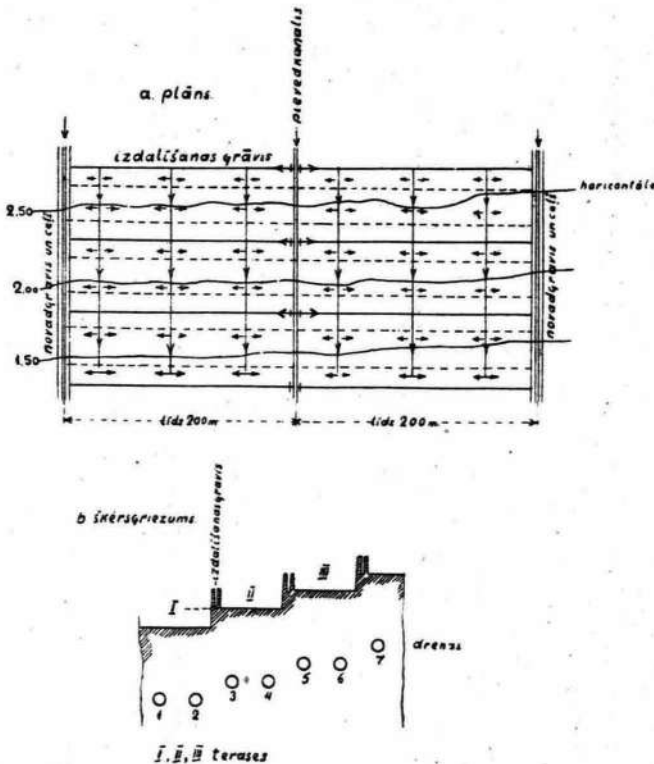


150. zīm. Apūdeņojama gabala plāns Maskavā.



150. a zīm. Lauka šķērsgriezuma paraugs Maskavā.

lama tā, lai ūdens sadalīšanas grāviņa gaņums nepārsniegtu 20—30 m. Tā tad viena apūdeņošanas vienība būtu $40 \times 20 = 800$ līdz $60 \times 30 = 1800 \text{ m}^2$, ar apūdeņošanas grāvīti pa vidu, no kuŗa ūdens iztecētu uz abām pusēm. Tā tad attālums starp 2 apūdeņošanas grāvīšiem varētu būt 40—60 m. Tādu sadalīšanu apūdeņošanas vienībās izdara ekspluatācijas vajadzībām, lietojot vagotāju arklu, un tas nepiekrīt izbūves darbiem.



151. zīm. Gabalu lielums.

Kā jau minēts, laukuma sagatavošana prasa daudz zemes darbu un vajadzīga ļoti rūpīga limetņošana (punkti ik pa 5—10 m), lai zemes masu pārvietošanu varētu izdarīt ar vislielāko saimnieciskumu, sadalot laukumu gabalos vissaimnieciskākā ceļā. Šie darbi prasa galvenā kārtā darba spēka lietošanu, kamēr būves materiālu tiem vajadzīgs ļoti maz. Stājoties pie zemes darbiem, vispirms jāapzīmē dabā, plānā un augstuma resp. dziļuma ziņā visi būves objekti: grāvji, ceļi, uzbērumi, un jāapzīmē ar iesistiem mietiņiem projektētā lauka gabala virsas atzīme, pie kam mietiņa virsgals apzīmē šo atzīmi. Zemes darbu saimnieciskums gabalu vir-

sas sagatavošanai atkarājas lielā mērā no darbu organizācijas. Parasti uz gabala ir norokamas un uzberamas vietas, tā tad ir vietas, kas paliek neaiztiktas, izņemot augsnas noņemšanu, kas vajadzīga viscaur arī zem uzbēruma. No šādas «nulle» vietas nu iesāk darbu, lieko zemi norokot un aizsviežot uz tālāku vietu, kur paredzēts uzbērt. Aizsviešana iespējama tikai uz mazu attālumu (līdz 3—4 m). Uz tālāku vietu zeme jānoved ar ričām (ķerrām), kas izdevīgi līdz 50—100 m attālumam. Uz lielāku attālumu jāpārvieto ar zirgu aizjūgiem. Darbs jānoorganizē tā, lai nebūtu jāstāv dikā kā strādniekiem, tā zirgiem. Tā tad atkarīgi no attāluma vezumu rindu sadala vairāk daļās, un kamēr vienu rindu ratu zemrači piepilda, otru aizved uz izgāšanas vietu ar to aprēķinu, lai atkal atgrieztos, kad pirmā rinda vezumu piepildīta. Vedot uz attālumu līdz 150 m, pietiek 2 rindas, bet uz lielāku attālumu vajadzīgas 3 vezumu rindas. Visizdevīgāk tomēr ir uz lielākiem attālumiem lietot zemes vešanu ar vagonetēm (trulišiem). Dzelzs vagonete parasti uzņem 1 m³ zemes, un tās pārvieto pa pārbīdāmiem sliežu ceļiem. Sevišķi izdevīgi vagonetu lietošana ir, ja ierakumi, kā arī uzbērumi ir diezgan dziļi un nav vajadzīga bieža sliežu ceļu pārvietošana. Atkarīgi no attāluma, arī vagonetes jāsadala 2 līdz vairākiem vilcieniem. Vilcienus pārvieto uz maziem attālumiem ar zirgiem, uz lielākiem ar lokomotīvi. Šāda veida zemes transports sevišķi tad vietā, ja zeme jāņem no augstas vietas un jāved uz leju; pret kalnu jāved tikai tukšas vagonetes. Vagonetes piepildīšanai parasti vajadzīgi 2 zemrači. Vajadzīgi vēl strādnieki sliežu ceļa uzturēšanai kārtībā un arī izbērtas zemes nolīdzināšanai, pieturoties pie apzīmētas augstuma atzīmes. Viss kopīgais strādnieku skaits līdzinās apmēram vagonetu skaitam.

Zemi uzber nelieliem slāņiem, 0,25—0,40 m biežiem, un pie lielākiem un augstākiem uzbērumiem vajadzīgs sliežu ceļus pārvietot arī vertikālā virzienā. Pie zemes uzbēruma galīgas virsas noteikšanas jāņem arī vērā, ka noraktā zeme ir irdenāka nekā grunts dabiskā stāvoklī, un tādā irdenā stāvoklī uzbērtā ar laiku sēdisies. Tādēļ zeme jāuzber par tik augstāk, par cik to prasa sēšanās procents.

Ievērojot samērā nelielos, nedziļus, zemes norakumus un zemes uzbērumus, grūti lietot mehāniskas ierīces. Tomēr tādas izmēģinātas un ar sekmēm lietotas, sevišķi Amerikā. Pie nelieliem dziļumiem un attālumiem lieto šķūres veida aparātus, kas nevien nošķūrē zemi, bet ar kuņiem to var arī pārvietot. Sevišķi tādas šķūres lietojamas virsējās augsnes kārtas novietošanai. Lielākiem norakumiem lieto zemes rokāmās mašīnas, kas zemi iegāž tieši vagonetēs un ar tām tad to nogādā izbēšanas vietā. Tuvāk aprakstīt lietojamās mašīnas nav šā raksta nolūks.

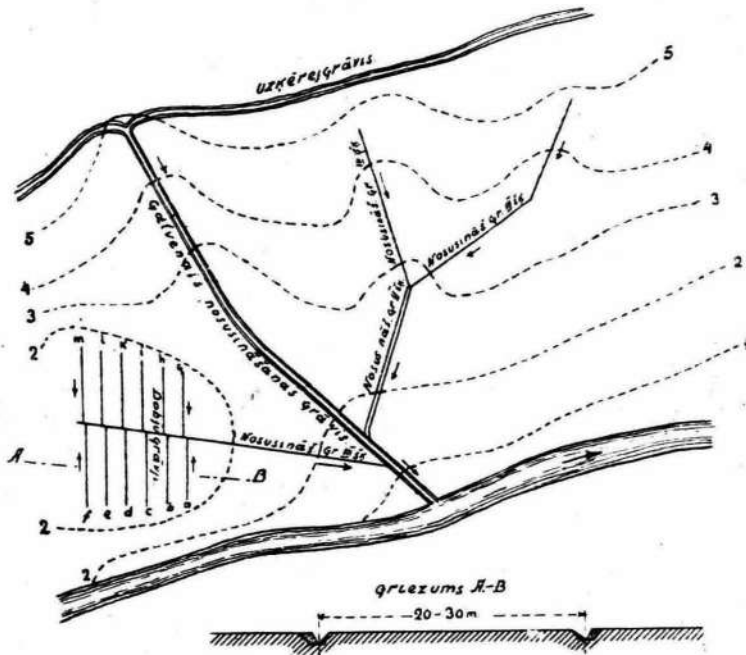
b) **Nosusināšanas ietaises.** Lauku nosusināšanai, t. i. dabiskā, kā arī tīrītā ūdens novadīšanai no tīrīšanas laukiem noder 1) vaļēji grāvji un 2) apakšzemes drenāža.

1. **Vaļēji grāvji** tīrīšanas laukos noder dažādiem mērķiem. Vispirms jau grāvji vajadzīgi dabisku ūdeņu, atmosfērisko nokrišņu, novadīšanai. Dažreiz arī dabiskais gruntsūdens ir tik tuvu zemes virsai, ka sausais virsējais zemes slānis nav tik biezs, cik tas vajadzīgs biokimiskiem procesiem, jo tam jābūt ne mazāk par 1,5 līdz 2 m dziļam. Tā tad, ja gruntsūdens atrodas tuvāk zemes virsai, tas jāuztver ar drenāžu un jānovada ar grāvi uz lielāku ūdens tvertni. No lauku aizrobežas nav jālaiž uz tīrīšanas lauku iztecēt ne lietus ūdenim, ne gruntsūdenim. To ievērojot, gar visu lauka robežu jāizbūvē uztvērējgrāvji, kam vajadzības gadījumā jābūt tik dziļiem, lai arī lieku gruntsūdeni noslēgtu no iepļūšanas tīrīšanas lauku daļā. Beidzot jāsavāc uz tīrīšanas laukiem viss tīrītais notekūdens, kas iesūcas zemē līdz zināmam dziļumam un ko ar drenāžas palīdzību izvada tad vaļējā grāvī. Dažreiz, ja nav pietiekamu kritumu drenāžas izbūvei, arī no filtrācijai nolemtā lauka gabala var ar neliela dziļuma, bet maza atstatuma vaļējiem grāvjiem savākt tīrīto ūdeni. Tādā gadījumā gan lauka slodze ar notekūdeni nebūs visai liela, un tādu paņēmieni arī varēs lietot tikai pļavām.

Vaļējiem grāvjiem ir tas labums, ka to izbūvei vajadzīgs tikai darba spēks un nav vajadzīgi dārgi būvmateriāli. Vajadzīgi tikai dažādi viegli iegūstami materiāli, vai uz pašiem tīrīšanas laukiem izaudzējami stādi, grāvja nogāžu nostiprināšanai: kā fašīnas, kārklu stādi un t. l. Vaļējo grāvju ļaunās pusēs meklējamas tai apstākļi, ka tie ieņem zināmu laukumu, kas iet zudumā kultūras stādiem, bet uz to var arī aizrādīt, ka grāvju nogāzes, kas pie dziļiem grāvjiem reprezentē diezgan lielus laukumus, var izmantot kā pļavas vai kārklu audzēšanai (kurvju pīšanai), un tā tad laukums neiet zudumā. Satiksmes uzturēšanai vajadzīgi pār grāvjiem tilti vai caurlaides, bet tie jau ievērojami nesadārdzina lauku izbūvi. Galvenais grāvju ļaunums ir tas, ka to uzturēšana prasa lielus izdevumus, jo tie ātri pieaug ar nezālēm, kas atrod sev bagātu uzturu drenāžas ūdenī. Vajadzīgs arī remonts nogāzēm, kas var bojāties ūdens un vēja ietekmē. Ja grāvjus nebūvētu, būtu vajadzīgi slēgti kolektori visu augšā minēto ūdeņu novadīšanai. Vienkārši tādi kolektori stipri sadārdzinātu lauku izbūvi, un to tīrturēšana var būt grūtāka, tā tad pat dārgāka par grāvju tīrturēšanu. Grāvji neprasa lielus kritumus, un ja tie izbūvēti pietiekamā attālumā, tad atsevišķas drenas var tieši izlaist grāvī bez kolektora un tā iegūt iespēju viegli sekot drenu darbībai un līdz ar to visa lauka gabala darbības gaitai. Tādai tiešai drenu izlaidei grāvī nāk par labu vēl viens jo svarīgs apstāklis, un proti, tas, ka brīva gaisa

ietikšana drenāžā no grāvju puses var lielā mērā veicināt drenāžas tīkla vēdināšanas uzdevumu.

Grāvjus ieprojektē plānā ar horizontālēm. Galvenajiem grāvjiem virzieni jānozīmē, pieturoties pēc iespējas ieleju virzieniem (tālvēgiem) (152. un 153. zīm.), bet arī pēc iespējas taisniem virzieniem, lai lauku sadalīšana gabalos un arī notekūdeņu pievadišana gabaliem būtu ērtāka. Sevišķi tas jāņem vērā pie zemāko šķiru grāvjiem (grāvju šķiras nosaka novadūdeņu daudzums) un grāvjiem, kas noder kā vienīgie nosusināšanas objekti (bez apakšzemes drenāžas) un kas projektēti



152. zīm. Grāvju ieprojektēšana plānā.

atstatumā 20—30 m. Grāvju atstatums, kas uzņem drenu iztekas, kā jau minēts, var būt 300—400 m, kā tas Maskavas tīrīšanas laukos izrādījies par lietderīgu.

Virziena maiņas (154. zīm.) un grāvju savienojumus pie mazākiem grāvjiem izdara tikai ar likumu dibenā, bet pie lielākiem grāvjiem savienojumiem un tāpat virziena maiņai jānotiek ar likni, ar radiju $R=10$ — 20 m un vairāk, skatoties pēc grāvju lieluma vai virziena leņķa lieluma. Ar to grib sasniegt mierīgāku un kārtīgāku ūdens tecēšanu, bez virpuļiem.

Grāvju lieluma aprēķināšana. Ūdens daudzums, kas grāvjiem jānovada, sastādās no virszemes, no gruntsūdens un no dre-

nāžas ūdens (tīrīts notekūdens). Grāvja dziļgriezums jāaprēķina šādu ūdeņu novadišanai. Grāvja dziļums nav tas pats, kas ūdens dziļums dziļgriezumā. Ja jānovada gruntsūdens vai drenāžas ūdens, tad grāvja dziļums sastādīsies no ūdens dziļuma grāvī un no līmeņu starp-

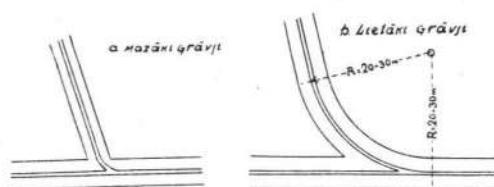


153. zīm. Galveno grāvju nozīmēšana uz Maskavas Luberču laukiem.

bas starp zemes virsu un ūdens līmeni grāvī. (Ūdens līmenim grāvī jābūt 0,20—0,30 m dziļāk par drenāžas izteci.) Ja grāvīm jānovada tikai lietus ūdens, tad to aprēķina ar pilnu dziļgriezumu. Dažos gadījumos var pat būt vēlams uz kādu laiku pļavas vai ganības pārplūdināt ar

ūdeni. Grāvja dzīvgriezumu aprēķinot tas tad būtu jāņem vērā. Uz tīrīšanas laukiem gan tāds gadījums nav paredzams.

Vislielākais virszemes (atmosfērisko nokrišņu) pieteces daudzums atkarīgs no pieteces laukuma lieluma, tā veida un topografiskām īpašībām, no atmosfērisko nokrišņu daudzuma, no lau-



154. zīm. Grāvju savienojumi.

kuma saimnieciskās izmantošanas (lauki, mežs) un no grunts īpašībām, sevišķi grunts caurlaides spējas. Pieteces laukuma lieluma aprēķināšanai noder plāns ar horizontālēm, kurā iezīmē katra noteces baseina ūdens šķirnes, pie kam nav nozīmīgs vien tīrīšanas lauku laukums, bet arī viss apkārtnes laukums līdz tai ūdens šķirtnei, no kurās ūdens tek uz tīrīšanas lauka pusi. No plāna ar horizontālēm var tāpat iegūt ieskatu ieteces baseina izveidojumā un topografiskos apstākļos, tā tad pieteces apstākļos. Grunts īpašības jānoskaidro ar zondēšanu vai urbšanu. Nokrišņu daudzumu var dabūt no meteoroloģiskām stacijām. Svarīgi var būt kā stiprie lietus gāzieni, tā arī ilgstošs, mazāk stiprs lietus.

Visu apstākļu izpētīšana prasītu daudz laika un izdevumus, bet tā kā te ir runa par ūdens novadišanu ar atklātiem grāvjiem, tad tik pamatīga pētīšana ne arvien būtu attaisnojama. Uz tīrīšanas laukiem grāvju šķērsgriezums ir parasti pietiekami liels aiz citiem iemesliem (drenāžas un gruntsūdens novadišanas līmeņa), un grāvji var tad uzņemt arī ārkārtīgi stipru ūdens pieteci no visstiprākā lietus. To ievērojot, uz tīrīšanas laukiem atmosfērisko nokrišņu daudzums būtu tad jāizpētī un atsevišķi jāaprēķina tie grāvji, kas nolemti tikai atmosfērisko nokrišņu ūdens novadišanai.

Parasti pieiet grāvju aprēķināšanas jautājuma atrisināšanai ar dažiem tuvinājumiem un pieņēmumiem.

Virszemes ūdens novadišanas jautājuma viena prasība ir novadīt pavasarī istā laikā kūstoša sniega ūdeni, lai lauka apstrādāšanu varētu sākt vajadzīgā laikā. Pieņemsim ziemas nokrišņu daudzumu (sniegu pārrēķinot ūdenī) līdzīgu 100 mm, kas pavasarī pēc sniega izkuššanas jānovada 5 dienās. Izgarošana tad vēl ir maza un iesūkšanās sasalušā zemē arī nav ievērojama. Tā tad noteces daudzums no 1 ha laukuma būtu:

$$Q_1 = \frac{10.000 \text{ m}^2 \times 0,100 \text{ m} \times 1000 \text{ l}}{5 \text{ d} \times 24 \text{ st.} \times 60 \text{ min.} \times 60 \text{ sek.}} = 2,31 \text{ sl/ha.}$$

Maskavas tīrīšanas laukos¹⁾ virszemes ūdens novadīšanas grāvjiem bij pieņemts šāds aprēķina veids. Pieņemts stiprs lietus 0,038 m stundā, no nokritušā lietus notek viena trešdaļa, un pieteces ilgums 4 reiz lielāks kā lietus ilgums. Pēc tāda aprēķina no 1 ha pietecēs sekundē: $0,038 \times \frac{1}{3} \times \frac{1}{4} \times \frac{1}{60 \times 60} \times 1000 \text{ l} \times 10.000 \text{ m}^2 = 8,8 \text{ sl/ha}$.

Šāds aprēķins tomēr ir dibināts uz patvaļīga pieņēmumu pamata.

Var iegūt pieturas punktu pieteces daudzuma aprēķināšanai, ņemot kalkulācijai par pamatu to pašu paņēmieni, ar kādu aprēķina kanalizācijas vadus. Pieņem zināmu lietus augstumu, resp. daudzumu, kas atkarīgs no lietus ilguma, stipruma un atkarītošanās perioda. Piem., pieņemsim 70 sl/ha stipru lietu, kas ilgst 30 min. Noteces koeficientu brīvam laukumam var pieņemt $L=0,10$, tā tad jānovada:

$$70 \times 0,10 = 7 \text{ sl/ha}$$

Grāvjus, kam jānovada lietus ūdens no maza laukuma, pieņemts aprēķināt tādām ūdens daudzumam. Pie noteces no lielāka laukuma vēl jāaprēķinās ar pieteces novilcināšanos, kas atkarīgas no laukuma veida, topografiskiem un saimnieciskiem izmantošanas (lauks, mežs) apstākļiem. Pieņemsim novilcināšanās aprēķinam parasto vienkāršo formulu:

$$\beta = \frac{1}{\sqrt[5]{A}} \quad (n=5 \text{ pie izstiepta laukuma ar vāju kritumu}), \text{ kur } A \text{ apzīmē}$$

nosusināmo laukumu (ha). Tad:

$$\text{pie } A=1 \text{ ha, } \beta = \frac{1}{\sqrt[5]{1}} = 1$$

$$\text{„ } A=100 \text{ ha, } \beta = \frac{1}{\sqrt[5]{100}} = 0,31.$$

Tā tad, ja nosusināmais laukums ir 100 ha, tad grāvja dzīvriezuma aprēķināšanai jāliek par pamatu:

$$Q_2 = 0,31 \times 7 = 2,17 \text{ vai apaļi } 2 \text{ sl/ha}$$

Tāds daudzums uzskatāms par pietiekamu lielumu virszemes ūdeņu pietecēi no lielāka laukuma, un tas pieņemams tādu grāvju aprēķināšanai, kas novada tikai lietus ūdeni. Bet tīrīšanas laukos, no kuriem brīva virszemes notece nav iespējama, grāvju lielums atkarīgs no gruntsūdens daudzuma, kas sastāv no iesūkušās zemē nokrišņu ūdens un no uzlaista notekūdens.

Grunts ūdens daudzuma noteikšanai no nokrišņu ūdeņiem būtu jāizdara pamatīga izpētīšana, kā to dara pie ūdens apgādes gruntsūdens iegūšanas pētījumiem. Ja tādas pētījumus neizdara, tad

1) Описание канализации г. Москвы. Т. II 1913, стр. 231.

dibinātu pieturas punktu ir maz, bet tādiem te arī nebūtu sevišķas nozīmes un var izpalīdzēties ar empīrisku ceļu. Daži autori Vācijā pieņem par pamatu gaŗu vasaras lietu, kas ilgst 24 st. ar stiprumu 4 mm stundā, tā tad pieņem lietus augstumu $24 \times 4 = 96$ mm diennaktī. Nokrišņu daudzums 24 st. tad būtu:

$$10.000 \text{ m}^2 \times 0,096 \text{ m} = 960 \text{ m}^3/\text{ha}.$$

Pieņemot, ka pa zemes virsu notek 40% un 60% izgaro un iesūcas zemē, tad grunts ūdeni varētu nonākt, gadījumā, ja izgarošana ir niecīga, ne vairāk par 60%, t. i. $960 \times 0,6 = 576 \text{ m}^3/\text{ha}$. Tālāk pieņem, ka šāds gruntsūdens daudzums būtu jānovada 7 d., tad pietece būtu:

$$Q^3 = \frac{576 \text{ m}^3 \times 1000 \text{ l}}{7 \times 24 \times 60 \times 60} = 0,95 \text{ vai apaļi } 1 \text{ sl/ha}.$$

Plāvās izgarošana ir lielāka, un te pieņemts 0,6 sl/ha.

Šādi kalkūlējot, gan nav ņemts vērā ieteices laukuma lielums un ar to sakarā stāvošs lietus izplatījums, bet tā kā pieņemts samērā mazs lietus (4 mm stundā), tad novērots, ka tāds lietus parasti pārklāj lielu rajonu.

M a s k a v ā tīrīšanas laukos grunts ūdens daudzumu no lietus ūdens autors aprēķināja ar sekojošu paņēmienu: Uz meteoroloģisku novērojumu pamata vislielākais mēneša nokrišņu daudzums bij $h_m = 120$ mm, un pieņemot, ka tas satek drenāžā 14 dienās, drenāžas caurteces daudzums būtu:

$$Q_4 = 0,120 \times \frac{10.000 \times 1000}{14 \times 24 \times 60 \times 60} = \text{apaļi } 1 \text{ sl/ha}.$$

Šādu kalkūlāciju pieņemamību pastiprinājuši daudz citu autoru novērojumi. Tā, piem., F r i d r i c h s savā «Kulturtechnischer Wasserbau» ieteic pieturēties pie šādiem daudzumiem:

- $Q = 0,65$ sl/ha — līdzenā vietā ar smagām un vidējām grunts īpašībām,
 $= 0,75$ „ — vietās ar daudz nokrišņiem un caurlaidīgu grunti,
 $= 1,00$ „ — pie ļoti caurlaidīgas grunts.

Tīrītā notekūdens daudzums, kas satek drenāžā, atkarīgs no lauka slodzes, t. i. uzlaistā notekūdens daudzuma. Viss uzlaistais ūdens daudzums drenāžā nenonāk, jo daļa izgaro tieši un daļu uzņem stādi. Daži autori ieteic pieņemt noteci uz drenāžu ar 50% no uzlaistā ūdens daudzuma. Tomēr labāki ir, un lauku ātrākai nosusināšanai tas atnes tikai zināmu rezervi, ja pieņem, ka lietainā un aukstā laikā izgarošana ir maza un stādi arī neuzņem ūdeni un ka viss uzlaistais ūdens nonāk drenāžā un pa to novadgrāvī. Pie intensīvas filtrācijas uz tīrīšanas laukiem var ik pa 3 dienām vienreiz uzlaist ūdeni daudzumā 0,10 m.

Jāpieņem tāds stāvoklis, lai lauks varētu 1 dienu apzūt, tā tad drenāžai un no tās novadgrāvjiem būtu jāuzņem ūdens 2 dienās, tad

$$Q_s = \frac{0,10 \times 10.000 \times 1000}{2 \times 24 \times 60 \times 60} = \text{apmēri 6 sl/ha.}$$

Grāvji, kas uzņem drenāžas ūdeni tikai no neliela, vienā laikā apūdeņota laukuma, jāaprēķina tādām daudzumam. Grāvjiem, kam jānovada drenāžas ūdens no lielāka laukuma, no lielākas lauku grupas, kas neuzņem slodzi vienā un tai pašā laikā, pietece jāaprēķina, izejot no vidējās lauka slodzes. Ja, piem., vidējā dienas slodze rēķināta ap 200 m³/ha, kāda slodze iespējama uz filtrācijas laukiem ar labiem grunts apstākļiem, tad

$$Q_c = \frac{200 \times 1000}{24 \times 60 \times 60} = 2,3 \text{ apmēri 2 sl/ha.}$$

Piemērs. Jānovada ūdens no 500 ha liela laukuma, ar 100 ha pļavu, 100 ha aļamzemes un 300 ha tīrīšanas lauku ar vieglu zemi, kas izmantojama filtrācijai bez stādu audzēšanas. No visa laukuma galvenā novadgrāvī satek:

no 100 ha aļamzemes lietus ūdens	100 × 2 sl = 200 sl.
„ 100 ha pļavu „ „	100 × 2 = 200 „
„ 100 ha aļamzemes grunts ūdens	100 × 1 = 100 „
„ 100 ha pļavu „ „	100 × 0,6 = 60 „
„ 300 ha filtrācijas laukiem lietus gruntsūdens	300 × 1 = 300 „
„ 300 ha tīrīta notekūdens	300 × 2 = 600 „
Kopā	1460 sl.
	= ap 1,5 m ³ /sek.

Ūdens ātrumam grāvjos ir savas maksimālās un minimālās robežas. Vismazākajam ātrumam vajag būt pietiekamam, lai smalkākās suspendētās vielas nenogultos, un tāds būtu 0,20 m/sek. Vislielākais ātrums pieļaujams tāds, pie kura grāvja nogāzes netiek noskalotas. Tas atkarīgas no grunts apstākļiem, un pie rupjas smilts ūdens ātrums grāvī var būt 1 m/sek. Maskavas tīrīšanas laukos pieņemts $V_{\max} = 0,9$ m, un ja vietas kritums lielāks, tad jāietaisa pārgāzes, ko parasti izveido no akmeņu klājuma uz fašīnām, iesitot arī šķēršām grāvīm rievsienu, vismaz pārgāzes augšā un apakšā. Zinot ūdens tecēšanas ātrumu, var aprēķināt vajadzīgo kritumu, kas lielākiem grāvjiem parasti ir $J = 0,001$ līdz 0,003. Ļoti līdzenā vietā dažreiz jāiztiek ar mazākiem kritumiem, pat ar $J = 0,0003$ un vēl mazāk. (Maskavā bij viens galvenais grāvis jāizbūvē ar kritumu 0,0001, upes ielejā, lai ūdens nebūtu jāpārpumpē.) Pie ļoti maziem kritumiem grāvju tīrturēšana apgrūtināta.

Ūdens līmenim grāvī jābūt 0,20—0,30 m zemākam par grunts ūdens līmeni, ja grāvis noder gruntsūdens tiešai nosusināšanai, vai tāpat 0,20—0,30 m zem drenu iztekas, ja lauks nosusināms ar dre-

nām. Ūdens dziļums grāvī tad jānosaka, ņemot vērā pēc iespējas izdevīgāko dzīvgriezuma veidu, kas parasti ir trapeza.

Grāvju vismazākais dibens platums nosakāms ar tādu ziņu, lai grāvi rokot un tīrot būtu pietiekams platums rīcībai ar parasto lāpstu. Tā tad vismazāko platumu varētu noteikt ar 0,3—0,4 m. Dibens platums vispārīgi atkarājas no dzīvgriezuma lieluma un veida, un tas aprēķināms ar ūdens daudzumu un tecēšanas ātrumu. Nogāzes leņķis trapezveidīgā šķērsgriezumā atkarīgs no grunts īpašībām. Mēdz pieņemt sekojošus nogāzes lielumus:

mālam un glūdai — . . .	1:1¼ (1 — vert. un ¼ horiz.)
cietai mālainai smiltij — . . .	1:1½
smiltij —	1:2
vaļējai smiltij —	1:2½ līdz 1:3

Tīrīšanas lauku apstākļus var raksturot šādi: Ja grunts ir slikta, ūdens var sūkties cauri nogāzei, un grāvis atrodas vaļējā smiltī, tad nogāzes ir jānostiprina. To ievērojot, pieņem dziļiem grāvjiem nogāzes 1:1½ visos gadījumos, izņemot kādus sekus grāvjus, kad nogāze var būt 1:1. Augstās nogāzes pārtrauc pēc vajadzības ar 0,40—0,60 m platām bermām (156. zīm.).

Grāvju dzīvgriezuma aprēķins. Aprēķinam var lietot kādu no pazīstamām hidrauliskām formulām¹⁾. Var, piem., lietot mazo Kutera formulu: $v = \frac{100 \cdot \sqrt{R}}{m + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R} \cdot \sqrt{J}$. Koeficientu m var pieņemt tīriem, labi turētiem grāvjiem = 1,5, kamēr stipri aizaugošiem jāņem $m = 2,5$.

Apzīmēsim ar (155. zīm.):

Q — ūdens daudzumu — m³/sek.,
 v — ātrumu m/sek.,

tad dzīvgriezums ir $F = \frac{Q}{v}$.

h_3 — ūdens dziļums grāvī — m,
 h_2 — viss grāvja dziļums — m,
 h_1 — grāvja dziļums virs ūdens — m,
 a — nogāzes leņķis ar horizontu,
 a — grāvja dibens platums,
 a_1 — grāvja virsas platums.

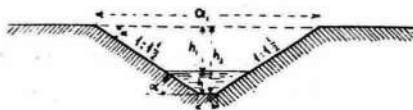
¹⁾ Autora «Ūdens apgāde» 570. lpp.

Tad:

$$F_3 = h_3(a + h_3 \cotg \alpha) \text{ — dzīvgriezums,}$$

$$U_3 = a + \frac{2h_3}{\sin \alpha} \text{ — apslāpināts perimetrs,}$$

$$R = \frac{F}{U} \text{ — hidraulisks dziļums.}$$



155 zīm. Grāvja šķērsriezuma tips.

No nolidzinājuma F_3 varam atvasināt:

$$h_3 = \frac{1}{2 \cos \alpha} \cdot \left(-a \pm \sqrt{4F_3 \cos \alpha + a^2} \right).$$

Dots ir Q , tā tad, aprēķinām pieņemot J , var dabūt v un F , bet pieņemot v , var aprēķināt F un J .

Piemērs: $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{sek.}$ 1) Pieņemot $v = 0,5 \text{ m/sek.}$, $F = \frac{1,5}{0,5} = 3 \text{ m}^2$. Jāatrod J .

Pieņemot $a = 1,5$ un $\cotg \alpha = 1,5$, t. i. $\alpha = 33^\circ 41' 25''$, dabū $\sin \alpha = 0,555$. Tad

$$h = \frac{1}{2 \times 1,5} \left(-1,5 \pm \sqrt{4 \times 3 \times 1,5 + 1,5^2} \right) = 1,0 \text{ m}$$

$$\text{un } U = 1,5 + \frac{2 \times 1,0}{0,555} = 5,0 \text{ m, } R = \frac{3,0}{5,0} = 0,6 \text{ m un } \sqrt{R} = 0,77.$$

Ar Kutera formulu dabūjam:

$$v = \frac{100 \times 0,77}{1,5 + 0,77} \cdot 0,77 \cdot \sqrt{J} = 26,4 \cdot \sqrt{J} = 0,5,$$

$$\text{tā tad } \sqrt{J} = \frac{0,5}{26,4} = 0,019 \text{ un } J = 0,00036.$$

2) Ja pieturoties vietējiem kritumiem dots ir J , tad jāaprēķina v sekojošā ceļā: piem., $J = 0,0006$ un jānovada $Q = 1,5 \text{ m}^3/\text{sek.}$ Tad $\sqrt{J} = 0,0245$, un ar pirmā piemēra skaitļiem, kas izvesti ar $v = 0,5 \text{ m}$; dabūjam $v = 26,4 \sqrt{J} = 26,4 \times 0,0245 = 0,65 \text{ m}$.

Tā kā šis v lielums atšķiras no augšā pieņemtā $0,5$, tad viss rēķins jāatkārto ar $v = 0,65$.

$$\text{Tādā kārtā: } F = \frac{1,5}{0,65} = 2,3 \text{ m}^2, h = \frac{1}{2 \times 1,5} \left(-1,5 \pm \sqrt{4 \times 2,3 \times 1,5 + 1,5^2} \right) = 0,82$$

$$\text{un } U = 1,5 + \frac{2 \times 0,82}{0,555} = 1,5 + 3,0 = 4,5 \text{ m.}$$

$$R = \frac{2,3}{4,5} = 0,51 \text{ un } \sqrt{R} = 0,714.$$

Tad pēc Kutera formulas:

$$v = \frac{100 \times 0,714}{1,5 + 0,714} \times 0,0245 = 0,56 \text{ m.}$$

Dabūtais v — atšķiras no izejas $v=0,65$ un tamdēļ atkārtosim vēlreiz rēķinu ar $v=0,6$. Tad:

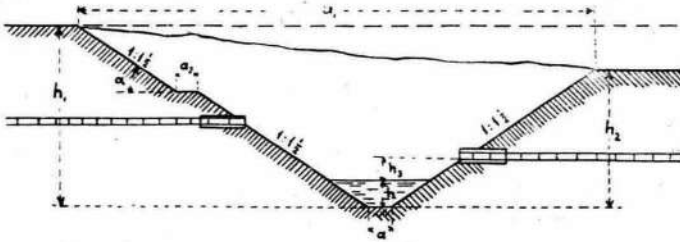
$$F = \frac{1,5}{0,6} = 2,5 \text{ m}^2, \quad h = \frac{1}{2 \times 1,5} \left(-1,5 \pm \sqrt{4 \times 2,5 \times 1,5 + 2,25} \right) = 0,9 \text{ m,}$$

$$U = 1,5 + \frac{2 \times 0,9}{0,555} = 4,7; \quad R = \frac{2,5}{4,7} = 0,53 \text{ un } \sqrt{R} = 0,728$$

$$\text{un } v = \frac{100 \times 0,728}{1,5 + 0,728} \times 0,0245 = 0,58 \text{ m.}$$

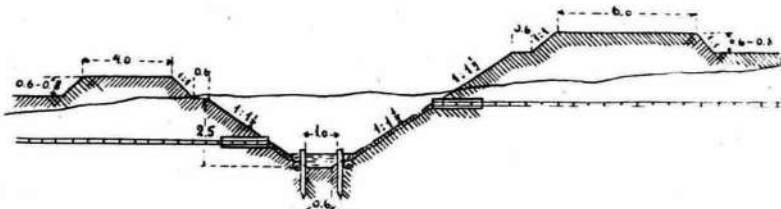
Tā kā 0,58 m maz atšķiras no izejas veidā pieņemtā 0,6, tad var palikt pie $v=0,6$ m.

Tā tad grāvim, kam jānovada $Q=1,5 \text{ m}^3/\text{sek.}$ un kas izbūvējams ar kritumu $J=0,0006$, būs tecēšanas ātrums $v=0,6$ m, un dzīvgriezuma dimensijas $a=1,5$ m, $h=0,9$ un $F=2,5 \text{ m}^2$.



156. zīm. Grāvja šķērsgriezums nelīdzenā vietā.

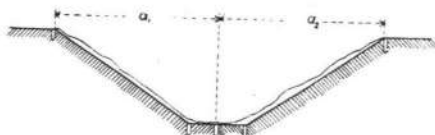
Ar uzrādītiem paņēmieniem aprēķina grāvju dzīvgriezumu. Viss grāvju šķērsgriezums atkarājas no grāvja uzdevumiem, un uz tīrīšanas laukiem, kad grāvjiem jāuzņem un jānovada drenāžas ūdens (156. un 157. zīm.), viss grāvja dziļums atkarīgi no topografiskiem apstākļiem var būt 3—5 un vairāk metru, pat līdz 18 m (Berlīnē).



157. zīm. Grāvja tips Maskavas tīrīšanas laukos.

Projektētais grāvis jānosprauž dabā, ko izdara parastā kārtā ar mietiņiem, nospraužot kā ass virzienu, tā arī platumu abās pusēs no ass. Ar niveliera palīdzību uz šķērsām grāvim piestiprinātām vizīrlatām apzīmē grāvja dibens atzīmi, un grāvi rokot jābūt iespējai ietu-

rēt pareizu virzienu un dziļumu, kā arī prasīto nogāžu leņķi. Grāvjus rokot nogāzes nenorok galīgā veidā, bet atstāj nogāzi nedaudz nenoraktu, lai vēlāk, kad grāvis izrakts līdz dibenam, to varētu norakt un nolidzināt pēc šablona (158. zīm.). Ja nogāze norakta dziļāk kā vajadzīgs, rodas grūtības uzbērti zemi nostiprināt pret nobrukšanu.



158. zīm. Grāvja rakšana.

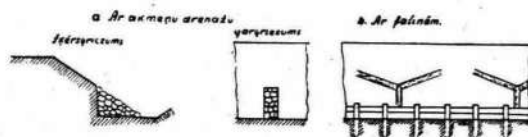
Grāvju rakšana. Grāvju rakšanu izdara ar parastiem rokamiem instrumentiem. Ja rok ar rokas lāpstām, izrakto zemi no neliela augstuma un platuma var izsviest ar rokām, bet no lielāka dziļuma jāizved ar ķerrām vai ar zirgu aizjūgiem. Zemes novietošana jāietur stingri pēc tā, kā tas projektā paredzēts. No izraktās zemes uzber ceļus, vaļņus, vai zemi novieto uz laukuma zemām vietām.

Ūdeņainā un purvainā zemē grāvju rakšana ir grūta, un, lai darbu atvieglotu, vajadzīgs pakāpeniski pazemināt gruntsūdens līmeni. Nonākot līdz gruntsūdenim, papriekš izrok nelielu grāvīti, ar ko novada gruntsūdeni; cik ar to tad izdevies zemi nosusināt, tikdaudz norok dziļāk. Tā turpinot, pakāpeniski grāvi izrok apmēram līdz projektētam dziļumam un apmēram vajadzīgā platumā ar negatīvām nogāzēm. Pēc tam tikai nolīdzina zemi no nogāzēm, lietojot šablonus. Galīgā veidā nogāzēm vajag būt pilnīgi līdzenām, un dibenam jāatbilst pilnīgi projektētām atzīmēm.

Rakšanas mehānizācijas mērķis būtu — samazināt darba spēku un paātrināt darbu, tai pašā laikā arī palētinot darbu. Grāvju rakšanai attiecīgās firmas ieteikušas dažādas mašīnas. Ir mašīnas, kas, vilktas ar traktoru, ēveļveidīgi norok zemi un paceļ to elevātorveidīgi, lai izbērtu vai nu uz grāvja malām, ceļu uzbēršanai, vai vagonetēs, aizvešanai uz citu uzbēruma vietu. Mazākiem un sekliem grāvjiem var nodevēt mašīnas, kas negatīvā veidā izrok gandrīz visu grāvja profilu. Tomēr mašīnu lietošana atmaksājas tikai pie lielākiem darbiem, jo to iegūšana maksā diezgan dārgi un arī darba iekārtošana prasa sevišķu uzmanību, lai sasniegtu saimnieciski pieņemamu panākumu.

Tīrīšanas laukos, kur zeme pa lielākai daļai piesātināta ar ūdeni, nogāzēs apdraudēta izskalošana, un it sevišķi apakšējā daļā pie dibena. Pirmā kārtā tā tad jānostiprina šī vieta. To izdara, noliekot abās pusēs aiz iesīstiem ap 1 m attālumā mietiem 2—3 rindas fašīnu (157. zīm.), no kuņģam pašu apakšējo ieliek kādus 6—10 cm dziļāk par grāvja dibenu. Mietus vislabāk taista no kārkliem vai vītoliem, kas ar laiku iesakņojas un tā vēl labāk nodrošina nostiprinājumu. Arī nogāzes laukums vājā gruntī

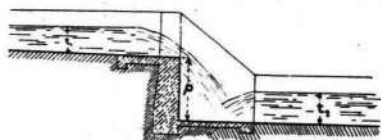
jānostiprina (159. zīm.). Ja no nogāzes iztek ūdens avota veidā, tad noder akmeņu drenāža (159.a zīm.). Ja no nogāzes sūcas ūdens un tā stāv slapja, tad noder uzlikt slīpi fašīnas (159.b zīm.), kas var būt arī pārklātas no velēnām un pievienotas dibens fašīnām. Var visu nogāzi nostiprināt ar kārkļu apstādījumiem. Protams, ka mērķi sasniedz arī ar akmeņu bruģi, pildot akmeņu starpas ar sūnām, bet tāds nostiprinājums ir dārgs. Ar velēnām var nostiprināt tikai sausas nogāzes, jo uz slapjām no-



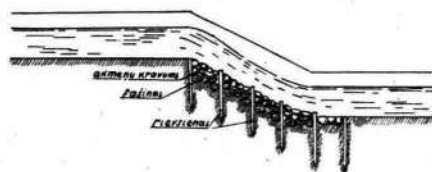
159. zīm. Nogāžu nostiprināšana.

gāzēm zem gruntsūdens spiediena velēnas noslidētu no nogāzes. Ja grunts uz nogāzēm ir ļoti vaļīga, velēnu segu noklāj bez pārtraukuma, liekot velēnas plakaniski cieši kopā. Pie stiprākas grunts var noklājumu taisīt sloksnēs, krusteniski.

Pārgāzes, kā jau minēts (284. lpp.), vajadzīgas, ja kritums citādi būtu lielāks nekā vislielākais ātrums to pieļauj. Pāreja no augstākā līmeņa uz zemāko var būt vai nu istā pārgāze, ar stāvu sienu (160. zīm.), vai paātrināta pārtece, likvidējot līmeņu starpību ar pakāpenisku pārteci (161. zīm.). Stāvās pārgāzēs siena var būt vai nu vertikāla, vai slīpa, vai izliekta, taisīta vai no koka, vai ķieģeļu mūra, vai betona. Pakāpe-



160. zīm. Vertikāla pārgāze.



161. zīm. Pakāpeniska pārgāze.

niskā pārgāze ir izliekta rene, ar divējādu dibens izliekumu, un var būt tā aprēķināta un konstruēta, ka ūdens var pārtecēt, nedaudz grozot savu pārteces ātrumu. Tādu pārgāzi var arī izveidot no mūra, bet lētāk to var iztaisīt no fašīnu klāja starp mietiem un ar akmeņu uzkrāvēni (161. zīm.). Noder arī, vismaz pārgāzes sākumā un beigās, kā jau minēts, iesist rievienas no plankām, kas arī aizkavēs dibena izskalošanu. Protams, ka pārgāzes konstrukcijā bez dibens nostiprināšanas attiecīgi jānostiprina arī grāvja malas vismaz līdz visaugstākam ūdens līmenim, lai aizsargātu nogāzes no izskalošanas.

Satiksmei pāri par grāvjiem jāietaisa parastas konstrukcijas tilti: koka, betona, dzelzsbetona vai mūra. Maskavas tirīšanas laukos tiltus taisīja koka virsbūves uz dzelzs sijām un mūrētiem balstiem. Ņemot vērā, ka grāvja dzīvgriezums ir daudz mazāks kā viss grāvja šķērsriezums, var daudz vietās, sevišķi pāri grāvjiem, kas novada tikai drenāžas ūdeni, iztikt ar betona vai pat lielāku māla cauruļu caurlaidēm. Ar to izvairās no lielām nogāzēm zem tiltiem, kas tur mazāk aizsargātas pret bojājumiem.

2. Drenāža. Drenāžai vai apakšzemes nosusināšanas metodei tirīšanas laukos ir divējāda nozīme: a) uzņemt un novadīt kā dabisko gruntsūdeni, tā arī tīrīto notekūdeni, un b) atvieglināt grunts vēdināšanu, t. i. piesātināšanu ar gaisa skābekli. Lauksaimniecībā izmantotiem laukiem drenāža jau pazīstama no veciem laikiem, un zināms, ka jau romieši lietoja apakšzemes nosusināšanas ietaises, kas bij taisītas no akmeņiem, fašīnām un t. l. materiāliem. Jaunākajā laikā drenāža bij labi pazīstama jau sen Anglijā un no turienes pārnāca uz Eiropas cietzemi 17. gadsimtenī. Arī pats nosaukums ir cēlies no angļu valodas: «to drain» (izvilkt, nosusināt). Tagad pazīstamais drenāžas veids, ar drenāžas caurulēm, attīstījās pēc cauruļu preses izgudrošanas (1844. g.).

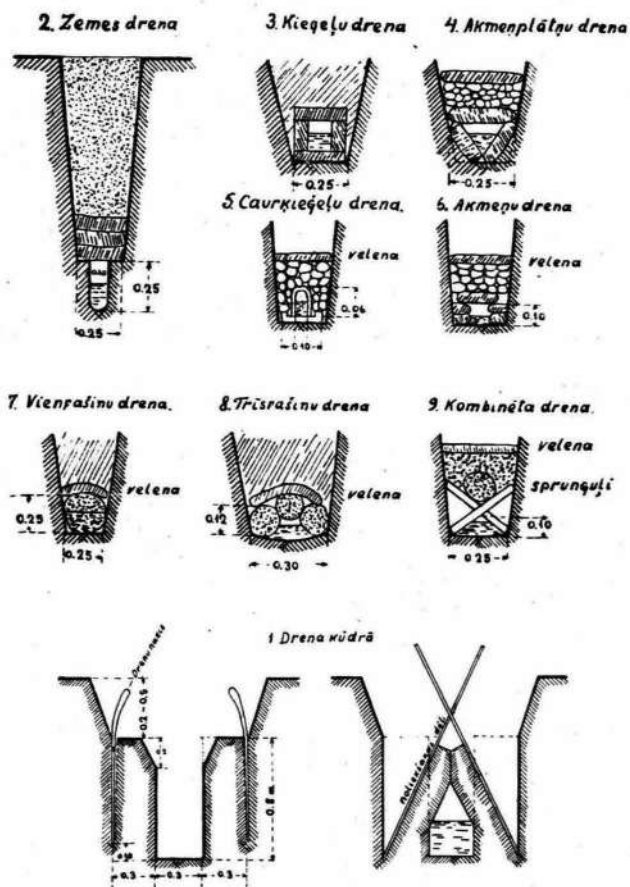
Lauku drenāžas ietaisei lietoti dažādi materiāli. Visvienkāršākais veids ir zemes drenas (162. zīm.), pie kam izrakta grāvja dibenā ietaisa ar sevišķu drenāžas lāpstu reni, kādu 0,25 m dziļu un 0,10 m platu, ko no virsas pārsedz ar zemes plāceni. Tādas zemes drenas, kurmju alu veidā, var ietaisīt ar sevišķiem drenu arkliem, piem., Fovlera (162.a zīm.). Zemes drenas ir nepilnīgas, un ja zeme samirkst, drenas var aizkrist. Īstenībā tās varētu ietaisīt tikai kūdras zemē, un arī māla zemē tās ir neuzticamas.

Kūdras drenas var arī taisīt citādi (162. zīm.). Izrok vispirms plašāku grāvi, 0,9 m platu un 0,2—0,5 m dziļu; tad dziļāk rok šaurāku, 0,3 m platu un 0,8 m dziļu ar vertikālām, virsējā daļā slīpi nogrieztām malām. Tad atšķir ar sevišķu lāpstu, t. s. drenas nazi, katrā pusē 0,3 m platu strēmeli, un tās virsu kopā saliecot izveido apakšzemes kanāli. Tāda drena ir lēta, bet tā iespējama tikai sīkstā kūdrā.

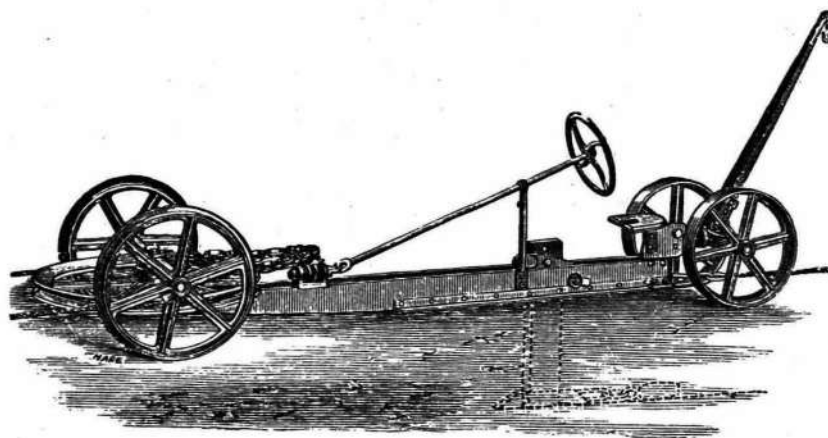
Taisa drenāžu arī no dažādiem citiem materiāliem, atkarīgi no tā, kādi ir vieglāk un lētāk iegūstami. Lietoti dažādi sakrauti akmeņi (162. 4, 6 zīm.) vai ķieģeļi, parastie (3) vai pusapaļas caurules veidojumā (5). Lietotas arī koka latas vai žagari, vai fašīnas, ko vēl no virsas pārliet ar velēnām, lai ūdens neieskalotu smiltis (4—9).

Drenāžas caurules izgatavo no māla, un tās ir stipri apdezinātas, bez glazūras, 0,30—0,33 m garas, bez uznavām un bez kādiem caurumiem. Izmēģinātas cementa caurules, bet ar tām vēl nav pietiekami piedzīvojumi, jo pie zināma ūdens sastāva un zināmā gruntī tās var tikt saēstas.

Neiedziļinoties cauruļu fabrikācijā, varētu par to tikai garām ejot minēt, ka māla drenāžas caurules izgatavo vai nu sevišķas cauruļu fabrikas, vai arī parastās ķieģeļu fabrikas. Cauruļu izgatavošanai noder tāds pats

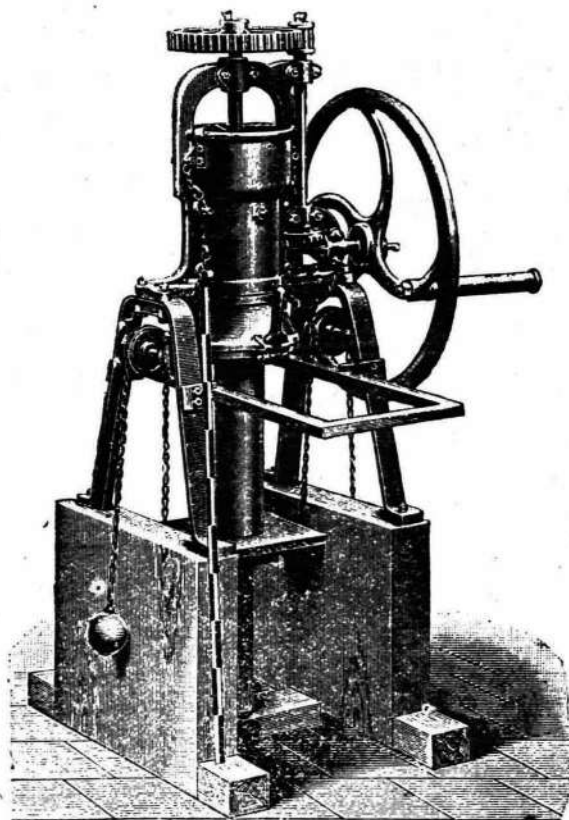


162. zīm. Dažādu materiālu drenas.



162.a zīm. Fovlera drenu arkls.

māls, kādu lieto ķieģeļu izgatavošanai, un tas nedrīkst saturēt kaļķi. Mālu sagatavo rudenī, ļauj tam labi izsilt, tad, stājoties pie cauruļu izveidošanas, mālu rūpīgi atmērcē un labi izmīca, to izdarot ar mašīnām. Ja māls ļoti trekns, tam piejauc smilti, jo ļoti trekns māls dedzinot dotu plaisas. Tā sagatavotais māls nu nāk cauruļu presē, ko izdomājis angļu inženieris Whitehead's (163. zīm.). No horizontālas vai vertikālas preses



163. zīm. Drencauruļu prese.

iznākošās caurules automatiski nogriež vajadzīgā gaļumā, un tās jau ir vajadzīgā diametra un sienu biezuma. Pēdējo netaisa mazāku par 10 mm vismazākam diametram. Tad caurules žāvē zem jumta, lai tās, ātri žūstot, saulē nesaliekotos un nesaplaisātu, un izžāvētas caurules tad nāk ceplī vai parastajā ķieģeļu ceplī, starp iekrautiem ķieģeļiem, vai labāk sevišķi tam mērķim izbūvētās krāsnīs.

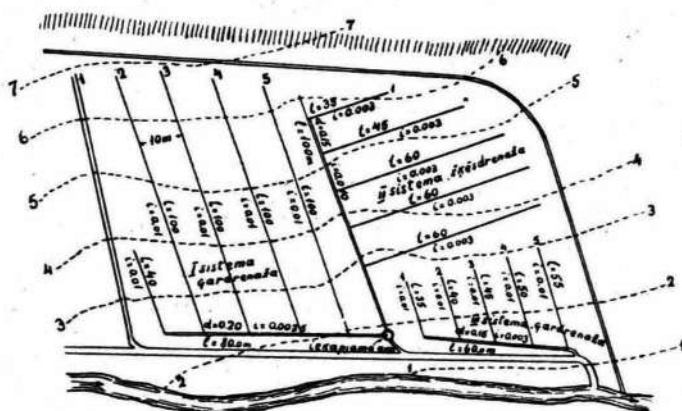
Pazīme, ka caurules labi izdedzinātas, ir tā, ja piesitot vienu pie otras dzird tīru skaņu, kas neizzūd arī tad, ja caurules gulējušas ilgāku laiku ūdenī. Caurulēm jābūt taisnām, bet pieļaujams neliels izlie-

kums. Galiem jābūt gludiem un perpendikulāriem uz gaļasi. Cauruļu iekšpusei jābūt gludai, jo grumbuļaina iekšpuse veicinātu nogulšņu sastāšanos. Cauruļu masa nedrīkst būt par daudz poraina, un 12 stundas turot ūdenī nedrīkst uzņemt ūdens vairāk par 15% no svara. Slāpjas caurules, izliktas salā, nedrīkst plaisāt, sasprēgāt vai slāpoties. Visus cauruļu izmērus dedzinot grūti uzturēt, un tamdēļ pieļaujama neliela tolerance.

Drencauruļu diametrus tīrīšanas laukos pieņem ne mazākus par 50—75 mm (Maskavas tīrīšanas laukos pieņemts diametrs 75 mm (3")). Tīrīšanas laukos lieto tikai viena diametra drenu

caurules, bet kolektoros taisa no glazētām māla kanalizācijas caurulēm. Parastai lauku drenāžai lieto dažādus diametrus: 40, 50, 65, 75, 100, 130, 160, 180 un 200 mm, lietojot arī kolektoriem attiecīga diametra drencaurules. Lauku drenāžai gan ņem aiz taupības caurules 40 mm diametrā, bet tādas ātri piesērē un pieaug ar sērbaktērijām, un tādēļ nav ieteicams arī parastai lauku drenāžai lietot caurules ar mazāku diametru par 50 mm.

Drenāžas sistēmas. Kopību no vienā linijā zemē noliktām drencaurulēm sauc par drenu, un vairāk drenu kopā iztaisa drenāžas sistēmu, ar vienu kopīgu krājvadu vai kolektoru. Arī vairāk sistēmas var apvienoties kopīgā iztecē vaļējā grāvī vai kādā dabiskā ūdens tvertnē (164. zīm.). Drenas var izlaist arī tieši novadgrāvī, nepievienojot kolektoram. Tāds paņēmieni tīrīšanas laukos sevišķi vēlamā, jo var viegli pārbaudīt katras drenas darbību, novērojot ūdens izteces intensitāti.

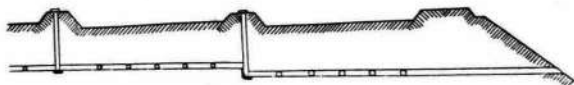


164. zīm. Drenāžas sistēmas plānā.

Drenu virziens uz lauka var būt vai nu šķērsām pār gruntsūdens tecēšanas virzienu, tad tās ir šķērsdrenas, vai pieturoties gruntsūdens tecēšanas virzienam, tad tās ir garðrenas. Pirmajā gadījumā kolektori šķēršo hizohipses, otrā gadījumā tie iet izohipsu virzienā. Katrā sistēmā drenas liek pēc iespējas paralēli un vienādā attālumā.

Kā vienas un otras drenāžas sistēmas labumi un ļaunumi minami sekojošie: šķērsdrenu sistēmā kolektori nāk vislielākā krituma virzienā, tā tad būs ar lielāku ātrumu, retāk piesērēs un arī diametrs būs mazāks. Drenu nosusināšanas spēja šķērsdrenāžas sistēmā ir lielāka, jo gruntsūdens nevar paiet garām drenai, kā tas var būt garðrenāžas sistēmā, kad ūdens starp 2 drenām var paiet garām un neienākt drenā. Aiz tā iemesla

šķērsdrenāžā attālums starp drenām var būt lielāks kā garšdrenāžas sistēmā. Šķērsdrenām to varētu uzskatīt par minusu, ka to kritums jāietur vismazākais, tā tad darbs jāizpilda rūpīgāk, un arī piesērēšana var notikt ātrāk. Tīrīšanas laukos, kad gabali ir ar horizontālu virsu, drenāžas sistēmas izvēlei nav liela nozīmē, un te jācenšas tikai panākt vienmērīgāku nosusināšanu, drenas liekot pēc iespējas vienādā līmenī. Kolektori tā tad būs jāliek ar vismazāko kritumu, un ja lauks iekārtots terasēm, divu gabalu kolektori jāsavieno ar pārgāzi (165. zīm.).

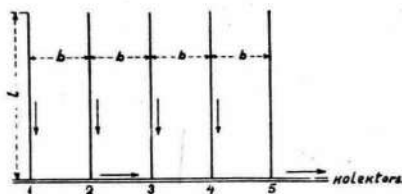


165. zīm. Kolektora gargriezums.

Drenāžas aprēķini. Ūdens daudzums, kas satek drenās, jau noskaidrots kopā ar grāvju aprēķināšanu (281. lpp.). Lietus gruntsūdens rēķināms ar 1 sl/ha un notekūdens drenāžas ūdens ar 6 sl/ha, tā tad kopā 7 sl/ha. Apzīmējot (166. zīm.) ar b — atstatumu starp 2 drenām — m, l — drenas gaļumu — m, tad ūdens daudzums q , kas pietiek vienai drenai, izteicams ar formulu:

$$q = 7 \cdot \frac{b \cdot l}{10.000} \text{ sl.}$$

Drenvadu diametra aprēķināšanai lietotas dažādas formulas, kuŗu starpā ir arī parastās cauruļu aprēķināšanai lietotās formulas.



166. zīm. Drenu aprēķinam.

Formulu izvēloties, jāņem vērā grūtības tecēšanas noteikumos, jo tie te ir citādi kā citiem vadiem. Ja caurule tek pilna, tad tomēr tā nevar uzņemt nekādu iekšēju spiedienu, jo sadersmes nav noblīvētas, bet ir vaļā. Nepilnā caurulē tecēšanas apstākļi arī ir citādi kā citiem vadiem: vispirms jau iekšpuse nav tik gluda kā, piem., glazētām māla caurulēm. Tālāk tecē-

šanas apstākļus ietekmē tas, ka ik pa 0,30 m ir vaļējā šuva, kas rada zināmu berzes pretestību un caur kuŗu ietek jauna ūdens porcija, kas sacel zināmu kustības pretestību. Drenāžas caurules noliekot arī neievēro to rūpību, ar kādu liek kanalizācijas vadus, un vadi iznāk mazāk līdzieni. Viss tas norāda uz grūtībām formulu uzstādīšanā, un ar to izskaidrojams, ka visām lietotām formulām piemīt tā nepilnība, ka tās nav pamatotas uz pietiekamiem novērojumiem un pētījumiem par drenvadu darbību patie-

šos praktiskos apstākļos. Tomēr drenvadi ir jāaprēķina, un daudzas no minētajām formulām dod arī labus rezultātus.

Pazīstamais kultūrinženieris Vincents lietoja jau 1854. g. sekojošu formulu:

$$v = 3,59 \cdot k \cdot \sqrt{\frac{50 \cdot d \cdot h}{1 + 50 d}}$$

pieņemot k atkarīgu no d:

d=2" (5,2 cm)	3" (7,8 cm)	4" (10,4)	5" (13,0 cm)	6" (15,6 cm)
k= $\frac{3}{4}$ =0,75	$\frac{4}{5}$ =0,80	$\frac{5}{6}$ =0,83	$\frac{6}{7}$ =0,86	$\frac{7}{8}$ =0,875

Formulas veids vēlākos laikos ir arī grozīts.

Pārbaudot Vincenta formulu ar kādiem 22 izmēģinājumiem, bet tikai 7,5 m garā drenāžas vadā, Mellendorfs (Möllendorf) uzstādīja formulu (1855. g.):

$$v = 3,59 \sqrt{\frac{46,5 \cdot d \cdot h}{1 + 46,5 \cdot d}}$$

No Vincenta formulas atvasina savu formulu arī Gerharts šādā domu gājienā:

$$v = 3,59 \cdot k_1 \cdot \sqrt{\frac{50 dh}{1 + 50 \cdot d}} = 3,59 \cdot k_1 \sqrt{\frac{50 \cdot d \cdot \frac{h}{l}}{1 + 50 \cdot \frac{h}{l}}}$$

Atmetot saucēju (apakšējo izteiksmi) kā ļoti maz atšķirīgu no 1, formulu var tā rakstīt:

$$V = 3,59 \cdot k_1 \cdot \sqrt{50} \cdot \sqrt{d \cdot J}$$

Absolūti skaitļi $3,59 \cdot \sqrt{50}$ = ap 25, un apzīmējot izteiksmi $25 \cdot k_1$ ar c, tad t. s. Gerharta formula ir:

$$v = c \sqrt{d \cdot J},$$

kur c = ap $25 \cdot k_1$ un k_1 atkarīgs no d un izteikts ar sekojošiem skaitļiem:

d = 3	5	8	10	13	16	20 cm
$k_1 = 0,61$	0,71	0,80	0,84	0,87	0,89	0,90

Tā tad:

c = 15	18	20	21	21,8	22,3	22,5.
--------	----	----	----	------	------	-------

Gieseler's pieņem konstantu c savā formulā:

$$v = 20 \sqrt{d \cdot J} = 20 \cdot \sqrt{d \cdot \frac{h}{l}}$$

Lietota arī mazā Kutera formula:

$$v = \frac{50 \sqrt{d}}{2 \cdot b + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{d \cdot J} = c \sqrt{d J},$$

pie kam b jāņem $=0,35$.

Tāpat var lietot arī Manninga formulu

$$v = \frac{1}{0,015} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}.$$

Pie $R = \frac{d}{4}$, formula ir: $v = 25 d^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$.

Pieņemot visas minētās formulas pie veida $v = c \sqrt{d \cdot J}$, var iegūt salīdzināmus datus (30. tab.). Kā no tabulas redzams, pie lielākiem d gandrīz pēc visām formulām $c=20$, bet pie maziem d starpība ir ievērojama, sevišķi pēc Kutera formulas. Tomēr jāatzīst, ka Kutera formula dod drošākus rezultātus, kas jāsaņem it īpaši par tīrīšanas laukiem, kur drenāžā ienāk arī nepilnīgi tīrs ūdens un caurules pieaug sevišķi ar sērbaktērijām. To ievērojot, drenāžu tīrīšanas laukos ieteicamāk aprēķināt ar Kutera formulu, pieņemot $b=0,35$, tāpat kā kanalizācijas vadiem. Autors šo formulu lietoja Maskavas tīrīšanas laukos, un daudzgadīgie novērojumi to pilnīgi attaisnojuši. Arī Manninga formula dod labus rezultātus un to varētu arī lietot tīrīšanas laukos. Praktiskai lietošanai kā Kutera, tā Manninga formulām sastādītas tabulas (31. un 32. tab.). Var sastādīt arī nomogrammas.

30. tabula.

Drenvadu aprēķināšanas formulu salīdzinājums.

	$d = \text{mm}$	40	50	65	80	100	130	160
Pēc Gislera	$c =$	20	20	20	20	20	20	20
„ Vincenta	$c =$	18,2	19,0	19,9	20,5	21,2	21,8	22,3
„ Gerharta	$c =$	17,2	18,2	19,3	20,5	21,4	22,3	22,7
„ Kutera ar	$b = 0,25$	14,4	15,5	17,0	18,2	19,4	20,9	22,3
„ „	$b = 0,35$	11,1	12,0	13,1	14,5	15,6	16,9	18,2
„ Manninga	$n = 0,015$	15,5	16,1	16,8	17,4	18,5	18,9	19,5

Mazākais un lielākais ātrums drenados. Mazākajam ātrumam drenados vajag būt pietiekamam, lai līdz ar ūdeni ieskalotās smiltis vai citas zemes daļiņas nenogultos, bet paliktu kustībā. Uz dažādu pētījumu un novērojumu pamata pieņem kā tādu vismazāko ātrumu $V_{\min} = 0,20$ m/sek. No 31. tab. redzams, ka attiecīgie vismazākie kritumi tad ir

ar $d = 5,0$ cm $J_{\min} = 0,005$

„ $d = 7,5$ cm $J_{\min} = 0,0025$.

31. tabula.

Drenāžas cauruļu un kolektoru aprēķini ar Kutera formulu.

v — vidējs ātrums (metros) = $\frac{50 \cdot d}{0,70 + \sqrt{d}} \cdot \sqrt{J}$. Vidējs caurteces daudzums Q — litros = $f \cdot v$.

J — kritums; F — nosusināms laukums — (hektaros) = $0,15 Q$.

d — vadu diametrs (centimetros), f — vadu dzīvgriezums (kv. metros).

J	\sqrt{J}	$d = 5,0 \text{ cm}$			$d = 7,5 \text{ cm}$			$d = 15 \text{ cm}$			$d = 20 \text{ cm}$		
		$f = 0,00196 \text{ m}^2$			$f = 0,00442 \text{ m}^2$			$f = 0,0177 \text{ m}^2$			$f = 0,0314$		
		$\sqrt{d} = 0,224 \text{ m},$ $50 d = 2,5 \text{ m}$ $0,70 + \sqrt{d} = 0,924;$ $\frac{50 d}{0,70 + \sqrt{d}} = 2,71$			$\sqrt{d} = 0,274 \text{ m};$ $50 d = 3,75 \text{ m}$ $0,70 + \sqrt{d} = 0,974;$ $\frac{50 d}{0,70 + \sqrt{d}} = 3,85$			$\sqrt{d} = 0,387;$ $50 d = 7,5 \text{ m}$ $0,70 + \sqrt{d} = 1,087;$ $\frac{50 d}{0,70 + \sqrt{d}} = 6,90$			$\sqrt{d} = 0,447;$ $50 d = 10,0 \text{ m}$ $0,70 + \sqrt{d} = 1,147;$ $\frac{50 d}{0,70 + \sqrt{d}} = 8,72$		
v	Q	F	v	Q	F	v	Q	F	v	Q	F		
m	l	ha	m	l	ha	m	l	ha	m	l	ha		
0,0008	0,0283	0,076	0,149	0,022	0,109	0,482	0,072	0,195	3,45	0,518	0,247	7,76	1,164
0,0010	0,0316	0,086	0,169	0,025	0,122	0,539	0,081	0,218	3,86	0,579	0,276	8,67	1,301
0,0015	0,0387	0,105	0,205	0,031	0,149	0,659	0,09	0,267	4,73	0,710	0,337	10,6	1,590
0,0020	0,0447	0,121	0,237	0,036	0,172	0,760	0,114	0,308	5,45	0,818	0,390	12,2	1,830
0,0025	0,05	0,136	0,267	0,040	0,193	0,853	0,128	0,345	6,11	0,917	0,436	13,7	2,055
0,0030	0,0548	0,149	0,292	0,044	0,211	0,933	0,140	0,378	6,69	1,004	0,478	15,0	2,250
0,0035	0,0592	0,160	0,314	0,047	0,228	1,01	0,152	0,408	7,22	1,083	0,516	16,2	2,430
0,0040	0,0632	0,171	0,335	0,051	0,243	1,07	0,161	0,436	7,72	1,158	0,551	17,3	2,595
0,0045	0,0671	0,182	0,356	0,054	0,258	1,14	0,171	0,463	8,20	1,230	0,585	18,4	2,760
0,005	0,0707	0,192	0,376	0,056	0,272	1,20	0,180	0,488	8,64	1,296	0,617	19,4	2,910
0,006	0,0775	0,210	0,412	0,062	0,298	1,32	0,198	0,535	9,47	1,421	0,676	21,2	3,180
0,007	0,0837	0,227	0,445	0,067	0,322	1,42	0,213	0,578	10,2	1,530	0,730	22,9	3,435
0,008	0,0894	0,242	0,474	0,070	0,344	1,52	0,228	0,617	10,9	1,635	0,780	24,5	3,675
0,010	0,10	0,271	0,531	0,080	0,385	1,70	0,255	0,690	12,2	1,830	0,872	27,4	4,11

Tīrīšanas laukos nav ieteicams lietot maza diametra drenas, ieteicams ir $d = 7,5 \text{ cm}$. Pieņemot, ka drenai jānovada no 1 ha 7 sl., tad pie $i_{\min} = 0,0025$ dreņa ar diametru 7,5 cm (3") var novadīt ūdeni no laukuma 0,128 ha = 1280 m². Ja drenu atstatums būtu 10 m, tad drenas garums varētu būt 128 m. Dreņa ar $d = 5 \text{ cm}$ prasa pie ātruma 0,20 m kritumu 0,005, un tā var novadīt ūdeni no 560 m² laukuma. Tā tad pie 10 m atstatuma drenas garums varētu būt 56 m.

Lielākajam ātrumam robeža ir tādā stāvoklī, kad ūdens vēl neizskalo zemi zem drenām, tā tad tas atkarīgs no grunts īpašībām. Mēdz pieļaut $V_{\max} = 1 \text{ m}$.

Vispārīgi drenas nav jāliek ar lielu kritumu, jo garākām drenām var iznākt nevienāds nosusināšanas dziļums: drenu augšgalos mazāks, kamēr lejas galā lielāks. Arī kolektorus, pat ja tie nolikti no kanalizācijas cau-

32. t a b u l a.

Drenu cauruļu aprēķini ar Manninga formulu.

$$v = \frac{1}{n} R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = \frac{1}{0,015} \cdot \left(\frac{d}{4}\right)^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = 25 \cdot d^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = f \cdot v, \quad f = \frac{d^2 \pi}{4}$$

$$F = 0,15 Q.$$

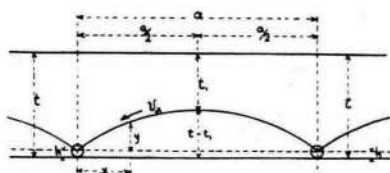
J	\sqrt{J}	<i>d</i> = 5,0 cm			<i>d</i> = 7,5 cm			<i>d</i> = 10,0 cm			<i>d</i> = 15,0 cm		
		f = 0,00196 m ²			f = 0,00442 m ²			f = 0,00785 m ²			f = 0,0177 m ²		
		$d^{\frac{2}{3}} = 0,136$ m			$d^{\frac{2}{3}} = 0,178$ m			$d^{\frac{2}{3}} = 0,215$ m			$d^{\frac{2}{3}} = 0,282$ m		
25d ^{$\frac{2}{3}$} = 3,39 m			25 · d ^{$\frac{2}{3}$} = 4,45 m			25 · d ^{$\frac{2}{3}$} = 5,38 m			25d ^{$\frac{2}{3}$} = 7,05 m				
		V m	Q l	F ha	V m	Q l	F ha	V m	Q l	F ha	V m	Q l	F ha
0,0005	0,0224	0,076	0,149	0,022	0,100	0,442	0,066	0,120	0,942	0,141	0,158	2,80	0,420
0,0010	0,0316	0,107	0,210	0,031	0,141	0,623	0,094	0,170	1,335	0,190	0,223	3,95	0,587
0,0015	0,0387	0,132	0,255	0,038	0,172	0,760	0,115	0,207	1,625	0,244	0,273	4,83	0,725
0,0020	0,0447	0,151	0,296	0,044	0,198	0,875	0,131	0,240	1,88	0,282	0,315	5,58	0,837
0,0025	0,0505	0,170	0,333	0,050	0,223	0,986	0,148	0,269	2,11	0,317	0,353	6,25	0,938
0,0030	0,0548	0,186	0,364	0,055	0,248	1,096	0,164	0,295	2,32	0,348	0,386	6,83	1,025
0,0035	0,0592	0,201	0,394	0,059	0,263	1,162	0,174	0,318	2,50	0,375	0,417	7,38	1,107
0,0040	0,0632	0,214	0,419	0,063	0,281	1,242	0,186	0,339	2,66	0,399	0,446	7,89	1,184
0,0045	0,0671	0,227	0,445	0,067	0,299	1,322	0,198	0,361	2,83	0,425	0,473	8,37	1,256
0,005	0,0707	0,239	0,468	0,070	0,318	1,406	0,211	0,380	2,98	0,447	0,498	8,81	1,322
0,006	0,0775	0,256	0,502	0,075	0,345	1,525	0,229	0,417	3,27	0,491	0,546	9,66	1,440
0,007	0,0837	0,283	0,555	0,083	0,372	1,644	0,247	0,450	3,53	0,530	0,590	10,44	1,566
0,008	0,0894	0,303	0,594	0,089	0,398	1,759	0,264	0,480	3,77	0,566	0,630	11,15	1,673
0,010	0,10	0,339	0,664	0,100	0,445	1,967	0,295	0,538	4,22	0,633	0,705	12,48	1,872

rulēm ar uznavu noblīvējumu, neierīko ar lielu kritumu, jo arī tas veicinātu dažādus nevēlamus nosusināšanas dziļumus, tā kā drenu ieteces nāk dažādos dziļumos. Ja vajadzīgs, taisa kolektoru ar pārgāzēm (165. zīm.). Pārgāzes vietās, tāpat arī virziena vai krituma maiņu vietās uz kolektoriem ieteicams ietaisīt iekāpjamas akas no betona vai ķieģeļu mūra.

Drenu atstatums. Tas ietekmē nosusināšanas ātrumu un vienlīdzību. Drenu atstatums jāsapņo ar dziļumu, un jo dziļāk drenas guļ zemē, jo tālāk tās var būt viena no otras. No otras puses atkal nav jāaizmirst, ka lieki tuvu liktas drenas sadārdzina ietaisi. Kā redzams, vajadzīgs atrast zināmu līdzsvaru atstatuma noteicējos faktoros. Šo jautājumu plašāk apskata prof. M. Vegners savā rakstā: «Jaunākās metodes drenu atstatuma noteikšanā».

Jāatzīst, ka teorētiski atrisināt drenu atstatuma jautājumu ir grūti, jo ļoti mainīgi, pēc vietas apstākļiem, ir dažādi noteicēji faktori; grunts-

īpašības, lauka virsas izmantošana (lauki, pļavas, neizmantotā virsa), ūdens uzlaišanas kārtība un daudzums un t. t. Šā raksta nolūks nav iedziļināties jautājuma teorētiskā pusē, un bij tikai vēlēšanās piemērā rādīt, kā šā jautājuma atrisināšanai var pieiet. Ar to nolūku apskatīts vienkāršs gadījums, kad grunts ir viscaur vienlīdzīga, ūdens pietek drenai no divām pusēm un notece drenā atrodas līdzsvara stāvoklī, t. i. notek tikdaudz, cik pietek. Apzīmēsim ar (167. zīm.): a — drenu atstatumu, t — dziļumu, t_1 — nosusināma slāņa vismazāko dziļumu, x un y — depresijas līknes koordinātas, v_x — pieteces ātrumu attālumā x no drenas, k — grunts īpašību koeficientu un q — ūdens daudzumu, kas iesūcas zemē no laukuma vienības (piem. 1 m²), un h — ūdens dziļumu drenā.



167. zīm. Drenu atstatuma aprēķinam.

Uz drenas gaŗuma vienības (piem. 1 m) dabūjam sekojošas attiecības, ņemot par pamatu Darsi filtrācijas likumu: $v = k \cdot J$:

$$V_x = k \cdot \frac{dy}{dx}$$

un ūdens daudzums, kas drenai jānovada:

$$Q = V_x \cdot y = q \left(\frac{a}{2} - x \right) = k \cdot y \cdot \frac{dy}{dx},$$

ko var arī rakstīt:

$$k \cdot y \cdot dy = q \cdot \frac{a}{2} \cdot dx - q \cdot x \cdot dx.$$

Izteiksmi integrējot dabū:

$$\frac{k \cdot y^2}{2} = \frac{q \cdot a}{2} \cdot x - \frac{q \cdot x^2}{2} + C.$$

Pie $x=0$ un $y=h$ (ūdens dziļums drenā)

$$C = k \cdot \frac{h^2}{2}.$$

Tā tad:

$$k (y^2 - h^2) = q (ax - x^2),$$

un depresijas līknes nolīdzinājumu tad var izteikt ar:

$$y^2 = \frac{q}{k} (ax - x^2) + h^2.$$

Pie liknes lielākā augstumā, vidū starp 2 drenām, pie $x = \frac{a}{2}$ un $y = t - t_1$, atmetot h kā samērā mazu, salīdzinot ar $t - t_1$, dabūjam

$$(t - t_1)^2 = \frac{q}{k} \cdot \frac{a^2}{4},$$

un attālumu starp drenām var tad izteikt šādi:

$$a = 2(t - t_1) \cdot \sqrt{\frac{k}{q}}.$$

Uz šī atrisinājuma pamata var nākt pie dažiem slēdzieniem: 1) Citādi vienādos apstākļos drenu atstatums ir tieši proporcionāls dziļuma starpībai $t - t_1$. Tā, piem., pie $t = 1,3$ un $t_1 = 0,8$ izrēķinātais $a = 10$ m, bet pie $t = 1,8$ un $t_1 = 0,8$ jau $a = \frac{1,8 - 0,8}{1,3 - 0,8} = 2$ reiz lielāks, tā tad varētu šai gadījumā būt 20 m. Protams, ka arī diametram vajadzētu būt attiecīgi lielākam, lai dreņa varētu novadīt 2 reiz lielāku ūdens daudzumu. 2) Drenu atstatums ir otrādi proporcionāls no zināma laukuma novadāma ūdens daudzuma kvadrātsaknei. Ja jānovada vienā gadījumā 2,5 sl, otrā 10 sl, tad drenu atstatuma attiecības ir kā 1: $\sqrt{\frac{10}{2,5}} = 1:2$. Ja vienā gadījumā pietiktu drenu atstatuma 10 m, tad otrā būtu vajadzīgs 5 m liels atstatums pie tā paša drenu dziļuma. 3) Citādi vienādos apstākļos drenu atstatums ir tieši proporcionāls grunts koeficienta k kvadrātsaknei. Jo smalkāka grunts, jo mazākam vajag būt atstatumam starp drenām. Piem., uz viena lauka ir $k = 0,004$ (smilts), uz otra $k = 0,0004$ (mālaina smilts), tad atstatumu attiecības būtu kā $a_1 : a_2 = \sqrt{0,004} : \sqrt{0,0004} = \sqrt{10} = \text{ap } 3$. Tas nozīmē, ka tā paša ūdens daudzuma novadīšanai, ja smilts zemē drenu attālums būtu 10 m, tad mālainā zemē tam vajadzētu būt ap 3 m. To varētu arī tā izteikt. Pieņemsim $t - t_1 = 0,5$ un $a = 10$ m, tad dreņa zemē ar $k = 0,004$ varētu novadīt $q = 0,04$ sl, bet ar $k = 0,0004$ — $q = 0,004$ sl, t. i. 10 reiz mazāk.

Kā jau agrāk minēts, nav pietiekami daudz pētījumu ar tīrīšanas lauku drenāžu, lai varētu no teorētiskiem atrisinājumiem noteikt praktiski vajadzīgos drenu atstatumus. Jāizpalīdzas ar novērojumiem praktiskā mērogā. V i n c e n t s ieteic smagās zemēs drenu atstatumu rēķināt ar 12-kārtīgu dziļumu, vieglās turpretim ar 24-kārtīgu dziļumu. A n g l i j ā lieto stiprai māla zemei 4—6-kārtīgu dziļumu, vieglākai zemei 6—8-kārtīgu un vieglai zemei 8—10-kārtīgu dziļumu. Jaunajā literatūrā atrodam arī sekojošus norādījumus (33. tab.): mālā — 7—10, vieglākā zemē 7,5 līdz 16 un smiltzēmē 16 līdz 25-kārtīgam dziļumam. Arī šiem skaitļiem nav pietiekama pētījuma pamata, un krievu literatūrā ieteikts praktiski šos

33. tabula.

Drenu atstatums atkarīgi no grunts rakstura.

(Pēc dažiem autoriem.)

Grunts raksturs	% daļiņu smalkākas par 0,01 mm	Pēc Gerharta m	Pēc Kopecka m	Pēc Fauzera m	Sīlezijas komisijas m	Attiecības $\frac{a}{t}$		
						pēc Kopecka	pēc Fauzera	Sīlezijas komisijas
1. Smags māls . . .	75	8—10	8—9	9—10	10—12	7	7—8	8—10
Parastais māls . . .	75—50	10—12	9—10,5	10—12	—	7,5	8—9	—
2. Smilš., smags māls	50—40	12—14	10,5—12	12—13	12—14	7,5—9	9—10,5	10—12
Parastais . . .	40—30	14—16	12—14	13—15	14—16	9—10,5	10,5—12	12—14
Ļoti smilšains . . .	30—20	16—20	14—16	15—18	16—20	10,5—12	12—14	14—16
3. Mālaina smiltis . . .	20—10	20—24	16—18	18—22	20—24	12—14	14—16	16—20
4. Vidēja smiltis . . .	10—5	24—30	18—22	22—24	24—27	14—15,5	16—19	20—22
Rupja smiltis . . .	5	30—35	22—24	24—27	27—30	—	—	22—25

skaitļus reducēt par 75%, un tādā ziņā varētu uzskatīt kā praktiski pieņemamus drenu atstatumus, pie drenu dziļuma 1,5 m:

1. parastā māla zemē 6 m
2. smagā smilšainā mālā 8 „
3. parastā smilšainā mālā 10 „
4. ļoti smilšainā mālā 12 „
5. mālainā smiltzemē 15 „
6. vidējā smiltī 18 „
7. rupjā smiltī 20 „

Maskavas tīrīšanas laukos, izdarot pētījumus ar dažādu drenu atstatumu dažāda rakstura zemēs, atrada, ka vispieņemamākais atstatums ir 10 m pie drenu diametra 7,5 cm un dziļuma 1,5—2 m. Jāpiezīmē, ka pie intensīvi izmantotiem smilšu zemes filtriem drenāža jāliek tuvāk, ap 5 m, ievērojot lielo slodzi un tās biežākas atkārtošānās vēlamību.

Drenu dziļums jāizvēlas tā, lai vidū starp drenām varētu uzturēt vajadzīgo nosusināta slāņa biezumu (depresijas dziļumu $t - t_1$). Atkarīgi no stādu šķiras, drenu dziļumam jābūt 1,2—1,5 m, un dažiem stādiem pat līdz 2 m (bietēm). Ja ietur tādu dziļumu, nav jābaidās no drenu aizsalšanas. Viegļā zemē drenas var būt seklāk, jo depresijas līkne ir seklāka. Smagās zemēs drenas jāliek tuvāk viena pie otras, lai nosusināšana noritētu sekmīgāk. Sevišķi tīrīšanas laukos nosusinātam slānim vajag būt pietiekami biežam, lai tas varētu uzņemt visu uzreiz uzlaisto ūdens daudzumu, un bez tam vēl porās un starpās paliktu diezgan tilpuma gaisam. Ja, piem., uzlaiž vienā reizē 0,10 m biezu notekūdens slāni, un grunts caurlaides spēju pieņemam 10%, tad 0,10 m³ ūdens varētu ievietoties 1 m dziļā slānī,

un depresijas likne tādā gadījumā nedrīkstētu pacelties zemes virsai tuvāk par 1 m. Protams, ka nākošais uzklaidums var notikt tikai tad, ja agrāk uzlaistais ūdens jau ir iegrimis dziļāk.

Drenu gaņums, kā no aprēķināšanas veida redzams, atkarājas no novadāmā ūdens daudzuma un no drenu atstatuma, kā arī no diametra. Gaņas drenas nav vēlamas, jo tādas, kā minēts, nosusinātu nevienmērīgi. Parasti tīrīšanas laukos drenas gaņākas par 200 m neliek, pie drenu diametra 7,5 cm; pie mazākiem diametriem arī drenām jābūt īsākām.

Ūdens ietek drenā pa cauruļu salaidēm. Doma, ka ūdens iesūcas caur cauruļu masu, atmetama, jo praksē pierādījies, ka tas tā nav un cauruļu māls, ja piesūcies ar ūdeni, arī nelaiž ūdeni cauri. Tā tad iespēja ūdenim nonākt drenvadā ir pa cauruļu salaidēm. Lai cik rūpīgi būtu nostrādāti cauruļu gali un tikpat rūpīgi caurules noliktas, arvien starp 2 cauruļu galiem paliks neliela sprauga, pa kuŗu ūdens var ietecēt drenā. Varētu jautāt, cik salaižu vajadzīgs, lai ietecētu tik daudz ūdens, ka caurule būtu pilna. Apzīmēsim ar d — caurules diametru, p — salaides starpas platumu, n — cauruļu skaitu, pie kuŗa tikai starpu virspušu kopplatība līdzinās caurules šķērsriezuma platībai, tad

$$n \cdot p \cdot \frac{d \cdot \pi}{2} = \frac{d^2 \pi}{4} \quad \text{un} \quad n = \frac{d}{2p}.$$

Jāpiezīmē, ka drenāžas cauruļu caurlaidi aprēķina pilnam šķērsgriezumam.

Piemērs. $d=75$ mm un $p=0,5$ mm (pie ļoti laba materiāla un laba darba), tad $n = \frac{75}{2 \cdot 0,5} = 75$ gab. = ap 25 m. Tā tad jau ar 75 salaidēm дрена var piepildīties uz 25 m gaņuma. Protams, tas ir iespējams, ja ūdens pietiekami enerģiski ietek.

Ūdenim jāietek drenā pa salaides starpu ar tādu ātrumu, lai neieskalotu vieglas smilts daļiņas, kas varētu būt par iemeslu drenas piesērēšanai. Ieteces ātrumu var aprēķināt. Ja vienas drenas gaņums = l un atstatums starp drenām = b (166. zīm.), tad pieteces laukums ir $A = b \times l$ un pieteces

daudzums $Q = \frac{7 \text{ sl}}{10.000 \text{ m}^2} \cdot A \text{ (m}^3\text{)}$. Ja vienas drenāžas caurules gaņums ir

l_0 (168. zīm.), tad uz vienas drenas gaņuma l iet $n = \frac{l}{l_0}$ drencauruļu. Visu

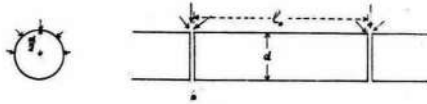
vienas drenas salaižu starpu kopplatība tad ir, rēķinot ieteci tikai pa starpu

viršējo pusi: $f = n \cdot p \cdot \frac{d \cdot \pi}{2}$, un ieteces ātrums tad ir $v_p = \frac{Q}{f}$.

Piemērs. $d=7,5$ cm, $b=10$ m, $l=100$ m, tad $A = b \cdot l = 1000 \text{ m}^2$ un $Q = \frac{7}{10.000} \cdot 1000 = 0,7 \text{ sl} = 0,0007 \text{ m}^3$. Tālāk pieņemot $l_0 = 0,33$, drenā ir $n = \frac{100}{0,33} = 300$

gab. cauruļu. Pie $p=0,5$ mm = 0,0005 m, salaižu kopplatība ir $300 \times 0,0005 \times \frac{0,075 \times 3,14}{2} =$

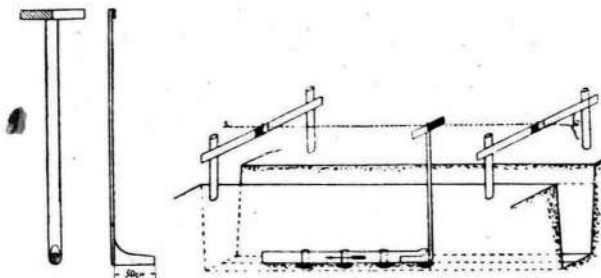
$v_p = 0,018 \text{ m}^2$ un $v_p = \frac{0,0007}{0,018} = 0,04 \text{ m}$. Tāds ātrums nav liels, un pie tā nav sagaidāma zemes daļiņu ieskalošana. Ja tomēr būtu jābaidās, ka var gadīties ietece ar tādu ātrumu, kas varētu ieskalot smilti, tad salaides jāapber ar kādu aizsargmateriālu: šķembām, oļiem vai kūdru (Maskavā) un t. t. Ūdensvadu akās parasti ietece cau-



168. zīm. Ūdens ietece drenā.

rumus jau aizsargā ar filtru, ja ietece ātrums ir pie rupjas smilts 0,002 m/sek. (sk. autora «Ūdens apgāde» (211. lpp.). Ar drenām tomēr apstākļi ir citādi, jo viegli ieskalotā smilts te nenogulstas, bet ar daudz lielāku ātrumu drenā tiek aiznesta līdz ar ūdeni, jo drenās minimālie ātrumi 0,20 m un vairāk.

Drenāžas būves darbi. Drenāžas projektu (164. zīm.) sastāda plānā 1:2000 vai labāk 1:1000 ar horizontālēm 0,20—1 m, atkarīgi no topografiskiem apstākļiem. Tīrīšanas laukiem drenāža jāpieskaņo atsevišķu lauka gabalu projektētai geodētiskai virsai atzīmei. Projektēto drenāžas sistēmu izliek dabā, apzīmējot ar mietiņiem kā kolektora, tā atsevišķo drenu novietni. Apzīmēšana vajadzīga visiem drenu pievienojumiem kolektoram, un ja drenas nav garākas par 50—70 m, tad pietiek apzīmēt drenas augšējo galu, bet pie garākām drenām jāiesit vēl drenas virziena apzīmētāji mietiņi ik pa 50 m. Mietiņu vietās ar niveliera palīdzību jāuzrāda arī rakšanas dziļums. Kad būvgrāvis izrakts apmēram līdz vajadzīgam dziļumam, bet ne vairāk par vajadzīgo dziļumu, tad



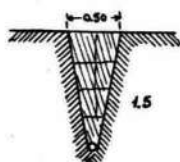
169. zīm. Vizīrlatas pār drenu būvgrāvi.

mietiņu vietās uzstāda vizīrlatas (169. zīm.), ierīkot un labi iestiprinot stabus ap 1—1,5 m no katras grāvja malas, un pie tiem ar niveliera palīdzību piestiprina vizīrdēļus vai vizīrlatas, kas vidū nokrāsotas 2 krāsās, uz vienu latus galu sarkanā vai melnā un otru — spilgti baltā, pie kam krāsu sadursme norāda vispirms drenas vai kolektora ass virzienu un otrkārt noteiktu projektēto drenas iekšmalas apakšu. Ar attiecīga, precīzi nomērīta gaļuma pārveidojumu vizīrlatu

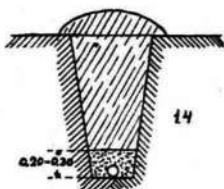
izveido pareizu grāvja dibenu, bet cauruļu likšanai lieto arī precīza gaŗuma vizīrlatu ar apakšā zem taisna leņķa pietaisītu pēdu, kas apakšā noapaļota un ko var iebāzt jau noliktā caurulē un tā pareizi nostiprināt caurules atzīmi. Līnijas asi apzīmē ar starp vizīrlatas centra apzīmējumiem izvilkto stipru šņori, pa kuŗu var virzīt pie šņores piestiprinātu svērtni Grāvja dibenu galīgi norok un nolīdzina, kad vizīrlatas jau uzstādītas.

Drenāžas darbus iesāk no kolektora apakšgala, ja kolektors paredzēts. Būvgrāvī parādījušos ūdeni tad viegli var novadīt pa pašu grāvī. Tāpat, rokot drenu grāvjus, ūdeni var novadīt pa kolektoru. Grāvja rakšanai lauka drenāžai labā būvgruntī lieto dažāda platuma lāpstas, ar kuŗām var izrakt tikai tik platu grāvī, cik vajadzīgs cauruļu nolikšanai (170. a zīm.). Tāda metode tīrīšanas laukos nav lietojama, jo te darbs

a. Drenas grāvīš lauku drenāžai.

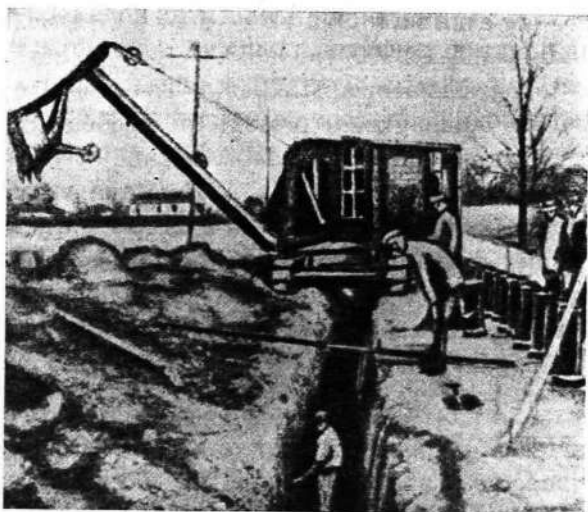


b. Drenas grāvīš uz tīrīšanas laukiem.



170. zīm. Drenu būvgrāvīš:

- a. lauku drenāžai,
- b. tīrīšanas laukos.



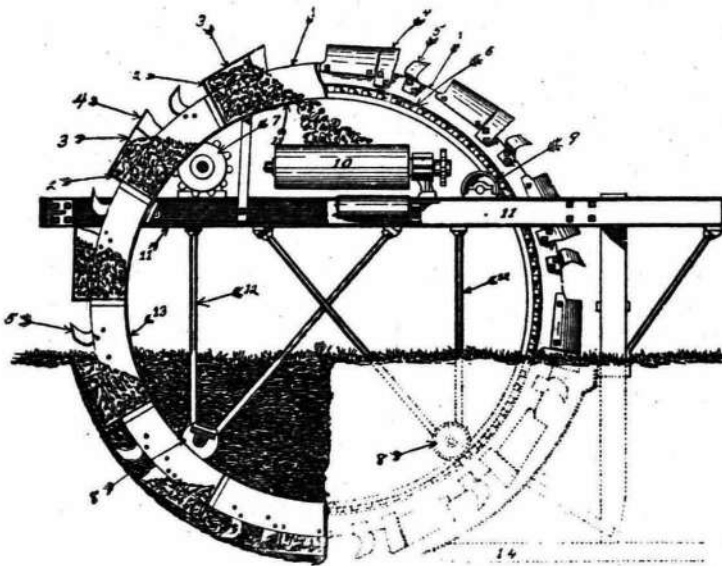
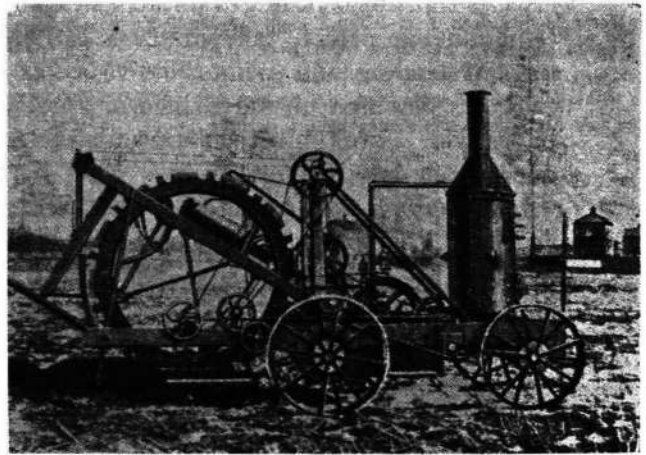
171. zīm. Ditcher'a zemes rakšanas mašīna.

ir daudz rūpīgāk jāizpilda, sevišķi rūpīgi jānoliek caurules, ievērojot vajadzīgo kritumu. Nav jāaizmirst, ka novadāmo ūdeņu sastāvs tīrīšanas laukos ir citāds kā lauksaimnieciski izmantojamos laukos, kas novada tikai dabisko un lietus gruntsūdeni. Tāds ūdens ir tīrs un nav sevišķi jārupējas par to, lai tas drenā nekur nesastātos un neuzkavētos. Tīrīšanas lauku drenāžas ūdens turpretim satur vēl daudz organisku vielu, galvenā kārtā šķīdinātu, un sastājies ūdens var zināmu bioķīmisku procesu ietekmē ražot vielas, kas var veicināt dažādu nogūlumu attīstīšanos (piem., sērbaktērijas) un tā aizsprostot brīvu ūdens kustību drenāžā. To ievērojot, drenāžas caurules jānoliek ar tādiem pašiem paņēmieniem un tikpat rūpīgi kā kanalizācijas vadi.

Būvgrāvja platumam vajag būt tādām, lai pēc izrakšanas līdz vajadzīgām dziļumam apakšā cauruļu licējs varētu brīvi rīkoties. Ja dziļums nav sevišķi liels (1,2—1,5 m) un grunts cieta, būvgrāvi izrok ar ieslipām malām bez to mākslīgas nostiprināšanas. Tādā gadījumā kolektoram būvgrāvis varētu būt augšā 1 m un apakšā 0,80 m plats, bet drenām (170. b zīm.) 0,80 m augšā un apakšā 0,60 m. Ja grunts nav sevišķi uzticama un var nobirt, tad vajadzīgs grāvja malas nostiprināt ar plankām un šķērskokiem. Ja grunts ļoti vāja, jālieto nostiprinājumi ar cieši kopā saliktām plankām un stāvdēļiem ar spraišļiem (stutēm), un tādā gadījumā būvgrāvis jāizrok pilnā dziļumā ar vertikālām sienām, kolektoriem 1 m un drenām 0,80 m plats.

Būvgrāvja rakšanu izdara ar parastām zemes racēju lāpstām. Lieto arī mašīnas drenāžas būvgrāvju rakšanai. Tādu mašīnu konstrukciju ir daudz. Kā piemēru varētu minēt Ditcher'a zemes rakšanas mašīnu (171. zīm.), ar kuŗu var rakt grāvjus līdz 1,5 m platumā un kas zemi izmet gar grāvi. Ar sevišķu pietaisītu kausu var arī izdarīt grāvja aizbēršanu. Daudz lietotas arī riteņveidīgas rakšanas mašīnas, kas zemi, izrokot un paceļot uz augšu, uzber uz transportlentu, ar kuŗu zemi novieto blakus grāvim (172. zīm.).

Caurules jāieliek pēc iespējas tūlīn pēc būvgrāvja dibena nolīdzināšanas, pieturoties pie pārnesamas vizīrlatas norādījumiem. Lauka drenāžai parasti pie visnepieciešamākā grāvja platuma caurules noliek ar sevišķa āķa palīdzību, pie kam licējs stāv augšā, grāvja malā. Tomēr tāda likšana nenodrošina pilnīgu pareizumu, kā tas vajadzīgs drenāžai tīrīšanas laukos. Tādai rūpīgi liekamai drenāžai cauruļu licējam jāatrodas grāvja dibenā un katra caurule jānoliek, pārbaudot tās virzienu pēc svērteņa norādījuma, un tās pareizo dziļumu ar pārnesamās speciālās vizīrlatas platību (169. zīm.). Kā jau minēts, kolektorus liek no apakšējā gala, t. i. sākot no izteces novadgrāvi. Drenas, turpretim, liek no grāvja virsgala, pie kam pirmais gals ir aizbāzts ar koka vai cementa aizbāzni un aizziests ar māliem. Ja liktu drenāžas caurules no apakšējā drenas gala, tad tajās, likšanas darbus augstāk strādājot, varētu iebirt smiltis un zeme vai ieskaloties ar grunts ūdeni, ja būvgrāvi tāds ir un drenas vads nebūtu tīrs. Caurules galus saliek pēc iespējas ciešāk kopā, bet sadures ne ar ko nenoblīvē, jo pa tām jāietek ūdenim. Lai tomēr cauruļu savienojums neizkustētos ne horizontālā, ne vertikālā virzienā, zem sadurēm paliek apakšā māla piku (174. b zīm.). Kā jau minēts, caurules peldsmilti vai duļķainā gruntī varētu piesērēt, un lai to aizkavētu, tās apliek filtrveidīgi ar šķembām, oļiem vai kādu materiālu, liekot ap pašu cauruli rupjāku materiālu un virs tā pārejas kārtas no arvien smalkāka materiāla. Filtrmateriāla biezums 0,20—0,30 m (170. b zīm.). Maskavā aplika ar sausu kūdru 0,30—0,40 m biezā slānī. Kūdrai tas



172. zīm. Amerikāņu drenāžas mašīna.

labums, ka tā viegla, un ja daļiņas ūdens arī izskalo drenā, tad tās tāpat viegli tiek iznestas ārā.

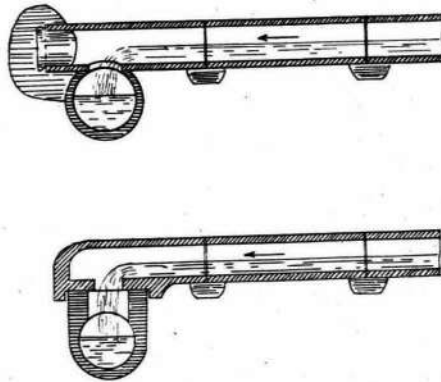
Būvgrāvja aizbēršana jāizdara rūpīgi, lai vēlāk nevarētu būt materiāla pārvietošanās, kas varētu apdraudēt cauruļu nekustamību. Tam nolūkam cauruļu licējs apliek rūpīgi pašu cauruli 0,40 m biezā slānī ar aizsargmateriālu vai zemi, kas viņam nolaisti spainī, un uzmanīgi piemīda kājām. Tālāk tad zemi sviež no virsas tieši grāvī tā, lai tā nokristu tai vietā, kur tai jāguļ. Kad tādā veidā cauruļu vads jau apsegts 0,60 m biezā kārtā, var sākt zemes rūpīgu pieblīvēšanu, pie kam blīvēšanu izdara ik pa 0,20 m uzbērtiem slāņiem. Pēc būvgrāvja aizbēršanas paliek pāri zeme, kā no tā tilpuma, ko ieņem caurules un aizsargmateriāls, tā arī no zemes izirdināšanas. No liekās zemes uzbej vispirms pāri būvgrāvim rezerves uzbērumu (valnīti), kādu 0,20 m augstu (170. b zīm.), kam uzdevums papildus piepildīt būvgrāvi pēc grunts sēšanās un arī aizsargāt no uzlaistā notekūdens stiprākas ietece irdenākā gruntī.

Pārpalikušo zemi izsvaida līdzieni uz lauka virsas. Sākot uzlaist notekūdeni uz drenēta lauka, vēl jāņem vērā, ka svaigi iebērtā zeme ir irdena, ar lielākām starpām, un tādēļ var viegli iziet zemei cauri nepilnīgi tīrīts ūdens. To ievērojot, no sākuma uz jaunsagatavota lauka gabala notekūdens jāuzlaiž mazākā daudzumā, lai tīrīšanas procesi varētu attīstīties pienācīgā secībā.

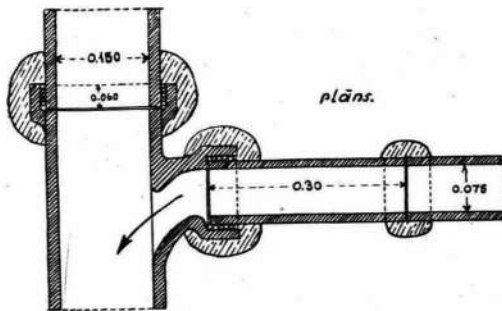
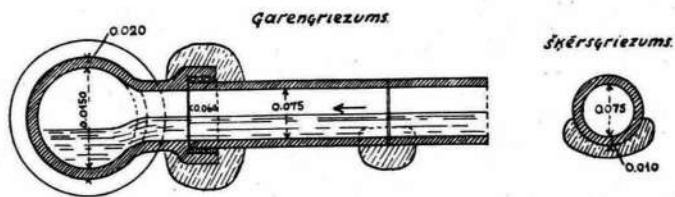
Kolektoros drenāžas tīklam tīrīšanas laukos vislabāk noliek no māla kanalizācijas caurulēm, uznavas aizblīvējot arī tāpat kā kanalizācijas kolektoriem, ar darvotu kaņepāju grīsti un ar mālu. Sevišķi rūpīgs aizblīvējums, piem., ar asfalta aizlējumu, te nav vajadzīgs, un ja notiktu arī ūdens filtrācija caur aizblīvējumu, tad liels ļaunums nebūtu, un vajadzīgs tikai, lai cauri aizblīvējumam nevarētu tikt ieskalotas zemes daļiņas, kas varētu būt par cēloni kolektora piesēršanai.

Drenu savienojumi ar kolektoru. Lauku drenas pievieno kolektoriem, kas arī daudzkārt likti no lielākām drenāžas caurulēm, vienkārši izkaļot abās caurulēs vajadzīga lieluma caurumus (173. a zīm.) vai labāk lietojot sevišķus fasongabalus (173. b zīm.). Par ļaunumu varētu uzskatīt to, ka iet zudumā kritums, un tā tad gadījumos, kad ar kritumu jāapietas taupīgi, tāds savienojuma veids nav lietojams. Labāks pievienojuma veids ir Maskavā lietotais (174. zīm.), kur fasona gabals tā izveidots, ka abu vadu asis ir savienotas vienā līmenī. Tās dod mierīgu ieteci kolektorā un nesaceļ viņus, kā tas ir, ja drenu pievieno augstākā līmenī. Vēl jāpiezīmē, ka caurumu izkalšana māla caurulē ir iespējama tikai ļoti labā materiālā, kas nav sevišķi trausls.

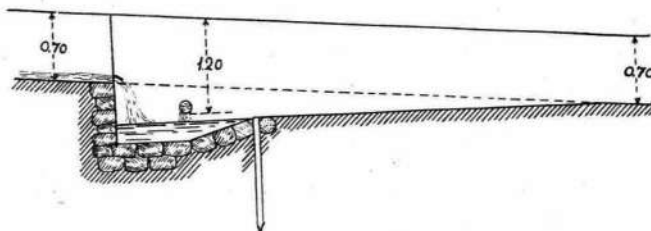
Drenu un kolektora iztece novadgrāvī jāizbūvē tā, lai drenāžas sistēmu nevarētu nekas ietekmēt, ne augstī ūdeņi grāvī, ne zemes iebrukumi, ne aizaugumi ar stādiem, tāpat arī nevarētu drenā-



173. zīm. Drenas pievienojums kolektoram.



174. zīm. Drenu pievienojums kolektoram uz Maskavas tīrīšanas laukiem.



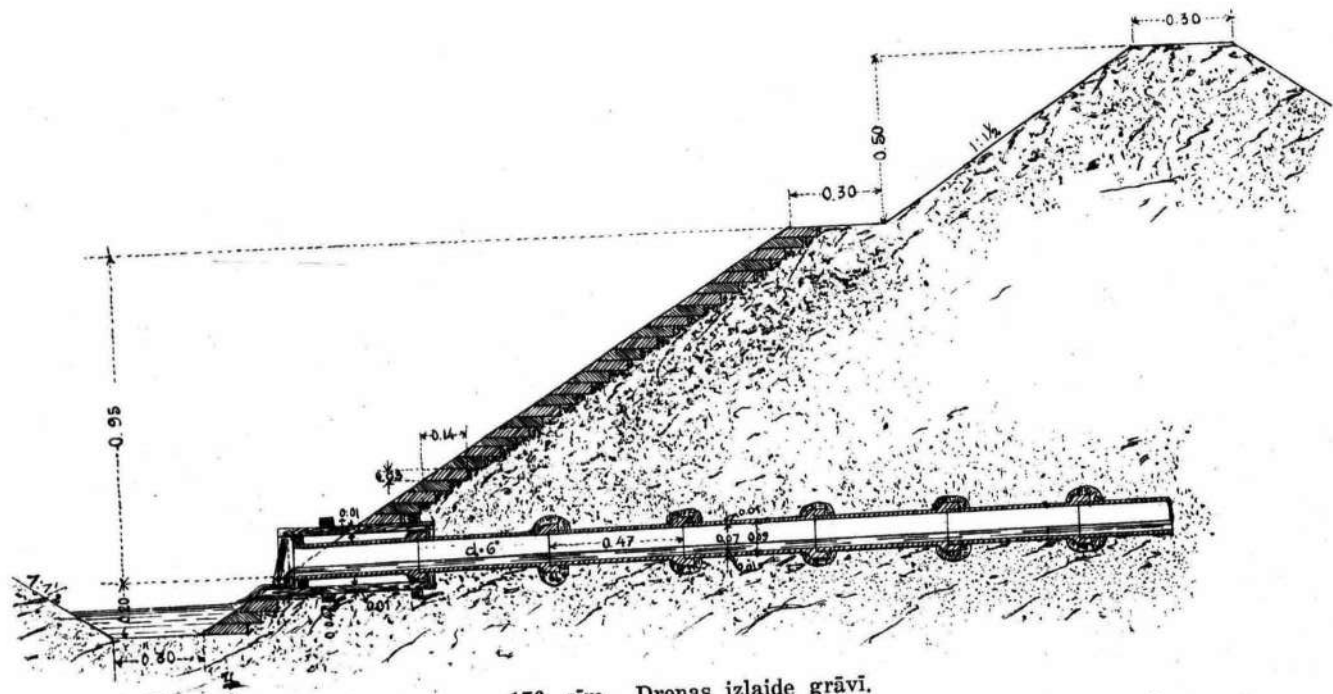
175. zīm. Pakāpiens grāvī drenāžas kolektora uzņemšanai.

žas sistēmā ietikt dzīvnieki: vades, peles, zivis un t. l. Dažreiz var rasties vajadzība iekārtot novadgrāvī vietēju padziļinājumu (pakāpienu), lai dotu drenāžas kolektoram brīvu izteku (175. zīm.), nepadziļinot visu grāvī. Drenāžas iztece grāvī jāizsargā no sala ietekmes, lai déformācija no sala grāvja nogāzēs neatrautu vada galu no pārējā vada. Ievērojot šīs prasības, redzams, ka drenas, tāpat arī kolektora, izteces gals grāvī nedrīkst iziet tālu ārpus nogāzes, un ka nogāze izteces vietā sevišķi vēl jānostiprina. Nogāzes nostiprināšana ar velēnu sienīņu (176. zīm.) Maskavā izrādījusies par pilnīgi lietderīgu. Dārgāks nostiprinājums realizējams ar mūrētu balsta sienu un ar nogāzes un dibens nobruģējumu izteces vietā (177. zīm.). Visādā ziņā ne drenas, ne kolektoru gala caurules nevar vienkārši ielikt nogāzē, jo, kā jau minēts, sala laikā vads varētu tikt saraustīts, bet tie jāievieto koka kastē (176. zīm.), pie kam ieteicams arī drenvadam pēdējo cauruļu vietā nolikt vienu kanalizācijas cauruli. Maskavā tādas kastes taisīja ap 2 m garas, drenu caurules bij diam. 7,5 cm, un kanalizācijas caurule diam. 15 cm. Koka kasti varētu aizstāt ar pēdējo cauruli no čuguna vai betona, kurai tad vajadzētu būt vismaz 2 m garai.

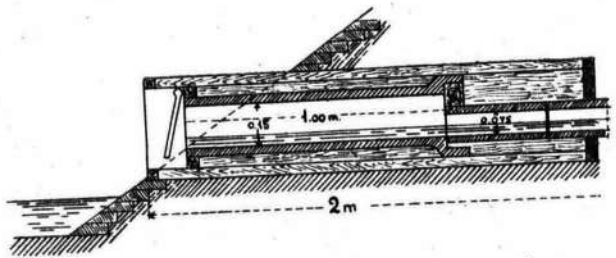
Dzīvnieku ietīkšana drenāžas sistēmā nav vēlama, un laukus drenējot no tā mēģina izsargāties galvenā kārtā ar izteku, kas brīvi iziet tālu ārpus nogāzes un atrodas pāri par visaugstāko ūdens līmeni novadgrāvī. Tādu tomēr visos gadījumos nav iespējams ietaisīt, un tā arī pilnīgi neaizsargātu no dzīvnieku ietīkšanas. Mēģināts izpalīdzēties ar restēm, ko ietaisa caurules izteces galā. To pašu mērķi var sasniegt ar klapēm (176. zīm.), kas atveras uz augšu tikai tik daudz, cik vajadzīgs ūdens iztecei, un pie lielūdens novadgrāvī automatiski aiztaisās cieti. Tādas klapes tomēr nav vēlamas, jo tās noslēdz brīvu gaisa cirkulāciju un arī daudzkārt sabriest un nefunkcionē.

Tīrīšanas laukos bažas par dzīvnieku ietīkšanu drenāžas sistēmā ir ļoti mazas, jo drenāžā pastāvīgi tek tik daudz ūdens, ka dzīvnieku uzturēšanās te nav iespējama. To ievērojot, tīrīšanas laukos drenāžas ūdens izteces konstrukcijās nav paredzamas ne restes, ne klapes.

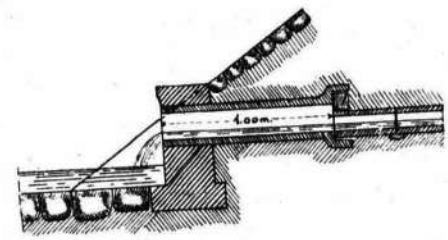
Kā redzams, drenāžas sistēmas pievienošana novadgrāvī prasīja sevišķu uzmanību. Var rasties jautājums, vai šā iemesla dēļ nav jāpūlas samazināt izlaides vietas, apvienojot sistēmu lielākās vienībās ar kolektoru palīdzību. Tīrīšanas laukos tādai sistēmai tomēr ir savi ļaunumi, jo vadu stāvoklis nav viegli pārbaudāms un nav viegli konstatēt, vai visas drenas strādā vienādi un vai nav kāda piesērējusi, vai citādi kā sabojājusies. Ietaisīt iekāpjamās (kontrol-) akas katram drenu savienojumam ar kolektoru prasītu lielus līdzekļus. Arī gaisa cirkulācija sarežģītā drenāžas sistēmā būtu apgrūtināta. To ievērojot, atsevišķu drenu izlaišana tieši novadgrāvī ir ļoti vēlama, jo dod iespēju viegli pārliecināties par katras drenas darbību un tās stāvokli, un, ņemot paraugus analīzei, sekot



176. zīm. Drenas izlaide grāvī.



176.a zīm.



177. zīm. Mūrēta drenas iztece novadgrāvī.

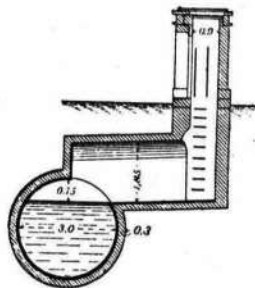
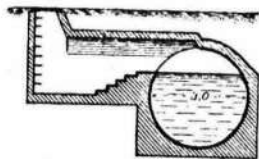
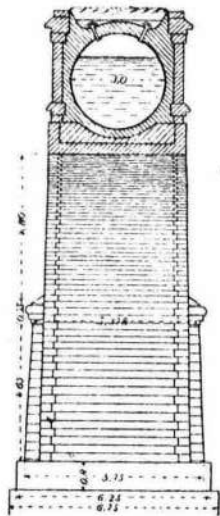
tīrīšanas gaitai. Visu to ievērojot, piem. Maskavas tīrīšanas laukos, izvada parasti no atsevišķiem lauka gabaliem drenas tieši novadgrāvī, un kolektori vajadzīgi tikai atsevišķos gadījumos, kad gabala veids tāds, ka bez kolektora nevar iztikt.

c) Notekūdeņu pievadīšana un sadalīšana.

1. **Notekūdeņu pievadīšana.** Notekūdeņu pievadīšana tīrīšanas laukiem no pilsētas var notikt tikai retos gadījumos ar pašteču vadiem, kas tad pienāk lauka augstākajā vietā, un no šejienes notekūdeni sadala tālāk pa laukiem ar pašteču kanāļiem (Maskavā uz Ļubļinas laukiem). Pa lielākai daļai gan notekūdens nonāk uz tīrīšanas laukiem pa spiedējvadu, un atkarīgi no lauka topografijas, tādi nonāk vai nu vienā visaugstākajā vietā, no kurās tālākā sadalīšana var notikt pa visu lauku ar pašteču kanāļiem, vai vairākās augstākās lauku vietās. Atkarīgi no tā tad uz lauka būs vai nu viena, vai vairākas pašteču sadalīšanas sistēmas. Var būt arī tāds gadījums, ka ūdens pienāk tīrīšanas laukam gan vienā vietā, un no šejienes ar pašteču vadiem var tikt sadalīts pa lielāko lauka virsu, bet uz kādu samērā nelielu augstāk gulošu lauka daļu jāpaceļ pašos tīrīšanas laukos.

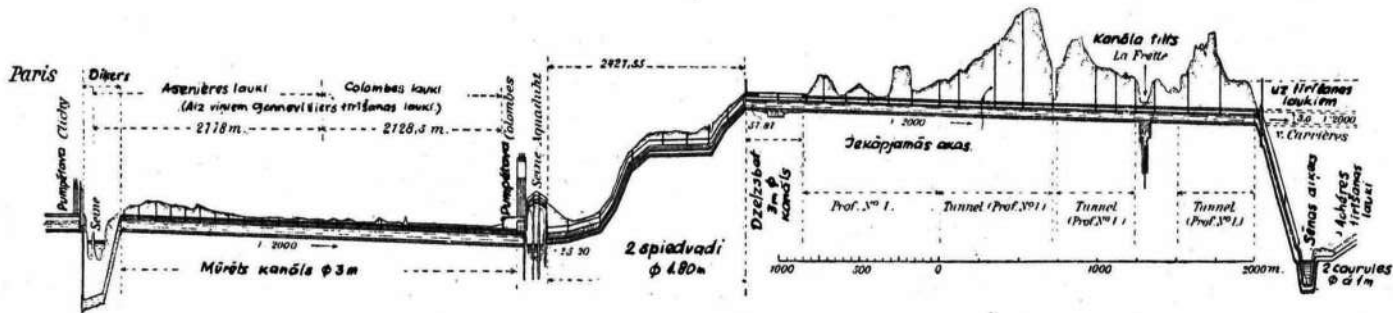
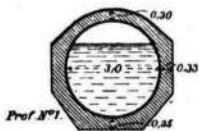
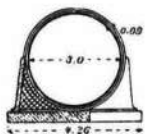
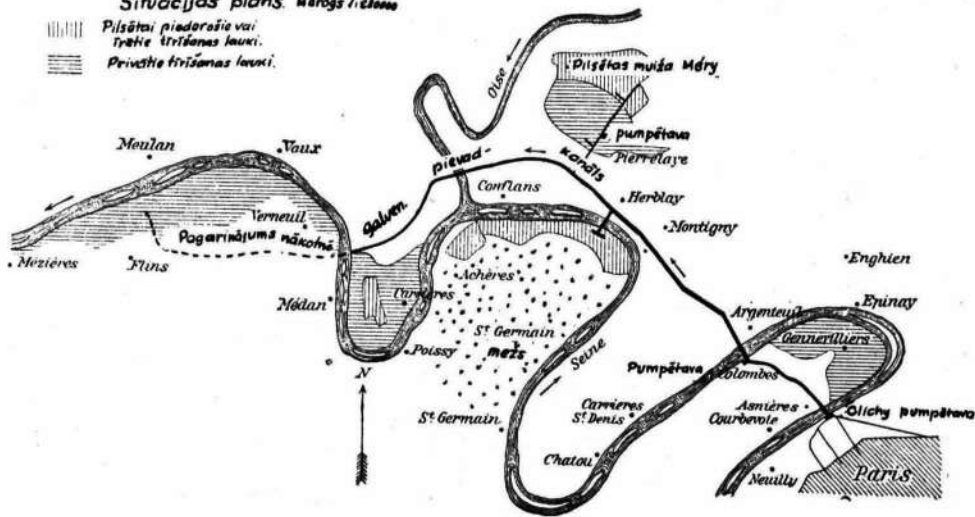
Pašteču notekūdeņu izvadīšanas vadi uz tīrīšanas laukiem ir vajēji kanāļi, kas gan ziemā jāpārklāj ar dēļu vairogiem, lai tie nepiesnigtu un arī temperatūra lai ievērojami nesamazinātos, jo bioloģiskiem procesiem katrs siltuma grāds ziemā ir svarīgs. Ūdens izvadīšana un sadalīšana pa atsevišķiem lauka gabaliem ar spiedējvadiem nebūtu lietderīga, jo sadārdzinātu nevajadzīgi visu ietaisi, tā būtu grūti pārrēdzama un apgrūtinātu arī sistēmas uzturēšanu kārtībā. Ja ūdeni pievada tīrīšanas laukiem ar spiedējvadiem, tad visādā ziņā vajadzīga drošības ietaise, kas ļauj spiedienam pacelties tikai līdz zināmam augstumam, jo bez tādas ietaises spiediens varētu pacelties tik augstu, ka caurules pārplīstu. Tādas ietaises var būt vai nu aizsargvārstuļi (Parīzē), vai pjezometriskās caurules, t. i. spiedējkolonnas (Berlīnē).

Parīzē notekūdeņus novada uz tīrīšanas laukiem (178. zīm.) ar spiedējvadiem no divām galvenām pumpētavām: Kliši (Clichy) un Kolomba (Colombe). No Kliši stacijas notekūdeņus aizgādā uz tuviniem Ženvijē (Gennevillers), paceļot ūdeni pa 10—11 m. Lielāku notekūdeņu daļu tomēr paceļ tikai pa 4—5 m un ievada galvenajā kanālī, diam. 3 m, kas pašteču ceļā notekūdeni novada uz otro pumpētavu Kolombu (Usine de Colombe). Te notekūdeni paceļ 33 m augstu un novada ar 2 spiedējvadiem, katrs diam. 1,8 m, uz galveno kanāli, diam. 3 m, kas ūdeni virza uz tīrīšanas laukiem (Achères, Pierrelaye un c.). Galvenais kanālis pa daļai izbūvēts tuneļveidīgi un savā ceļā vietām pārtraukts ar diķeriem (spiedējvadiem). Spiedējvadi samērā īsi un, ejot pa apdzīvotām vietām, ievietoti dzelzsbetona galerijās, lai izvairītos no vietas pārplūdināšanas ar notekūdeni avarijas gadījumā. Galvenais kanālis, paturot viscaur diametru 3 m, izveidots dažādā konstrukcijā. Vietām tas mūrēts no plienakmens ar cementa javu, bet vietām, kur iet pa uzbērumu, taisīts no



Situācijas plāns. Mērogs 1:25000

||||| Pilsētai piederošā vai
 īpaši tīrīšanas lauki.
 ||||| Privātie tīrīšanas lauki.



178. zīm. Parizes tīrīšanas lauki.

dzelzsbetona. Uz kanāļa uzbūvētas ik pa 300 m dažādas konstrukcijas iekāpjamas akas. dzelzsbetona. Uz kanāļa uzbūvētas ik pa 300 m iekāpjamas dažādas konstrukcijas. Spiedējvadi zemākās vietās, kur spiediens lielāks, taisīti no tērauda caurulēm. Augstākās vietās, kur spiediens nepārsniedz 20 m, spiedējvadi taisīti no dzelzsbetona pēc Bonna sistēmas. Pie spiediena, lielāka par 20 m, vadi iekšpusē izlikti ar 3,5—4 mm biezām tērauda plātnēm. Atsevišķas caurules bij 2,5 m garas un, noliekot vadā,



179. zīm. Berlīnes tīrīšanas lauki.

savienoja ar dzelzsbetona 0,28 m gariem gredzeniem. Ielejas pa daļai šķērsoja ar diķiem, bet Sēnas upei pāri uzbūvēja tiltu (3 spraugas à 70 m un 2 — à 67 m), zem kuŗa braucamās daļas nolika 4 tērauda vadus, diametrā 1,10 m katru. Vienu citu upi (Frette) krustoja ar tilta konstrukciju no 4 lokiem à 20 m spraugām, uz kuŗas gulēja kanālis 3 m diametrā. Tilta kanāļa sienu labākam noblīvējumam lietoja svina plātnes, iekšpusē tās gludi apmetot virs tērauda drāšu pinuma.

Uz nozarojumu no galvenā kanāļa atrodas sekundārā pumpētava, kas ūdeni paceļ uz augsti gulošiem tīrīšanas laukiem (Méry).

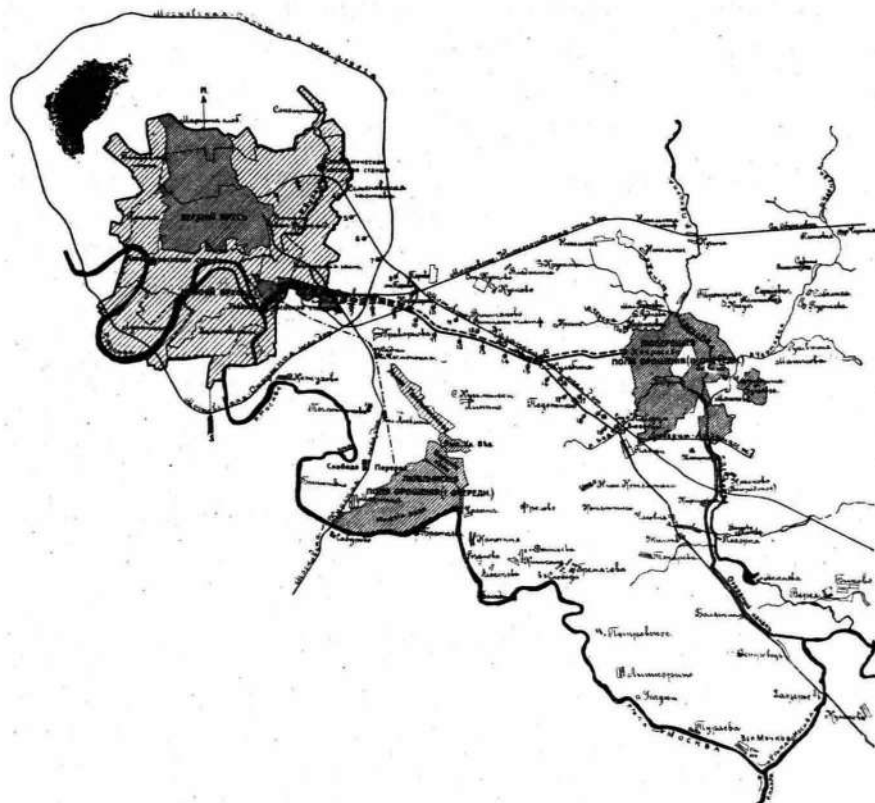
Berlīnes tīrīšanas lauki (179. zīm.) novietojušies 2 galvenās grupās, ziemeļos un dienvidos no pilsētas, bet arī nelielā daļā austrumos un rietumos no pilsētas, tā tad īstenībā visapkārt pilsētai, kas, kā jau minēts agrāk, atviegloja pilsētas sadalīšanu radiālas kanalizācijas sistēmās ar atsevišķām pumpētavām pilsētas nomalēs. Tādējādi izveidotas kanalizācijas sistēmu izvadišana no pilsētas ir diezgan sarežģīta, jo izrādījās par vajadzīgu spiedējvadus no dažādām pumpētavām apvienot, un otrādi, vienas pumpētavas ūdeni sadalīt pa vairākiem spiedējvadiem. Spiedējvadu gaņšums līdz tīrīšanas laukiem ir 8 līdz 26 km, un visu spiedējvadu kopgaņšums ir apm. 600 km. Daži no tīrīšanas laukiem atrodas 20—30 m augstāk pār pilsētu. Spiedējvadu diametrs piemērots padodamam ūdens daudzumam un ir 0,75—1,2 m. Agrākie spiedējvadi taisīti no ķeta caurulēm, izņemot pārejas zem dzelzceļiem, kas bij no tērauda caurulēm. Vēlākajā laikā arī spiedējvadus vispārīgi sāka taisīt no dzelzs resp. tērauda caurulēm, 6 m gaņšam, ar sienīņu biezumu 12—13 mm, un attiecīgas konstrukcijas uznavu savienojumiem, ar svina noblīvējumiem.

Spiedējvadi likti ap 1 m dziļi zemē. Augstākā vada vietās ietaisīti gaisa ventīļi (vantūži), no kuŗiem gaisu izlaiž katru dienu. Zemākās vietās ietaisītas izlaides uz 0,20 m plata nozarojuma, no kuŗām notekūdeni var novadīt uz tuvāko ūdens tvertni, un kur pēc vietējiem apstākļiem tas nav iespējams, ūdeni izpumpē ar pārvietojamu elektrisku pumpi, pie kam ir arī vietas, kur notekūdeni var vajadzības gadījumā no iztukšojamā vada ievirzīt tuvumā ejošā spiedējvadā.

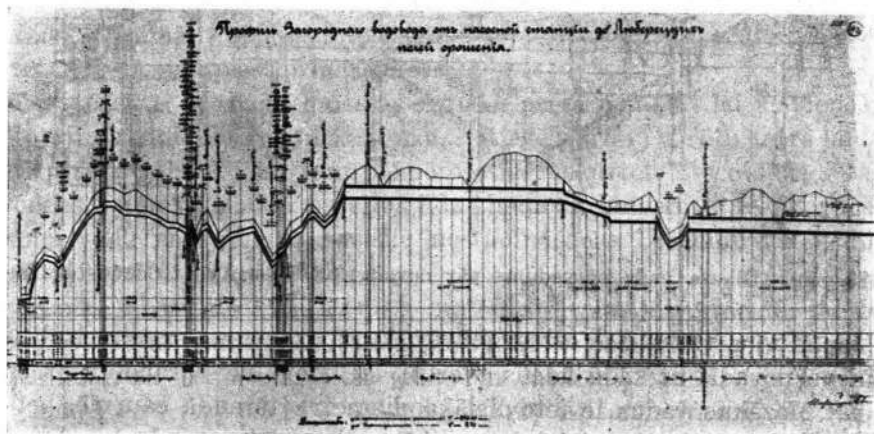
Maskavas tīrīšanas lauki (180. zīm.), kā jau minēts (258. lpp.), iekārtoti 2 kanalizācijas zonām: Ļubļinas lauki augšējai zonai un Ļubercu lauki apakšējai zonai. Uz Ļubļinas laukiem notekūdeņus nogādā t. s. augšējais ārpilsētas kanālis, kas ir olveidīgs; 1,626 m augsts, ar kritumu 0,0004 un 10,294 m gaņš. Kanālis ķieģeļu mūra, taisīts pa daļai tunelī (2,6 km). 18,4 m dziļumā, pa daļai uzbērumā (1,2 km), pārējā daļā izrakti būvgrāvji, 3 līdz 8 m dziļi. Trijās vietās kanālis šķērso upītes, un te tas taisīts no 12,7 mm biežām katlu dzelzs plātnēm. Kanāļa caurlaides spēja pie vislielākā pildījuma (0,9 no augstuma) ir ap 1 m³/sek.

Ļubercu galvenais ārpilsētas vads, līdzīgi Parīzes vadiem, paceļ notekūdeni pa spiedējvadu uz augstu vietu, kas atrodas uz vietējās ūdens šķirtnes, starp pilsētu un tīrīšanas laukiem, un no turienes iet tālāk pašteču kanālis līdz tīrīšanas laukiem, (181. zīm.). Spiedējvads sastāv no 2 ķeta cauruļu vadiem, diametrā 1,067 m (42"), gaņumā 6,56 km, ar ūdens pacēlumu 26,24 m augstu. Katrs no cauruļu vadiem var padot 1,13 m³/sek. Tālāk virzienā uz tīrīšanas laukiem iet apaļš no ķieģeļiem mūrēts kanālis, diametrā 1,98 m, ar kritumu $J=0,00025$, gaņumā 9,36 km. Pašteču vadā konstruktīvā ziņā divi pārtraukumi. Vienā 0,96 km gaņā gabalā tas likts pie liela vietas krituma ar samazinātu diametru 1,22 m (4'), kā apaļš no ķieģeļiem mūrēts kanālis ar kritumu 0,00035, kas palielina ātrumu līdz 2,36 m (lielajā kanālī ātrums ir 1,22 m). Otrs pārtraukums ir upes, Čurīļichas, krustojums, ar diķeri no divām līnijām ķeta cauruļu diametrā 1,067 m, gaņumā 0,60 km. Vidēji pašteču kanālis var pārvadīt 129.140 m³ diennaktī, bet vislielākās pieteces laikā 1,5 reiz vairāk. Pieejai pašteču vadam iebūvētas iekāpjamās akas ik pa 100 m. Spiedējvadā iebūvēti augstākās vietās automātiski gaisa ventīļi un zemākās izlaides, tāpat attiecīgās vietās aizlaidņi, ar ko iespējams bojāšanās gadījumā izslēgt attiecīgo vada gabalu un to iztukšot. Spiedējvadi likti 3 m dziļi.

Pašteču vadi, atkarīgi no vietas reljefa, iebūvēti līdz 10 m dziļā un 3—4,5 m platā būvgrāvī. Grāvja rakšanu izdaria ar rokām, bet zemes izcelšanai no lielākiem dziļumiem lietoja grieztuves vai grozāmus krānus ar kausiem. Gruntsūdens apkāro-



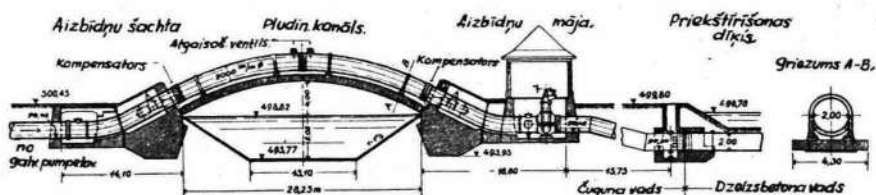
180. zīm. Maskavas tīrīšanas lauku novietne.



181. zīm. Ļubercu galvenais ārpilsētas vads.

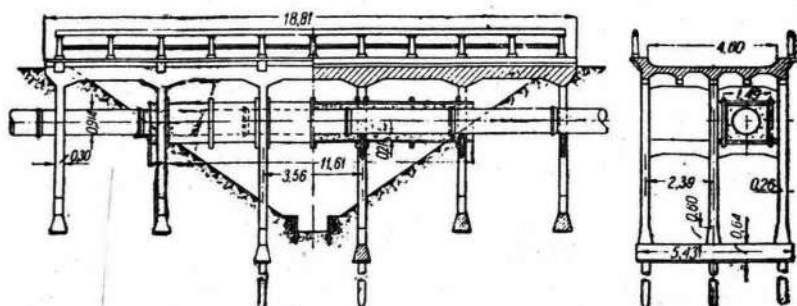
šanai lietoja rokas sūkņus, ja ūdens pietece nebija liela. Pie lielas ūdens pietece (Kosina miesta tuvumā, kur daudz apakšzemes ezeru), līdz 2500 m³ diennaktī uz 25 m attālumu, gruntsūdeni savāca ar palīgdrenāžas palīdzību pumpju bedrēs un izcēla ar centrifugāliem pumpjiem, dzītiem ar elektrību, pie kam elektrības sagādei bija ierīkota sava elektriska termiska centrāle. Izmēģināja arī gruntsūdens pazemināšanu ar urbtu aku palīdzību, tomēr šai gadījumā, pie ļoti smalkas grunts, šāda veida gruntsūdens apkaņošana izrādījās par kavēkli ātrai būves gaitai, kāda te bija paredzēta.

Galveno kanāļu ceļā no pilsētas uz tīrīšanas laukiem nākas pārvarēt dažādus būves šķēršļus, krustojot dzelzceļus, upes, pastāvošos kanāļus un t. t. Upes krustot var vai nu ar diķeriem, vai ar kanāļiem zem tiltiem, vai uz sevišķi tiem mērķiem būvētiem tiltiem (pašteču vadiem). Ir arī projektēti upes krustojumi ar paša spiedējvada lokveidīgu izveidojumu, kā nesošu konstrukciju. Tāda izbūve ir Minchenes galvenajam va-



182. zīm. Upes krustojums Minchenes galvenajam vadam.

dam pāri Izaras upei (182. zīm.). Dzelzceļus krustojot zem līnijas ar pašteču mūrētiem kanāļiem, vajadzīgs pastiprināt pašu kanāla sienu mūri, piemērojoties slodzei no dzelzceļa kustības. Sevišķa vērība jāpiegriež spiedējvadu krustojumiem ar dzelzceļu, jo, vadam bojājoties, zem liela spiediena izplūstošais notekūdens var izskalot zemi un apdraudēt dzelzceļa

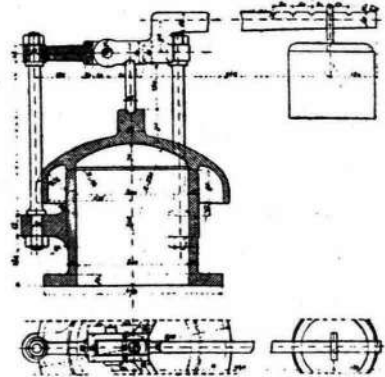


183. zīm. Diķera vada pārvadums pār novadgrāvi Maskavas tīrīšanas laukos.

kustību. Tādus vadus liek aizsargbūvēs, kuŗu uzdevums saņemt izplūstošo ūdeni un novadīt uz kādu ūdens tvertni, lai ūdens neapdraudētu dzelzceļa līniju. Mazākus vadus ievieto lielāka diametra tērauda caurulē, bet lielākus sevišķās galerijās, līdzīgi tam, kā to dara ūdens vadu krustojumus izbūvējot (sk. autora «Ūdens apgāde» 628. lpp., 427., 428. un 429. zīm.).

Pašos tīrīšanas laukos tāpat vajadzīgi līdzīgi krustojumi ar upēm un arī lielākiem novadgrāvjiem, piem., diķeņa vadam Maskavas tīrīšanas laukos pār novadgrāvi. Tādu konstrukciju parasti izveido kā tiltu satiksmei pāri grāvim (183. zīm.). Vads zem tilta jāizolē pret zemas temperatūras ietekmi.

Galvenā ārpilsētas kanāla pievienošana pašteču izdalīšanas vadiem pašos tīrīšanas laukos atkarājas no galvenā vada konstrukcijas. Ja galvenais vads ir pašteču, mūrēts kanālis, tad pāreja uz galveno izdalīšanas vadu laukos jāpieskaņo tikai profila dažādībām (piem. pāreja no apaļo uz četrstūrīgu kanāli). Ja ūdens pievadīts laukiem ar spiedējvadu, tad, kā jau minēts, vajadzīga izbūve, kas vienkārt nomierina zem spiediena iztekošo ūdeni, un, otrkārt, aizsargā spiedējvadu no bojāšanās, ja ūdens nevarētu brīvi iztecēt. Parīzes tīrīšanas laukos tam mērķim noder sevišķi aizsargvārstuļi (184. zīm.), kas iebūvēti izvadtīkla augstākās vietās un kas pieļauj vadā tikai 3,5 atm. lielu spiedienu; ja spiediens pārsniedz 3,5 atm., kas attiecīgi norēgulēts ar pretsvaru uz sviras, attaisās automatiskā klapē, un ūdens var iztecēt. Berlīnes tīrīšanas laukos, un tāpat dažos citos Vācijā, spiedējvada tālajos galos uzstādītas stāvkolonnas (Standrohre). Tās ir vertikāli uzstādītas pjezometriskas caurules (185. zīm.), 7—8 m augstas, atkarīgi no vietējā pieļaujamā spiediena, un ar lielāku diametru kā spiedējvads. Kolonnā ir pludiņš ar stangu, kuŗas augšējā galā piestiprināta dienā

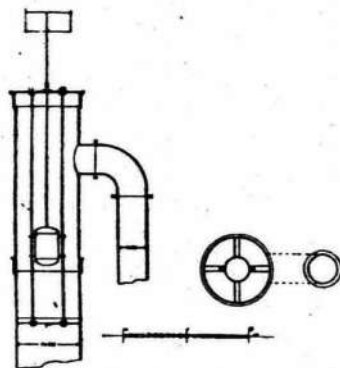


184. zīm. Aizsargvārstulis uz spiedējvada Parīzes Achères laukos.

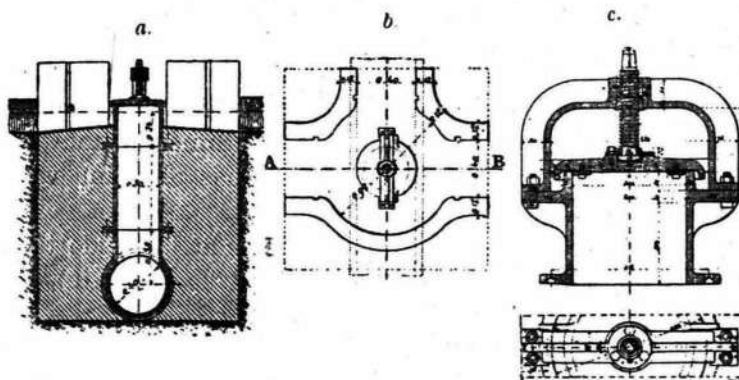
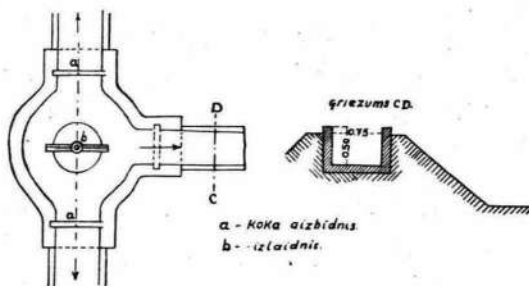
lode vai tāfelīte, bet naktī gaismas signāls, ar to nolūku, lai apūdeņošanas kārtotāji strādnieki (орошальщики, Rieselwärter) varētu katrā laikā saskatīt ūdens stāvokli un tam piemērojoties nokārtot iztecēšanas ietaises. Ja ūdens līmenis kolonnā paceltos līdz zināmam līmenim, tad tas pa nozarojuma vadu notecētu uz sevišķu nostādīšanas baseinu vai kādu rezervē paredzētu lauka gabalu.

Notekūdens izlaides no spiedējvada jāizveido tā, lai ūdens nomierinātos un samazinātu savu sparū (kinētisko enerģiju), iekams tas virzās tālāk pa izdalīšanas tīkla grāvjiem vai kanāliem.

Parīzes Ženvijē (Gennevilliers) tīrīšanas laukos (ap 800 ha) uz galvenā spiedējvada nozarēm ietaisīti ap 850 izlaidņi, diametrā 0,30 m, un 31 izlaidnis, diametrā 0,45 m. Tie sastāv (186. zīm.) no aizlaidņa (b),



185. zīm. Stāvkolonnas Berlīnes tīrīšanas laukos.



186. zīm. Izlaide uz Parīzes Ženvijē laukiem.

ar kuŗu rēgulē izteces stiprumu un daudzumu nelielā mūŗa baseinā, pie kuŗa pievienojas trīs virzienos izdalīšanas grāvji, arī mūrēti. Iztece no baseina izdalīšanas grāvī noslēdzama ar dēļu aizbīdni. Attālums starp izlaidņiem ir 5—100 m, un 1 izlaidnis apkalpo 3—4 ha.

Berlīnē izlaides no spiedējvada ieturētas pa vienai apmēram ik uz 20 ha liela laukuma. Ūdens no spiedējvada iztek nelielā uzņēšanas baseinā (187. zīm.) un pēc tam vēl nelielā seklā nosēdbaseinā, kas taisīts ar žagaru pinuma sienīņām vai sienām no fašīnām. Sakrājušos nogulšņus pēc to izpūšanas izmet uz lauka virsu vai aizved tādu lauku mēslošanai, kas nav iekārtoti notekūdeņu izdalīšanai.

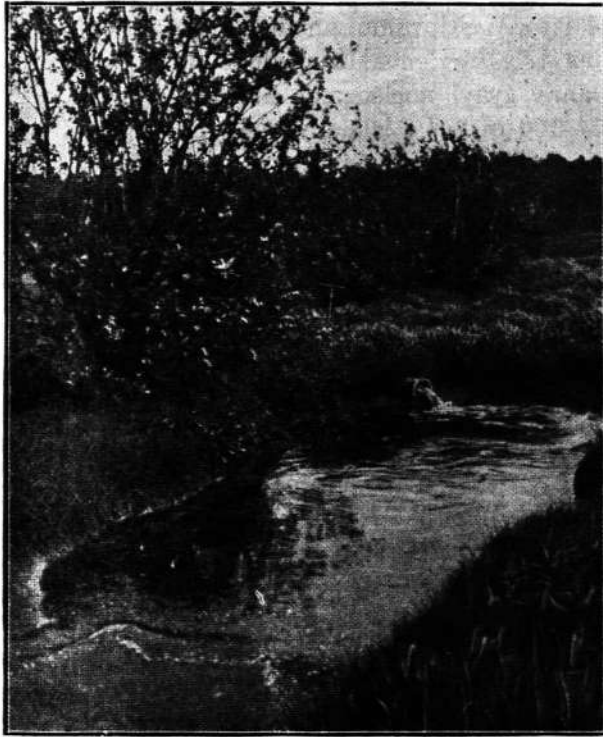
M a s k a v ā izlaide Ļubļinas laukos izmēģinājumam izbūvēta pēc 187.a parauga.

2. Notekūdeņu sadalīšanas būves uz tīrīšanas lauka. Kā no iepriekšējā saskatāms, notekūdeni piegādā tīrīšanas laukiem vai nu vienā visaugstākā vietā, vai vairākās tādās augstākās vietās, atkarīgi no topografiskiem apstākļiem. Tālāk tad ūdens jāsadala pa laukiem ar sadalīšanas tīkla palīdzību, kas viscaur sastāv no pašteču vadiem, un tikai zināmos vietējos apstākļos var būt pārtraukts ar kādu dīķeri. Sadalīšanas tīkls sastāv no galvenā izvadgrāvja (vai kanāļa) un no dažādu šķīru mazāku grāvju atkarīgi no izvadāmā ūdens daudzuma. Galvenais izvadgrāvis ir tāds, kas spēj vadīt visu laukam vai patstāvīgam lauka rajonam pievesto notekūdens daudzumu. Zemāku šķīru grāvji vada to ūdens daudzumu, kas tiem jānogādā līdz zināmam lauka lielumam. Viszemākas šķīras izvadgrāvis būs tas, kas piegādā notekūdeni vajadzīgā daudzumā visattālākam lauka gabalam, nākošā šķīra tā, kas piegādā 2 gabaliem, tad tālāk 3 gabaliem un t. t. Galvenos izdalītājus liek pa ūdens šķirtnēm un ja vajadzīgs uz uzbērtnēm. Arī zemāku šķīru izvadgrāvjus parasti nāksies likt uz uzbērtnēm, pie kam pēdējām jābūt labi noblietētām, lai grāvji nevarētu sēsties.

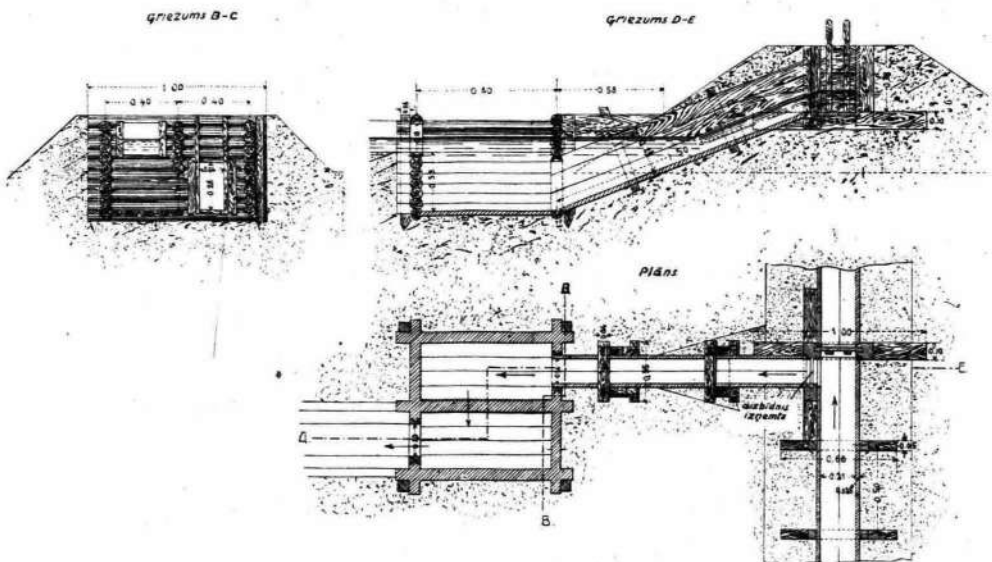
Visu šķīru izvadgrāvjus taisa atklātus, un lai ziemā ūdens stipri neatdzistu un sniegs grāvjus nepieputinātu, vajadzīgs tos tad pārklāt ar dēļu vairogiem. Koka pārklājuma vietā varētu lietot dzelzsbetona plātnes, bet tādas ir smagākas un noņemšana vasarā un salikšana vienu uz otras ir grūtāka kā pie koka vairogiem. Mūsu apstākļos koka pārklājumi arī saimnieciski izdevīgāki.

Izvadgrāvju dzīvriezuma aprēķināšanai noder parastās hidrauliskās formulas, izvēloties attiecīgu nelīdzenuma koeficientu. Var lietot mazo Kutera formulu: $v = \frac{100 \sqrt{R}}{0,35 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J}$, vai

Manninga formulu: $v = 66R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$, ja grāvji ir mūrēti vai betona kanāļi. Tīrturētiem zemes grāvjiem Kutera formulā koef. ir 1,5, tā tad



187. zīm. Izlaide uz Berlīnes tīrīšanas laukiem.



187.a zīm. Izlaide uz Maskavas tīrīšanas laukiem.

$v = \frac{100 \sqrt{R}}{1,5 + \sqrt{R}} \cdot \sqrt{R \cdot J}$, un Manninga formulā var pieņemt Ganguillet'a

koef. $n = 0,025$, tā tad Manninga formula ir $v = 40 R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}$.

Izvadgrāvju lielums atkarājas no notekūdēns daudzuma, kas pa grāvi jānogādā uz zināmu lauka lielumu. Tīrīšanas vai filtrācijas lauku lielums gan aprēķināts zināmam pieteces daudzumam (249. lpp.), bet tas ir vidējs daudzums. Vienkārt jau ūdeni neizlaiž nepārtraukti uz lauka, bet izlaiž vairāk dienu (5—7) porciju uzreiz, un tad dod laukam atpūtu, t. i. laiku bioloģisko procesu darbībai un bioķīmiskām pārvēršanām. Otrkārt, zināms lauka gabals atrodas vai nu apstrādāšanā, vai remontā, vai stādu ieņemts, kam lietainā laikā nav vajadzīgs mitrums no notekūdēns. Pieņemsim, ka uz augšējās kalkulācijas pamata zināmā laikā notekūdēns tīrīšanas nolūkā izmantojamam lauka gabalam jāuzņem vidēji dienā 200 m^3 un ka ūdens uzlaišana iekārtojama ik par 7 dienām, tad 1 ha jāpievada notekūdēns daudzumā $200 \times 7 = 1400 \text{ m}^3$ diennaktī vai $\frac{1400 \times 1000}{24 \cdot 60 \cdot 60} = \text{ap } 16 \text{ sl}$. Tā tad izvadgrāvīm, pa kuŗu ūdens tecētu ar ātrumu 0,5 m un kuŗa šķērsgriezums ir taisnstūris, vajadzētu būt ar $0,25 \times 0,13 \text{ m}$ dzīvgriezumu. Tas dotu iespēju ar vienu izlaidumu (24 stundās) uzlaist $\frac{1400}{10.000} = 0,14 \text{ m}$ augstu ūdens slāni.

Piemērs. Pilsētai ar 50.000 iedzīvotājiem notekūdēns daudzums ir $50.000 \times 150 \text{ l} = 7500 \text{ m}^3$. Izvadgrāvji jāaprēķina tā, lai visattālākā lauka gabalā 1 ha varētu pievadīt 1400 m^3 , tā tad 2 ha — 2800, 3 ha — 4200; 4 ha — 5600 un līdz 5 ha jau būtu jāpieved visā 7500 m^3 liels notekūdēns daudzums. Šai gadījumā varētu arī pieņemt 5 grāvju šķiras ar lielumiem pēc 34. tab. Tīrīšanas lauku koplielums varētu būt 100 ha. Tā tad, ja uzlaišanu uz zināma lauka gabala izdara ik 7 dienas, darbībā atrastos $5 \times 7 = 35 \text{ ha}$. Pārējais laukums var būt lauksaimnieciski izmantots, kā arī var atrasties remontā un sagatavošanā.

Lielos tīrīšanas laukos vēl laukus sadala vairāk patstāvīgās apūdeņošanas vienībās. Tā, piem., Maskavas Ļubercu lauki, kas rēķināti $2,25 \text{ m}^3/\text{sek.}$ notekūdēns pietecēi, sadalīti 3 daļās, no kuŗām katrai vidēji jāuzņem $0,75 \text{ m}^3/\text{sek.}$, vai lielākas pieteces laikā 1,5 reiz vairāk, tā tad

34. tabula.

Izvadkanāļu dzīvgriezuma aprēķini.

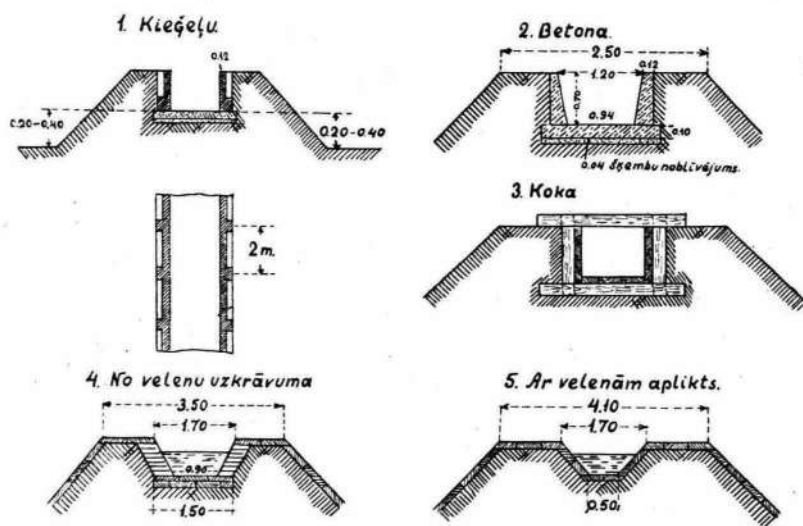
Tīrīšanas lauku lielums 100 ha.

$$v = 40 \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}} = 0,5 \text{ m.}$$

Šķira	Q m ³ /sek.	F Dzīvgrie- zuma pla- tība m ²	Izvadgrāvja		Kritums J
			dziļums	platums	
1	0,087	0,174	0,38	0,58	0,0020
2	0,064	0,128	0,25	0,51	0,0025
3	0,048	0,096	0,22	0,44	0,0030
4	0,032	0,064	0,18	0,36	0,0040
5	0,016	0,032	0,13	0,25	0,0050
6	0,008	0,016	0,09	0,18	0,010

1,13 m³/sek. Izdalīšanas sistēma te sastāv no 12 šķiru izdalīšanas kanāliem, no kuriem mazākais ir 10 l/sek., un tā lielums, pieņemot ātrumu 0,5 m/sek., tā tad būtu 0,02 m² vai 0,20×0,10 m. Uz paša lauka gabala vienmērīgai ūdens sadalīšanai vēl vajadzīgs arī vagu sistēmas tā iekārtot, lai notiktu vienmērīga sadalīšana. Vagu sistēmas vienība varētu būt 30×30=900 m², un ja ar pēdējo šķiru izvadgrāvju var pievest 10 sl. un visu to ūdeni izlaiž pēc aprēķina ar 0,14 m biezu slāni, tad tam vajadzīgs laika $\frac{900 \text{ m}^2 \times 0,14 \text{ m} \times 1000 \text{ l}}{10 \text{ sl}} = 12.600 \text{ sek.} = 3,5 \text{ stundas.}$

Materiāli izdalīšanas tīklam. Tādi var būt ķieģeļi, betons, dzelzsbetons un koka materiāli. Tādā gadījumā grāvju šķērsgriezums var būt taisnstūris, vai viegli atgāztām sienām (188., 1, 2, 3 zīm.). Lietojami dažiem gadījumiem arī zemē taisīti grāvji (188., 4, 5 zīm.), kas

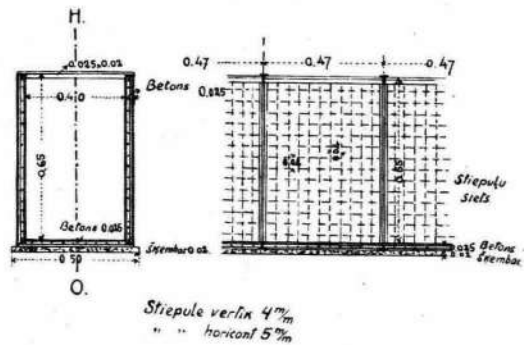


188. zīm. Izvadgrāvju tipi Maskavas tīrīšanas laukos.

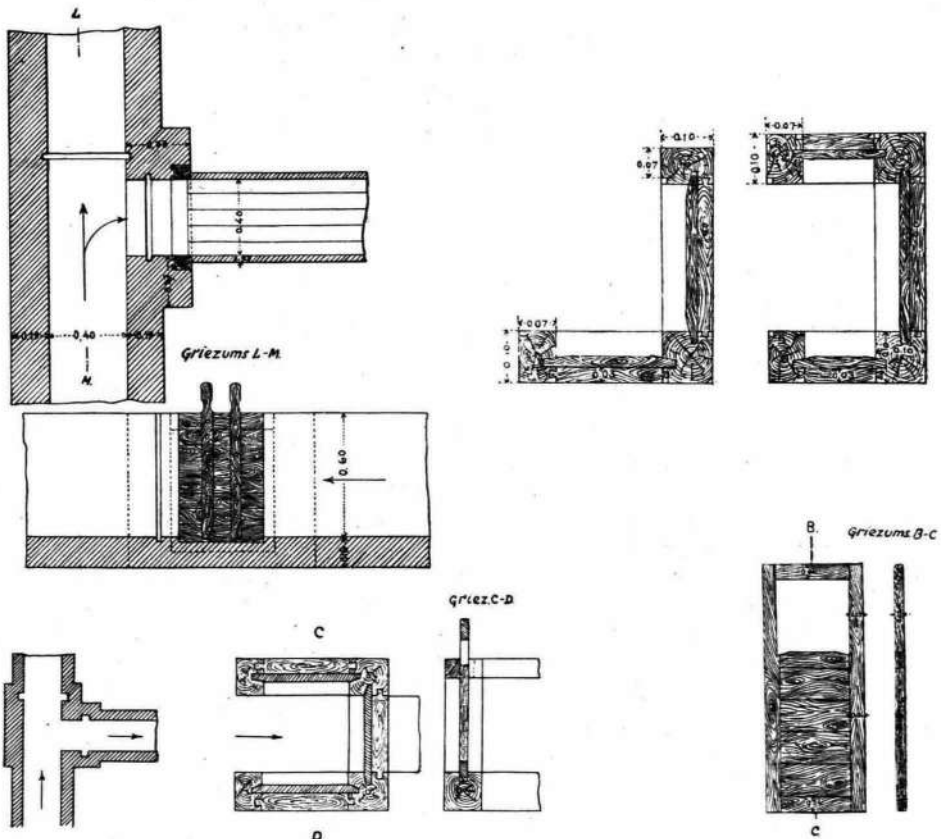
ir ar nogāzēm 1:1 (5), izliktām ar velenām, ķieģeļiem vai betona plātnēm. Arī stāvākām nogāzēm (4) grāvju sienas jānostiprina ar velēnu krāvumu, vai plakani liktiem ķieģeļiem vai betona plātnēm. Zemes grāvju sienu un dibena nostiprināšana izmaksā maz, bet tās ir maz izturīgas kā pret izskalošanu no notekūdens, tā arī pret žurku, peļu, sesku un citu grauzēju postījumiem, un tās ātri pieaug ar ūdens stādiem. Tādu grāvju labošana un tīrīšana stipri sadārdzina izvadīšanas sistēmas turēšanu kārtībā. To ievērojot, zemes grāvji uzskatāmi tikai kā provizorisks izbūve, piem., uz uzbūrumiem, kas vēl nav pietiekami nosēdušies, lai vēlāk uz tiem varētu uzbūvēt grāvjus ar masīvām sienām un dibenu.

Izvadgrāvju dibenam, vismaz izlaidu vietās, jābūt 0,20—0,30 m augstākam par lauka virsu (190. zīm.), lai ziemā, kad zeme sasalusi un filtrācija apgrūtināta, varētu uz gabala ievietoties par ledu sasalušais ūdens.

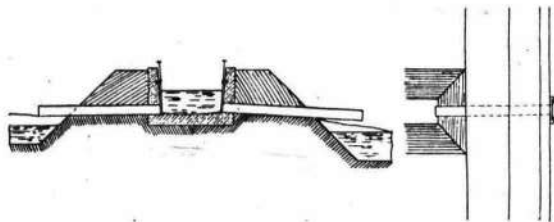
Notekūdens izlaišanai uz lauka no pievadgrāvja ietaisīti uz pēdējā attiecīgās vietās izlaidņi (189. zīm.). Izlaidņus noslēdz ar aizbīdņiem. Zemes pievadgrāvjos lietderīgi izlaidņus taisīt no koka rāmjiem, turpretim mazos sadalīšanas grāvīšos vai vagās uz lauka gabala trapezveidīgus dēļu aizbīdņus tieši iebīda zemē vajadzīgā vietā. Kas attie-



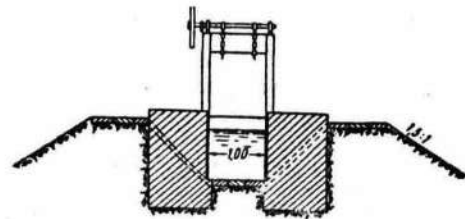
188.a zīm. Dzelzsbetona izvadgrāvis.



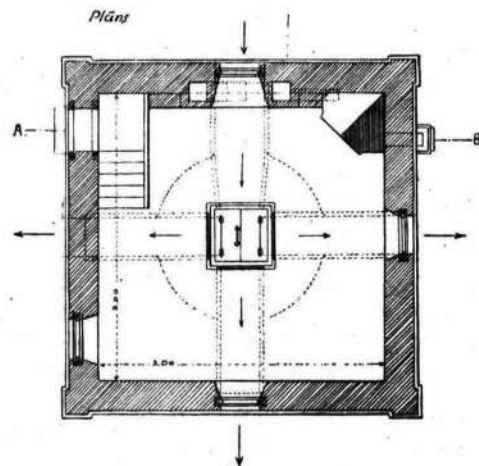
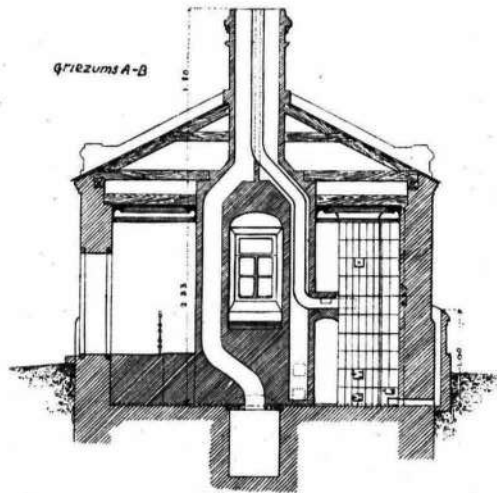
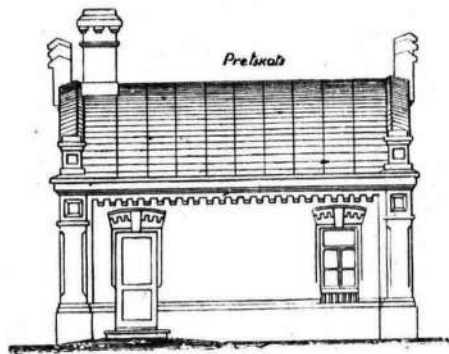
189. zīm. Izlaidņu konstrukcijas.



190. zīm. Betona pievedējs ar izlaidi.

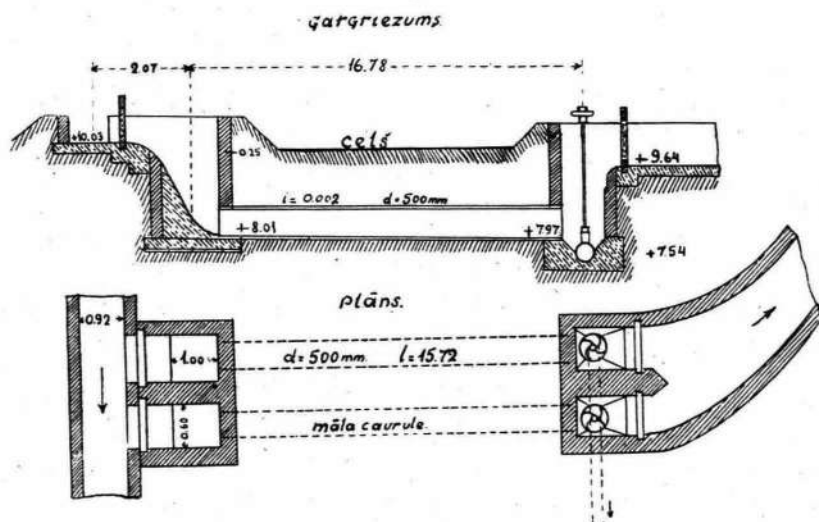


191. zīm. Metala aizlaidņa tipi.



192. zīm. Pietekošā ūdens galvenais sadalītājs Maskavā.

cas uz aizbīdņu konstrukciju, tad mērenākā klimatā (Anglijā, Amerikā) tos taisa no metala (191. zīm.), paceļamus ar ķēdes un grieztuves palīdzību vai ar ceļamas skrūves ietaisi. Aukstākā klimatā tomēr tādi aizbīdņi varētu iesalt, un tad to bīdīšana būtu ļoti grūta. To ievērojot, mūsu klimatā noderīgāki no koka taisīti aizbīdņi, kuņus bīda ar roku. Metala aizbīdņus varētu lietot tikai, ja tie ievietoti slēgtā un pietiekami siltā telpā, kā tas, piem., darīts Maskavā Ļubļinas tīrīšanas laukos. Galvenais kanālis (pašteču) pienāk tīrīšanas lauku visaugstākajā vietā, un no šejienes pienākušo ūdeni sadala divos galvenos virzienos. Sadalīšanas regulēšanai uz novirzienu kanāļiem iebūvēti ķeta aizbīdņi ar ceļšanas mehānismu. Ietaise ievietota sevišķā mūrētā celtnē, kas ir apkurināma (192. zīm.). Tīrīšanas lauku izvadgrāvjiem nereti savā ceļā jāšķērsos kādi novadgrāvji vai ceļi un t. l. Šķērsojumus izbūvē līdzīgā veidā, kā tas jau minēts pie galveniem ūdens pievadiem. Izvadgrāvi pāri ceļam var reāli-

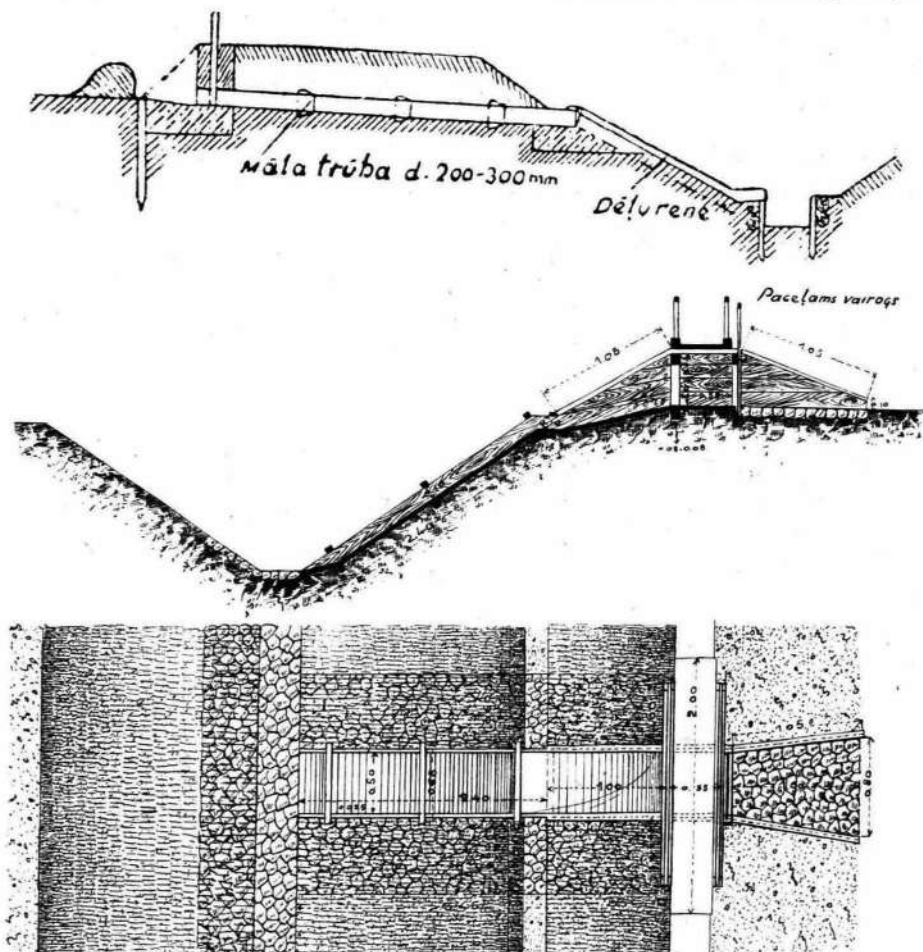


193. zīm. Ceļa krustojums laukos.

zēt, taisot pārklātu grāvi un ceļu paceļot vajadzīgā augstumā. Ja ar to ceļš kļūtu neērts lietošanai, tad jāizbūvē izvadgrāvja pārvešanai pāri ceļam diķeris, piem., pēc Maskavas tipa (193. zīm.). Ar to ceļu garenprofils netiek traucēts.

Sevišķos gadījumos tīrīšanas laukos vajadzīgas ūdens nolaišanas no lauka virsas. Aukstās ziemās var sagaidīt, ka uz lauka uzlaistais ūdens sasals un uzkrāsies uz sasalušas lauka virsas ledus un sniegs, kas siltam laikam iestājoties atkal pārvērtīsies par ūdeni, un tas notiks ātrāk nekā zeme spēs atkust. Tā radīsies uz lauka virsas ūdens. Varētu gaidīt, kamēr zeme atkūst un ūdens iesūcas zemē, bet tas var novilcināties un līdz

ar to var novēloties lauka sagatavošana stādu kultūrai, vai arī vienkārši notekūdens uzlaišanai. Pētījumi Maskavas tīrīšanas laukos rādīja, ka atkusušais ūdens pēc sava sastāva un īpašībām nav slīktāks par drenāžas ūdeni pavasarī, kas uzņēmis dažādas pa ziemu zemē uzkrājušās vielas. To ievērojot, atkusušo ūdeni var no lauka virsas nolaist tieši novadgrāvī, lai



194. zīm. Nolaīšanas ietaise Maskavas tīrīš. laukos.

lauka virsa ātrāk apžūtu. Tāda nolaīšanas iespēja jāparedz laukus izbūvējot. Zem uzbēruma vai ceļa, kas iet gar grāvi, liek cauruļu vadu (194. zīm.), galus nostiprinot ar mūri vai betonu. Caurules lauka galā ietaisa aizlaidni, kuŗa iesalšanas iespēju ziemā aizsargā vēl ar valnīti, ko rudenī uzbeŗ un pavasarī atrok. Uz grāvja nogāzes ūdeni novada ar koka vai betona reni (194. zīm.).

29. Tīrišanas lauku ekspluatācija.

a) **Būvju uzturēšana kārtībā.** Tīrišanas lauku ietaisēm jāatrodas lietpratīgā speciālistu vadībā un uzraudzībā un to uzturēšanai kārtībā jāpiegriež vislielākā uzmanība, un tikai tad varēs pilnīgi sagaidīt cerētos labumus.

Pirmajā vietā lauka virsai vajag atrasties arvien tādā stāvoklī, lai uzlaistais ūdens varētu vienmērīgi sadalīties un vienmērīgi iesūkties zemē. Ja virsas līdzenums bojāts, piem., nevienādas uzaršanas un virsas apstrādāšanas dēļ, ūdens sakrāsies zemākās vietās, tās pārpurvojot, un attīstīsies pūšanas procesi, kas bojātu lauku sanitāro stāvokli. Tas jānovērš ar virsas nolīdzināšanu. Ja uz visas lauka gabala virsas ūdens paliek ilgi neiesūcies zemē, tad tā ir pazīme, ka lauks ir pārpūlēts. Tādā gadījumā var sagaidīt arī, ka drenāžā ietecējis ūdens būs sliktāks kā parasti, jo ūdens pārklājums uz lauka virsas aizkavē gaisa ietīkšanu zemē. Ja tāds apstākļi iestāties, ka lauka virsa piedūņojusi, tad laukam jādod atpūta, un pēc virsas apzūšanas tā jāuzaŗ un līdzeni jānoecē, pēc kam atkal var ietaisīt sadalīšanas vagas. Arī laukiem atrodies normālā stāvoklī, jāparedz to apstrādāšana un vagu ietaisīšana kārtīgi 2 reiz gadā, pavasarī un rudenī.

Zemes uzbērtņēm, izdalīšanas grāvjiem, ceļiem un lauku iežogojumiem visbiežāk bojājas nogāzes. Visvairāk uzbērumus bojā kurmjī, žurkas, seski un citi grauzēji, kas tīrišanas laukos sarodas lielā daudzumā un ar savām alām posta uzbērumu blīvumu. Uzbērumi var ciest arī ziemā, ja ar nolūku sasaldēt ūdeni lauka gabalu piepilda ar ūdeni, kas tad zemākās nosēdušās vietās vai minēto grauzēju izurbtās vietās var atrast ceļu cauri uzbērumam un to izskalojot izdarīt lielus bojājumus. Ziemā zemes uzbērumu nogāzes var ciest arī no tā, ka ārpusē nogāze, palikusi mitra no caursūcošā ūdens, sasalst un atdalās no sausākas masas. Uzbēruma kārtībā uzturēšanas nolūkā laikus visi manītie bojājumi jāizlabo. Uz nogāzēm izaugušas nezāles jānoplauj visādā ziņā rudenī. Jāuztur pilnīgā kārtībā arī ūdens nolaides no lauka pavasarī, jo ledus kušanas laikā uz lauka gabala sakrājušies ūdens masa visvairāk apdraud uzbērumu izturību.

Ūdens sadalīšanas un izvadāšanas ietaisēm jāatrodas arvien pilnīgā kārtībā, jo citādi lauku darbība nav iespējama. Jāatrodas kārtībā visiem izvadāšanas un izdalīšanas grāvjiem un grāvīšiem, kā arī ar tiem sakarā stāvošiem aizlaidņiem, aizbīdņiem un izlaidēm uz lauku. Grāvji jāiztīra no nogulumiem. Mūrētos vai betona grāvīšos, ja tie taisīti ar pienācīgu kritumu, nogulšņu saradīsies nedaudz. Citādi apstākļi ir zemes grāvjos, jo to sienās un dibenā arvien rodas nelīdzenums, kas ierosina cieta vielu nogulšanos. Zemes grāvjos laikus jāizlabo arī nogāžu un dibena nasegumu (piem., velēnu) bojājumi. Mūrētos un betona

grāvjos, kas likti uz uzbērumiem, rodas plaisas no uzbērtās grunts neviēnādas sēšanās. Tādas vietas ir jāizlabo, bet labāk ir, ja uz svaiga uzbēruma netaisa mūrētus grāvjus, bet liek pagaidām koka renes vai zemes grāvjus, kas izpildīs uzdevumu vismaz tik ilgi, kamēr uzbērums nebūs pietiekami nosēdies un nebūs drošība uzbūvēt galīgi mūra vai betona grāvjus. Zemes grāvjiem, kas nostiprināti ar velēnām un kuņķos pastāvīgi tek ūdens, velēnas bojājas no tā, ka tās nevar apaugt ar zāli un ar laiku zaudē savu izturību un sairst. Tādās vietās jāuzliek jaunas velēnas. Turpretim grāvjos, kas strādā tikai periodiski, izaug ātri zāle, kas jānopļauj, jo citādi, laižot pa tādu grāvi ūdeni, samazinātos tecēšanas ātrums, tā tad caurteces spēja, un pie zāles aizķertos nogulšņi, kas vēl vairāk samazinātu dzīvgriezumu. Ziemā vaļēji notekūdens izdalīšanas grāvji jāpārsedz ar dēļu vairogiem, lai tos nepieputinātu ar sniegu un arī ūdens stipri neatdzistu.

Nosusināšanas un novadgrāvji ļoti viegli pieaug ar nezālēm un ļoti viegli piedūņo ar nogulšņiem. Drenāžas ūdens satur daudz stādiem noderīgu vielu (piem., slāpekli nitrātos un c.), un uz nogāzēm zāle un nezāles izaug ļoti ātri, bet nogulumi paceļ grāvja dibenu un tā tad arī ūdens līmeni dažreiz pat tik augstu, ka tas var aizsprostot drenāžas iztekas. Grāvju nogāzes var bojāties arī vai nu no ūdens caursūkšanās, vai no vēja (smilti), vai no lopiem, ja tādus laiž ganīties uz laukiem, bet tas gan būtu jānoliedz.

Grāvju tīrurēšanas darbi ir: 1) zāles nopļaušana vai izraušana, 2) nogulšņu izņemšana un 3) nogāžu izlabošana. Kas attiecas uz zāles nopļaušanu, tad to izdara vislabāk ar īsām izkaptīm. No dibens tomēr zāle jāizrauj ar saknēm, kam noder sevišķi grābekļi ar gaļiem zariem (līdz 10 cm). Nopļauto vai izrauto zāli strāva uzņem un nes tālāk, tomēr labāk ir to izvilkēt ārā un izsviest uz krasta un pēc apžūšanas aizgādāt projām. Nogulumus no grāvja dibena, kas ir šķidri, izņem ar liešķeņveidīgām lāpstām un izmet uz krasta. Tīrīšanu izdara sākot no grāvja augšējā gala. Ja grāvja šķērsgriezums ir pilnīgā kārtībā, tīrīšanu var atvieglot ar koka vairogu, kas izveidots pēc grāvja šķērsgriezuma apakšējās daļas. Vairogu iespiež viens strādnieks ar pietaisīta roktuņa palīdzību līdz grāvja dibenam, un divi strādnieki velk vairogu ar virvēm, tā dzidami uz priekšu dibena dūņainos nogulumus. Kad vairoga priekšā sakrājas tik daudz nogulumu, ka tā uz priekšu vilkšana ir apgrūtināta, tad uzkrājušos dubļus izsviež ar lāpstu palīdzību. Mēģināts arī mēchanizēt grāvju tīrīšanu, lietojot dažādus bagarus, bet to saimnieciskums tīrīšanas laukos nav vēl pietiekami noskaidrots.

Vajadzīgs arī grāvju nogāzes izlabot, kur tādas ir sabojājušās, tāpat jāsakārto arī bojāti nogāžu nostiprinājumi un akmens un fašīnu nogāzes drenāžas.

Drenāžas tīkls ar laiku piedūpo un pieaug ar brūniem nogulumiem, kas pastāv no algām un dzelzs un sēra baktērijām. Bet arī ūdens, sūkdamijs caur cauruļu sadurām, nes līdz dažādas smalkas zemes daļiņas, kas var nogulties drenā un aizsprostot tās caurteci, kā arī nonākt kolektorā un tur nogulties.

Drenāžas kolektoros, ja tie taisīti no māla glazētām kanalizācijas caurulēm, var tīrus turēt vai iztīrīt no nogulumiem ar skalošanu, vai lielāku aizsprostojumu izirdināt ar saskrūvējamu stangu palīdzību, vai izvelkot tavu ar piestiprinātu suku — ar vienu vārdu — lietot tos pašus paņēmienus, kādi pazīstami kanalizācijas vadu tīrīšanai. Arī drenu tīrīšanai var dažreiz lietot skalošanu, ielaižot augšējā drenāžas galā tieši ūdeni, kas pievests vai nu ar mucām, vai pievadīts no kādas tvertnes ar pumpja palīdzību. Ja ielaistais ūdens neparādās drenāžas izteces galā, tad tas pierādījums, ka piesērējums ir lielāks nekā to var likvidēt ar skalošanas palīdzību. Tā kā uz drenām parasti iekāpjamo vai kontrolaku nav, tad jāatrok дрена ik pa 50—60 m gariem gabaliem, jāizņem viena vai vairāk caurules, cik tas vajadzīgs, un jāmēģina neatrakto drenas gabalu iztīrīt vai nu ar skalošanu, vai ar stiepuļes vai stangu palīdzību. Ja tas neizdodas un piesērējums ir ļoti liels, tad visa дрена jāatrok, caurules jāizņem, jāizskalo un jānoliek atkal par jaunu. Piedzīvojumi rāda, ka pat visrūpīgāk drenas noliekot un labos ekspluatācijas apstākļos tomēr atjaunošana vajadzīga ik pa 15—20 gadiem.

Drenu tīrības stāvokli var vislabāk noteikt, ja drenas izlaistas tieši novadgrāvī. Ja drenas pievienotas kolektoram un pievienošanas vietā nav kontrolakas, tad vainīgo netīrības vietu var atrast tikai drenu kādā vietā atrotot. Netieši par drenu darbības apstāšanos vai bojāšanos var spriest pēc ūdens iesūkšanās intensitātes; ja дрена piesērējusi, no lauka virsas ūdens iesūkšanās ies lēnām.

b) Notekūdeņu sadalīšana. Notekūdeņu sadalīšana pa lauka gabaliem un izlaišana un sadalīšana uz lauka gabala ir svarīgas funkcijās, kas jāizveido pilnīgi plānveidīgi, citādi tīrīšanas lauki nesasnies savu mērķi. Piedzīvojumi rāda, ka tur, kur šo jautājumu uzskatīja par mazāk ievērojamu un ūdeni uzlauda uz lauka kā iepatikās, sekas bij ļoti ļaunas: lauki pārpurvojās, atklātās ūdens tvertnes padarīja netīras, apkārtne izplatījās sliktā smaka un galu galā nezināja vairs ko darīt ar notekūdeni. Mūslaiķos tomēr notekūdeņu tīrīšanas jautājums ir zinātniski un praktiski izpētīts un ir iespēja no paša sākuma nostādīt tīrīšanas lauku ekspluatāciju vajadzīgā augstumā.

Vissvarīgākā prasība tīrīšanas lauku ekspluatācijai ir tā, ka uz laukam ūdens daudzumam no paša darbības sākuma vajag atrasties pareizās attiecībās ar lauka lielumu un gruntisīpašībām. Jāuzlaiž no sākuma pat mazāk

ūdens, kamēr bioloģiskie procesi nav pietiekamā mērā attīstījušies. Arī tad, kad tas noticis, nedrīkst uzlaist vairāk nekā tai vietai rēķināts. Nevajag aizrauties no tā, ka jauns lauks no sākuma var izlaist cauri ūdeni lielā daudzumā, jo sekas tam var būt tās, ka lauks stipri piedūņo, un tad tā darba spējas atjaunošana prasa sevišķus paņēmienus un ilgāku laiku.

Lauka apūdeņošanai jānotiek stingri pēc sastādīta plāna. Apūdeņošanas plāns sastādāms atkarīgi no kultūras un no gada laika visai sezonai. Atkāpšanās no plāna drīkst notikt tikai ar lauka vadītāja rīcību. Plānu sastādot jāņem vērā, ka plāvas var apūdeņot visu gada laiku, kamēr vien zeme nav sasalusi, izņemot kādas 2 nedēļas priekš plaušanas un siena novākšanas, kas plānā jāparedz. Lopu bites un kāpostus var apūdeņot pa veģetācijas laiku, izņemot kādas 4 nedēļas priekš ražas novākšanas un pēc ražas novākšanas, kamēr lauks nav sagatavots ūdens sadalīšanai. Labību, kartupeļus, āboliņu var apūdeņot tikai tad, kad tie cieš no sausuma. Filtrācijas laukumus var apūdeņot visu gadu, izņemot apstrādāšanas un sagatavošanas laiku. Lauksaimniecības kultūrai nolemtos lauka gabalus var pēc ražas novākšanas tāpat apūdeņot kā filtrācijas lauka gabalus rudenī un ziemā. Tā tad īstenībā lauksaimniecības lauki ziemā dabū vajadzīgo apmērošanu, bet vasarā uz tiem var uzlaist tikai tik daudz ūdens, cik vajadzīgs stādu mitruma sagādāšanai, un tas ir atkarīgs no meteoroloģiskiem apstākļiem.

Ūdens uzlaišanu uz zināma lauka gabala (apūdeņošanu) izdara periodiski, pie kam perioda garums ir 5 līdz 7 dienas (Maskavā), un devu uzlaiz vienmērīgi vienas diennakts laikā, tā ka 4 līdz 6 dienas lauks paliek bez jaunas ūdens porcijas.

Ūdens uzlaišanas tieša izpildīšana piekrīt sevišķam štatam jaunāku un vecāku apkalpotāju, t. s. apūdeņotājiem (орошальщики, Rieselwärter). Viņiem jāpieturas ūdens uzlaišanas darbā pie minētā, augstākās lauku vadības sastādītā apūdeņošanas plāna, no kura drīkst atkāpties tikai tad, ja to prasa kādi avarijas gadījumi, bet arī tad bez kavēšanās par to jāziņo lauku vadībai. Viens apūdeņotājs vidēji pienākas Berlīnē uz 25—35 ha, Maskavā, kur laukus izmanto intensīvāk, uz 10—20 ha. Apūdeņotāju darbība jārēgulē ar dienesta instrukciju.

Ziemā, kā jau agrāk minēts (253. lpp.), var rasties grūtības ar notekūdens novietošanu. Siltākās zemēs ar īsām ziemām (Anglijā) ūdens filtrācija iespējama visu ziemu. Grūtības ir aukstā klimatā ar garām ziemām. Ja rudenī, neilgi priekš sala iestāšanās, ūdens sadalīšanai uz lauka virsas ietaisa dziļas vagas, tad salam iestājoties tās piepildās ar notekūdeni. Stiprā salā ūdens virsū sasilst un tā izveidojas ledus, kas iedarbojas it kā aizsargpārklājs pret ūdens sasalšanu dziļāk vagā. Nesasalušais ūdens iesūcas zemē, un zem virsējā ledus paliek vagā tukša telpa nākošam ūdens uzplūdamam, kam vajag būt piemērotam tādai tukšai telpai. Uzkrī-

tušais sniegs vēl vairāk aiztur zemi siltu. Tādi laovēlīgi apstākļi pēc autora novērojumiem iespējami tikai, ja zeme vagās sastāv no tīras rupjas smilts, kas ļauj ūdenim ātrāk iesūkties zemē, nekā tas spētu tik stipri atdzist, ka varētu sasalt. Ja sals pastāv ilgu laiku, vagas pamazām piedūņo, un tad filtrācija notiek lēnām un ūdens var arī vagās sasalt līdz dibenam. Tādā gadījumā uzlaistais ūdens uz visa lauka virsas sasalst un piepilda lauku līdz aizsargvalnišu augstumam ar ledu. Kā jau minēts, tāds apstākļis jāparedz un jāiekārto ziemai gabali ar pietiekami augstiem valnišiem. Pavasarī pie atkušanas ūdeni nolaiž pa izlaidni novadgrāvī.

c) Lauka apstrādāšana. Lauka virsa jāuztur tādā stāvoklī, lai tā vislabāk atbilstu savam tiešam uzdevumam, t. i. iztīrītu notekūdeņus. Siltā gada laikā apstrādāšanas vajadzību ietekmē divi apstākļi. Vienkārt uz zemes virsas vai vagās sakrājas dūņas no vielām, kas tur nogulstas un kas var aizkavēt kā ūdens, tā arī gaisa caurlaidību. Otrkārt, uz lauka, kas nav aizņemts ar kultūras stādiem (filtrācijas lauki), izaug ļoti kupli dažādas nezāles: balandas, nātras un t. t. Tās ir jānovāc un tad zeme jāapaļ, jānoecē un jāietaisa atkal jaunas vagas. Tas jā dara 2—3 reiz pa vasaras sezonu. Sakņu kultūras arī stipri cieš no nezālēm, kas pastāvīgi jāizravē, un vagas jātur tīras no nogulšņiem. Uz pareizi apūdeņotām pļavām nezāles neaug. Pļavas apūdeņo no lēzenām vagām, ūdenim iztekot pār vagas malām, tas pārklāj visu lauka virsu zem zāles stumbriem. Vagas ietaisa ik pa 10 m, un tās var kalpot vairāk gadus (5—10 g.), bet laiku pa laikam tās jāaptīra, lai ūdens kustība netiktu traucēta. Pavasarī pļavas noecē un notīra no nedzīvās zāles. Kā jau minēts, pļavas mūsu klimatā ziemā nevar apūdeņot, jo zāle varētu izsalt.

Parasti lauku apstrādāšana filtrācijas laukos (bez stādu kultivēšanas) notiek ar aparšanu 10—20 cm dziļi (rudeni dziļāk, vasarā lēzenāk), noecēšanu ar dzelzs ecēšām 1 vai 2 reiz un ar vagu izdzišanu ar vagotāju 20—25 cm dziļi un 0,7—1,0 m attālumā. Mazās ietaisēs var laukumu aprakt un ietaisīt vagas ar roku. Turpretim uz lielākiem laukiem lietderīgāk ir lietot mēchaniskas ierīces, traktoros, kas sagādā arī iespēju lauku pavasarī uzart dziļāk un rudeni ietaisīt dziļākas vagas (līdz 40 cm). Lauka gabalus, kas nozīmēti lauksaimniecības kultūrām, apstrādā pēc šo kultūru prasībām.

Vēl būtu jāpiezīmē, ka nezāles, kas priekš apstrādāšanas no lauka jānovāc, noliek gar ceļa malu vai uzbērtņu nogāzēm, lai izžūst, un pēc izžūšanas tās sadedzina. Dažreiz mīkstākās nezāles zemkopji paņem pakaišiem.

d) Lauksaimnieciska izmantošana. Tīrīšanas lauku izmantošana lauksaimnieciskiem mērķiem pēc būtības iespējama tikai, ja laukums ir pietiekami liels, tā ka var nodalīt daļu laukuma tīrai filtrācijai, gadījumam, ja kultūras stādiem apūdeņošana nav vajadzīga.

Lauksaimniecības nozīmi tīrīšanas laukos var raksturot ar divējādu mērķi:

1) uzturēt zemes virskārtu tādā stāvoklī, kāds visnoderīgāks notekūdens tīrīšanas mērķiem, t. i. irdenā stāvoklī, izsargājot to no piedūņošanas ar šķiedru un tauku vielām;

2) izmantot, ja arī ne pilnīgi, tad tomēr pa daļai, notekūdenī atrodošās mēsļu vielas kultūras stādu audzēšanai, un iegūt zināmus ienākumus izdevumu segšanai, lai gan tā būtu tikai daļa no izdevumiem, kas vajadzīgi lauku uzturēšanai kārtībā, lai tie varētu veikt savu galveno uzdevumu, proti notekūdens tīrīšanu.

Minētā mērķa sasniegšana lielā mērā atkarīga no stādu izvēles. Priekšroka dodama stādiem, kas prasa daudz ūdens un daudz mēsļu vielu, sevišķi slāpekļa. Ir stādi, kas slikti panes apūdeņošanu ar notekūdeni. No koku sugām neapūdeņošanu s k u j u k o k i, kā domā hlora satura dēļ. L a p u k o k i turpretim ļoti labi panes apūdeņošanu ar notekūdeni, ja tikai ietur to devas normu, kas vajadzīga koku mitruma prasībām. Kas attiecas uz l a b ī b a s kultivēšanu ar notekūdeni, tad tā sevišķus panākumus uzrādīt nevar. No mēģinājumiem, kas bij izdarīti Berlīnes tīrīšanas laukos 1908. g. (35. tab.), var redzēt, ka labības un kartupeļu raža tīrīšanas laukos bij mazāka nekā no parastās lauku apsaimniekošanas Brandenburgas apriņķī, kurā atrodas arī Berlīne. Tai pašā laikā siena raža tīrīšanas laukos bij 9,35 t/ha, kamēr no parastām plāvām 4,2 t/ha. Var secināt, ka labība un kartupeļi tīrīšanas laukos nav audzējami. Iemesls tas, ka šie stādi nepanes pārlieciņi daudz slāpekļa, un ar to tiem pagarinās veģetācijas periods, tie nogatavojas nevienmērīgi, un labība viegli sakrīt veldrē.

35. t a b u l a.

Raža Berlīnes tīrīšanas laukos un Brandenburgas apriņķī, tonnās uz 1 hektara.

	Rudzī	Kvieši	Mieži	Auzas	Kartupeļi
Berlīnes tīrīšanas lauki	1,49	1,53	1,32	1,31	9,8
Brandenburgas apriņķī	1,63	2,34	2,05	1,79	15,2

K a r t u p e ļ u audzēšana tīrīšanas laukos nav izdevīga, jo tie nepanes apūdeņošanu augšanas laikā, izņemot varbūt, ja vajadzīgs mitrums sausā laikā. Uzņemot daudz slāpekļa, samazinās stērķeļu saturs, kas pazemina kartupeļu vērtību kā ēdamai vielai, tā arī apstrādāšanai fabrikās. Tādi kartupeļi jau uz lauka viegli pūst un uzglabāšanai nav derīgi.

D ā r z ā j i labi noder tīrīšanas lauku kultūrai, jo nav īstenībā tādas dārzāju sugas, kas nepanestu apūdeņošanu ar notekūdeņiem. Visādu

šķirņu kāposti labi izdodas, jo tas ir stāds, kas mīl slāpekli un savai attīstībai prasa daudz ūdens. Kāpostu galviņas izaug cietas un svarā dažreiz sasniedz līdz 16 kg, stāds garšas ziņā ir ļoti labs un noder konservēšanai. Sausā vasarā kāpostus var apūdeņot 8—10 reiz, lietainā gan mazāk. Arī lopu bietes ir tīrīšanas laukiem izdevīgi stādi, un dažas šķirnes (Ekendorfa) Maskavas tīrīšanas laukos deva ražu līdz 105 t/ha. Kamēr kāpostus izstāda no lecekļos sagatavotiem stādiem, bietes sēj, un tādēļ to augšanas laikā vajadzīga retināšana. Nezāļu ravēšana vajadzīga visiem dārzājiem. Ēdamās bietes arī dod labu ražu (līdz 60 t/ha), bet to garša ne arvien ir laba. Cukura bietes gan dod labu ražu, līdz 37,5 t/ha, bet cukura saturs ir mazs, un tās pārstrādāt cukura ražošanai nav izdevīgi. Lopu burkāni tīrīšanas laukos labi izdodas, bet ēdamos burkānus sevišķi neieteic, jo tos bieži lieto svaigā veidā, tā kā tie satur daudz vitāminu, bet augot tie var tieši sadurties ar notekūdeni un būt par cēloni cērmju un t. l. izplatīšanai. Tāpat arī citi svaigi ēdamie sakņu stādi, kā kāļi un rāceņi, aiz tā paša iemesla nav ieteicami. Turnepši dod labu ražu, bet tie jānoēdina lopiem ļoti ātri, jo nepanes uzglabāšanu.

Dažādi citi dārzāji, ko cilvēki lieto svaigā veidā (gurķi, tomāti, redīsi, salāti), gan tīrīšanas laukos izaug labi un dod labu ražu, bet no sanitārā viedokļa šie stādi nav te kultivējami. Tomāti izaug tīrīšanas laukos kā mežeņi, bez sēšanas, no sēklām, ko iznes notekūdeni, bet tie Maskavas apstākļos reti nogatavojas uz lauka.

Ļoti laba tīrīšanas laukiem izrādījusies pļavu kultūra, jo zāle panes lielu notekūdeņu daudzumu. Pēc Cunkera (Zunker)¹⁾ var gadā uzlaist sekojošus notekūdeņu daudzumus veģetācijas laikā:

pļavām	800 mm,
lopu bietēm	500 „
labībai	100 „

Pļavu kultūrai tīrīšanas laukos mēdz ierādīt pirmo vietu, jo uz labi iezēlūšām pļavām nezāle neaug un pļavas dod labu ražu ar ļoti labu sienu. Zāles sugas katrā vietā izdevīguma ziņā jānoskaidro ar mēģinājumu. Ieteic itaļu raizāli, maisītu ar timoteju un citām sugām. Āboliņš neder, jo nepanes apūdeņošanu ar notekūdeni. Pļavas ir daudzgadīgas, un tās sagatavo pēc Maskavas novērojumiem šādi: uz 1 ha izsēj 30—40 kg zālāju sēklu, laikā no maija līdz jūlijam, tad sējumu noveļ un ietaisa platas un seklas vagas 10—20 m atstatumā. Pēc tam var sākt apūdeņošanu. Pirmajā gadā siena parasti nebūs, bet nezāles jānopļauj līdz 2 reiz pa vasaru. Otrā gada pavasarī pļavu noecē un vagas iztira ar vagotāju. Ar to arī nākošos gadus ierobežojas sagatavošanas darbi. Otrā gadā jau var sagaidīt labu

¹⁾ Zunker, Städtereinigung, 1936, 28, 197.

zāles ražu. Zāli nopļauj Maskavā 2—3 reiz gadā, bet Berlīnē pat līdz 6 reiz. Maskavā no 2 pļāvumiem saņemts līdz 12 t/ha siena, Berlīnē līdz 30 t/ha (no zāles dabū 25% siena) gadā.

Siens ir ļoti labs, jo satur daudz uztura vielu (zālē 3—4% proteīna). Grūtības ir ar siena izžāvēšanu, jo zāle satur daudz mitruma un sāļu, un žūst lēnām, kamēr nopļautais laukums tūliņ atkal jāapplūdina ar notekūdeni. Vajadzīgs nopļauto zāli novest žāvēšanai uz sevišķiem šim mērķim ierīkotiem laukumiem. Bez tam atkarīgi no klimatiskiem un meteoroloģiskiem apstākļiem nevar izžāvēt visus pļāvumus, un Berlīnē var izžāvēt tikai 2—3, Maskavā 1—2 ražas. Pārējie pļāvumi jānoēdina kā z a ģ b a r ī b a, kas iespējams, ja to noņem apkārtējie lauksaimnieki, vai jāierīko pašiem sava l o p k o p ī b a ar piensaimniecību. Lopkopībai vajadzīgos papildu stādus, kā bietes, burkānus un t. t., arī var tīrīšanas laukos lietderīgi audzēt un izmantot. Ir izdarīti mēģinājumi zāli konservēt, saspiežot silosos vai lietojot elektrību. Izmēģināti dažādi mākslīgi žāvēšanas aparāti un paņēmieni, tomēr nav vēl atrasts tāds paņēmiens, kas būtu izdevīgs izmaksas ziņā.

Vēl jāatzīmē, ka vislabākā notekūdeņu tīrīšana, kāda panākta ar jebkādu no pazīstamām tīrīšanas ietaisēm, ir uz pļāvām. Maskavas tīrīšanas laukos atzīmēti gadījumi, kad drenāžas ūdens saturēja ne vairāk par 3—4 baktēriju 1 cm³, t. i. ne vairāk kā vislabākā ūdens vada ūdens. Pļāvām vēl tas labums, ka te novākšanas darbus var lielā mērā mēchanizēt. Ar traktoriem var veikt dažādus darbus: pļaušanas, grābšanas, novešanas un var mēchanizēt siena žāvēšanu.

Konservēšanai var vēl uz laukiem audzēt s a u l e s p u ķ e s un k u k u r ū z u, kas arī panes stipru apūdeņošanu, un tādēļ šie stādi var augt arī filtrācijas laukos. Tie jāsēj rindās un starp rindām, 3—4 reiz gadā var art un tā uzturēt zemi irdenā, apūdeņošanai noderīgā stāvoklī. Tāpat filtrācijas laukos var audzēt dažādus tehniskus kultūras stādus, t. i. tādus, kas neder tieši lauksaimniecībā, bet ko var pārstrādāt fabrikās. L i n i nav noderīgs stāds tīrīšanas laukiem, jo grūti cīnīties ar nezālēm. Maskavas izmēģinājumi ar k a ņ e p ē m deva ļoti labus rezultātus. Stāds prasa daudz slāpekļa mēslu, pieļauj stipru apūdeņošanu un aizkavē nezāļu attīstīšanos. Apūdeņošanu uzsāk, kad stāds jau kādus 15 cm garš, un turpina ūdens uzlaišanu ik pēc 9—10 dienām. Maskavā dažreiz stādam nogatavojas arī graudiņi, bet tas jau te nav tas galvenais, jo kaņepāju audzēšanas mērķis ir galvenā kārtā iegūt šķiedru. Jāpiezīmē, ka arī kaņepes izaug tīrīšanas laukos daudz vietās no notekūdens uznestām sēklām. Breslavas tīrīšanas laukos audzē t a b a k u.

Kas attiecas uz k o k u k u l t ū r u, tad arī tai var ierādīt zināmu vietu tīrīšanas laukos. A u g ļ u k o k u s un o g u k r ū m u s iespējams kultivēt tīrīšanas laukos, tikai ļaunums tas, ka ziemā lauka gabali

ar šiem stādiem jāizslēdz no izmantošanas filtrācijai. Tomēr arī te mēģināts izpalīdzēties, stādot minētos stādus uz grāvju nogāzēm un pie augstākām nogāzēm uz bermām. No augļu nenesējām koku kultūrām minami k ā r k l i, kā kurvju pišanai, tā fašīnām noderīgas šķirnes. Kārklus var stādīt kā nogāzēs, tā arī tādos lauka gabalos, kas noder kā rezerve ziemai vai lietus laikam.

Maskavas Ļubjinas tīrīšanas laukos ar p a p e ļ u a l e j ā m apstādīt visi ceļi. Ļoti vēlams arī visapkārt tīrīšanas laukiem apstādīt ar kokiem vai krūmiem 10—25 m platu joslu, kas izsargā no smakas iznešanas ārpus tīrīšanas lauku teritorijas.

e) **Specifiskas tīrīšanas lauku stādu īpašības.** Stādiem, kas apūdeņoti ar notekūdeni, attīstās ļoti strauji stiebrī un lapas, kamēr augļi un sēklas attīstās ļoti grūti. Ar to jārēķinās stādus izvēloties. Stiebriem, kā saturošiem pārmērīgi daudz slāpekļa, ir tendence noliekties. Arī kartupeļi izaug stipri lakstos, bet sakņu ir maz, un tās pašas ir ūdeņainas un satur maz stērķeļu.

Daudzreiz domā, ka stādiem no tīrīšanas laukiem ir slikta smaka un garša. Tas ir zināmā mērā aizspriedums. Katrs stāds uzņem sevī tikai tās vielas, kas tam noderīgas, un kādu svešu vielu uzņemšana nav domājama. Protams, lai lietošanai nolemtie augi būtu nevainojami, jāparūpējas, lai tie nenāktu tiešā sakarā ar notekūdeni. Speciāli pētījumi pēdējā laikā tīrīšanas laukos Padomju Savienībā rādīja, ka augi satur vairāk ūdens un slāpekļainu vielu kā augoši dabiskos apstākļos. Kartupeļi, kā saturoši mazāk stērķeļu un vairāk olbaltuma, ir negaršīgāki un ziemā grūtāk uzglabājami kā auguši sausā zemē, bet tie noderīgi lopu barībai. Tas pats jāsaka par turnepšiem un kāļiem. Turpretim kāpostiem un bietēm nav nekādas negatīvas īpašības kā attiecībā uz garšu, tā arī uzglabāšanas un konservēšanas (skābēšanas, iesālīšanas) ziņā. Kas attiecas uz pļavu sienu, tad tā pozitīvas īpašības kā barības vielai ir ļoti augstas. Ļaunums tas, ka sienu grūti izžāvēt, bet ar mākslīgiem žāvēšanas paņēmieniem tas tomēr ir iespējams, un jādomā, ka ar šādu uzdevuma atrisināšanas turpmāku attīstību izdosies pārvarēt arī ekonomiskas grūtības. Kārkli kurvju pišanai gan izrādījušies trauklāki kā auguši dabiskos apstākļos, bet Maskavas piedzīvojumi rāda, ka pēc tiem ir liels pieprasījums, tā tad tie ir pietiekami labi noderīgi kultivēšanai tīrīšanas laukos.

Kenigs (König) un Lakurs (Lacour) pētījuši sienu un biešu sastāvu no tīrīšanas laukiem un parastajiem laukiem (36. tab.). Vācijas zoologi sevišķi augstu vērtē sienu no tīrīšanas laukiem jaunlopu ēdināšanai, jo tas satur daudz fosforskābu sāļu. Skatoties pēc olbaltuma satura, sienu no tīrīšanas laukiem, kā daži agronomi atrod, var pielīdzināt labam Alpu sienam.

36. tabula.

Siena un biešu sastāva salīdzinājums no tīrīšanas laukiem un ārpus tiem.

	Sausviela	Sausvielā				K ₂ O	Na ₂ O	CaO	P ₂ O ₅
		Jēlproteīns	Tīrproteīns	Pelnī	Stērķeles				
Siens									
no tīrīšanas laukiem .	85,6	20,6	16,1	10,4	24,8	3,94	0,75	1,05	1,19
parastais	86,4	12,8	10,6	7,5	31,8	0,76	0,42	0,96	0,59
Lopubietes									
no tīrīšanas laukiem	10,0	25,7	14,7	15,9	—	—	—	—	—
bez notekūd. apliešanas	10,3	15,7	9,5	6,9	—	—	—	—	—

f) Lauku pārvalde un zemes īpašums. Tīrīšanas lauku pārvalde jāiekārto saskaņā ar to, kam pieder lauki un cik lielā mērā tanīs izmanto notekūdeni lauksaimniecības mērķiem. Ja lauksaimniecība ir galvenais tīrīšanas lauku izmantošanas veids un lauki atrodas pilsētas īpašumā, var būt pilsētai izdevīgi tos izrentēt vai nu pilnīgi, vai daļai. Tādam veidam tomēr ir savas ļaunās puses, jo arendātors centīsies gan notekūdeņus izmantot, cik tālu viņa saimniecības katrreizējs stāvoklis to pieļauj, un pārējo ūdeni nolaidīs uz novadgrāvi un pa to uz atklāto ūdens tvertni netīrītu, neskatoties uz rentes līguma aizliegumu. Sevišķas grūtības lauksaimniekam notekūdens novietošanā dara lietains laiks, kad stādiem mākslīga mitruma nav vajadzīgs. Cik pienākums, saņemt un novietot noteiktu daudzumu notekūdens, apgrūtina arendātoru, redzam no sekojoša piemēra. Liela daļa Parīzes lauku ir izrentēta, un (priekš kara) arendātori maksāja pilsētai 625 Ls par hektaru, ja viņiem atļāva saņemt tikai tik daudz notekūdens, cik viņi vēlējās, turpretim tikai 60 Ls/ha, ja viņi uzņemas saņemt katru dienu noteiktu daudzumu notekūdens. Paņēmiens izrentēt tīrīšanas laukus sastopams gandrīz visur: Berlīnē, Parīzē un t. t. Agrākā Šarlotenburgā pie Berlīnes visi lauki bij izrentēti. Parīzē arī lielākā daļa lauku izrentēta, pie tam Parīzē visi lauki nepieder pilsētai, no 4680 ha laukuma pilsētai pieder tikai 1640 ha, un zemes īpašnieki saņem tikai tik daudz ūdens, cik viņiem vēlams, ja ar pilsētu nav noslēgts sevišķs līgums, kas īpašniekiem uzliek par pienākumu novietot noteiktu daudzumu notekūdens.

Citā virzienā izveidojas notekūdeņu novietošana ar paņēmienu, kāds vispirms lietots Karajāučas. Pilsēta novadija savus notekūdeņus pa 30 km garu ārpuspilsētas kanāli uz Frišjomu (Frischer Haff). Pēc meliorācijas pārvaldnieka Danķverta ierosinājuma 1899. g. nodibinājās Sām-

zemes apūdeņošanas sabiedrība no lauksaimniekiem, kas atradās ār-pilsētas notekūdens kanāļa rajonā un kas varēja iegūt tiesību no pilsētas uz 25 g. saņemt bezmaksas notekūdeņus. Pieprasījumi bij tik lieli, ka jau 1910. g. bij pieslēgts ap 1500 ha liels laukums, kas tā izmantoja notekūdeņus. Uz 160 pilsētas iedzīvotājiem pienācās 1 ha zemes, un tā tad lauksaimnieciska izmantošana bij iespējama, un pilsētai nācās reti ūdeni izlaist jūras līcī. Šim pirmajam mēģinājumam nodibināt lauksaimniecības sabiedrības notekūdeņu izmantošanai sekoja citas. Dilmēnas (Dülmen) pilsētiņa (9000 iedz.) pēc domēnu padomnieka Kreuca (Kreuz) ierosinājuma nodibināja ar labiem panākumiem ūdens izmantošanas sabiedrību, kas deva pamatu līdzīgu sabiedrību nodibināšanai daudzās citās pilsētās. Izdots arī Prūsijas ūdens likuma papildinājums 1924. g., kas kārtoja šādu sabiedrību nodibināšanos. Uz šā likuma pamata nodibināta visplašākā šāda veida organizācija Deličas (Delitzsch) apriņķī, kas no 1933. g. 26. maija saucas par Deličas ūdens izmantošanas savienību. Šīs sabiedrības mērķis ir lauksaimnieciski izmantot Leip-cigas notekūdeņus vidējā daudzumā 60.000 m³ Deličas apriņķa 20.000 ha lielā rajonā. Starp pilsētu un savienību pastāv nolīgums uz 35 g., kas rēgulē attiecības. Ja 5 gadi priekš līguma notecēšanas neviena puse līgumu ne-uzsaka, tas paliek spēkā uz nākošiem 10 gadiem un tā arī turpmāk.

Līgumā paredzēts, ka Leip-cigas pilsēta ar viņas izbūvēto spiedējvadu nodod ūdens izmantošanas savienībai vidēji 60.000 m³, vismazāk 40.000 m³ un visvairāk 80.000 m³ diennaktī. Savienība apņemas noņemt notekūdeni no spiedējvada, kas pievests vis-augstākai lauku vietai pēc Hohenosigas. Savienība saņem ūdeni tādā sastāvā, kāds tas iztek no spiedējvada, bet pilsēta apņemas par to rūpēties, lai kanālizācijas ūdeņos neietiktu tādas vielas, kas būtu kaitīgas stādiem. Visas ietaises, kas vajadzīgas no-tekūdeņu lauksaimnieciskai izmantošanai, iekārto sabiedrība, bet Leip-cigas pilsēta dod zināmu piemaksu savienībai, līgumā noteiktā kārtībā un lielumā.

Savienība, kas bij agrāk nodibināta apriņķa pilsētā Deličā (17.000 iedz.) notek-ūdeņu izmantošanai (Rieselfeldgenossenschaft Delitzsch-Schenkenberg), sastāvēja no pilsētas kā pilntiesīga savienības biedra un no ieinteresētiem lauksaimniekiem un zivju dīķu īpašniekiem. Starp citu savienības biedru pienākumos bij noteikts, ka: a) pumpētavas un spiedējvada izdevumus, kā būves, tā ekspluatācijas, sedz Deličas pilsēta, b) apūdeņošanas un nosusināšanas ietaišu izdevumus sedz grunts īpašnieks un c) zivju dīķu īpašnieki sedz visus tos izdevumus, kas saistīti ar zivju dīķiem.

Jautājums par notekūdeņu izmantošanu lauksaimniecības produktu ražas pacelšanai Vācijā literatūrā un presē ir darba kārtībā. Mēģināts arī noskaidrot, kāda veida attiecības izdevumu ziņā varētu būt starp pilsētu un gruntsīpašniekiem, kas uzņemas novietot zināmu daudzumu notek-ūdeņu. Pilsētām iegūt pietiekami lielus zemes laukumus savā īpašumā notekūdeņu lauksaimnieciskai izmantošanai, kā jau minēts, gan grūti ie-spējams, un tādēļ pilsētu sadarbībai ar grunts īpašniekiem paredzama liela attīstības gaita. Tādai sadarbībai par pamatu liekams tas, ar kādiem paņēmieniem pilsētai iespējams novietot savus notekūdeņus. Vienā gadī-

jumā pilsētai iespējams izmantot lielu dabisku ūdens tvertni, kas atvieglo notekūdeņu sagatavošanu izlaišanai tādā tvertnē, otrā gadījumā pilsētai var būt iespējams novietot savus notekūdeņus tikai pēc pamatīgas iztīrīšanas. Ja pilsētai jāizdod zināmi līdzekļi notekūdeņu tīrīšanai, tad no tautsaimniecības viedokļa var uzskatīt par vēlamāku šos līdzekļus izlietot, lai pabalstītu notekūdeņu izmantošanu lauksaimnieciski. Vācijas apstākļos izrēķināts, ka gada izdevumi mēchaniskai tīrīšanas ietaisei ir ap 3 Ls uz 1 iedzīvotāja gadā, un bioloģiskai tīrīšanai vēl tikpat daudz. Tā tad pilnīgāka notekūdeņu tīrīšana izmaksātu ap 6 Ls uz 1 iedzīvotāja gadā. Tās būtu summas, ko pilsēta varētu lauksaimniekiem piemaksāt, ja viņi apņemas noņemt attiecīgu daudzumu notekūdeņu. Pārējie izdevumi jānes lauksaimniekiem pašiem, ņemot vērā, ka ar notekūdeņiem raža tiek pacelta un arī maznoderīgas zemes (smilšāji, kāpas, neauglīga zeme) tiek padarītas par ienesīgām. Pie tam attālumiem no pilsētas nav izšķirēja loma, un piem. Deličas savienības lauki iet pat 50 km un tālāk no Leipzīgas pilsētas. Sevišķi attālums nav svarīgs, ja ūdeni var vadīt atklātos grāvjos. Pēdējie gan būtu tā jāiekārto, ka tos var pārsegt, lai neizplatītos smaka (sevišķi apdzīvotu vietu tuvumā) un lai aizsargātu notekūdeni pret atdzišanu un sasalšanu ziemā.

Ipatnējs mēģinājums paplašināt Ļubercu tīrīšanas lauku laukumu un izmantot notekūdeņus lauksaimnieciski projektēts Maskavā. Izvēlēts laukums ap 3000 ha, kas sadalīts 6 fermās. Ūdeni projektēts ņemt no Ļubercu ārpilsētas kanāla pašteču daļas un uz augstākiem laukiem pacelt ar pumpja palīdzību. Par projekta realizācijas gaitu un sasniegtiem panākumiem literatūrā pietiekami norādījumi nav atrodam.

Pilsētām, kas apgādājušās ar saviem tīrīšanas laukiem, jāapzinās, ka tie ir tehniska ietaise notekūdeņu tīrīšanai un kā tādai iekārtošanas un uzturēšanas izdevumi jāsedz ar kanalizācijas nodokli. Ienākumi no lauksaimnieciskas izmantošanas gan var zināmā mērā samazināt šo nodokli, bet vairāk arī nekā nevar sagaidīt. Ņemot vērā šādu tīrīšanas lauku raksturu, apzīmēsies arī lauku pārvaldes organu pienākumi. Lauku vadītājam vai pārvaldītājam vajag būt personai, kas teorētiski un praktiski labi pārzina notekūdeņu tīrīšanu un var sekot tās attīstībai (jāprot arī svešas valodas, lai varētu sekot literatūrai). Tā kā ietaises ir būvnieciskas dabas, jādomā, ka visnoderīgākā persona šim mērķim būs sagatavojies inženieris. Viņam par galveniem līdzdarbniekiem varētu būt kultūrinženieris un agronoms. Pārvaldes sadalīšana patstāvīgā tehniskā un lauksaimniecības daļā nav vēlama. Zemāku darbinieku personāla skaitliskais daudzums atkarāsies no lauku lieluma.

Tīrīšanas lauku darbības sanitārai kontrolei vajadzīga laboratorija, kas var izdarīt kā ķīmiskas, tā arī baktērioloģiskas un bioloģiskas analīzes un pētījumus. Lielām pilsētām (Maskavai un c.) ir savas laborā-

torijas pašos tīrīšanas laukos (Maskavā) vai pilsētā. Mazākām ietaisēm jānodrošina kādas piemērota laboratorijas līdzdarbība. Laboratorijas kontrolei no sanitārā viedokļa šādi uzdevumi: 1) sekot notekūdens sastāvam un tā maiņai, 2) izmeklēt tīrītā ūdens sastāvu un īpašības drenāžas iztekās un novadgrāvjiem un 3) sekot atklātām ūdens tvertnēm, kas uzņem tīrītos ūdeņus, to ūdens sastāvu maiņai, bioloģiskām ietekmēm u. t. t.

Lauku darbības novērošana ar kontroles analizēm jāizdara periodiski. Berlīnes un Parīzes tīrīšanas laukos izdara analīzes 4 reiz gadā, bet svarīgākos gadījumos katru mēnesi. Maskavā kārtīgas kontroles analīzes izdara reiz mēnesī, bet nenormālos gadījumos seko biežāki, katru nedēļu. Protams, ka ar pētīšanas nolūku paraugus analizēm izņem arī biežāk. Notekūdeņu analizēm paraugi jāņem reiz mēnesī, pie kam paraugus ņem ik 1 stundu, diennakti ilgi. Vidēju diennakts paraugu dabū, atsevišķos stundu paraugus samaisot kopā un pieskaņojot daudzumus proporcionāli stundas ūdens pietecei. Izdara kā stundas paraugu analīzes, tā arī vidējo diennakts analīzi. Ūdens tvertnē ņem paraugus upes šķērsgriezumos augšpus tīrīšanas laukiem un lejpus ielaidis tādā vietā, kur jau tīrītais ūdens samaisījies ar upes ūdeni. Ja uz tīrīšanas laukiem ūdens nāk no nostādināšanas baseina, arī tā darbība laboratorijā jākontrolē. Laboratorijas kontrolei pakļauti arī produkti no tīrīšanas laukiem. Dzeņamā ūdens apgāde lauku nometnēs tāpat pakļauta laboratorijas kontrolei.

30. Tīrīšanas lauku sanitārie un saimnieciskie panākumi.

a) **Sanitārie panākumi.** Notekūdens atstāj zemē visas suspendētās, koloidālās un šķīdinātās vielas un arī lielāko daļu baktēriju (99% un vairāk). Gan tieši, ka arī drenāžas ūdenī atrodams liels skaits baktēriju (dažreiz līdz 10.000 un vairāk, normāli gan mazāk), un tāds ūdens baudišanai nav lietojams (dzeņamam ūdenim higiēnisti pieļauj 100/cm³, bet drenāžas ūdenī parasti ir daudz vairāk). Jautājums, vai drenāžas ūdenī atrodošās baktērijas ir no tām, kas bija notekūdenī un tā tad nav aizturētas zemē, vai viņas attīstījušās drenāžā, zemē, sakarā ar tīrīšanas procesiem, — tas nav pietiekami noskaidrots un izšķirts. Līdz ar to arī nav izšķirts jautājums par patogenām baktērijām, vai tās varēja iziet cauri zemei un nonākt drenāžā.

Drenāžas ūdens ķīmiskais sastāvs lielā mērā atkarājas no netīrītā notekūdens sastāva (37. tab.) un ir tik dažāds, ka 37. tabulā uzrādītie skaitļi ir uzskatāmi tikai kā piemērs, kam gadījuma raksturs. Normālos apstākļos drenāžas ūdenī praktiski nav suspendēto vielu un ūdens nav spējīgs pūt, tas ir bezkrāsains un dzidrs. Ūdens satur dzelzi, un stāvot tanī var rasties dzeltenas duļķes, kas ar laiku izkrīt kā dzelzsskābļa hidrāts. Kamēr notekūdenī bij daudz organisku vielu, vairāk vai mazāk kom-

37. tabula.

Analīzes no tīrīšanas laukiem.

mg/l	Slodze m ³ /ha	N amonjaks	N nitrātos nitrītos	Apskāb- ļojamība O	Chlors	Baktērijas 1 cm ³
Maskava (1930. g.)						
netīrītā	75	80	—	—	207	miljoniem
tīrītā: grāvis № 4	—	6,7	22	9	198	1640
Šarlotenburga						
netīrītā	—	—	—	95	202	17.000.000
no nostād. bas. . .	—	71	0	62	224	—
no drenāžas	—	16,9	80	20	237	283.000
Berlīne (1930. g.)						
netīrītā	30	102	0	94	204	milj.
tīrītā	—	12	40	8	230	20.000
Parīze (1905. g.)						
netīrītā	110	22	0,3	43	—	milj.
tīrītā	—	0,5	8	1	—	3700

plicētos savienojumos, drenāžas ūdenī atrodami šo vielu minerālīzācijas vai apskābļošanas produkti, uz ko norāda liels slāpekļskābes saturs. Chlora saturs nemainās, un tā samazinājies saturs tikai var norādīt, ka drenāžas ūdens atšķaidīts ar gruntsūdeni. Fosforskābes drenāžas ūdenī nav, vai ir tikai pazīmes, jo to uzņem augsna. Cietība var nedaudz palielināties, ja zeme ir ļoti kaļķaina. Novērots, ka zeme notekūdeņu ietekmē zaudē lielu daļu no sava kalija, magnēzija, dzelzs un mangāna saturs, kam par iemeslu ir tās organiskās vielas, kas atdod CO₂, un ūdens te iedarbojas kā vielu izskalotājs.

Viss teiktais attiecas uz labi strādājošiem tīrīšanas laukiem. Mazāk labi rezultāti novēroti, ja uzlaiž par daudz ūdens, t. i. laukus pārsloga, vai ja zemē rodas plaisas (mālā, kūdrā). Tādos gadījumos pa plaisām var ienākt drenāžā nepietiekami tīrīts ūdens, kas padara drenāžas ūdeni spējīgu pūt. Kā redzams, ar analīzi pastāvīgi jāseko lauka darbībai.

Normāli labi strādājošu tīrīšanas lauku novadgrāvjos tek skaidrs ūdens. Jāņem tomēr vērā, ka drenāžas ūdens satur daudz tādu vielu, kas veicina baktēriju un sēnīšu attīstību, it īpaši *Sphaerotilus natans* un *Leptotomitus lacteus*. Šo organismu parādīšanās norāda, ka grāvja ūdens satur šķīdumā daudz organisku vielu. Tādu organismu resp. sēnīšu, arī dzelzs baktēriju izveidojumi līdz ar atmirušiem ūdensstādiem sakrājas grāvja ūdenī lešķveidīgi, laiku pa laikam atraujas no grāvja malām un peļēdami pa grāvi uz leju nonāk ūdens tvertnē, atstādami nespeciālistiem iespaidu,

it kā tīrīšana nebūtu pietiekami laba. Sevišķi ja uzņēmēja atklātā ūdens tvertne ir maza, var rasties prasība minēto ļaunumu novērst. Lietotas dažādas mērauklas. Var ietaisīt grāvja galā, pie ietece ūdens tvertnē, redelju vai sietu ietaisi (Bermingemā), vai apūdeņot pļavas (Berlīnē, Freiburgā, Br.). Pļavu apūdeņošana ar drenāžas ūdeni devusi tik labus rezultātus, ka pat atzīts par iespējamu noskaidrot jautājumu, vai neatmaksājas ar pumpēšanas palīdzību drenāžas ūdeni nogādāt uz jauniem laukiem to apūdeņošanai. Dažās citās vietās (Berlīnē, Dortmundē, Minsterē) izlaida drenāžas ūdeni dīķos, kuŗos tad audzēja zivis. Arī šim papēmienam bij labi panākumi, un tas izveidojās par patstāvīgu tīrīšanas metodi z i v j u d ī ķ i e m, kuŗas notekūdeņi tīra atšķaidītu ar tīrāku ūdeni (364. lpp.). Atšķaidīšanai izmēģināts lietot arī drenāžas ūdeni.

Veselības stāvoklis tīrīšanas laukos viscaur labs, un ļaudis, kas tur strādā un uzturas, nesirgst ar nekādām epidēmiskām slimībām, kas būtu attiecināms uz infekciju no tīrīšanas laukiem. Vismaz tas nav pierādīts, un cik novērots, veselības stāvoklis neatšķīrās no tā, kāds ir lauku iedzīvotājiem vispārīgi. Raksturīgs ir pazīstamā higiēnista Gertnera (Gärtner) atzinums¹⁾.

«Tīrīšanas lauku strādnieki, kā arī strādnieki vispār pie kanalizācijas darbiem var uzrādīt labas veselības stāvokli. Varētu sagaidīt, ka šie cilvēki viegli varētu saslimt ar lipīgām slimībām, bet patiesībā izrādījies otrādi. Līdz šim laikam nav neapšaubāmi pierādīts, ka tīrīšanas laukos vai vispārīgi no notekūdens varētu dabūt lipīgu slimību. Patogēnas baktērijas vai nu pārvar ātri savairojušies saprofīti un viņas aiziet bojā, vai, sadalījušās lielā ūdens daudzumā, nevar apvienoties tik lielā skaitā, kāds būtu vajadzīgs lipīgu slimību radīšanai. Tomēr strādnieki nedrīkst dzert ūdeni, kas cēlies no notekūdens, un viņi jāapgādā ar labu dzeramu ūdeni.»

Tā tad redzams, ka bez pamata ir bažas, it kā tīrīšanas lauki varētu izvērsties par lipīgu slimību izplatītāju starp cilvēkiem, kas tur nodarbināti, un līdz ar to varētu pārnest lipīgas slimības atpakaļ uz pilsētu. To pastiprina daudzi zinātniski pētījumi un novērojumi Anglijas un Vācijas tīrīšanas laukos. Arī autors, kas vadījis tīrīšanas lauku darbību ilgu gadu un tur dzīvojis, var minēto stāvokli pilnīgi apstiprināt.

Smakā no tīrīšanas laukiem higiēnisti piegriezuši attiecīgu vērtību. Domāja, ka tīrīšanas lauku gaisms pilns ar dažādiem slimību dīgļiem un tā tad var sagādāt tieši briesmas kā tīrīšanas laukos dzīvojošiem, tā arī viņu tuvākai apkārtnē. Izrādījies, ka nekas tam līdzīgs nav. Vispirms jānorāda, ka lipīgo slimību dīgļi jau nemaz gaisā nepaceļas, un no gaisa tā tad slimība nevar pielipt.

Smakā tīrīšanas laukos varētu rasties tikai tad, ja tie atrodas tālu no pilsētas, un notekūdens, iedams tālu ceļā, jau paspējis iepūt. Visvairāk

¹⁾ Dr. A. Gärtner, Leitfaden d. Hygiene. 1920, S. 393.

šai ziņā jāpiegriež vērība tai vietai, kur slēgtais kanālis nobeidzas un pārīet atklātā kanālī, tur smaka var būt, un tādai vietai nevajag atrasties dzīvokļu tuvumā. Arī no izdališanas sistēmas atklātiem grāvjiem no iepu-
vuša ūdens var celties smaka, bet tā sajūtama tikai grāvju tuvākā ap-
kaimē, un atejot no grāvja 10—20 m jau nekāda smaka nav sajūtama,
varbūt, ja nostājas pa vējam. Zināmos meteoroloģiskos apstākļos un mig-
las gadījumā smaka var izplatīties arī attālāka izvadgrāvja apkaimē, un
arī no izlaistā ūdens uz lauka gabalu, bet arī tādā gadījumā nav novērots,
ka smaka aizietu tālāk par kādu $\frac{1}{2}$ km. Tomēr arī tādus gadījumos
smaka nav tāda, kas tīrīšanas laukos nodarbinātos un dzīvojošos nometnē
uz tiem traucētu viņu dzīvē un gaitās. Sevišķi jāuzsver, ka ļoti daudz
atkarājas no tīrīšanas lauku pareizas iekārtas un izmantošanas. Ja tīri-
šanas lauki pārslogoti, smaka var būt nepatīkama arī attālākā gabalā.

Smakas izplatīšanos pāri lauku robežai var novērst ar koku vai krūmu
apstādījumiem, 25—50 m platā joslā, sevišķi ar skuju kokiem (piem. eg-
lēm), kas dod arī ziemā labu aizsardzību. Protams, ka aizsargjoslā notek-
ūdeni nevar izlaist. Ļoti ieteicami gar ceļiem un grāvjalām iestādīt ko-
kus, jo tur tie atrod bagātīgu barību, labi attīstās, dod košumu un uzlabo
arī gaisu. Dažās vietās (Berlīnē) stāda augļu kokus.

Tīrīšanas laukos, kā jau minēts, vajadzīgas n o m e t n e s, kurās pa-
redzētas būves administrācijas vajadzībām un dzīvokļi darbiniekiem. Dar-
binieku skaits tīrīšanas laukos vajadzīgs ievērojams. Tā, piem., Maskavas
Ļubercu laukos (ap 1500 ha), pēc 1923. g. datiem, dzīvoja 473 darbinieki,
kas kopā ar ģimenes locekļiem ir jau ap 1000 cilvēku. Arī zirgu un liel-
lopu skaits var būt liels, un pēc tā paša gada datiem tur bija 150 zirgu
un 80 govslodu. (Lauki ekspluatēti vairāk kā filtrācijas lauki, turpretim
Ļubļinas laukiem vairāk lauksaimniecisks raksturs, un te ir labi nostādīta
piensaimniecība ar apm. 400 govīm). Ļoti svarīgi ir sagādāt tādās lauku
nometnēs veselīgus dzīves apstākļus. Jāgādā par labu dzeramu ūdeni
(Maskavā no arteziskām akām) un citām labierīcībām, kā kanalizāciju,
elektrību. Jāierīko ambulātorija un event. slimnīca. Arī par kultūrālām
ietaisēm jāparūpējas, par skolām, kinoteātriem un t. t.

Kas attiecas uz p r o d u k t i e m no tīrīšanas laukiem, tad bažas, ka
tie varētu būt par cēloni dažādām slimībām, izrādījušās par nedibinātām,
kā to pierādījuši daudzi pētījumi un izdarītās analīzes. Pat otrādi, pro-
dukti ir ar ļoti labām īpašībām un ēšanai ļoti garšīgi. Strādnieki ēd svai-
gā veidā burkānus, kāļus u. t. t., bet nav konstatēts, ka no tā būtu kāds
saslimis, nav dabūjis cērmes un citus vēdera parazītus. Tādus drīzāk var
dabūt no stādiem, kas auguši uz zemes, uz kuņas izgāzts atejas bedrū
saturis. Vispārīgi, nav ieteicama svaigu sakņu lietošana, ja nav noteikti
zināms, kur un kā tās augušas, bet tās jālieto kaltētā, vārītā vai ceptā
veidā. Parīzē ir rīkojums nelietot svaigā veidā stādus no tīrīšanas lau-

kiem. Tāpat uz jautājumu skatās Anglijā un Amerikā. Vācijā, kā liekas, tādu ieteikumu vajadzību nesaskata.

b) Saimnieciskie panākumi. Bij savā laikā uzskati, ka tīrīšanas lauki var pilsētai noderēt kā labs ienākumu avots, jo mēslu vielas notekūdens izdod pietiekami daudz un par sausumu nav jābaidās, tāpat arī nav rūpes par pāriecīgu mitrumu, jo lauki drenēti. Tomēr vispārīgi liktās cerības uz lielu saimniecisku ieguvumu neattaisnojās un uzskati bij jāmaina tai ziņā, ka bij jāatzīst, ka tīrīšanas lauku uzdevuma pirmajā vietā jāliek tas, ka tie ir sanitārtechniska ietaise, kas kārtu veselības apstākļus un dod pilsētai iespēju atbrīvoties no notekūdens vislabākā ceļā. Tā tad būtu maldīgi domāt, ka var segt visus izdevumus, kas saistīti ar lauku izbūvi, ieguldītā kapitāla amortizāciju un procentiem, ar ienākumiem no lauku izmantošanas. Ciktāl tīrīšanas lauku mērķis ir novietot sanitārā ceļā pilsētas notekūdeņus, visi izdevumi, kas ar to saistās, jāsedz no kanalizācijas nodevām. Protams, ka pie tam jācenšas arī panākt šo nodevu samazināšanu ar notekūdeņu izmantošanu, bet tas ir otras šķiras jautājums un par to var būt runa tikai, ja lauki pietiekami lieli (teiksim uz 100 iedz. 1 ha) un kad izbūve nemaksā dārgi.

Izdevumi tīrīšanas laukiem tā tad saskaņā ar to uzdevumiem jāšķiro 2 daļās. Pirmajā daļā jāieskaita tie izdevumi, kas saistīti ar laukiem kā tīrīšanas ietaisi. Otrās šķiras izdevumi ir tie, kas vajadzīgi, lai gūtu ienākumus, un tie, protams, jāsedz ar ienākumiem, pie kam vēlams, lai būtu zināms pārpalikums, ar ko varētu atvieglot pirmās šķiras izdevumus.

Tīrīšanas lauku izdevumi izbūvei un iekārtai ir: a) vienreizējie vai būves izdevumi un 2) ikgadējie vai ekspluatācijas izdevumi. Pie būves izdevumiem pieskaitāmi izdevumi iepriekšējiem izmeklējumiem, zemes iegūšanai, projekta sastādīšanai, būves darbu realizēšanai un vajadzīgā inventāra iegūšanai. Jāieskaita arī ārpuspilsētas galvenā kanāla un pumpētavas izmaksa.

Ikgadējie vai ekspluatācijas izdevumi aptver procentus no būves kapitāla, deldēšanu (amortizāciju), lauku un ēku uzturēšanu kārtībā un to remontu, lauku apstrādāšanu un sagatavošanu ūdens uzlaišanas un sadalīšanas mērķim un pašu ūdens sadalīšanu. Pieskaitot arī ārpuspilsētas galvenā kanāla un pumpētavas uzturēšanu un remontu, dabū to izdevumu kopsumu, kas vajadzīgi laukiem kā tīrīšanas ietaisei un kas tādēļ principā sedzami ar kanalizācijas nodokli.

Otrās šķiras ekspluatācijas izdevumi ir tie, kas vajadzīgi lauksaimnieciskiem mērķiem: laukkopībai, lopkopībai, dārzkopībai, piensaimniecībai un t. l. Šie izdevumi jāsedz pilnīgi no lauku ienākumiem un vēl jāatlicina daļa pirmās šķiras izdevumu pabalstam.

Skaitliski lielumi, protams, ir tik cieši saistīti ar vietējiem apstākļiem, ka te grūti būtu uzrādīt kādus skaitļus. Tomēr literatūrā var arī

atrast tādus atsevišķiem gadījumiem. Visplašāki norādījumi ir krievu literatūrā¹⁾, bet arī salīdzināt skaitļus grūti, jo nav zināms, pēc kāda valūtas mēroga nauda būtu jārēķina.

Iepriekšējie izmeklējumi, ar plānu sastādīšanu un grunts izmeklēšanu, mērogā 1:10000, varētu maksāt no 40—100 Ls par 1 ha izmeklējamā laukuma, atkarīgi no vietas reljefa un grunts īpašībām. Projekta sastādīšanu ar maksas aprēķinu varētu aprēķināt ar 60—100 Ls/ha. Kas attiecas uz zemes iegūšanu, tad te liela loma piekrīt attālumam no pilsētas. Lielu pilsētu tuvumā parasti zeme dārgāka, kā pie mazām pilsētām. Anglijā vidēji 1 ha cena bijusi 6500 Ls, bet dažās pilsētās sasniegusi pat 11.000 Ls (Šefildā). Vācijā zeme maksājusi 1200—3800 Ls. Maskavā Ļubļinas lauki, kas tuvāki pilsētai un iegūti spaidu kārtā, maksāja ap 6500 Ls, kamēr Ļubercu lauki, kas atrodas līdz 25 km no pilsētas, iegūti brīvi vienojoties ar īpašniekiem par 2500 Ls/ha, ieskaitot mežu, kas bij jānocērt un deva diezgan lielus ienākumus. Cenas attiecas uz priekškaļa laiku, jo pēc kara lielāku laukumu iegūšana tīrīšanas laukiem nav zināma.

Lauku izbūves un iekārtas izdevumi ir dažādi, atkarīgi no vietējiem topografiskiem apstākļiem, galvenā kārtā zemes darbu lieluma. Pēdējo lielums var būt 1000—6000 m³ uz 1 ha. Lauku izbūves izdevumi bijuši Berlīnē 2900 Ls, Breslavā 2600 Ls, Freiburgā 5500 Ls. Maskavā, ieskaitot ēkas ar labierīcībām un saimniecisko inventāru, Ļubļinā izmaksāja 1 ha izbūve 4900 Ls un Ļubercos ar dārgiem zemes darbiem un ar biežāku drenāžu (kā filtrācijas laukiem) izmaksāja 1 ha ap 10.000 Ls. Zemes iegūšanu, kopā ar lauku izbūvi un ar iekārtu var iepriekšējai kalkulācijai pieņemt no 5000 līdz 13.000 Ls/ha lielākiem laukiem, bet maziem jāpieņem no 10.000 līdz 25.000 Ls/ha, neierēķinot pumpētavu un spiedējvadu. Ja uz 1 ha var tīrīt notekūdeņus no 300 iedz., tad izmaksa iznāk uz 1 iedz. 20 līdz 40 Ls lielākiem un līdz 80 Ls mazākiem laukiem.

Ienākumiem no tīrīšanas lauku lauksaimniecības, kā augšā minēts, vajadzētu būt tik lieliem, lai tie segtu izdevumus nevien pašai lauksaimniecībai, bet arī visus vai vismaz daļu no citiem ekspluatācijas izdevumiem. Grūti sagaidīt, ka ienākums varētu būt tik liels, lai varētu no tā segt būvkapitāla procentus un amortizāciju. Tie gan paliks arvien un visur sedzami no kanalizācijas nodevām, tāpat kā tas ir, ja lauki ir filtrācijas lauki. Kā jau minēts, visus izdevumus segt no ienākumiem gan varētu tikai no laukiem ar lielu laukumu (50—100 iedz./ha), uz kuriem labi var izmantot notekūdeņus lauksaimniecībai. No tīrīšanas laukiem brutto ienākums varētu būt līdz 500 Ls/ha. Pēc novērojumiem Berlīnes tīrīšanas laukos raža ar notekūdeņiem esot vidēji ap 50% lielāka nekā bez notekūdeņiem.

1) Поля орошения 1937 г. ВСКХ.

Eksploataācijas izdevumi ir ļoti dažādi dažādās zemēs, atkarīgi no lauku izmantošanas. Anglijā, ierēķinot procentus ($3\frac{1}{2}\%$) un amortizāciju (1%) no vienreizējiem izdevumiem, gada izdevumi ir 0,7—9 sant./m³ vai 0,44—4,40 Ls/1 iedz. gadā. Vācijā, ierēķinot procentus (4%) un nenorēķinot ienākumus, gada izdevumi ir 117 (Magdeburgā) līdz 390 Ls (Berlīnē) uz 1 ha darba laukuma vai 0,26—1,40 Ls/1 iedz. gadā; vai uz 1 m³—2 līdz 2,9 sant., bet pieskaitot izdevumus — pumpēšanai un ārpilsētas vadiem, skaitļi iznāktu 225—720 Ls/ha, vai uz 1 iedz. 1—2,6 Ls, vai uz 1 m³ — 2,4—5,2 sant. (38. tab.). Skaitļi attiecas uz priekškaņa aprēķiniem un var noderēt tikai vieglai orientācijai.

38. tabula.

Tīrīšanas lauku gada izdevumi.

Pilsēta	Uz 1 ha gadā Ls	Uz 1 iedz. gadā Ls	Uz 1 m ³ Sant.
Maskava, Ļubļina (1905/9. g.)	1148	1,30	3,6
(1910/14. g.)	968	1,05	3,9
Berlīne (1905. g.)	720	2,60	5,2
Breslava (1905. g.)	400	0,83	1,5
Braunšveiga (1905. g.)	560	1,70	3,8
Magdeburga (1905. g.)	460	1,03	2,33
Anglijā	—	0,44—4,4	0,7—0,9

31. Zemes filtri.

Zemes filtri vai filtrācija ar pārtraukumiem (periodiskā filtrācija) (перемежающаяся фильтрация, Intermittent Sandfiltration, Bodenfiltration, intermittierende Filtration) uzskatāma kā pārejas pakāpe starp tīrīšanas laukiem un mākslīgiem bioloģiskiem filtriem. Tāpat kā tīrīšanas laukiem, arī zemes filtriem izmanto dabisko zemi, tomēr starpība ir zemes izmantošanas ziņā. Tīrīšanas lauku uzdevums ir izmantot laukus lauksaimnieciskiem mērķiem, un ja daļa arī netiek šiem mērķiem tieši izmantota, bet to izmanto kā filtrācijas lauku, tad to dara tikai zināmu laiku, jo katru lauka gabalu var periodiski izmantot kā lauksaimniecībai, tā filtrācijai. Atsakoties pilnīgi no lauksaimnieciskas izmantošanas un izdarot tikai filtrāciju, var uz lauka vienības iztīrīt lielāku daudzumu notekūdeņu, t. i. palielināt tās slodzi. Bet lai tāda lielāka slodze būtu iespējama, vajadzīga ūdeni viegli caurlaidoša grunts, un ja tāda uz vietas dabiskā stāvoklī nav, tad tā jāpieved filtra uzbūvei no lielāka vai mazāka attāluma. Pēdējā gadījumā jau zemes filtri vēl vairāk tuvojas mākslīgiem bioloģiskiem filtriem un parasti arī atdod pēdējiem savu vietu un

nozīmi, jo mākslīgi bioloģiski filtri, kas uzbērti no mākslīgi sagatavota rupja materiāla, jau ir daudz produktīvāki, tā tad prasa mazāku laukumu un arī mazāka daudzuma filtrmateriāla piegādāšanu. Tā tad zemes filtri īstenībā iespējami, ja noderīgs dabisks zemes materiāls ir uz vietas, un tad tiem, salīdzinot ar tīrīšanas laukiem, ir tā labā īpašība, ka tos var produktīvāk izmantot, un tā tad to izbūvei vajadzīgs mazāks zemes laukums.

Zemes filtri, kā jau minēts notekūdeņu tīrīšanas metodu attīstību gaitas aprakstā (14. lpp.), nodibināti ar Franklenda pirmpētījumiem Anglijā 1868. g., bet Anglijā tos varēja maz izkopt noderīgas grants trūkuma dēļ. Tuvāk zemes filtrus izpētīja Masačusetas valsts Lorensas izmēģināšanas stacijā jau no pagājušā gadu simteņa astoņdesmitiem gadiem, un tie atrada plašu lietošanu Amerikā. Filtru būtības noskaidrošanai izdarīja mēģinājumus prof. Dunbara vadībā Hamburgā, un tos arī Vācijā lietoja dažās vietās (Spandauas pils., 70 ha ar slodzi 400 m³/ha). Ja Vācijā zemes filtri attīstījušies maz, tad kā izskaidrojumu tam var uzrādīt to, ka Vācijā pirmajā vietā likta lauksaimnieciskā zemes izmantošana. Bagāti piedzīvojumi ar zemes filtriem ir Maskavā, kur tie attīstījās tīrīšanas laukos, lielu daļu pēdējo neizmantojot lauksaimnieciski, bet atstājot tos tikai notekūdens filtrācijai un tīrīšanai. Maskavā arī izdarīti pētījumi vienreiz ar nolūku noskaidrot slodzes lielumu, izmantojot tīrīšanas lauku kā zemes filtru (filtrācijas lauku), otrreiz uzberot mākslīgus lauciņus, ar nolūku noskaidrot vislielāko iespējamo slodzi ar ūdeni, kas sagatavots dažādās priekštīrīšanas ietaisēs, pie tam ņemot vērā pietiekamu tīrīšanas efektu (īstie zemes filtri).

Ar nolūku noskaidrot vislielāko iespējamo slodzi, pie pietiekoša tīrīšanas efekta, Maskavā 1907.—1912. g. autora vadībā uz viena no tīrīšanas lauku gabaliem ar rupju smilti izdarīja attiecīgu izmēģinājumu. Ūdeni iepriekš laida caur primitīvu nostādīšanas ietaisi, kas sastāvēja no zemes baseina, aptaisīta ar pītu žagaru žogu un sadalītu 2 nodaļās, katra 32×8,5×1,1 m, tā tad tilpumā 290 m³. Tā kā darbā bij viena nodaļa, tad caur to iztecēja 260—580 m³, t. i. tik daudz, cik vajadzēja mēģināšanas gaitā. Otrā nodaļā ļāva nogulšņiem apzūt, un tad tos izņēma.

Izmēģinājuma lauciņš bij 4880 m² liels un drenēts ar 75 mm caurulēm, ar drenu attālumu 10 m. Lauciņš bij sadalīts 2 nodaļās un katrā nodaļā vēl ietaisīts pa 4 apūdeņošanas vienībām, katrā tā tad 610 m². Notekūdeni katrā lauka nodaļā uzlaida ik pāris dienas, 0,20 m augstumā. Uzlaistā ūdens daudzumu izmērija pārgāzes ietaisēs. Lai gan domāts bij uzlaist ūdeni ik pāris dienas, tomēr uzlaida tikai tad, ja iepriekš uzlaistais bij iesūcies zemē. Ja tas nebija, tad kārtīgo uzlaišanu neizdarīja. Pirmajā periodā (nov. 1907. — febr. 1908.) vidēji uzlaidums bij 960 līdz 1070 m³/ha. Lauka virsā bij ieraktas 0,3—0,4 m dziļas vagas, kurās ūdens, salam iestājoties, no virsas pārklājās ar ledu, kamēr zem ledus filtrācija vagās notika bez traucējuma. Uzlaidums 1070 m³/ha bij vislielākais, kāds izrādījās par iespējamu, bet arī drenāžas ūdens, ievērojot to, ka uzlaidumi sākās jau salā, nebija pietiekami labs, un tādēļ otrā ziemas pusē (15. febr. — 8. marts) uzlaidumu samazināja uz pusi, t. i. līdz 530 m³/ha, bet arī pie tādas slodzes tīrīšana nebija pietiekama, un līdz ziemas beigām

samazināja vēl uz pusi, t. i. uz līdz 265 m³/ha. Tas izskaidrojams ar to, ka aukstumā lauks sāka strādāt un tīrīšanas procesi nevarēja attīstīties (notekūdens pienāca ar 10°C, no priekštīrīšanas baseina iztecēja ap 5,4°C un drenāžas ūdens bij tikai 2°C). Turpmākie mēģinājumi, kas turpinājās kā vasarā, tā ziemā, deva to gala rezultātu, ka 260 m³/ha uzskatāma mēģinājuma apstākļos kā vislielākā slodze (ar priekštīrītu ūdeni), pie kuras var vēl sagaidīt labi tīrītu drenāžas ūdeni, lai gan ziemā tīrīšana var būt sliktāka, bet tomēr apmierinoša.

Otrs mēģinājums ar zemes filtriem Maskavā izdarīts izmēģinājumu stacijā ar nolūku noteikt vislielāko slodzi uz zemes filtriem, sagatavojot ūdeni dažādās priekštīrīšanas ietaisēs. Tam mērķim ierīkoja 5 lauciņus, vidēji katru 270 m² lielu. Zem lauciņiem bij ielikta drenāža, pa 1 rindai drenu (lauciņu platums 5,4 līdz 11,2 m) 2 stāvos. Apakšējās drenas uzdevums bij savākt un novadīt dabisko gruntsūdeni (drenas dziļums 2,35 m), augšējās uzdevums bij novadīt tikai tiro notekūdeni, un tā iegūt iespēju sekot ar analīzi gruntsūdens neietekmētām tīrīšanas rezultātam. Drenas bij no 75 mm caurulēm, apbērtas filtrveidīgi ar granti un smilti pārejošā rupjumā. Visas drenas izlaistas novadgrāvī, tā ka radās iespēja sekot katras drenas darbībai. Lauciņi visi bij uzbērti no vienādas smilts (no viena un tā paša karjēra), 1 m biezā slāni uz dabiskās smilts virsas. Starp lauciņiem atstāta grāvjveidīga starpa, lai viena lauciņa darbību neietekmētu otra lauciņa darbība. Lauciņiem apkārt bij uzbērti valniši, 0,65 m augsti un 0,65 m plati. Notekūdeni pievadīja ar koka renēm un pa lauciņu virsu sadalīja vagām. Notekūdeni sāka izlaist septembra m. beigās 1906. g., un mēģinājumu turpināja vairākus gadus (līdz 1909. g. rudenim). Uzdevums, kā jau minēts, bij noskaidrot, cik lielu daudzumu var filtrs laist cauri un iztīrīt tāda notekūdens, kas vai nu nav nemaz iepriekš apstrādāts, vai iepriekš tīrīts septiktankā, vai nostādināšanas baseinā, vai kontaktfiltru pirmā pakāpē. Notekūdeni uzlaida noteiktā daudzumā (pēc mēģinājuma gaitas vienā reizē 0,10 līdz 0,20 m), un nākošo uzlaidumu izdarīja dienu pēc tam, kad ūdens no virsas jau bij izzudis.

39. tabula.

Mēchaniskais grunts sastāvs Maskavas izmēģināšanas zemes filtriem.

Grunts sastāvdaļas	Rupjums mm	0/o absolūti sausā grūnti
Akmeņi	rupjāki par 10	0,00%
Grants	10 līdz 5	0,00
	5 " 3	0,14
Smilts	3 " 1	2,65
	1 " 0,5	26,19
	0,5 " 0,25	51,59
Puteklainā daļa	0,25 " 0,05	16,71
	0,05 " 0,01	0,47
	0,01 " 0,005	0,81
	0,005 " 0,001	0,10
Dūņas	smalkāki par 0,001	0,54%

Mēģinājuma panākumus (40. tab.) var raksturot šādi: 1) slodze vasarā var būt par 30% lielāka kā ziemā, 2) septiktankā vai nostādināšanas baseinā priekštīrītu ūdeni var uzlaist 1,5 reiz lielākā daudzumā nekā

40. tabula.
Izmēģinājuma zemes filtru slodze Maskavā.
m³/ha diennaktī.

Izmēģinājumu periodi	Netīrits ūdens	Ūdens no septiktanka	Ūdens no nostādināšanas bas.	Ūdens no kontaktfiltru 1. pakāpes
Ziema 1906/7.	430,5	516,5	526,6	584,2
Vasara 1907.	809,1	1361,9	1180,0	2445,4
Ziema 1907/8.	323,2	507,4	560,5	969,5
Vasara 1908.	482,0	683,0	710,8	1216,6
Ziema 1908/9.	415,8	707,4	593,3	1439,3
Vidēji pa visu laiku	473	707	701	1220
Attiecības	1	1,50	1,48	2,58
Vidēji pa ziemas periodu	390	595	584	990
Attiecības	1	1,53	1,50	2,54
Vidēji pa vasaras periodu	634	955	929	1710
Attiecības	1	1,51	1,46	2,69
Vidējās attiecības {				
ziemā	1		1,5	2,5
vasarā	1		1,5	2,7
gadā	1		1,5	2,6

pilnīgi netīrītu, 3) ūdeni no pirmējā kontaktfiltra var uzlaist 2,5 reiz vairāk kā netīrītu.

Uzlaistie daudzumi (40. tab.) uzskatāmi par vislielākiem, kādus vēl zemes filtri ar minēto grunts (39. tab.) sastāvu var uzrādīt. Bet novērotais tīrīšanas panākums pilnīgi neapmierināja, sevišķi ziemā, kas deva atzinumu, ka sasniegtā slodze nav pieļaujama un jāņem vērā daudz mazāka. Bez tam praksē filtriem pieejamā grunts ir nevienāda sastāva un mēģinājums arī izdarīts tikai samērā īsu laiku (4 gadus). Viss tas samazina iespējamās slodzes lielumu un praktiski gan lielāku slodzi kā pie agrākā mēģinājuma (346. lpp.), t. i. 260 m³/ha pie mēchaniski iepriekš tīrīta ūdens nebūtu ieteicams pieņemt, sevišķi ja sagaida labu tīrīšanas rezultātu. Vēl būtu jāmin: mēģinājumu laikā bij novērots, ka ūdens parādījās drenāžā 1,5 līdz 4 stundas pēc uzlaišanas sākuma.

Kā jau minēts, zemes filtriem liela piekrišana Ziemeļamerikā, Masačusetas pavalstī, pamatojoties uz mēģinājumiem, kas izdarīti valsts pētīšanas stacijā Lorensas pilsētā. Pēdējās pilsētas notekūdeņi izrādījās sevišķi noderīgi mēģinājumiem, jo tais ietika maz rūpniecības ūdeņi. Sevišķie apstākļi, salīdzinot ar Eiropu, tie, ka notekūdens ļoti vājas koncentrācijas (chlora saturs mazāks par 100 mg/l). Mēģināšanas filtri (skaitā ap 300) nav lieli, ir apaļi, diametrā 5 m, tā tad ap 20 m² virsas lielumu, un pildīti ar dažādiem un dažāda rupjuma materiāliem. Mēģinājumi sākti 1887. g., un daži filtri darbojās vēl līdz pēdējam laikam. Mēģinājumus

ievadija Hazens. Dažādu materiālu īpašību salīdzināšanai Hazens izstrādāja sevišķu metodi. Materiāls no vienāda lieluma lodītēm pēc viņa atziņas nebūtu noderīgs filtrācijai, jo tam mērķim vajadzīgas materiālā kapilārās starpas, kas aiztur ūdeni, un diezgan lielas starpas, kas laiž cauri ūdeni un pildās ar gaisu. Tā tad filtrācijai noderīgam materiālam vajag sastāvēt no dažāda lieluma materiāla graudiņiem, starp kuņiem izveidojas dažāda lieluma starpas vai poras. Hazens atrada, ka liela nozīme šai ziņā ir graudiņiem, kas sastāda 10% no visa materiāla svara. Šo robežu nosauca par efektīvo lielumu (effective size), un atrada zemes šķiru par noderīgu filtrācijai, ja šis lielums bij ap 0,3 mm, t. i. 10% no smilšu svara graudiņi bij mazāki par 0,3 mm.

Noder tomēr arī rupjākas frakcijas, kas uztur zināmas attiecības starp ūdeni un gaisu. Ja ar A apzīmē to graudiņu lielumu, par kuņ 60% ir smalkāki, un ar B — 10%, tad kā labas izrādījušās attiecības $\frac{A}{B} = 2$ līdz

5. To nosauc par vienādības koeficientu (uniformity coefficient). Ja piem. B ir 0,3, tad A vajadzētu būt starp 0,6 līdz 1,5 mm. Zināmu skaidrību filtru darbības spējā var iegūt arī, zinot ūdens aizturēšanas spēju un ūdens caurlaides vai gaisa uzņemšanas spēju. Kopā tas sastāda poru tilpumu. Noskaidrojies, ka materiālam, kam ir augšā minētie efektīvie lielumi un vienādības koeficienti, ir ūdens aizturēšanas spēja 16 līdz 18%, un pie poru tilpuma 35—45% no materiāla tilpuma ūdens caurlaides tilpums ir 20 līdz 25%. Ja efektīvais lielums ir ļoti mazs, tad ūdens aizturēšanas spēja ir ļoti liela, un otrādi. Zeme, kuņas ūdens aizturēšanas spēja pielīdzinās poru tilpumam, nav noderīga filtrācijai, jo gaisa ietilpināšanai neatliek vairs vietas.

No daudzgadīgiem Lorensas filtru novērojumiem¹⁾ varētu minēt tikai nedaudz, ievērojot sevišķi to, ka notekūdeņu koncentrācija stipri atšķiras no mūsu pilsētu notekūdeņiem, un arī klimats Lorensas p. ir citāds (vidējā janvāra temperatūra — 2,3°, jūlijā 23,0°C un vidējs gada nokrišņu daudzums 1152 mm). Filtri deva pietiekamus rezultātus pie slozdes ap 500—600 m³/ha, kas, ievērojot notekūdeņu mazāku koncentrāciju, arī nav vairāk kā Maskavas mēģinājumos konstatētie 260 m³/ha. Filtra virsu izdevīgāki izveidot ar vagām, kā labākai ūdens sadalīšanai, tā netraucētai gaisa pietikšanai pa dobēm. Ilggadīgie filtru novērojumi atklāja vienu citu filtra nevēlamu parādību, tas ir, ka filtri pamazītiņām piedūno ar organiskām vielām, kas aizkavē nitrifikācijas procesus. Lorensas izmēģināšanas stacijas vadītāji nākuši pie sekojošiem slēdzieniem: «Mēs vairs neticam, ka baktēriju darbība lietderīgi izveidotā filtrā būtu

¹⁾ Mittheilungen d. Prüf. Anst. 12 vai Rep. Mas. St. Board of Health 1887. g. līdz pēdējam laikam.

viena pati pietiekama visas organiskas materiijas pārstrādāšanai. Daļa no pēdējās izrādās ļoti izturīga un uzkrājas filtrā.» Ja tas tā, tad filtram ar laiku jāpiedūno. Ja piedūņojusi tikai virsējā kārtā, tā jānorok un jāuzber tās vietā tīrs materiāls, ja turpretim filtrs piedūņojis lielākā dziļumā, tad tas viss jāatjauno. No tā var secināt, ka filtra uzturēšana var prasīt diezgan lielus izdevumus. Tā, piem., Broktonas p. pēc 11 g. darba noraka 0,15 m un uzbēra jaunu materiālu, kas maksāja 21.500 Ls uz 7,5 ha filtrlaukuma, t. i. uz 1 m² — 35 sant., vai 1 m³ filtrmateriāla ap 2 Ls. Pēc Amerikas piedzīvojumiem vidēji katru gadu no filtra virsas jānoņem 0,025 m biezs slānis. Neskatoties uz to, zemes filtri Amerikā stipri izplatīti, jo tīrīšanas laukiem, ņemot vērā lielos ūdens patēriņus, nav iespējams sagādāt pietiekamus laukumus.

Grunts īpašības. Vislabākais materiāls zemes filtriem izrādījusies vidēji rupja smilts. Kā redzējām, pēc Amerikas pētījumiem vislabākais materiāls ir ar efektīvu lielumu, 0,20 līdz 0,35 mm, vidēji 0,30 mm. Maskavas pētījumos (39. tab.) ef. lielums bij 0,15 mm un 60% — 0,45 mm, tā kā vienādības koef. $\frac{0,45}{0,15}=3$. Pie materiāla ar efek-

tīvu lielumu 0,10—0,20 mm gan var arī dabūt labu tīrīšanas efektu, bet slodze iespējama mazāka un filtri ātrāk piesērē. Ļoti rupjš materiāls apgrūtina vienmērīgu notekūdens sadalīšanu pa filtra virsu, un arī tīrīšanas efektu grūti sagaidīt tik labu kā pie smalkāka materiāla. Visādā ziņā vēlams, lai smilts daļiņu daudzums ar mazāku par 0,13 mm diametru nebūtu lielāks par 1%.

Masačusetā Lorensas izmēģināšanas stacijā grunts mēchaniskā sastāva noteikšanai lietoja sekojošu metodi: uzstādīti viens pār otru sietiņi ar acu lielumu 10 mm, 5 mm, 2 mm, 1 mm, 0,5 mm, 0,25 mm un 0,10 mm. Sietiņš ar vislielāko acu lielumu nāk pašā augšā un ar vismazāko acu lielumu nāk apakšā. Sietiņu uzstādījums pievienots pie mēchaniskas kratīšanas ierīces, kas tā ietaisīta, ka visus sietiņus krata reizē ar noteiktu kratījumu skaitu minūtē un noteiktu stiprumu. Izmeklēšanai ņem paraugam 100 vai labāk 200 gramu labi izžāvētas grunts un to ieber virsējā (rupjākā) sietā. Pēc tam sietu kopojumu krata tik ilgi, kamēr vēl materiāls birst no viena sietā otrā, pēc tam sietus atņem atsevišķi un nosver uz katra palikušo materiālu. Tādā ceļā atrod materiāla šķirnes līdz 0,10 mm rupjuma. Smalkākas šķirnes nosaka šādi: caur smalko sietiņu (0,10 mm) izbirušo materiālu sakarsē, zudumu uzskata par organisku matēriju un pieskaita šķirnei ar diametru mazāku par 0,01 mm. No pēc karsējuma palikušā materiāla noņem 5 gramus, ieliek traukā ar 200 cm³ destilētu ūdens, ar temperatūru 20°C un labi sajauc, iepūšot no pipetes gaisu. Pēc tam ļauj nostāties 15 sek., ūdeni nolej un nogulšņus ieskaita smilts šķirā 0,10 līdz 0,05 mm. Nolietam ūdenim ļauj atkal nostāties 30 sek., ūdeni nolej un pārpalikumu uzskata par šķirni 0,05—0,033. Trešo reiz ļauj nostāties 1 min., un dabū smilts šķirni 0,033—0,01 mm. Pēdīgi nolieto šķidrumā materiālu uzskata kā organisku vielu, kuņas rupjums ir mazāks par 0,01 mm. Visas šķirnes izžāvē 105°C temperatūrā, nosver un tā nosaka visu materiāla šķiru svaru paraugā. Pēc līdzīga paņēmiena prof. Viljamss noteica Maskavā lauksaimniecības institūtā smilšu šķirnes, noteicot pavisam 11 šķirnes (39. tab.).

Amerikas Lorensas izmēģināšanas stacijā izdarīti daudz pētījumu smilts pretestības noteikšanai ūdens caurtecei. Hazens uzstādījis arī formulas šīs pretestības noteikšanai. Kapilārās ūdens pacelšanas augstumu smilti Hazens nosaka ar formulu

$$H = \frac{1,5}{d^2},$$

kur apzīmē: H — mm — augstumu, līdz kuŗam pēc kapilāritātes likuma ūdens paceļas pietiekamā daudzumā, lai tas jau traucētu gaisa cirkulāciju; d — mm — efektīvu lielumu.

Tālāk pretestību ūdens kustībai caur smilti Hazens nosaka ar formulu:

$$v = cd^2 \cdot \frac{h}{l} (0,70 + 0,03 \cdot t^{\circ})$$

ar sekojošiem apzīmējumiem:

v — m ūdens ātrums dienā (ūdens staba ātrums tāda paša šķērsgriezuma kā smilts staba līdzinās dienā apmēram 9350 m³/1 ha vai ap 1 m³ uz 1 m²).

h — ūdens spiediens, kas ietekmē kustību,

l — smilts slāņa biezums,

$\frac{h}{l}$ — spiediena zaudējums,

t — temperatūra °C,

c — koeficients, atkarīgs no smilts blīvuma un pie pārtraucas filtrācijas (smilšu filtros) no gaisa kustības filtrā. (Ūdens filtrācijā novērotie lielumi 150—60.)

Visādā ziņā, lai kāda rupjuma materiāls būtu, tam labā filtrā jābūt vienādam un vienāda rupjuma no virsas līdz drenāžai, un dažāda rupjuma slāņi nav vēlami. Tādā filtrā notekūdens tecēs caur visu filtra ķermeni vienādos apstākļos, vienādā ātrumā atstājot uz filtra virsas suspendētas vielas. Tādos apstākļos arī filtra piesērēšanai būs mazāk pamata. Cita lieta, ja slāņi ir dažāda rupjuma. Ja virsējais slānis ir no rupjas smilts, bet dziļāk ir slānis ar smalkāku materiālu, tad smalkākās suspendētās vielas izies cauri rupjam materiālam un sakrāsies uz smalkākā materiāla slāņa virsas. Līdz ar dažādu mikroorganismu attīstīšanos šē nu izveidosies it kā filtrādiņa, kas aizturēs brīvu ūdens un gaisa kustību filtrā un var pat pavisam apturēt filtra darbību. Pēdējo atkal pilnā mērā varētu atjaunot, atrokot un atrodot vainīgo vietu un atjaunojot tās darba spēju ar jauna materiāla uzbēršanu noraktā nederīgā vietā. Tas parasti prasītu lielus izdevumus, sevišķi ja atjaunojamais slānis atrodas dziļi zem filtra virsas. Otrādi, ja virsējā smilts kārtā ir smalkgraudaina, un apakšā ir slānis ar rupju materiālu, tad visumā apstākļi nav tik ļauni kā pirmajā

gadījumā, un var domāt, ka gadījumā, ja rupjais materiāls iet līdz filtra apakšai, tas būs izmantots tikai tādā mērā, cik tas saskan ar smalkā materiāla ūdens un gaisa caurlaides spēju. Ņemot vērā dažādu skābekļa daudzumu rupjā un smalkā materiālā, var domāt, ka rupjā materiālā attīstīsies dzelzskābekļa hidrāts, kas, atkal nonācis uz smalkākā materiāla virsas, tur nogulsies un tā traucēs filtrācijas gaitu. No tā arī redzams, ka smalkāka materiāla uzbēršana uz filtra virsas, ar nolūku labāk sadalīt ūdeni, no filtrācijas viedokļa nav sevišķi vēlama, jo samazina slodzi un neizmanto visu rupjākā materiāla tīrīšanas spēju. Aiz tiem pašiem augšā minētajiem iemesliem pēc filtra izbūves uz dabiskas grunts jāņņem virsējā augsnes kārta, un nevar to atstāt un apbērt ar rupjāku materiālu.

Zemes filtru slodze un laukuma lielums. Filtra slodze atkarājas lielā mērā no ūdens sastāva, un tā kā zemes filtrus paredzēts izmantot intensīvi, tad vajadzīgs no ūdens iepriekš atdalīt suspendētas vielas, lai filtri no tām neaizsērētu. Tamdēļ vajadzīga notekūdens iepriekšējā tīrīšana, un jo smalkāks filtru materiāls, jo noderīgāka ir pilnīgākā priekštīrīšana. Tā tad atkarīgi no filtrmateriāla jāizvēlas arī priekštīrīšanas paņēmieni. Dažreiz pietiek redeles vai sieti, citos gadījumos vajadzīga vēl nostādīnāšana, bet dažos gadījumos izrādīties arī par lietderīgu iztīrīt uz zemes filtriem galīgā veidā notekūdeni jau tīrītu pa daļai mākslīgos bioloģiskos filtros vai ar aktīveto dūņu metodi. Amerikā, kur notekūdens ir vājas koncentrācijas (stipri atšķaidīts), daudz gadījumos iztiek bez priekštīrīšanas un var pat iztīrīt 500—700 m³/ha diennaktī. Kā augšā minēts, pēc vairākgadīgiem Maskavas pētījumiem var labas smiltszemes filtros vidēji iztīrīt 260 m³/ha diennaktī. Tas arī saskan ar Amerikas pētījumiem. Ja Amerikā 700 m³ dabū no 1850 iedzīvotājiem, ar ūdens patēriņu līdz 375 l dienā, tad Eiropā, kur koncentrācija ir 2—3 reiz lielāka, tas atbilstu vidējam uzplaidumam ap 260 m³/ha dienā. Slodzes lielumu varētu arī izkalkulēt, izejot no materiāla ūdens caurlaides spējas, resp. tilpuma. Pieņemot caurlaides tilpumu 10% (jau ilgāku laiku strādājošiem filtriem lielāku pieņemt nevarētu) un filtra dziļumu 1 metru no virsas līdz drenāžas depresijas liknes augstākai vietai, 1 m³ filtra var ietilpināt 0,1 m³ notekūdens, tā tad uz 1 m² virsas varētu uzlaist ne vairāk kā 0,10 m³, lai visas materiāla starpas būtu piepildītas ar ūdeni. Uz 1 ha tā tad varētu uzlaist 10.000×0,10=1000 m³ notekūdens. Ja uzlaišanu izdara ik 5 dienas, tad vidēja slodze būtu 1000:5=200 m³/ha, bet ja ik 3 dienas, tad 1000:3=330 m³/ha. Lielāki un biežāki uzplaidumi nav vēlami, lai gaisa cirkulācija filtrā netiktu apgrūtināta. Visādā ziņā nedrīkst aizmirst, ka filtru darbību noteic ne vien ūdens caurlaide, bet arī organisko vielu pārstrādāšanas procesa iespējas. Ja to neievēro, tad filtrs var piedūņot ar nepārstrādātām organiskām vielām, un sekas var būt tās, ka viss filtrs jāatjauno.

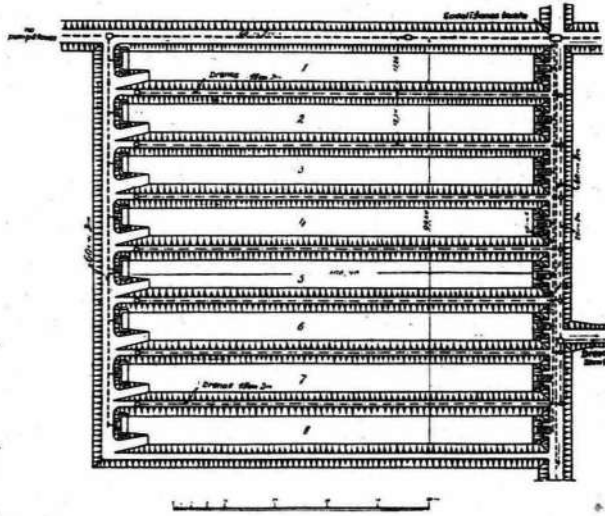
Vēl gan jāņem vērā, ka minētie skaitļi galvenā kārtā dibināti uz izmēģinājumā iegūtiem rezultātiem. Praktiskai lietošanai šie skaitļi jāreducē, ņemot vērā, ka izmēģinājumos izvēlas pēc iespējas pilnīgi vienlīdzīgu materiālu, uzlaiž pilnīgi noteiktu ūdens daudzumu noteiktā laikā, un visu to rūpīgā lietpratēja uzraudzībā. Praksē tādi priekšnoteikumi mazāk labvēlīgi, un to ievērojot, vidējos dabiskos apstākļos filtru slodzi varētu pieņemt 100—150 m³/ha dienā, kas atbilst notekūdeņu pietecei no 1000 iedzīvotājiem. (Tīrīšanas lauki ar pilnīgu vielu izmantošanu vajadzīgi 1 ha uz 100 iedzīvotājiem).

Šādā kārtā aprēķinātam filtrlaukumam vēl jāpievieno līdz 50 % paplašināšanai, tad 25 % ceļiem, grāvjiem, uzbērumiem un vēl kādi 25% no laukuma, kas varētu būt filtru ierīkošanai noderīga zeme. Tā tad zemes laukums zemes filtru iekārtas izveidošanai jāiegūst vismaz 2 reiz lielāks, nekā pēc aprēķinātā darba laukuma tas liktos vajadzīgs.

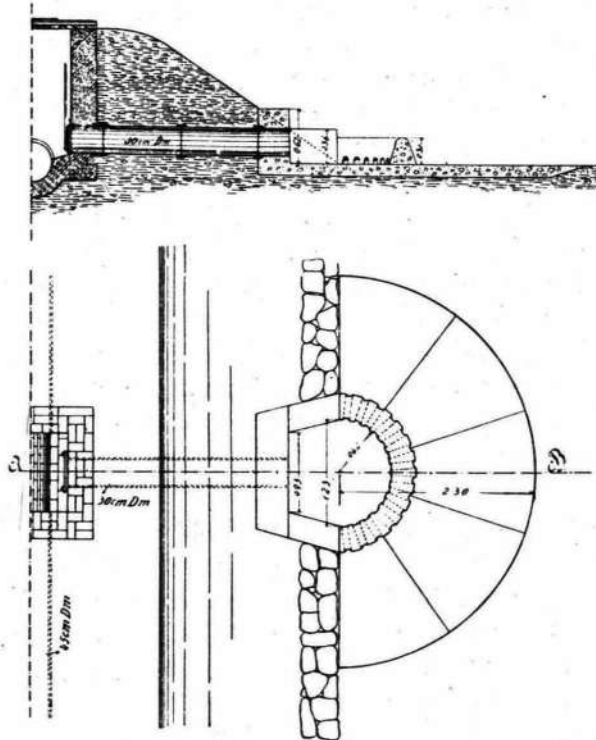
Filtra vienību lielums atkarājas pirmā kārtā no visas ietaises lieluma un arī no topografiskiem apstākļiem. Lielākām ietaisēm atsevišķus filtrus taisa 0,3—0,4 ha lielus, kamēr mazākām tie var būt tikai dažu m² lieli. Filtru skaitam vajag būt pietiekamam, lai rīcību varētu tā nokārtot, ka filtri dabūtu tiem pienācīgu atpūtas laiku un pa filtra tīrīšanas vai apstrādāšanas laiku nerastos traucējumi notekūdens novietošanas kārtībā.

Filtru veids atkarājas no vietas topografijas. Filtri pēc iespējas jātaisā kvadrātiski vai četršķautņaini, jo tādos ūdens sadalīšanu var iekārtot visērtāk (195. un 196. zīm.), bet tie var būt arī cita veida, ja zemes laukuma kopveids, sadalot to atsevišķās vienībās, to prasītu. Kvadrātiskam filtram tas labums, ka izlaides var izbūvēt stūros, bet šai ziņā arī iegareniem taisnstūrveida filtriem izlaides iekārtošana nesagādās grūtības. Filtrus ieslēdz no visām malām valnīši (0,4—0,6 m augsti) vai garāmejošs ceļš. Tas vajadzīgs, lai uzlaistais ūdens lielākā augstumā nepārlītu uz citu filtru, un ziemā, ja izrādītos par vajadzīgu, varētu ūdenim sasalsot, ar ledu piepildīt visu uzbērumu ieslēgto tilpumu. Katrai filtra vienībai jāpieiet brūcām ceļam. Kā valnīšus, tā arī ceļus uzber no zemes, kas vismazāk noderīga filtrācijai, piem., augsna.

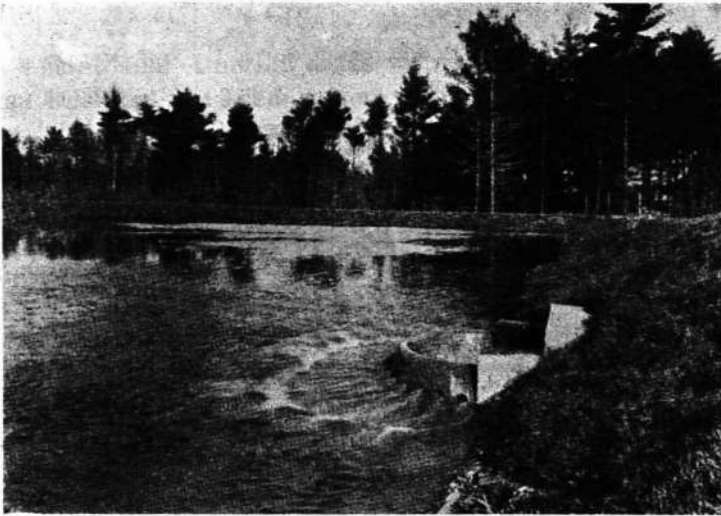
Drenāža. Zem katras filtra vienības vajag būt savai patstāvīgai drenāžas sistēmai, lai darbību varētu labāk kontrolēt. Drenāža zemes filtriem vēl svarīgāka kā tīrīšanas laukiem. Pēdējie, kā redzējam, dažos gadījumos var iztikt bez mākslīgas drenāžas, kad zem filtrējoša slāņa lielākā dziļumā atrodas rupjas, sausas smilts slānis. Ievērojot zemes filtru lielo slodzi, var sagaidīt, ka pat tādos filtrācijai izdevīgos grunts apstākļos gruntsūdens līmenis pacelsies un tā noturēšanai vajadzīgā dziļumā arvien būs vajadzīgs iebūvēt mākslīgu drenāžu no drenāžas caurulēm. Tāda drenāža vajadzīga arī gaisa apmaiņas pabalstīšanai filtra ķermenī. Pēdējā



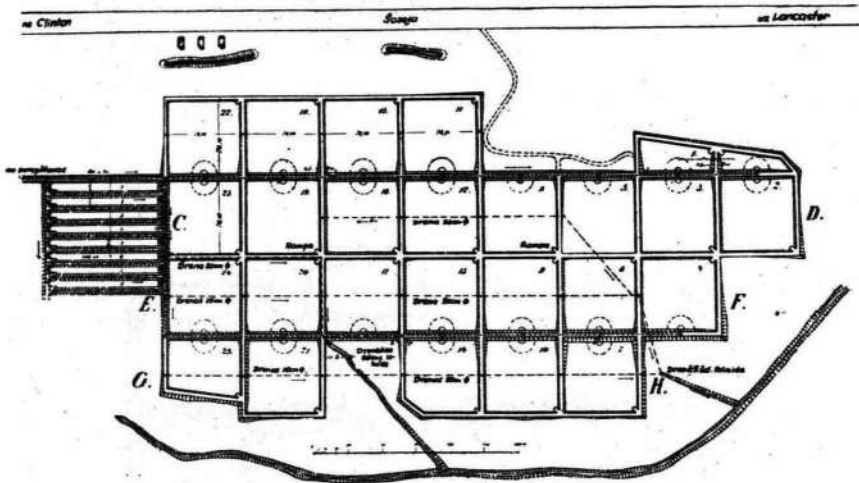
195. zīm. Zemes filtri Klintonā, Amerikā. Nostādināšanas baseini.



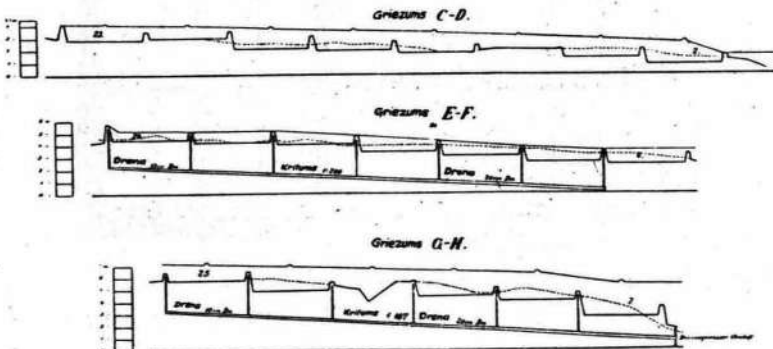
195.a zīm. Izlaides konstr., b — izlaide, c — plāns, d — filtra griezum.



195.b zīm. Izlaide.



195.c zīm. Klintonas filtru plāns.



195.d zīm. Filtru griezumi.

uzdevuma veicināšanai Amerikā dažās vietās pat liek drenāžu ar pāri par zemes virsu izceltiem virsējiem galiem. Tas tomēr izrādījies par neērtu virsas apstrādāšanai, un gaisa cirkulācijai arī sevišķi vajadzīgs nav, ņemot vērā, ka gaiss var iespiesties zemē sekojot ūdenim. Drenas var izlaist tieši grāvī, vai var katra filtra drenas apvienot vienā kolektorā un tā sagādāt patstāvīgu drenāžas sistēmu katrai filtru vienībai. Var arī vairāk sistēmas pievienot vienam kopīgam kolektoram, kas tad ūdeni izvada novada grāvī. Filtru sagrupēšana vispār ietekmē ietaises izmaksu, tāpat arī drenāžas sistēmu apvienošanai un dažreiz jautājuma izšķiršanai, kas izdevīgāk un lietderīgāk, jāizgatavo projekta varianti.

Filtros drenas liek ap 1,5 m dziļumā, attālumā ne vairāk par 10 m. Filtra dziļumam kā tādām ir sava nozīme. Amerikā, kur ir visvairāk piedzīvojumu ar zemes filtriem, pieņem kā vismazāko dziļumu 0,9 līdz 1,2 m virs drenām. Pie mazāka dziļuma ūdens varētu sev izskalojot ceļu smilti un nonākt drenāžā nepilnīgi tīrīts. Lielāks dziļums dod iespēju likt drenāžu ar lielāku drenu attālumu, kamēr seklos filtros drenas jāliek tuvāk. Lielākam filtra dziļumam vēl tas labums, ka piesērējušo virsējo kārtu var norakt, kā to dara pie ūdensvadu filtriem, nemaz neuzberot katrreiz pēc netīrās kārtas noņemšanas jaunu tīru smilti. No otras puses jāmin, ka dziļos filtros dažreiz (grunts īpašību dēļ) gaisa apmaiņa var radīt grūtības. Pēc Klarka (Clark, Amerikā) citādi vienādos nosacījumos dziļāki filtri dod augstāku tīršanas rezultātu kā seklāki. Novērots, ka smiltij ar efektīvo lielumu 0,25 mm filtra dziļums 1,2—1,5 m visvēlamākais un ka 3 m dziļš filtrs ar tādu pašu smilti gan deva labāku tīršanas efektu, bet tikai mazā mērā, kas neattaisnoja lielāku dziļumu. Seklāki par 0,9 m filtri uzrādīja apmierinošus tīršanas rezultātus tikai pie mazas slodzes. Drenāžas aprēķini un izbūve ir tāda pati, kā tīršanas laukiem (294. lpp.).

Virsas sagatavošana. Zemes filtru sagatavo ar horizontālām gabalu virsām un ūdens uzlaišanai un sadalīšanai ietaisa vagas. Lai ūdens labāk izplūstu pa vagām, vajadzīgs visu uz vienu reizi paredzēto ūdens daudzumu izlaist īsā laikā no pievadgrāvja vairākām izlaidēm, lai tas neiesūktos pie izlaides, bet aizietu līdz gabala tālākai vietai. Mazām ietaisēm jāparedz krājbaseini, kuņģos varētu uzkrāties mazos daudzumos satekošais ūdens, un tad iztecēt ar lielāku sparū (automatiskas ietaises).

Pievadgrāvji jāaprēķina vislielākam nodomātam ūdens uzlaidumam uz lauka vienību, piem., 0,10 m slānim, bet jāņem vērā arī, cik ilgā laikā tādām ūdens daudzumam jāiztek. Pēc Amerikas piedzīvojumiem, katrs uzlaidums ir 0,025 m, uzlaižot 3 reizes dienā, bet ieteic arī izlaist 0,075 m un atkārtot uzlaidumu ik par 3 dienām. Atrasts, ka labāk ir uzlaist uzreiz lielāku porciju un dot ilgāku laiku atpūtai. Maskavā uzlaida 0,20 m ik pa 5—10 dienām, atkarīgi no grunts apstākļiem.

Pievadgrāvju konstrukcija un aprēķini tie paši kā tīrīšanas laukiem (285. lpp.).

Uz katras lauka vienības vajag būt nobrauktuvei no garām ejošā ceļa. Vislabāk tādas nobrauktuves var ierīkot filtru stūros.

Zemes filtru ekspluatācija līdzinās tīrīšanas resp. filtrācijas lauku ekspluatācijai, tikai ar to starpību, ka nav jāpiegriež vēriņa kaut kādām kultūras augu prasībām un ka jānovieto uz laukuma virsas lielāka slodze. Ūdens sadalīšana un gaisa cirkulācija vislabāk izdarāma nevis uz gludas virsas, bet ar vagu un šauru dobru palīdzību. Vagās ielaiž tik daudz ūdens, cik tais var ievietoties, bet dobes starp vagām atstāj brīvas gaisa cirkulācijai.

Filtra nogatavošanās. Jauns filtrs ar sterilu tīru smilti nedod uzreiz tīrītu notekūdeni, un uzlaistais notekūdens iziet cauri filtram gandrīz ar visu šķīstošo organisko vielu saturu. Suspendētās vielas, protams, arī pēc pirmā uzlaiduma stipri samazinās, un aizturētās vielas jau palīdz filtram iestrādāties un nogatavoties. Atkārtojot ar dažu dienu starpbrīžiem notekūdens uzlaidumus, šķīdināto organisko vielu daudzums pakāpeniski samazinās, materiāla graudiņiem pārvelkoties ar gļotaino baktēriālo plēvīti, kurai ir piesūksšanas (adsorpcijas) spējas un kurā bioloģiskā ceļā notiek organisko vielu pārveidošanās un apskābļošanās, t. i. notekūdens tīrīšanas procesi. Filtrs ir nogatavojies, ja no drenāžas iztekošais ūdens vairs neuzrāda pūšanas tieksmes un tanī bez pārtraukumiem var atrast slāpekļskābi, kā augstāko organiskā slāpekļa apskābļošanās produktu. Vasarā to sasniedz jau pēc 5—6 uzlaidumiem (2—3 nedēļās), bet ziemā, ja filtri laisti darbā vēlā rudenī, nogatavošanās var vilkties 2—3 mēneši un daudzreiz pat līdz pavasarim. Tamdēļ labāk, ja rudeni būvē pabeigtos filtrus laiž darbā tikai nākošā pavasarī.

Filtru piedūņošana. Filtru piedūņošanai ir dažādi iemesli. Kā jau minēts (349. lpp.) filtrā ar laiku var uzkrāties humusveidīgas masas līdz lielākam dziļumam, un tad varbūt vajaga filtru atjaunot. Bet arī suspendētās vielas var būt par cēloni filtra piedūņošanai. Var novērot, ka uzlaižot notekūdeni uz jaunu, tīru filtra virsu, ūdens iesūcas zemē uzlaišanas vietā vai tās tuvumā, un tikai ar virsas piedūņošanu ūdens aiztek līdz vistālākai filtra vietai. Šāds piedūņošanas lielums un raksturs atkarīgas no suspendēto vielu rakstura. Rupjākās vielas, sevišķi no iepriekš netīrīta ūdens, pārklāj filtra virsu ar šķiedrainu segu, kas it īpaši slapjā veidā aizkavē kā ūdens, tā arī gaisa iespiešanos filtrā. Ja garoza izžūst starp 2 uzlaidumiem, tā viegli no filtra virsas atdalās mazu sasprēgājušu rūtiņu veidā, kas viegli nogrābjami. Ja tas neizdodas, tad jānorok visa virskārta, tāpat kā to dara ar ūdensvada lēņiem smilšfiltriem. Uz filtriem, kas strādā ar priekštīrītu ūdeni, no kuŗa rupjākās suspendētās vielas jau atdalītas, garoza minētajā veidā neattīstās. Smalkās suspendētās

daļiņas ūdens ieskalo dziļāk filtrā virsējā slānī, tās sablīvējas un ir jānoro, neizbēgami pieķerot līdz arī tīrāku smilti. Stiprā lietus laikā filtra virsa no ieskalotiem smalkumiem var sablīvēties tik stipri, ka tā jāuzirdina vai nu ar nogrābšanu, vai noecēšanu. Turpretim no sala virsa var plaisāties un uz laiku uzlabot caurlaides spēju. Ja filtrs sasalst dziļāk, ūdens caurtece var gandrīz pavisam apstāties, un tad notekūdens slāņveidīgi sasals uz filtra.

Lielākā dziļumā filtrs var piedūņot tikai tādā gadījumā, ja filtru pārpūlē, t. i. uzlaiž vairāk ūdens nekā tas pēc savas dabas spēj iztīrīt. Tāds apstāklis jānovērš, ņemot vērā, ka filtra atjaunošana prasa lielu grūtību pārvarēšanu un var pat prasīt pilnīgu filtrmateriāla atjaunošanu. Ja vielas nav visai dziļi iespiedušās filtrā, var mēģināt filtru atjaunot, atstājot to dažus mēnešus un ja izrādītos par vajadzīgu, pat 1—2 gadi atdusā, t. i. neuzlaižot notekūdeni. Tādā garākā atpūtas laikā filtru var izmantot lauksaimnieciskiem mērķiem, kas veicina vielu pārveidošanos, bet tas iespējams tikai tad, ja visu filtru koplaukums ir pietiekami liels.

Filtru apkopj ļoti rūpīgi, un jāizvairās no tādiem paņēmieniem, kuŗus lietojot filtrs varētu piedūņot lielākā dziļumā, piem., dziļa aršana. Aršanu, kā arī noecēšanu ieteicams izdarīt tikai pēc tam, kad virsējā piedūņojusī kārtā noņemta. Uz filtra virsas sakrājusies garoza, ja filtra virsa līdzena, dažreiz ir tik blīva, ka to var noņemt kā segu (197. zīm.). Tas ir jādara, iekams virsu tālāk apstrādā ar nogrābšanu, noecēšanu vai uzaršanu. Ja filtra virsa vagota, tad no vagu nogāzēm un dibena jānotīra un jānoņem piedūņojusī smilts, iekams visu virsu pārstrādā. Tam mērķim var nodrēt sevišķi arklveidīgi nošķirotāji, kas sašķūrē dūņas vienā vietā, no kurienes tās var aizgādāt projām. Sablīvējušās virsas izirdināšanai Amerikā lieto sevišķus arklus, kas zemi uzirdina (pat līdz 0,45 m dziļi), to tikai apgrīžot un netīrumus neiejaucot dziļi iekšā.

Kā redzams, no filtra virsas noņemot piedūņojušo materiālu līdz ar to pieķer arī klāt tīrāko. Cik daudz materiāla tādā kārtā no filtra noņem, tas atkarājas no notekūdens rakstura un no izdalīšanas veida (vagās vai uz līdzenas virsas), bet galvenā kārtā no slodzes. Ja slodze neliela, bioķīmiskie procesi spējīgi pārstrādāt visu organisko vielu, kas uz filtra nonāk, un piedūņošanās tad nebūs, turpretim pie lielas slodzes uzkrāsies zemē vairāk vai mazāk pārveidotā organiskā viela. No Amerikas filtru procesos ir norādījumi, ka dažos gadījumos noņemtais garozas un dūņainās smilts daudzums ir bijis 28 m³ uz katriem 10.000 m³ iepriekš netīrīta notekūdens, kamēr iepriekš tīrītam ūdenim tikai 6—7 m³. Pieņem vidēji, ka katru gadu no filtra virsas jānoņem netīras smilts kārtā 0,025 m.

Garozā un netīrumi (dubļi), ko noņem no filtra virsas, satur daudz slāpekļa, 1,5 līdz 2% sausvielā, un tādu materiālu var izmantot apkārtējo lauku mēslošanai. Bet ja dubļi satur daudz smilts, tad tāds materiāls ir



197. zīm. Filtra garozas noņemšana.



197.a zīm. Zemes filtru virsa ziemā.

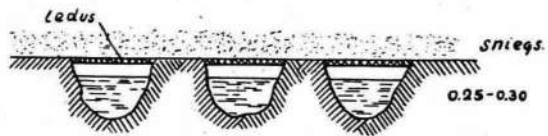
mazāk noderīgs mēslošanai, un ja to nenoņem tam mērķim, tad tas jāizlieto zemu vietu un bedrņu aizbēršanai. Noraktās smilts mazgāšana, kā to dara pie ūdensvadu filtriem, šai gadījumā nebūtu lietderīga, jo mazgājot no materiāla atskalotu visas vieglākās un smalkākās daļiņas un materiāls dabūtu lielāku rupjumu, kāds bij sākumā un kāds atrodas dziļāk nenoraktā filtrā. Uzbežot rupjāku materiālu uz filtra virsas, rastos visas tās nevēlamās sekas, uz kādām jau norādīts, apskatot dažāda rupjuma materiālu slāņu īpašības (351. lpp.).

Filtri ziemā aukstākā klimatā dara daudz raizes. Tīrīšanas procesus ļoti ietekmē gaisa un tīrāmā ūdens temperatūra, un jau dažu gradu temperatūras starpība var nopietni ietekmēt tīrīšanas gaitu.

Ja filtrs labi iestrādājies, tad sala sākumā tas vēl nepārtraukti turpinās savu darbību, sevišķi ja virsa ir tīra. Tomēr filtra virsa ātrāki piedūņo kā tīrīšanas lauka virsa, jo uzlaižot lielāku ūdens daudzumu, arī netīro vielu daudzums ir lielāks. Ja stiprs sals pastāv ilgāku laiku, tad piedūņojusi virsa var sasalt tik stipri, ka periodiski uzlaistais ūdens to vairs nevar atkausēt un pats piesalst pie smilšu graudiņiem. Līdz ar to filtrs vairs nelaiž ūdeni cauri un tā darbība apstājas līdz pavasarim, kad iestājas silts laiks un virsa atkūst un piedūņojušo kārtu noņem. Uz sasalušās virsas uzlaistais ūdens arī

sasalst, un viss filtra baseins līdz valnišu virsai piepildīsies ar ledu. Sniegs neaizsalušam filtram ļaunumu nenodara, bet ja filtrs piedūņojis un sasalis, tad uzkritušais sniegs, samaisīdamies ar uzlaisto ūdeni, vēl paātrinās ūdens sasalšanu. No ekspluatācijas viedokļa jāgādā, lai pēc iespējas filtri tik ātri neiesaltu. Ļoti labas izrādās dziļas vagas uz iepriekš labi notīrītas zemes (198. a zīm.).

Tādas vagas piepilda ar ūdeni, kas virsū sasalst un kam apakšā paliek tukša telpa. To uzmanīgi piepildot ar ūdeni, varbūt biežāki kā parasts, var vagu uzturēt neaizsalušu visu ziemu. Uz dobēm uzkritušais sniegs palīdz uzturēt neaizsalušu stāvokli, un gaiss iet sniegam cauri. Amerikā vagu un dobru vietā rudenī salam iestājoties uzbež uz līdzenas virsas čupiņas (198. b zīm.) no netīrās zemes, kas rodas virsu tīrot. Tās palīdz uzturēt ledus apsegu. Tam pašam mērķim var noderēt kukurūzas stiebri, ja tādi ir audzēti. Arī uz



a. Vagas ziemā ar ledu.



b. Ledus uz saagrābtām čupiņām.
198. zīm. Filtra virsa ziemā.

šķautni nolikti dēji izpilda to pašu uzdevumu, bet tie jāuzliek tikai pēc tam, kad filtra virsa notīrīta. Pavasari no filtra virsas jānovāc visi netīrumi, un tikai pēc tam to var sagatavot vasaras darbam. Ziemā jāizmanto katrs atkusnis vagu iztīrīšanai vai virsas notīrīšanai. Vispārīgi zemes filtriem, tāpat kā tīrīšanas laukiem un mākslīgiem filtriem, ziema ir nepatīkama piedeva.



198.a zīm. Filtrvagas ziemā.

Tīrīšanas rezultāti. Labi izbūvēti un pareizi apkopti zemes filtri var uzrādīt līdzīgus tīrīšanas rezultātus kā tīrīšanas resp. filtrācijas lauki. No drenāžas iztekošais ūdens ir skaidrs, bez suspendētām vielām, praktiski bez smakas un nokrāsas un neuzrāda pūšanas spējas pazīmes. Organiskās vielas, normāli labi tīrot, filtrā samazinās par 90—98% un baktērijas 98—99%. Ja notekūdenī baktēriju ir, teiksim, 10 milj./cm³, tad labas zemes filtros tīrītā ūdenī varēs atrast retos gadījumos vēl kādas 100.000, parasti gan tikai vēl dažus tūkstošus. Tāpat arī *B. coli* samazinās līdz nelielam daudzumam. Atzīstams, ka baktēriālā ziņā un sevišķi patogēno baktēriju aizturēšanas ziņā zemes filtri dod vairāk garantijas kā mākslīgie bioloģiskie filtri. Ziemā, kā jau ar visām bioloģiskām tīrīšanas metodēm, arī ar zemes filtriem rezultāti var būt mazāk labi, jo baktēriālā darbība samazinās un bioķīmiskie procesi notiek gausi. Tomēr, ja filtri labi iestrādājušies, arī ziemā var dabūt nepūstošu drenāžas ūdeni.

Smaka. Attiecībā uz smaku, kas varētu izplatīties pašos filtros un to tuvākā apkaimē, sakāms tas pats, kas par smaku no tīrīšanas laukiem. Normāli filtros nevajadzētu rasties nekādi smakai, un tā tad arī apkārtnē tā nevarētu parādīties. Nevar tomēr noliegt, ka zināmos laika apstākļos (miglains gaiss) neliela smaka filtros un to tuvumā varētu izplatīties. Smaka lielā mērā atkarājas no priekštīrīšanas metodes. Smaka var būt ievērojama, ja priekštīrīšanu izdara septiktankos un neatsmako ie-

priekš uzlaišanas uz filtriem (Amerikas kūrortā Saratoga Springs, kur priekštīrīšanai lietoti ar velvēm un zemi pārklāti septiktanki, izbūvēts sevišķas konstrukcijas aerātors (196. zīm.). Svaigs notekūdens stipri nesmird, un mazi filtri tāda ūdens tīrīšanai (no atsevišķas saimniecības) var atrasties netālu no dzīvojamām mājām. Lielas ietaises, līdz kurām ūdens nonāk savā ceļā jau pa daļai iepuvis, jānovieto vismaz 1 km no apdzīvotām vietām. Ļoti ieteicams filtru ieņemto laukumu visapkārt ieslēgt ar koku un biezu krūmu apstādījumiem, tādā kārtā aizsedzot dažiem varbūt nepatīkamo, tomēr sanitāro, ietaisi un izsargājoties arī no smakas izplatīšanās apkārtnē.

Filtrietaisēs nodarbināto cilvēku veselības stāvokli nekas ļauns nav konstatēts, un vismaz tas nav sliktāks kā tīrīšanas lauku apkārtnē.

Filtru izmaksas. Zemes filtru izmaksa atkarājas galvenā kārtā no tā, vai filtrmaterīāls atrodams uz vietas, vai pievedams no lielāka vai mazāka attāluma, un ja atrodams uz vietas, cik lieli zemes darbi vajadzīgi filtra izbūvei, virsējā filtrācijas nederīgā slāņa, tāpat arī augstu vietu norakšanai un zemu uzbēršanai. Lielāki izdevumi vajadzīgi arī drenāžas izbūvei. Eiropā zemes filtri atrodami nedaudz vietās, un galvenie piedzīvojumi ar to izbūvi un ekspluatāciju ir Amerikā. Amerikas apstākļi tomēr ir citādāki nekā pie mums, kā attiecībā uz darba intensitāti (mēchanizēts darbs) un darba izmaksu, tā arī uz zemes vērtību un citiem apstākļiem. Turpmāk uzrādītie skaitļi ņemti no Amerikas literatūras un var nodērt tikai ļoti attālai orientācijai.

Būves izdevumi atkarībā no zemes darbu daudzuma uzrādīti ar 25.000 līdz 62.500 Ls/ha (aprēķinot 5 lati=1 dolars). Mākslīgi uzbērti filtri, no pievestas smilts, maksājuši pat līdz 125.000 Ls/ha. Vidēji 14 Masačusetas valsts pilsētas filtru būve izmaksājusi 41.000 Ls/ha, no kuriem 1560 Ls/ha izdoti par zemi. Šinīs summās nav ieslēgti pumpētavas, spiedējvadu un priekštīrīšanas ietaišu izdevumi.

Ikgadīgi izdevumi minētās 14 pilsētās bij 2025 Ls/ha, un ja pieskaita 5% rentēm un amortizācijai, tad gada izdevumi ir $41.000 \times 0,05 + 2025 = 4075$ Ls/ha. Minētās pilsētas uz 1 ha iztīra notekūdeni no 1620 iedzīvotājiem, tā tad uz 1 iedzīvotāja gada izdevumi ir 2,5 Ls. Vidēji Amerikā zemes filtru ekspluatācijas izdevumus (virsas notīrīšanai, drenāžas tīrturēšanai, izdališanas ietaišu, uzbērumu un ceļu uzturēšanai kārtībā) aprēķina ar 3750 Ls/ha gadā, vai uz 1 m³ tīrīta ūdens 2 sant., vai uz 1 iedzīvotāja gadā 2,5 Ls. Salīdzinot ar citām bioloģiskām tīrīšanas metodēm, izrādās, ka Amerikas apstākļos zemes filtri maksā dārgāki kā mākslīgi bioloģiski filtri. Pēc Maskavas aprēķiniem zemes filtri izmaksā lētāki kā par tīrīšanas laukiem, tā arī par mākslīgiem bioloģiskiem filtriem.

32. Zivju un tīrīšanas diķi.

Zivju un notekūdeņu tīrīšanas diķi (биологические пруды), Fischteiche, Abwasserteiche, Abwasserfischteiche) dibināti uz atklātu ūdens tvertņu pašiztīrīšanās spējas novērojumu pamata. Kā jau agrāk aprakstīts (64. lpp.), ūdens tvertnē darbojušies pašiztīrīšanās spēki pirmā kārtā ir baktērijas, kas notekūdeņos atrodošos sarežģītos olbaltuma savienojumus un ogļū hidrātus saskalda tik tālu, ka tie var noderēt par uzturu algām un sēnītēm. Tos apēd augstāki dzīvnieki, kā tārpi, gliemēži, vēziši, ūdens simtkāji, kukaiņu kāpuri un t. t., un tie atkal noder par barību vēl augstākiem dzīvniekiem. Tā pakāpeniski netīrumu vielas pārvēršas augstvērtīgā zivju gaļā.

Nēvien netīrīts notekūdens, bet arī drenāžas ūdens no tīrīšanas laukiem satur daudz tādu vielu, ko sīkorganismi izmanto savai attīstībai, un tālāk augstāki organismi līdz zivīm, kas barojas no dažādiem ūdens dzīvniekiem: tārpiem, vēzišiem, ūdensblusām un t. t., kā jau augšā minēts. Šo apstākli izmantoja Berlīnē no 1887. g., ietaisot sevišķus zivju diķus tīrīšanas laukā Malchovā, drenāžas ūdeņu galīgai iztīrīšanai, lai tie, ielaisti nelielajā upē, nesniegtu vairs ūdens stādiem un organismiem barības vielas, kas apgrūtinātu upes tīrīšanu. Minētie diķi bij 600—800 m² lieli, tais ielaida drenāžas ūdeni no 200 ha liela tīrīšanas lauka, un ar labiem panākumiem audzēja zivis. Zivju diķi ar līdzīgu uzdevumu atrodami daudz vietās mākslīgos bioloģiskos filtros tīrītā notekūdens galīgai iztīrīšanai un blakus arī zināmu ienākumu iegūšanai.

Priekšnoteikums bioloģiskiem procesiem diķos ir pietiekams skābekļa saturs diķa ūdenī. Tā kā netīrītā notekūdenī skābekļa tikpat kā nemaz nav, tad redzams, ka diķi ielaistā notekūdenī nevar notikt tīrīšanas procesi, bet tikai pūšanas procesi, kamēr tanī nav nodrošināts skābekļa saturs. Var vispirms diķi piepildīt ar ūdeni, kas jau satur pietiekami daudz skābekļa bioloģiskiem procesiem, un tikai tad ielaist notekūdeni, bet lai pēdējais nepatērētu visu skābekli, vajadzīgs parūpēties par skābekļa papildināšanu, ko parasti panāk, ielaižot vienā laikā ar notekūdeni arī tīru, skābekli saturošu, ūdeni tik lielā daudzumā, cik skābekļa patēriņš to prasa. Dr. K. Imhofs dod vērtīgus norādījumus skābekļa bilances aprēķinam¹⁾. Skābekļa daudzumu notekūdens nenogulstošo un šķīdināto organisko vielu apskābļošanai pieņemsim 35 g l iedz. dienā. Diķa virsa uzņem mierīgā stāvoklī 1,5 g uz 1 m² virsas, tā tad vajadzētu ap 20 m² diķa virsas, lai uzņemtu to skābekļa daudzumu, kas vajadzīgs notekūdenim no 1 iedzīvotāja. Bet pilnīgai bioloģiskai tīrīšanai (skābekļa daudzuma samazināšanai par 90 %) vajadzīgs pie 20°C 10 dienu laiks. No tā redzams, ka 1 ha lielā diķī varētu iztīrīt notekūdeņus no 500 iedzīvotājiem, ja grib iztikt ar to

¹⁾ K. Imhoff, Taschenbuch. 8. Afl. 1939. S. 149. un 80.

skābekli, ko dīķis uzņem no savas virsas. Pie tam vēl vajadzīga notekūdens iepriekšēja atbrīvošana no vieglāki nogulstošām vielām, jo tās, ielais-tas dīķī, nogultos dibenā un pūstot pavairotu skābekļa prasību. Lai nerastos pūšanas procesi, vajadzīgs notekūdeni iepriekš labi tīrīt (nostādinā-šanas baseinos) un pašus dīķus taisīt sekus, lai tais varētu labi iespīdēt saule un lai no gaisa uzņemtais skābeklis varētu labi sajaukties. Tādos dīķos varētu dzīvot arī zivis, bet nepieciešamais laukums ir tik liels, ka grūti būtu to iegūt un iekārtot. To ievērojot, paredz mākslīgu skābekļa ievadišanu ar tīrāku ūdeni, kas satur brīvu skābekli. Jāņem vērā, ka zivis var dzīvot ūdenī, kas satur vēl vismaz 2,5 līdz 3 mg/l skābekļa. Parasti tādi notekūdeņu zivju dīķi iekārtoti 5-kārtīgam tīrūdens (upes ūdens) at-šķaidījumam, un tad to lielums var būt 1 ha katriem 2000 iedzīvotājiem pie dziļuma 0,50 līdz 0,80 m.

Ar zivju un tīrīšanas dīķiem jau ir daudz praktisku piedzīvojumu un izdarīti daudzi mēģinājumi. Pirmais, kas zivju dīķu ideju praktiski iz-kopa, bij Minchenes zooloģijas profesors Dr. Hofers. Pēc viņa norādīju-miem zivju dīķi ietaisīti vispirms Strāsburgā (no 1911. g.) un daudz citās vietās, bet pēcķaņa laikā vislielākā ietaise ir Minchenē. Arī Maskavā izmē-ģināta tīrīšana dīķos ar un bez atšķaidīšanas ar tīrūdeni.

Šobrīd notekūdeņu tīrīšanas dīķi, vai kā Maskavā tos nosauc biolo-giskie dīķi, izveidoti pēc 3 tipiem:

1. Notekūdeni pie vai pēc tā ieteces dīķī sajauc ar 3- līdz 5-kārtīgu tīrāku ūdeni. Dīķos audzē zivis. Tādi ir dīķi Minchenē, Strāsburgā un vēl citās vietās.

2. Dīķi jau bioloģiski tīrīta ūdens uzlabošanai. Tādiem dīķiem nav vajadzīgs ielaist svešu tīru ūdeni, jo pats bioloģiski tīrītais ūdens satur pietiekami daudz skābekļa, lai zivis varētu tanī dzīvot un augt. Šai grupā ieskaitāmi zivju dīķi ar drenāžas ūdeni no tīrīšanas un filtrācijas laukiem un zemes filtriem. Maskavā zivju dīķi ietaisīti ūdenim no aerācijas sta-cijas un Čaņkovā — no bioloģiskiem filtriem.

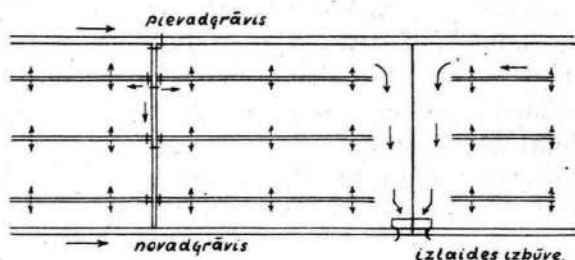
3. Notekūdens tīrīšanas dīķi, kurus ar priekštīrītu notekūdeni pilda bez kāda cita ūdens atšķaidīšanas. Tādus dīķus var ietaisīt gadījumos, kad nav piesniedzams tīrs ūdens kanalizācijas ūdens atšķaidīšanai un kad iespējams iekārtot zem dīķiem lielu laukumu. Tādi dīķi atrodami starp citu Maskavas filtrācijas laukos.

Konstruktīvā ziņā visas 3 katēgorijas dīķu maz atšķiņas viena no ot-ras, bet atšķirība ir gan lieluma un ūdens pievadišanas ziņā.

Zivju dīķi ar tīrūdens piemaisīšanu. Tādi notek-ūdens zivju dīķi sastāv no priekštīrīšanas ietaises, tīrūdens pievada un zivju dīķiem. Priekštīrīšanas ietaisei jābūt tādai, kas ļautu notekūdenim nonākt dīķī svaigam, bez iepūšanas. Parasti pietiek sietu ietaise. Tīr-ūdens jāsaņem no upes, ezera vai vispār no virszemes ūdens tvertnes.

Apakšzemes ūdens ir auksts un satur arī mazāk skābekļa. Tīrūdens jāpievada tādā daudzumā, lai būtu pievests pietiekami daudz skābekļa un diķa ūdeni tā nekad nebūtu mazāk par 3 mg/l. Parasta sastāva notekūdeņiem, kas nav iepuvuši, pietiek 3—5-kārtīgs atšķaidījums. Pieņemot diķa tilpumu 1 ha/2000 iedz., notekūdens pieteci 150 l uz viena iedzīvotāja, 5-kārtīgi atšķaidīta 2 dienu pietece būtu: $2000 \times 0,15 (1+5) \times 2 = 3600 \text{ m}^3$.

Tā tad vidējs diķa lietderīgs dziļums $\frac{3600}{10.000} = 0,36 \text{ m}$. Patiesais dziļums vajadzīgs nedaudz lielāks, jo dibenā var rasties nogulšņi, izaugt zāle un t. t. To ievērojot, diķa augšējā galā dziļumu pieņem ap 0,5 m un apakšējā daļā 1,0 m, vidēji 0,75 m. Tāds diķis varētu uz katra 1 ha lieluma tīrīt 300 m^3 notekūdens, kas pievadīts no 2000 iedzīvotājiem. Atsevišķu diķa vienības lielumu senāk pieņēma 0,4 līdz 1 ha, tagad izrādījies, ka lielākiem diķiem ir tā priekšrocība, ka tais viļņošana var būt lielāka un līdz ar to lielāka skābekļa daudzuma uzņemšana no gaisa. Minchenes diķi ir līdz 6 ha lieli.



199. zīm. Tīrīšanas diķu plāns.

Diķu veids plānā vislabāki var būt kvadrātisks vai četrstūrains, bet var arī būt kaut kura cita veida, ja to koplaukuma veids prasa. Galvenā prasība ir diķus iekārtot tā, lai pēc iespējas būtu daudz ielaides (199. zīm.), ar ko ūdens sadalītos vienmērīgi. Ūdens iztecei novadgrāvī jāparedz pārgāze ar pēc iespējas platāku pārgāzes sliksni. Atkarīgi no laukuma veida var būt izdevīgi arī izlaides ietaisīt vairāk vietās, ja ar to var sasniegt vienmērīgāku ūdens caurteci diķī. Jāparedz arī iespēja diķi pavisam nolaist, un lai ātrāki un pilnīgāki ūdens satecētu pie izlaides, ietaisa diķa dibenā sateces vagas vai sekus grāvišus. Jāparedz iespēja rudenī izskalojot no diķa nogulšņus, kad zivis novietotas atsevišķos dziļos diķos pārziemošanai. Ja ar izskalošanu (ar lietus vai lielākā daudzumā ievadīto upes ūdeni) nevarētu nogulšņus no diķa izdabūt, jāparedz izbagarēšana vai vispārīgi mēchaniska iztīrīšanas ietaise. Tīrūdens piemaisījumu var izdarīt vai nu sajaucot to ar notekūdeni iepriekš ielaišanas zivju diķī, dažreiz ar maza priekšdiķa palīdzību, vai labāki pašā diķī, pie kam tad diķi tieši un bez pārtraukuma ļauj ietecēt atšķaidīšanai noteiktam ūdenim, un tad diķa

sākumā ielaiž notekūdeni mazām strāviņām vai ar izšļācēju palīdzību, kas iespējams, ja notekūdeni pievada ar spiedējvadu. Praksē izrādījies, ka ūdeni sajaukšana pašā dīķī ir pilnīgi lietderīga un izsargā no pievada un izdališanas grāvju piesērēšanas.

Zivju dīķos, kas uzņem jau bioloģiski tīrīto ūdeni, tādu ūdeni ievada tieši dīķī bez kāda cita ūdens piejaukšanas, ja to neizlieto kā atšķaidīšanas ūdeni netīrītam notekūdenim. Protams, ka ūdens izteces konstrukcija no dīķa uz novadgrāvi jāizveido tā, lai zivis nevarētu iziet līdz ar notekošo ūdeni. Tāpat arī dīķa dibena nolaide jāiekārto tā, lai zivis nevarētu iziet un viņas varētu izķert vai novirzīt uz dziļāko ziemas dīķi.

Zivju dīķī parasti strādā tikai siltā gada laikā, kad dīķa virsa brīva no ledus un sniega. Agrā pavasarī, kad dīķis jau iztīrīts un piepildīts ar tīru vai bioloģiski tīrīto vai lietus ūdeni, tanī ielaiž zivju mazuļus. Vislabāki noder karpas, pie kam 1-gadīgus mazuļus ielaiž līdz 2400 gabalu uz ha, bet divgadīgus līdz 525/ha. Labāki ir divgadīgi mazuļi, jo tie ir izturīgāki. Zivju gaļas pieaugums divgadīgai karpai ir ap 1 kg, tā tad no 1 ha zivju dīķa var iegūt ap 500 kg zivju gaļas. Bez karpām dīķī var audzēt arī līņus (1000 uz 1 ha) un līdakas. Rudeni dīķus nolaiž un zivis izķer vai novieto ziemas dīķos, kas pildīti ar tīru ūdeni un ir līdz 3 m dziļi. Ziemā, kad dīķos auksts ūdens un virsa pārklāta ar ledu, sikorganismi nevar pietiekami attīstīties un arī skābekļa uzņemšana stipri samazināta, tā ka zivīm, ja viņas atstātu seklā dīķī, varētu pietrūkt barības un gaisa. Notekūdeņiem ziemas laikā jāparedz cita novietošanas metode.

Ievērojot to, ka dīķī atrodas daudz mēslu vielu, uz ūdens virsas izaug daudz ūdens stādu, sevišķi purva lēca, kas pilnīgi var apklāt virsu. Stādu noēdināšanai dīķī tur pīles ap 400—500 gabalu uz 1 ha dīķa. Arī tās dod labus ienākumus, un var dot gaļas līdz 250 kg/ha gadā. Pīles gaļa, tāpat arī zivju gaļa, garšas ziņā ne ar ko neatšķiras no upē vai parastos zivju dīķos, bez notekūdens, audzēto zivju un saimniecībā parasti izaugušo piļu gaļas.

Zivju dīķos tīrīto ūdeni novērtē diezgan augstu. Ūdens no dīķiem nepūst, apskābojamības samazināšanās ir līdz 90%, baktēriju samazināšanās 95—99%. Arī saimnieciski panākumi ļoti labi, un ienesīgums no laukuma vienības var būt lielāks kā no tīrīšanas laukiem.

Attiecībā uz dīķu iekārtu vēl būtu jāmin, ka augsti uzbērumi gar dīķa malu vai koku un krūmu apstādījumi nav vēlami, jo tie var aizkavēt vēja iedarbību uz ūdens virsu un tā samazināt skābekļa uzņemšanu. Dīķa nogāzes jānotīra no zāles un nezālēm, lai te nevarētu apmesties un attīstīties mušas un odi. Dīķus var ietaisīt uz nolīdzināta zemes laukuma, to visapkārt iežogojot ar zemes uzbērumu un uzbērumiem vajadzīgiem pievadgrāvjiem. Uzbērumiem vajadzīgo zemi iegūst no novadgrāvju izrakumiem,

no zemes virsas paaugstinājumu norakšanas un no noteces grāviņu resp. vagu ietaisīšanas dīķa dibenā.

Tīrīšanas dīķi bez tīrūdēns atšķaidīšanas izveidoti Maskavā Ļubļinas tīrīšanas laukos, sākot ar 1913. g. Sākumā dīķi bij necaurtekoši, t. i. tos piepildīja ar zināmu daudzumu notekūdens un gaidīja, kamēr notekūdens nebija iztīrījies, pēc kam to nolaida. Bet uz novērojumu pamata drīz pārgāja uz caurtekošiem dīķiem, t. i. bez pārtraukuma ielaižot zināmu daudzumu notekūdens un ļaujot tam brīvi tecēt caur dīķi. Vēl vēlāk dīķus sāka taisīt serijveidīgi (ar pakāpēm), liekot notekūdenim tecēt cauri vienai serijai pēc otras. Tāda sadalīšana pakāpēs izdarīta ar to nolūku, lai katrā pakāpē attīstītos tie mikroorganismi, kas vajadzīgi zināmai tīrīšanas stadijai. Pakāpes parasti 5. Pirmās pakāpēs vēl nav pietiekami skābekļa, lai varētu dzīvot zivis, bet vēlākās pakāpēs jau zivis var audzēt. Tādi bioloģiski dīķi, kā tos Maskavā sauc, taisīti uz līdzenas zemes ar zemes uzbērumiem, tāpat kā jau minētie dīķi. Dziļums te ir dažāds. Pirmās pakāpēs dīķi ir 0,30 m, pēdējās 0,6—0,8 m dziļi. Viena pakāpe no otras atdalīta ar uzbērumiem, kuŗos ievietotas renes vienmērīgai ūdens saņemšanai no iepriekšējās serijas un vienmērīgai izlaišanai uz nākošo seriju. Tā kā pēdējās serijās jau audzē zivis, tad izlaides jāpapildina ar sietiem, kas zivis aiztur. Dīķos varēja ielaist 100 līdz 120 m³/ha dīķa virsas laukuma. Tīrīšanas efekts atkarīgs no meteoroloģiskiem apstākļiem, galvenā kārtā temperatūras. Pēc novērojumiem Maskavā¹⁾ tīrīšanas efekta labam sasniegumam vajadzīgs: 1) Ielaistam notekūdenim labi jāsamaisās ar dīķi jau atrodošos ūdeni. Ielaides un izteces jāievieto tā un tādā skaitā, lai nekur nerastos stāvošs ūdens. 2) Slodze vasarā nedrīkst pārsniegt diennakti 130 m³/ha dīķa pie 0,4 m dziļuma. 3) Dīķi var sākt laist kārtīgā darbā pavasarī vai vasarā un tikai pēc tam, kad tas jau ir iestrādājies, kam vajadzīgs 2—3 nedēļas un kas jānosaka ar ķīmisku un hidrobioloģisku analīzi.

Piemēri. Visvecākā dīķu ietaise, kas pēc Dr. Hofera norādījumiem ierīkota 1911. g. un nodarēja kā izmēģinājuma ietaise jaunajai metodei, ir Strāsburgā. Uz 5 ha liela laukuma izbūvēti 4 dīķi à 0,5 ha, kopā 2 ha dīķa virsas. Slodze rēķināta notekūdenim no 2000 cilvēku uz ha. Notekūdens vispirms iet caur sietu ar 2 mm acu lielumu. Atšķaidījums 3 daļas upes ūdens uz 1 daļu notekūdens (koncentrācija 200 l uz 1 iedz.). Dīķu dziļums malās 15 cm, vidū 30—40 cm, bet pie izteces 50 cm—1 m. Ūdeni ielaiž no pievadrenes caur 40 mm diametra un 2 m garām caurulītēm, 5 m attālumā, tā tad ūdens iztek zināmā attālumā no krasta. Iepriekš ūdens ielaišanas jaunā dīķī, tanī ieaudzē zāli, piepilda ar upes ūdeni un iepotē ar dažādiem sīkorganismiem. Aprīlī dīķi ielaiž zivis (2 gad.) un atstāj līdz oktobra m. Vasarā dīķi audzē arī pīles. Kopienākumu no 1 ha dīķa rēķināja ap 12000 marku, kas sedza nevien izdevumu, bet no kā palika arī pāri neliels tīrienākums. Tīrīšanas panākumi pēc Dunbara bij labi, organiskais slāpeklis samazinājās par 80%, baktērijas no 10.000.000/cm³ līdz

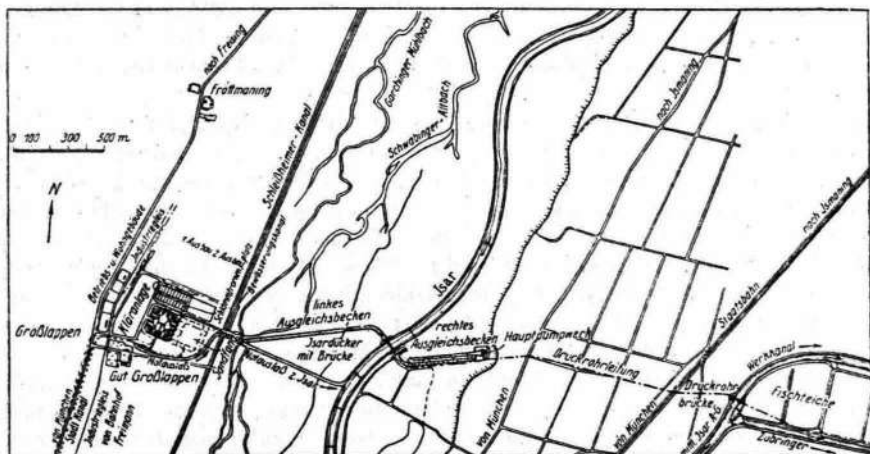
¹⁾ Захаров и Константинова — Очистительные пруды на Люблинских полях филтрации 1919—1920. Москва 1929.

10.000/cm³, un tīrītais ūdens bij skaidrs, bez smakas un nepūstošs. Šķīdināts skābeklis ūdenī līdz 6—8 mg/l.

Kā piemērs zivju dīķiem ar drenāžas ūdeni noder Deličas-Šenkenbergas s-bas dīķi, kas ierīkoti uz nederīgas zemes, pa daļai purvainā ielejā, pa daļai izstrādātās grants bedrēs, ap 5,5 ha lielumā. Dīķos pavasari ielaiž 2-gadīgas karpas un liņus un rudenī izzvejo.

Interesanta tīrīšanas dīķu ietaise ar mēchaniski priekštīrītu ūdeni atrodas zemkopības skolā Teksasā (Texas)¹⁾. Notekūdeņu daudzums 1135 m³, ar bioķīmisku skābekļa prasību 375 mg/l, jāsamazina pēc noteikumiem līdz 25 mg/l. Ierīkoja ezeru (dīķi) ar 4,047 ha lielu virsu, kam jāgādā par 78,5 kg/ha skābekļa uzņemšanu. Ezeru lielums izrādījās par nepietiekamu un to palielināja līdz 5,666 ha, tā kā koptilpums tad bija ap 90.000 m³. Ezeru no sākuma piepildīja ar notekūdeni, bet panākumu tīrīšanas ziņā nebij. Tad piepildīja ar lietus ūdeni, un pēc tam ezers varēja uzņemt notekūdeņus ar panākumiem nevien no skolas, bet vēl arī no lopkautuves 60—100 liellopiem.

No tā redzams lielais labums, kāds ir, ja dīķus vispirms piepilda ar skābekli saturošu ūdeni un tā ievada bioloģiskos procesus pareizās slīdēs. Ūdeni dīķi ielaiž ar dibenā noliktām māla caurulēm ar caurumiem 25 mm virsējā daļā. Tīrīto ūdeni izlaiž upītē ar izslacināšanas ietaisi, lai labāk aerētos. Jaunākajā laikā ar notekūdeņu tīrīšanas ietaišu izveidošanu daudz nodarbojusies firma Dikerhofs & Vidmans (Dycker-



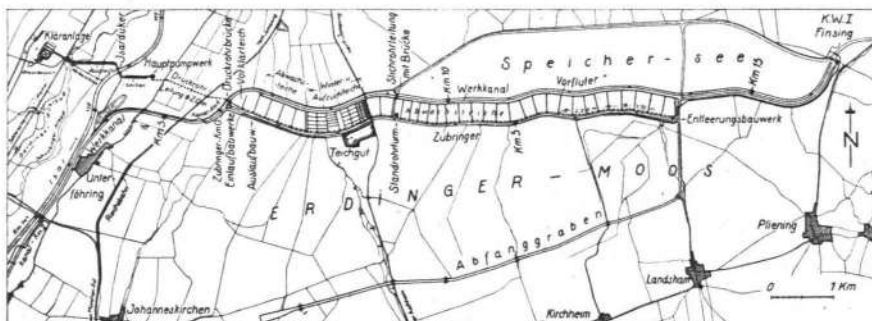
200. zīm. Minchenes tīrīšanas ietaišu kopplāns.

hoff & Widmann A. G. saīsināti Dywidag). Pazīstami viņas priekštīrīšanas baseini, un firma pēc tiem vēl ieteic zivju dīķus. Firma pēc šādas metodes jau izbūvējusi daudz vietās tīrīšanas ietaises. Lielākā jaunlaiku ietaise ar zivju dīķiem ir Minchenē (no 1926. g.), kur nostādīnāšanas baseinā priekštīrīto ūdeni sajauc ar Izarupes ūdeni un tālāk iztīra zivju dīķos. Ietaise paredzēta notekūdens tīrīšanai no 1 milj. iedz. ar 7,2 m³/sek. pieteci, ko atšķaida ar 36 m³/sek. upes ūdeni. Visu dīķu ietaises kopgarums ir ap 7 km, un to koplaukums ap 240 ha. Dīķi novietoti gar Vidējās Izaras A. S. spēka kanāli (200. zīm.). Dīķi sadalīti grupās: vieni der mazuļu, otrie divgadīgu karpu audzēšanai un trešie trīsgadīgu karpu novietošanai pārdošanai.

¹⁾ Giesecka u. Zeller: Eng. Neur-Rec. 1936, 117, 674.

²⁾ Kurzmann, Klärenlage und Fischteiche für die Münchenen Abwässer, 1933.

Bez tam vēl nelieli diķi zinātniskiem pētījumiem. Diķi novietoti starp diviem kanāliem, no kuņiem viens pieved diķiem tīro upes ūdeni, otrs nodē tīrīto diķu ūdens novadīšanai (201. zīm.). Upes ūdeni iepriekš ielaišanas zivju diķos vēl ievirza sevišķā nelielā priekšdiķī, lai aukstais upes ūdens nedaudz sasiltu un arī atbrīvotos no sus-



201. zīm. Diķu novietne Minchenē.

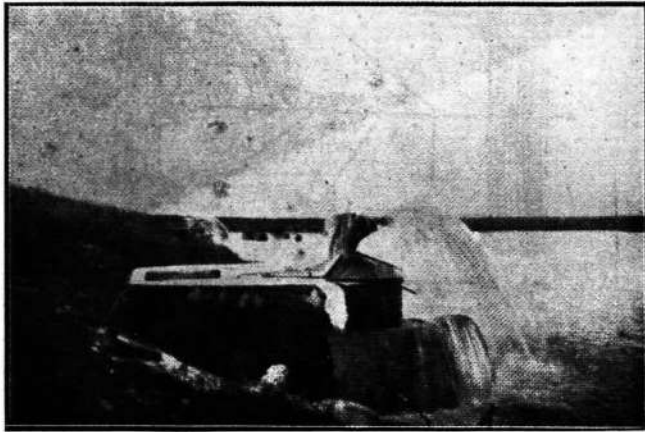
pendētām vielām (202. zīm.). Upes ūdens pievadkanālis, kam jāvada $36 \text{ m}^3/\text{sek.}$, ir plats dibenā $21,8 \text{ m}$, dziļš 3 m , ar dibena kritumu $0,0034$, un $v=0,4 \text{ m}/\text{sek.}$ Diķos upes ūdeni ievada no kanāļa ar dzelzsbetona cauruli $d=600 \text{ mm}$ (203. zīm.). Notekūdeni pieved ar dzelzsbetona spiedējvadu. Upes ūdens ievadīšanas vietā (3 vietas katrā diķī) izšļāc no spiedējvada notekūdeni ar sprinkleri, kuņa darbības rādijs ir 8 m (203. a zīm.).

Zivju diķu div- un trīsgadīgu karpu ievietošanai ir 30 , koplaukums $201,4 \text{ ha}$, pie kam katrs diķis ir vidēji 300 m garš un 200 m plats. Laukums svārstās no $4,6$ līdz $2,5 \text{ ha}$, vidēji 6 ha . Dziļums virsgalā $0,4 \text{ m}$ un apakšējā galā $2,0 \text{ m}$. Pie vislielākās pieteces caurteces ilgums ir 22 stundas. Diķa dibens atrodas uz dabiskas zemes virsas, un diķis izveidots ar uzbērtām sienām. Dibena kritums $0,003$, un labākai zivju izķeršanai dibenā ietaisīti grāvji (204. zīm.). Ūdens izlaišanai no diķa nodē sevišķa izbūve (205. zīm.). Aizvars sastāv no atsevišķiem koka vairogiem, ar kuņiem var rēgulēt dziļumu. Virsējais ūdens notek pār pārgāzi, kas dod iespēju ūdenim aerēties. Apakšējā daļā dibens nolaide. Ūdeni novada kanālī ar betona cauruli $d=0,8 \text{ m}$.

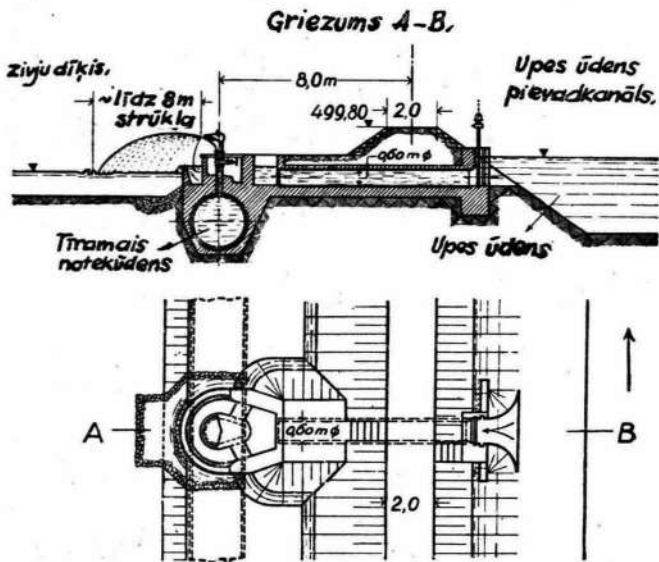
Mīnchenes zivju diķi iztīra ūdeni ļoti labi, to pierāda tas, ka viņos audzē arī foreles, kas, kā zināms, prasa tīru ūdeni ar augstu skābekļa saturu. Pēdējais tuvinās piesātināšanas daudzumam pat līdz dibenam. Dibenā nogulst nedaudz dūņu, kas pēc pilnīgas ūdens izlaišanas no diķa ātri minerālīzējas. Ņaunums tas, ka ziemā diķos zivis nevar uzturēties un arī ūdens tīrīšana samazinās.

Maskavas bioloģiski diķi (206. zīm.) izveidoti šādi. Notekūdens, iepriekš tīrīts vertikālā nostādināšanas baseinā, kas aiztur līdz 80% suspendēto vielu, ietek pa 2 ielaidēm pirmajā diķī. Diķu pavisam 6 , viens aiz otra. Pirmajā diķī iebūvētas fašīnu sienas rupjai notekūdens filtrācijai. No pirmā diķa pa 5 renēm, ietaisītām uz valniša, ūdens ietek otrā diķī. Renes ir 40 cm platas, 30 m attālumā viena no otras, un nodē labākai ūdens sajaukšanai. Arī turpmākie diķi viens no otra atdalīti ar $2-2,5 \text{ m}$ platiem (virsū) un $1-1,3 \text{ m}$ augstiem uzbērumiem. Cauri katram uzbērumam ūdeni izlaiž pa 5 renēm. Ūdeni diķos tur $60-80 \text{ cm}$ dziļumā. Slodze uz 1 ha normāli ieturēta $124 \text{ m}^3/\text{diennaktī}$, bet saulainā, siltā laikā to palielina līdz 250 m^3 . Zivis audzē tikai trijos pēdējo pakāpju diķos, kuņa virsa ir $\frac{1}{3}$ līdz $\frac{1}{2}$ no visas diķu kopvirsas. Zivju gaļas normāli iegūst $300-400 \text{ kg}/1 \text{ ha}$.

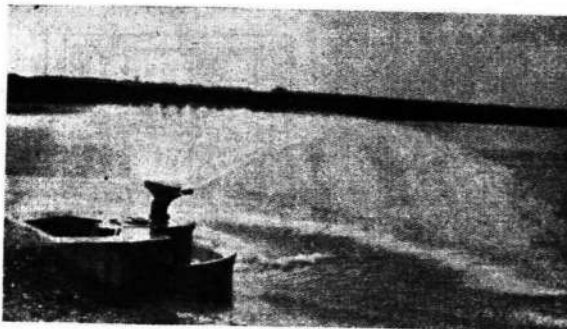
Ziemā diķu tīrīšanas efekts samazinās, un tos izmanto ūdens uzsaldēšanai.



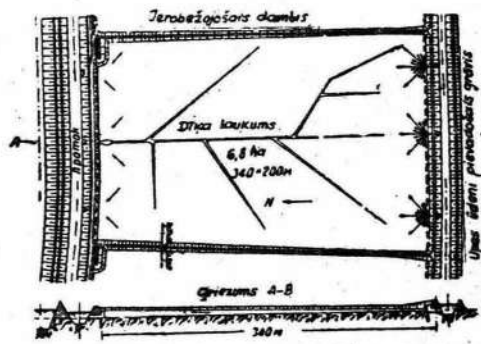
202. zīm. Upes ūdens ievads Minchenē.



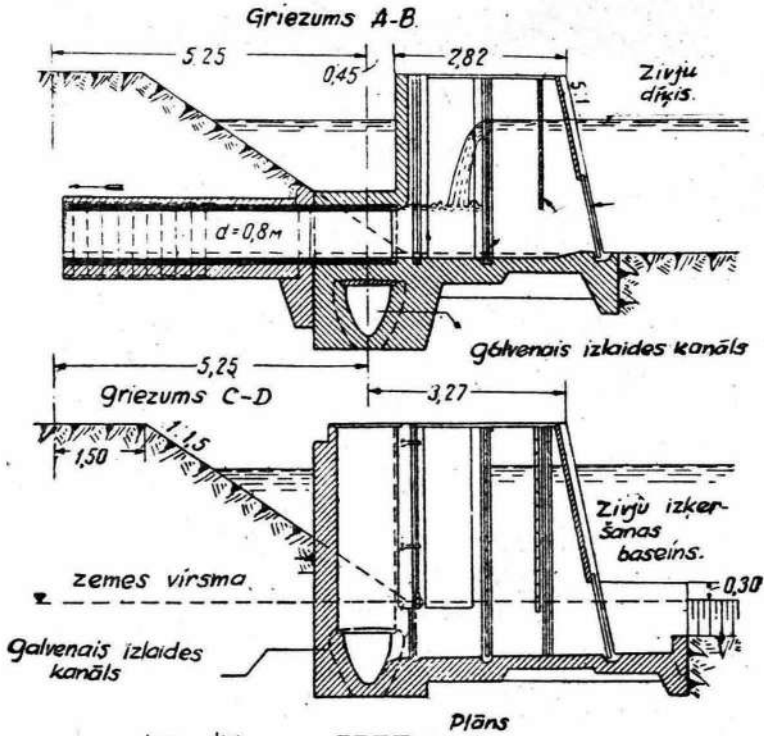
203. zīm. Notekūdens un upes ūdens ielaide dīķī.



203. a zīm. Notekūdens izšļācējs Minchenes zivju dīķos.



204. zīm. Dīka plāns.

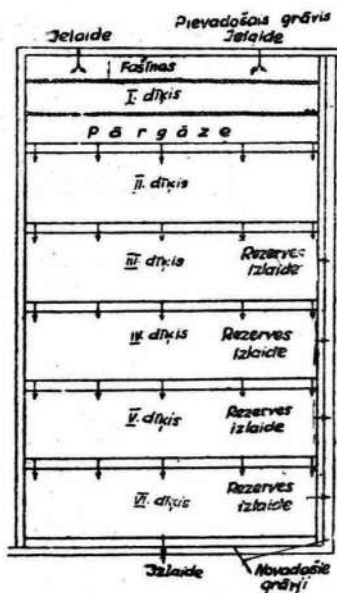


205. zīm. Ēdens izlaides no dīka.

Kā redzams no zinātniskiem pētījumiem un praktiskiem piedzīvojumiem, ar zivju dīķiem var sasniegt labus panākumus, kā sanitārus, tā arī saimnieciskus. Lai panākumi būtu labi, pareizi jānovērtē skābekļa nozīme. Pēc Imhofa¹⁾ apstākļi raksturoti piemēram šādi. Ņemot dīķa laukumu 1 ha notekūdeņiem no 2000 iedzīvotājiem un 150 l notekūdens uz 1 iedz., tādām dīķim dienā jātīra 300 m³ notekūdens, un piejaucot 5-kārtīgu tīrūdenu daudzumu, dīķi ienāktu: $300 + 5 \times 300 = 1800$ m³/ha diennaktī. Caurteci pieņemot 2 dienas, tā tad dīķa dziļums $\frac{2 \times 1800}{10.000} = 0,36$ m.

Skābekļa biokīmiskais patēriņš 2 dienās nenogulstošo un šķīdināto vielu apskābļošanai ir 19,3 g/1 iedz. dienā. Skābeklis pienāk no gaisa 7,5 g/1 iedz. d. un no ar skābekli piesātināta atšķaidīšanas ūdens 6,9 g/1 iedz. d. Kopā skābekļa pienāk $7,5 + 6,9 = 14,4$ g/1 iedz. d., kas ir mazāk kā patēriņš (vajadzīgs 19,3). Bez tam vēl jāpaliek zināmam daudzumam ūdenī (2 g/m³), ko nevar izlietot, un tāpat jāparedz arī skābeklis dibēna dūņu pārveidošanas procesam. Tomēr no novērojumiem izrādījies, ka ar minētiem priekšnosacījumiem (2000 iedz./1 ha un 5-kārtīgs atšķaidījums) ūdens iztīrās pietiekamā mērā, tā tad ir vēl kāds cits skābekļa avots bez gaisa un atšķaidīšanas. Daļu skābekļa dod stādi, daļa organisku vielu nogulstas dibenā, nepatērējami skābekļi, vai arī skābekli atdod dažī redukcijas procesi. Visi tie apstākļi vēl nav pietiekami izpētīti.

Zivju dīķi sevišķi vietā, ja noderīgi zemes laukumi, piem., izraktās bedres vai citādi nederīga zeme, ko nevar izdevīgi izmantot ne tīrīšanas laukiem, ne zemes filtriem.



206. zīm. Dīķu plāns Maskavas Luberču laukos.

¹⁾ Imhoff, Taschenbuch, S. 239.