



## Niedru biomasas izmantošanas permakultūrā potenciāla un efektivitātes novērtējums



**Pasūtītājs:**  
**Augšdaugavas novada pašvaldības Centrālā pārvalde**  
Reģ. Nr. 90009117568  
Adrese: Rīgas iela 2, Daugavpils,

**Izpildītājs:**  
**Biedrība "Dabas izpētes un vides izglītības centrs"**  
Reģ. Nr. 40008005716  
Adrese: Kauņas iela 9-26, Daugavpils

Daugavpils  
2024

## Saturs

1. Parastā niedre <i>Phragmites australis</i> vispārīgais apskats	3
2. Parastās niedres ekoloģija	3
3. Niedru audzes rekreācijas jomā	5
4. Niedru izvākšanas pamatojums	5
5. Niedru utilizācijas (izmantošanas iespējas)	5
5.1. Izmantošana uzturā/mājlopu barībā	5
5.2. Kurināmais un dārzkopība	5
5.3. Būvniecība	5
5.4. Papīra un kartona ražošana	6
5.5. Notekūdeņu attīrīšana	6
5.6. Atjaunojamā enerģija	6
5.7. Jauni celtniecības materiāli	6
5.8. Ķīmiskās izejvielas	7
6. Permakultūra	7
7. Projekta “Sila ezera ekoloģiskās kvalitātes uzlabošana, veicot niedru pļaušanu” vispārīgais apskats	8
8. Permakultūras augstās dobes ierīkošana	11
9. Permakultūras dobes apsekošanas rezultāti	16
10. Secinājumi	20
11. Izmantotās literatūras saraksts	21

## 1. Parastā niedre *Phragmites australis* vispārīgais apskats

Parastā niedre *Phragmites australis* ir kosmopolītiska, liela, daudzgadīga graudzāļu dzimtas zālaugu suga ar ložņājošu sakneni. Parasti niedres izaug līdz aptuveni 2 m augstumam, bet liela daļa augsnes biomasas atrodas zem zemes blīvā sakņu un sakneņu masā, kas var iespieties augsnē vairāk nekā 2 m dziļumā. Vasarā niedrēm ir lancetiskas, gari nosmailotas, pelēkzaļas lapas aptuveni 5 cm platas un 16 līdz 30 cm garas kas pamīšus izvietojas gar stublāju. To apakšpuse matēta, maksts gara, lapas mēlīte apmatota. Stublājs kails, stāvs, stingrs, mazliet spīdīgs, 0.7-1.2 cm diametrā. Vasaras vidū vai vasaras beigās niedres veido īpatnēju, blīvu, spalvotu violeti brūnu (apm. 20-40 cm garu) skarū. Zied jūlijā. Vārpiņā 3-7 ziedi, no tiem apakšējais ir vīrišķais zieds, pārējie - divdzimumu ziedi. Vārpiņas plēksnes īsas, nevienādas, bez šķautnes, ar 3 ārējām vai 2 iekšējām dzīslām. Zieda plēksnes nevienādas. Ārējā zieda plēksne manāmi garāka nekā iekšējā, tomēr īsāka nekā vārpiņa. Ārējā zieda plēksne ar garu, sarveidīgu smaili, bet bez akota. Nogatavojoties graudiem, skara kļūst iepelēka. Auglis - sīks (0.1-0.15 cm) grauds. Rudenī lielākā daļa lapu nokrīt, atstājot tikai raksturīgo salmiem līdzīgo stublāju un brūno sēklu galviņu, kas parasti redzama visu ziemu. Katrs nobriedis augs var saražot līdz pat 2000 sēklu gadā. Tomēr vairošanās notiek galvenokārt ar dzinumumu un sakneņu veģetatīvu izplatīšanos. Ar ložņājošajiem sakneņiem (veģetatīvo dzinumumu garums sasniedz 10-15 m) niedres spēj strauji ieņemt jaunas platības. Ņemot vērā plašo niedru izplatību, tās spēj pielāgoties dažādiem vides apstākļiem, un tādējādi var gūt priekšrocības mainīgā klimatā. Niedres iztur gaisa temperatūras no -14 līdz 27,5°C, optimālā temperatūra ir apmēram 20°C. Temperatūras svārstības veicina augšanas paātrināšanos, savukārt paaugstināts CO<sub>2</sub> līmenis neietekmē stiebru augšanu, bet gan sakņu, kur tiek uzglabāts vairāk oglekļa. Niedru dabiskais sājuma diapazons ir no 0 līdz 18 promilēm, taču optimums var mainīties atkarībā no valdošajiem vietējiem apstākļiem - piemēram, niedrēm ar saldūdens izcelsmi, biomasu un izdzīvošanas sekmes sājūdens apstākļos samazināsies. Izplatīšanās lielās attālumos notiek arī ar putnu apēstu vai vēja aizpūstu sēklu starpniecību, taču jaunu teritoriju kolonizācija ar šādiem paņēmieniem var būt lēns process.

Niedres dod priekšroku mitriem līdz mēreni applūdušiem apvidiem (parasti aptuveni līdz 1,5 m ūdens dziļumā, izņēmuma kārtā līdz 2,5 m), kur tās parasti aug kā dominējošā augu suga un veido plašus nepārtrauktus laukus, ko dēvē par niedrājiem. Sastopama upju, ezeru, dīķu un purvu krastos, jūras krastā, pārmitros mežos, purvos vai mitrās pļavās. Tās aizņem plašu minerālo un organisko augsņu tipu klāstu, kā arī saldūdeņus un iesāļos ūdeņus, sākot no oligotrofiem līdz augsti eitrofiem, kuros ir dažādas barības vielas. Augstās barības vielu koncentrācijās niedru stumbri var kļūt vājāki un jutīgāki pret mehāniskiem bojājumiem, taču ir arī pretēji pierādījumi, ka negatīvas ietekmes nav novērotas, un tiek konstatēta palielināta augšana. Tas spēj daudzus gadus saglabāties vietās, kas vairs nav mitrāji, piemēram, ja to augšanas vieta ir nosusināta, bet galu galā iznīkst. Plūdu apstākļos niedres neiztur pastāvīgus plūdus, īpaši slikti plūdus panes jaunie dzinumi. Tieši plūdu dinamika nosaka niedru izplatību un augšanu ezeros (Achenbach u.c. 2012, Ailstock u.c. 2001).

## 2. Parastās niedres ekoloģija

Niedres ir viena no dominējošākajām mitrāju un piekrastes zonu sugām visā pasaulē. Ņemot vērā niedru izplatību un daudzviet ļoti lielo blīvumu, tām ir būtiska ietekme uz piekrastes un citu teritoriju ekosistēmām un organismiem. Niedru audzes ir nozīmīga ainaviska mitrāju un ūdeņu ekosistēmu sastāvdaļa. Niedres ir ekoloģiski labvēlīgs augs vairākos aspektos (Huhta 2008), tomēr, tikai daži augi var konkurēt ar niedrēm to blīvuma un izplatības ziņā. Augsts un biezs niedru apaugums samazina gaismas daudzumu augsnē un līdz ar to arī citu augu sugu izdzīvošanas iespējas. Nokaltušas niedru atliekas veido biezu pakaišu slāni, kas neļauj citu sugu sēklām sadīgt. Arī agresīvi augošās sakneņu

daļas efektīvi ierobežo citu augu izplatību (Roosaluste 2007). Turklāt niedru audžu izplatīšanās samazina daudzu dzīvnieku sugu, kuru dzīvotnes atrodas piekrastē, izdzīvošanas iespējas. Ūdenstilpju veģetācija, tostarp niedres, darbojas kā no grunts izskaloto barības vielu filtrs. Bieza veģetācija aiztur barības vielas un cietās daļiņas, pirms tās nokļūst ūdenī. Niedrāju audzes aiztur daļu no ūdens satences baseinā esošajām vielām. Vienlaikus augu zona nomāc viļņošanās eroziju, un rezultātā grunts nogulsnes ar barības vielām paliek uz vietas un netiek izskalotas uz atklātajiem ūdeņiem (Eloranta, 2005; Kääriäinen & Rajala, 2005). Veģetācijas pieaugums un aizaugšana daļēji ir saistīta ar ūdens sistēmu dabisku attīstību, kas notiek katrā ezeru un jūru krastā. Dažādas sugas gūst labumu no niedrāju audzēm, un dažas no tām pat ir atkarīgas no niedrājiem. Bioloģiski nozīmīgākās niedrāju audzes tipi ir mozaīkveida niedrāju audzes, jo to daudzveidīgā struktūra nodrošina daudzveidīgu putnu faunu (Ikonen & Hagelberg, 2008). ES Biotopu direktīvā ir iekļautas sugas, kas spēj izmantot atklātas vietas niedrājos kā dzīvotnes, piemēram purvuspāru sugas (Ikonen & Hagelberg, 2008), bet piemēram Biotopu direktīvā iekļautie sikspārņi un ūdri spēj izmantot šīs vietas kā slēptuvi (Erkinaro et al. 2007). Niedrāju audzes ir nozīmīga dzīvotne arī aļģēm. Niedru stublāja virspusē dzīvo plaša virszemes aļģu grupa, kas barības vielas ņem tieši no ūdens, samazinot eitrofikāciju un nodrošinot patvērumu organismiem, kas barojas ar fitoplanktonu, tādējādi palielinot zooplanktona daudzumu. Ja niedru audzes tiek likvidētas, pazūd arī aļģu substrāts un zooplanktona patvērumi. Tādā gadījumā fitoplanktonam ir pieejams vairāk barības vielu, un aļģu ziedēšana palielinās. To var redzēt pat ar neapbruņotām acīm, kad zili zaļās aļģes, kas arī pieder fitoplanktonam, parādās vairāk. Seklos ezeros niedru plaušana var pastiprināt fitoplanktona augšanu arī tāpēc, ka ūdenī nonāk lielāks gaismas daudzums. (Eloranta 2005, 26-27; Kääriäinen & Rajala). Niedrāju audzes ir nozīmīgs biotops dažādām putnu sugām. Ūdensputni izmanto niedrāju audzes kā ligzdošanas, barošanās un atpūtas vietas. Niedrāju platību palielināšanās Ziemeļvalstīs ir palielinājusi nozīmīgo putnu dzīvotnes. Pēdējā gadsimta laikā daudzas niedrāju sugas ir paplašinājušas savu areālu Ziemeļeiropā, un sugas, kas iepriekš ligzdojušas šajā teritorijā, ir palielinājušas savas populācijas. No otras puses, Viduseiropā un Dienvideiropā, kur niedrāju audzes mūsdienās ir reti sastopamas, vairāku sugu populācijas, kas bija sastopamas niedrājos, ir ievērojami samazinājušās. Daudzām putnu sugām niedrāju audzes nodrošina patvērumu un barības pārpilnību. Eitrofi līči ar niedrāju audzēm ir nozīmīgas teritorijas dažādām zivju un kukaiņu sugām, tāpēc tās nodrošina barību putniem. Vislabākās niedrāju audzes daudzveidīgās putnu faunas uzturēšanai ir mainīga augstuma un dziļuma, ar atklātu ūdens laukumiem. Ja i veido kompleksus ar zemām krastu pļavām, mitrāju vērtība ievērojami palielinās (Below & Mikkola-Roos, 2007). Niedres ir daudzu zivju sugu dzīvotnes un vairošanās vietas. Zivis, kas barojas gan ar zooplanktonu, gan bentosu, tur atrod barību, un daudzas plēsīgas zivis, piemēram, līdakas, medī starp veģetāciju (Kääriäinen & Rajala 2005). Baltijas jūras piekrastē krasti ar niedrāju audzēm ir nozīmīgas zivju sugu vairošanās vietas, jo tajās ir aizsargātas vietas nārstam un mazuļiem. Vislabākās vietas zivju mazuļiem ir agri sasilstošas, blīvi apaugušas un plašas niedrēm apaugušas piekrastes, kurās ir zems sāļuma līmenis. Baltijas jūras ziemeļu daļā agrā pavasarī nav citu vairošanās piemērotu vietu (Kallasvuo et al. 2011). Parasti niedru piekrastēs sastopami desmit dažādu zivju sugu mazuļi. Nozīmīgākā grupa ir karpveidīgās zivis, bet niedrāju audzes ir nozīmīgas vairošanās vietas arī līdakām un asariem (Kallasvuo et al. 2011). Niedru audzēs ir liela kukaiņu daudzveidība, un dažas no šīm sugām ir arī daudzskaitlīgas, jo īpaši viendienītes, makstenes, dūņenes. Vairākas tauriņu un vaboju sugas ir atkarīgas no niedru audzēm, taču par vairuma sugu specifiskajām prasībām attiecībā uz niedru pieejamību nav pieejama informācija. Tomēr liela kukaiņu koncentrācija niedru audzēs ir svarīgs barības avots daudzām zivīm, putniem, sikspārņiem un zirnekļiem. ( Čížková u.c. 2017., Mannerkoski et al. 2007).

### **3. Niedru audzes rekreācijas jomā**

Niedru audzes vietās, ko cilvēki izmanto rekreācijai, ir savi plusi un mīnusi. Biezas niedru audzes aizsedz ainavas, rada nepatīkamas smakas krastos un ierobežo peldēšanās un laivošanas iespējas. Turpretim niedrāju audzes var nodrošināt aizsegu no kaimiņiem. Niedrēs var ierīkot putnu vērošanas ekskursijas, pārvietojoties pa laipām vai ar ūdens peldlīdzekļiem, piemēram supiem. Platībās ar lielu niedru īpatsvaru var ierīkot putnu vērošanas torņus. Parastajās pludmalēs niedrāju audzes parasti tiek uztvertas kā traucēklis, izņemot atpūtas vietas ar putnu vērošanas iespējām (Ikonen & Hagelberg 2008)

### **4. Niedru izvākšanas pamatojums**

Niedru aizvākšana uzlabo krasta ainavu un atpūtas iespējas, taču tā nav uzskatāma par vienīgo pasākumu, kas nepieciešams ūdens kvalitātes uzlabošanai. Aizvākšana var arī samazināt dažādu ar niedrāju audzēm saistīto dzīvnieku saglabāšanās iespējas. Attiecībā uz niedrāju pļaušanu visizdevīgāk būtu rast līdzsvarotu risinājumu, kur niedrāju audzes un pļautās platības tiktu savstarpēji mainītas.

### **5. Niedru utilizācijas (izmantošanas iespējas)**

#### **5.1. Izmantošana uzturā/mājlopu barībā**

Niedru saknes, stublāji, sēklas un lapas tiek izmantotas gan cilvēku, gan mājlopu uzturā. Niedrēs ir augsts polisaharīdu saturs, kas tām piešķir saldenu garšu. Viens no galvenajiem iemesliem, kādēļ dažās Eiropas valstīs ziemas beigās tiek dedzinātas niedres lai nodrošināt svaigu dzinumus augšanu liellopu un zirgu ganīšanai: lai gan jaunas niedres ir labs slāpekļa, kālija un mangāna avots, nobriedušām niedrēm ir diezgan zema uzturvielu vērtība, un tās galvenokārt ir šķiedrvielu avots (Baran u.c. 2002).

#### **5.2. Kurināmais un dārzkopība**

Suustrāta sagatavošana un žāvēšana no niedrēm, lai izmantotu kurināmajam un dārzkopībā, ir plaši praktizēta jau tūkstošiem gadu. Savukārt daudzviet kūdras ieguve ir negatīvi ietekmējusi vidi, jo ir zudušas produktīvās augsnes, samazinājusies virszemes ūdeņu aizture un regulācija, pazeminājies gruntsūdens līmenis, piesārņots gaiss, atbrīvojies uzkrātais ogleklis un samazinājusies bioloģiskā daudzveidība. Zaļos niedru dzinumus var kompostēt vai izmantot metāna ražošanai (no viena kilograma niedru biomasas iegūst 0,4-0,5 m<sup>3</sup> biogāzes ar maksimālo metāna saturu 55-60 %). Tomēr liela apjoma dzīvu niedru novākšana jāveic tikai pēc tam, kad ir pārlicināts, ka netiks negatīvi ietekmēts ar niedrēm saistītās bioloģiskās daudzveidības stāvoklis (Dubrovski un Kazulis 2012).

#### **5.3. Būvniecība**

Niedres jau izsenis izmanto arī jumtu segšanai, sienu paneļu, žogu un aizsegu izgatavošanai, kā arī aušanai paklājos un nelielu laivu nostiprināšanai. Pašlaik niedru pļaušana niedru salmu izgatavošanai ir galvenais šī materiāla izmantošanas veids Donavas lejtecē. Jaunākie pētījumi liecina, ka Eiropa ir lielākais niedru materiāla tirgus pasaulē, un kopējais niedru patēriņš gadā ir aptuveni 29 400 tonnu, no kurām aptuveni puse tiek novākta Rumānijā un Ukrainā. Tomēr jāatzīmē, ka aptuveni no 2007. gada cenas un ilgmūžības apsvērumu dēļ ir ievērojami pieaudzis imports no Ķīnas. Pastāv bažas, ka Eiropas niedru eksporta un iekšzemes pieprasījumu aizstās imports no Ķīnas, un ir vajadzīgi pasākumi, lai uzlabotu konkurētspēju un kvalitāti (Malheiro u.c 2021).

#### 5.4. Papīra un kartona ražošana

Niedres var izmantot kā celulozes izejvielu papīra un/vai kartona ražošanai, jo tām ir augsts celulozes (33-36 %) un hemicelulozes (20-22 %) saturs (Gómez-Sánchez u.c. 2017). Tomēr centieni komercializēt tās izmantošanu Rumānijā 20. gadsimta 50. gados un Ukrainā (Izmailā) 20. gadsimta 70. gados cieta neveiksmi, jo tehnika bojāja niedru sakneņus un materiāla blīvums bija zems salīdzinājumā ar koksni, kas palielināja novākšanas un transportēšanas izmaksas uz pārstrādes uzņēmumu (Lup u.c. 2017). Tomēr dažos Ķīnas piekrastes reģionos niedru izmantošanas apjoma pieaugumu kopš 20. gadsimta 50. gadiem ir veicinājusi papīra rūpniecība. Liaohē deltā Ķīnas ziemeļaustrumos niedru audzes pašlaik aizņem aptuveni 800 km<sup>2</sup> platību (vislielākā platība pasaulē), bet tas ir mazāk nekā iepriekšējos gados, kad tās aizņēma aptuveni 1 000 km<sup>2</sup>. Šajos mitrājos gadā saražo 400 000 tonnu biomasas papīra ražošanai, kas ļauj saražot aptuveni 180 000 tonnu papīra masas (Brix u.c. 2014).

#### 5.5. Notekūdeņu attīrīšana

Kamēr vien cilvēki ir novadījuši notekūdeņus vidē, mitrāji vairāk vai mazāk mērķtiecīgi ir bijuši izmantoti notekūdeņu attīrīšanā. Pagājušā gadsimta 70. gadu vidū sāka veidot mākslīgus mitrājus dažādu veidu notekūdeņu attīrīšanai, un pavisam nesen izveidotie mitrāji ir izveidotas par pilnībā inženiertehniskām sistēmām. Izbūvētie mitrāji visbiežāk tiek izmantoti kā otrais notekūdeņu attīrīšanas posms, kas nozīmē, ka pirms faktiskās nokļūšanas uz izbūvētā mitrāja objektu notekūdeņi tiek pakļauti iepriekšējai un/vai primārajai attīrīšanai. Izveidoto mitrāju ekspluatācijas laikā notiek dažādi bioloģiski un fizikāli procesi, piemēram, adsorbēcija, filtrēšana, nokrišņu veidošanās, nitrifikācija un sadalīšanās. Augu loma notekūdeņu attīrīšanā ir drīzāk sekundāra (jo bioloģisko attīrīšanu lielākoties veic mikroorganismi), tomēr tie ir nozīmīga izveidoto mitrāju sastāvdaļa. To vissvarīgākais uzdevums ir uzturēt galveno filtrācijas slāni caurlaidīgu, augot saknēm un sakneņiem. Turklāt platība ap augu saknēm ir labvēlīga vide mikroorganismu augšanai un attīstībai. Lai gan mākslīgi veidotos mitrājos var izmantot dažādus augus, īpaši izdevīgas ir niedres, jo tās ir vienīgie purva augi, kuru saknes sniedzas vairāk nekā 50 cm dziļumā, turklāt tās nav jutīgas pret ūdens līmeņa un barības vielu slodzes izmaiņām. Turklāt niedru pakaiši ziemas mēnešos nodrošina aizsardzību pret sasaldēšanu (Reed u.c. 1995, Vymazal 20103350).

#### 5.6. Atjaunojamā enerģija

Niedru ķīmiskās īpašības, salīdzinot ar Eiropas koksnes granulā standarta lielā mērā atbilst Eiropas koksnes granulā standarta kritērijiem (ReedBASE project desk study 2017). Niedru granulā siltumspēja ir aptuveni 15 GJ/t, kas atbilst aptuveni 0,5 t ogļū, 395 m<sup>3</sup> gāzes vai 405 l jēlnaftas. Tas ir diezgan labi salīdzināms ar citu lauksaimniecības granulā, piemēram, kviešu salmu, rīsu sēnalu, enerģētisko vērtību. Ķīmiskā sastāva ziņā niedrēs nav tādu minerālvielu, kas pārsniegtu koksnes granulām noteiktos standartus, savukārt kviešu un rapša granulās ir problēmas. Pelnu saturs ir aptuveni tāds pats kā citās lauksaimniecības granulās, taču jāatzīmē, ka 80 % niedru pelnu veido amorfs silīcija dioksīds, kas varētu būt noderīga izejviela citiem rūpnieciskiem procesiem. Kopumā niedru granulā īpašības atbilst komerciālai (bet ne sadzīves) izmantošanai biomasas katlos (Kostin u.c. 2020).

#### 5.7. Jauni celtniecības materiāli

Niedres aizvien biežāk izmanto kompozītmateriālu, piemēram, mitrumizturīgu MDF plātņu vai granulā paneļu, ražošanā. Pēdējās ražo, sajaucot sasmalcinātas ziemā novāktas niedres (gan stublājus, gan lapas, gan arī visus niedru kārkļu atkritumus) ar līmi vai mālu. Standarta granulā plātnes ir 110 cm × 60 cm × 3 cm biezas, un tās var izmantot kā izolācijas vai apmetuma pamatni vai starpsienu konstrukcijai. Niedru daļiņu izmantošana kompozītmateriālu plātnēs nodrošina augstas mehāniskās

īpašības, jo niedru daļiņu zemais blīvums karstās presēšanas laikā nodrošina labāku saķeri; vairāk daļiņu darbojas kopā, tādējādi labāk sadalot uz tām radīto slodzi (Hlabano u.c. 2017., Malheiro 2021).

### 5.8. Ķīmiskās izejvielas

Biomasa atšķiras no citiem atjaunojamajiem resursiem ar to, ka tajā esošā enerģija ir ķīmiska. Šī īpašība ļauj biomasu izmantot ne tikai elektroenerģijas un siltuma ražošanai, bet arī vairākiem mērķiem, piemēram, šķidrā kurināmā un ķīmisko vielu ražošanai. Biomasa ir vienīgais atjaunojamais derīgo organisko oglekļa molekulu avots. Tomēr lielākā daļa pašlaik izmantotās biomasas tiek sadedzināta, lai ražotu elektroenerģiju, bet tikai salīdzinoši neliela daļa tiek pārvērsta augstākas vērtības produktos, ko lielākoties sedz etanols. Tomēr enerģijas ražošana ir nozare, kurā fosilos resursus visvieglāk var aizstāt ar alternatīviem avotiem, piemēram, vēja, ģeotermālo vai kodolenerģiju. Lai gan biomasu katru gadu ir atjaunojams resurss, tā joprojām ir globāli ierobežots resurss, jo īpaši, ja tā tiek ražota ilgtspējīgā veidā. Tā kā biomasas izmantošana rūpniecībā palielinās, kādā brīdī tās resursi kļūs nepietiekami. Tāpēc tiek veikti pētījumi, lai biomasu pārveidotu augstākas vērtības produktos un izmantotu kā izejvielu ķīmiskajā rūpniecībā. Naftas daudzums, ko pašlaik izmanto ķīmiskajā rūpniecībā, lai ražotu fosilās platformas ķīmiskās vielas (metanolu, etilēnu, propilēnu, butadiēnu, benzolu, toluolu un ksilēnus), ir salīdzināms ar kopējo biomasas daudzumu, kas tiek ievākta nepārtikas mērķiem. Tāpēc potenciālajam biomasas piedāvājumam vajadzētu būt pietiekamam, lai aizstātu naftu šajā pielietojumā, un pilnīga pāreja no naftas uz biomasas izejvielām ķīmisko vielu ražošanā šķiet iespējama, lai gan tas nozīmē būtiskas tehnoloģiskas un ekonomiskas problēmas. Lignocelulozes biomasu kā izejvielu skābekli saturošu ķīmisko vielu, piemēram, etilēnglikola, etiķskābes un akrilskābes, ražošanai var izmantot efektīvāk nekā fosilos avotus. Tā kā niedrēs ir salīdzinoši augsts lignīna un celulozes saturs (attiecīgi aptuveni 20 % un 40 % jeb kopumā 60 % bezpelnu sausrnā), tām ir liels potenciāls nākotnē tās izmantot kā biomasas izejvielu pārvēršanai augstvērtīgās rūpnieciskās ķīmiskās vielās. Jāatzīmē arī tas, ka niedru pelni ir bagāts biominerālu vielu, piemēram, amorfā silīcija dioksīda avots (iemesls to augstajai ūdensizturībai). Ir konstatēts, ka niedru silīcija dioksīdu var izmantot rentabli anodu ražošanai litija jonu baterijās, un tam ir potenciāls augsnes uzlabošanai un betona stiprināšanai (Vennestrøm u.c. 2011).

## 6. Permakultūra

Permakultūra ir pieeja zemes apsaimniekošanai un apdzīvoto vietu projektēšanai, kas pārņem dabiskās ekosistēmās novēroto. Tā ietver dizaina principu kopumu, kas izstrādāti, izmantojot domāšanu sistēmu līmenī. Šos principus piemēro tādās jomās kā atjaunojamā lauksaimniecība, pilsētplānošana, pārbūve un kopienu noturība. Terminu 1978. gadā radīja Bils Mollisons un Deivids Holmgrens, kuri šo jēdzienu formulēja kā opozīciju mūsdienu industrializētajām metodēm, tā vietā izmantojot tradicionālāku jeb “dabisku” pieeju lauksaimniecībai. Permakultūra ir kritizēta kā slikti formulēta un nezinātniska. Kritiķi ir pieprasījuši mazāk pašauties uz nostāstiem un ekstrapolāciju no ekoloģiskajiem pamatprincipiem par labu salīdzinošiem pētījumiem, lai pamatotu apgalvojumus par produktivitāti un precizētu metodoloģiju. Tiek uzskatīts, ka lielākajai daļai no tā, kas tiek dēvēts par permakultūru, nav nekādas saistības ar reālām problēmām. Permakultūras aizstāvji atbild, ka pētnieki ir secinājuši, ka tā ir “ilgtspējīga alternatīva tradicionālajai lauksaimniecībai”, ka tā “ievērojami” palielina oglekļa uzkrāšanos, augsnes kvalitāti un bioloģisko daudzveidību, padarot to par “efektīvu līdzekli ilgtspējīgas lauksaimniecības veicināšanai, ilgtspējīgu ražošanas modeļu nodrošināšanai, cīņai pret klimata pārmaiņām un zemes degradācijas un bioloģiskās daudzveidības samazināšanās apturēšanai un novēršanai”. Viņi arī norāda, ka lielākā daļa permakultūras izplatītāko metožu, piemēram, agromežsaimniecība, polikultūras un ūdens savākšanas metodes, ir pamatotas arī ar salīdzinošiem pētījumiem. Permakultūras dārzkopība ir holistiska un ilgtspējīga pieeja dārzkopībai. Šīs koncepcijas mērķis ir radīt harmoniskas, pašpietiekamas ekosistēmas, kas iedvesmojušās no dabā

sastopamajiem modeļiem un principiem. Tā nav tikai dārzkopības tehnika; tas ir veids, kā veidot un dzīvot harmonijā ar dabas pasauli, vienlaikus apmierinot cilvēku vajadzības. Permakultūras pamatā ir trīs ētikas pamatprincipi: rūpes par Zemi, rūpes par cilvēkiem un taisnīga dalīšanās. Pamatojoties uz šiem ētikas pamatprincipiem, ir izstrādāti 12 permakultūras principi ilgtspējīgas sistēmas izveidei un uzturēšanai. Šie principi ietver tādus novērojumus kā “novēro un mijiedarbojies”, “izmanto un novērtē atjaunojamos resursus un pakalpojumus” un “neradi atkritumus”.

## **7. Projekta “Sila ezera ekoloģiskās kvalitātes uzlabošana, veicot niedru pļaušanu” vispārīgais apskats**

Sila ezers atrodas īpaši aizsargājamā dabas teritorijā dabas parkā “Silene” un atbilst aizsargājamam biotopam “Eitrofi ezeri ar iegrimušo ūdensaugu un peldaugu augāju”. Niedru pļaušana Sila ezerā tiek veikta atbilstoši Dabas parkam “Silene” izstrādātajā un apstiprinātajā dabas aizsardzības plānā paredzētajam apsaimniekošanas pasākumam. Paredzēts, ka samazinot ezera piekrastes zonas aizaugumu uzlabosies ezera ekoloģiskā kvalitāte un izveidojot atklātas zonas, tās būs piemērotas līdaku nārstošanai, dažādu zivju sugu mazuļu dzīvei. Izvācot nopļautās niedres no ezera, samazināsies organisko vielu daudzums ezera ūdenī.

Projekts “Sila ezera ekoloģiskās kvalitātes uzlabošana, veicot niedru pļaušanu” tiek finansēts no Eiropas Savienības LIFE programmas un Latvijas vides aizsardzības fonda. Projekta darbība tika īstenota Augšdaugavas novada, Skrudalienas pagasta, Sila ezerā un tam pieguļošās platībās. Šim projektam tika izvirzīti vairāki mērķi:

- uzlabot Sila ezera ekoloģisko kvalitāti, realizējot dabas parka "Silene" dabas aizsardzības plānā paredzēto apsaimniekošanas pasākumu;
- sekmēt bioloģiskās daudzveidības palielināšanos un nelabvēlīgas antropogēnas ietekmes samazināšanos Sila ezerā;
- iesaistīt vietējās kopienas un sabiedrību iniciatīvu īstenošanā, kas sekmē pret vidi atbildīgu rīcību un piederības izjūtu novadam;
- ideju realizēšana niedru biomasas izmantošanai apzaļumošanā, lauksaimniecībā, suvenīru izgatavošanā;
- aprīkojuma nodrošināšana efektīvai publisko ūdenstilpņu apsaimniekošanai.

### **Projekta ietvaros tika realizēti vairāki pasākumi:**

- niedru pļaušana Sila ezera Z krastā ~ 0,3 ha platībā (7.1. attēls), iesaistot brīvprātīgā darbā vietējās kopienas, Dabas aizsardzības pārvaldi;
- niedru izmatošana lauksaimniecībā un apzaļumošanā, tajā skaitā niedru biomateriāla izmantošana permakultūras augsto dobju veidošanā;
- suvenīru izgatavošana;
- aprīkojuma iegāde.

**Eksperimentālās darbības** – niedru biomasas izmantošanas permakultūrā potenciāla un efektivitātes novērtējums





■ Teritorija, kurā paredzēta niedru pļaušana (0,3 ha)

■ Permakultūras dobe (150 m<sup>2</sup>)

➔ Niedru biomasas transportēšanas virziens

### 7.1. attēls. Niedru pļaušanas vietas Sila ezerā un permakultūras dobes izvietojums

Sila ezerā iegūtā niedru biomasā tika izmantota permakultūras dobes izveidošanai zemes vienībā ar kadastra apzīmējumu 4486 005 0625. 2024. gada sezonā tika veikts izveidotās permakultūras dobes pastāvīgs monitorings, kopumā teritorija apsekota piecas reizes, tajā skaitā:

- dobes izveidošanas laikā;
- tieši pirms kultūraugu iestādīšanas;
- trīs reizes augu veģetatīvajā sezonā.

Apsekošanas laikā tika noteikti dobēs izveidotā substrāta fizikālie parametri (temperatūra, mitrums) (7.2. attēls), dobes sablīvēšanās pakāpes izmaiņas, vērtēts niedru biomasas sadalīšanās process laikā, iesēto kultūraugu attīstības process, un tika analizēta ārējo faktoru ietekme. Reģistrēto fizikālo parametru rezultātu apskatu skat. 2. tabulā.

Lauka apsekojumu ietvaros tika veikta arī augsnē esošo pamatelementu ķīmiskā analīze, lai novērtētu augsnes piemērotību kultūraugu attīstībai (1. pielikums). Augsnes paraugi tika ņemti izmantojot speciālu ierīci (7.3. attēls), sapakoti un nosūtīti uz laboratoriju (7.4. attēls).



**7.2. attēls. Lauka apsekojumos izmantotās mērierīces termometrs TFA 19-1006 un mitruma mērīšanas ierīce TRST-02**



**7.3. attēls. Augsnes paraugu ievākšana ķīmiskajām analīzēm**

Augsnes temperatūra tika noteikta izmantojot augsnes termometru TFA 19-1006 (7.2. attēls). Lai noteiktu precīzu augsnes temperatūru, termometrs tika ievietots augsnē vismaz 10 cm dziļumā. Vispirms ar asu un garu priekšmetu tika izveidots caurums, kurā tika ievietota termometra kāja. Lai nodrošināt mērījuma precizitāti, mērījums tika veikts vismaz 10 minūtes. Saulainā laikā termometrs tika noņemts, lai tas neuzsilst saulē. Mērījums tika veikts no rīta un vakarā piecās dobes vietās, rezultātu tabulā norādot augsnes vidējo temperatūru, kas tika iegūta mērījumu summu izdalot uz mērījumu skaitu.



**7.4. attēls. Sagatavotie augsnes paraugi ķīmiskajām analīzēm**

Augsnes mitruma mērīšana tika veikta ar ierīci TRST-02 (7.2. attēls). Mitruma mērīšana notika pēc tā paša algoritma kā augsnes temperatūras mērījumi, izmantojot tos pašus mērījumiem izveidotos caurumus. Rezultātu apkopošana tika veikta mērījumu summu izdalot uz mērījumu skaitu.

Augsnes sablīvēšanās pakāpe tika novērtēta vietās kur tika veikti temperatūras un mitruma mērījumi. Pirms šo mērījumu veikšanas ar skrūvgriezi tika izdurti caurumi ~15 -20 cm dziļumā mērierīču sensoru ievietošanai. Šis darbības ietvaros tika novērtēta substrata sablīvēšanās pakāpe. Sablīvēšanās pakāpe tika gradēta trīs pakāpēs:

- skrūvgriezis ieiet augsnē viegli, bez piepūles;
- skrūvgrieža ieduršanai zemē jāpielieto piepūle;
- skrūvgrieža ieduršana zemē nav iespējama bez augsnes irdināšanas.

Niedru sadalīšanās process tika novērtēts vizuāli, veicot piezīmes apsekošanas pierakstos. Iesēto kultūraugu attīstības process tika novērtēts vizuāli, salīdzinot ar kultūraugu attīstības līmeni citos lauksaimniecības kultūru stādījumos.

## **8. Permakultūras augstās dobes ierīkošana**

Projekta ietvaros 2023. augusta sākumā, kā arī 2024. gada ziemas un vasaras sezonās tika nopļautas niedres Sila ezera Z krastā divos lokālos laukumos 0,3 ha platībā. Sākotnēji no ezera izvāktās niedres tika novietotas iepriekš sagatavotā vietā, ar mērķi izveidot permakultūras augsto dobi.

**1. tabula. Projekta ietvaros ierīkotās permakultūras dobes veidošanas, kopšanas procesa apraksts, to novērtējums laika griezumā**

Datums	Darbība	Foto
31.07.2023.- 02.08.2023.	Izrakta dobe 150 m <sup>2</sup> , ~ 50 cm dziļumā noņemot augsnes virskārta un grunts	
03.08.2023.- 07.08.2023.	Veikta niedru pļaušana un to izvākšana, transportēšana uz permakultūras dobes vietu	

04.08.2023.-  
04.09.2023.

Permakultūras  
dobe (izraktajā  
iedobē krautas  
niedres, uz  
kurām izsijāti  
kūtsmēsli, tad  
uzklāti salmi, virs  
salmiem  
izlīdzināta izraktā  
grunts).  
Slāņu augstums  
(no apakšas):  
Niedres ~ 100 cm



Kūtsmēsli ~ 5 cm  
(10 tonnas)



Salmi ~ 7 cm (3  
ruļļi)  
Dobē speciāli  
netika liets  
ūdens, bet  
augusta  
lietusgāzēs tika  
nodrošināts, ka  
dobē ieklātais  
materiāls bija  
bagātīgi  
mitrināts.



Izraktā grunts ~ 5  
cm  
(mālsmits,  
augšne)



Novembrī  
uzklātas lapas  
30-60 cm;



Novembrī virs  
lapām uzklāti vēl  
salmi ~ 3 cm (2  
ruļļi)





## 9. Permakultūras dobes apsekošanas rezultāti

Permakultūras dobe tika apsekota piecas reizes, dobes ierīkošanas laikā, kultūraugu sēšanas laikā (22.05.2024.) un kultūraugu veģetācijas periodā 15.06.2024., 15.07.2024. un 12.08.2024. Pēdējā apsekošanas reizē tika veikta augsnes paraugu ievākšana, augsnes kvalitātes noteikšanai. Rezultāti skat. 1. pielikumā.

2. tabula. Permakultūras dobes apsekojumu dati

Apsekošana	Substrāta t°C <sup>1</sup>	Mitrums	Sablīvēšanās pakāpe	Niedru sadalīšanās process	Kultūraugu attīstības process
dobes izveidošanas laikā	8	sauss	skrūvgriezis ieiet augsnē viegli, bez piepūles	Niedres nav sadalījušās	nav attiecināms
pirms kultūraugu iestādīšanas	13	sauss	skrūvgriezis ieiet augsnē viegli, bez piepūles	Niedres nav sadalījušās	nav attiecināms
veģetatīvajā sezonā	19	sauss	skrūvgrieža ieduršanai zemē jāpielieto piepūle	Ir redzami niedru nesadalījušies fragmenti	Augu attīstība atbilst sezonālībai un normālam augu attīstības ciklam
veģetatīvajā sezonā	21	sauss	skrūvgrieža ieduršanai zemē jāpielieto piepūle	Ir redzami niedru nesadalījušies fragmenti	Augu attīstība atbilst sezonālībai un normālam augu attīstības ciklam



veģetatīvajā sezonā	23	saus	skrūvgrieža ieduršanai zemē jāpielieto piepūle	Ir redzami niedru nesadalījušies fragmenti	Augu attīstība atbilst sezonālībai un normālam augu attīstības ciklam
---------------------	----	------	--	--	---

Veicot permakultūras dobes apsekojumus tika konstatēts, ka veģetācijas apstākļi ir atbilstoši kultūraugu audzēšanai, kas rezultējās augu atbilstošajā attīstībā un ražīgumā (9.1. attēls).



**9.1. attēls. Ķirbju nogatavošanās augstajā dobē**

Saskaņā ar veiktajiem augsnes paraugu analīzes datiem (1. pielikums) ir secināms, ka visu augiem nepieciešamo mikro un makroelementu saturs augsnē ir augsts, kas nosaka kultūraugu atbilstošo attīstību. Savukārt permakultūras galvenie uzdevumi ir mulčēšana, kas aiztur mitrumu un samazina nezāļu daudzumu. Vērtējot augsnes kvalitāti, jāņem vērā augstās dobes sagatavošanas process, tajā skaitā augsnes mēslošana ar kūtsmēsliem, kas varētu būt nozīmīgs faktors augsnes auglīguma un augu attīstības veicināšanā. Dobe tika ierīkota smilšainā vietā, kas bez atbilstošas apstrādes nav optimāla augtene kartupeļiem, kabačiem un ķirbjiem. Dobes izveidošanas procesā augsnē tika ievadīta virkne organiskās vielas saturošo materiālu, to skaitā ne tikai niedres, bet arī salmi, koku lapas un kūtsmēsli (9.2. attēls).



**9.2. attēls. Dažādu organisko materiālu slānis uz augsnes veģetācijas sezonas pirmajā pusē**

Būtisks faktors augu attīstībai ir piemērotie mitruma apstākļi. Apsekošanas ietvaros veiktie mitruma mērījumi ir veikti ar ierīci, kas nav piemērota profesionālai lietošanai, līdz ar to dati nav iegūti skaitliskajās vērtībās. Iegūtie rezultāti liecina, ka augsne ir samērā sausa, bet apskatot augus vizuāli netika novērotas pazīmes, kas liecinātu par augu vīšanu mitruma trūkuma dēļ, kas liecina par pietiekamu mitruma daudzumu augsnē (9.3. attēls).



**9.3. attēls. Kultūraugu izskats, kas liecina par pietiekamu mitruma daudzumu augsnē**

Ticami, ka mulčēšanas rezultātā ir samazinājusies ūdens iztvaikošana un uzlaboti mitruma apstākļi dobē. - vērā, ka dobē tika veikti apjomīgi augsnes iekopšanas darbi, visas sezonas garumā augsne saglabāja irdenumu, pakāpeniski nedaudz sablīvējoties. Jāņem vērā, ka sablīvēšanās procesam ir tendence turpināties, ja augsne netiks papildus irdināta. Tajā pat laikā, ielabotā augsne būs irdenāka par substrātu ārpus dobēs. Niedres ir pamatmateriāls, kas tika ieklāts dobes pamatnē, līdz ar to niedru kompostēšanās process notiek slēgtā vidē un nav novērtējams bez rakšanas darbiem, kas netika veikti. Jāņem vērā, ka kompostēšana ir ilgstošs process un tā gaita un ietekme būtu vērtējama ilgtermiņā. Permakultūras principiem nozīmīgākā ir niedru un citu līdzīgu materiālu izmantošana augsnes virskārtā, kas nodrošina mitruma aizturi un ierobežo nezāļu attīstību. Vērtējot šo materiālu slāni, tika secināts, ka tā efektivitāte samazinās sezonas garumā (9.4. attēls) un turpinot izmantot dobi būtu jāveic atkārtota augsnes virskārtas nosegšana ar sausu, smalcinātu niedru masu, vai citiem piemērotiem materiāliem.



**9.4. attēls. Dobes zemsedze ar nepietiekamu mulčēto materiālu īpatsvaru**

Augu attīstību, ražīgumu un veģetācijas perioda ilgumu nosaka ārējie faktori – temperatūras un mitruma režīms, kaitēkļu ietekme. 2024. gada veģetācijas sezonā netika novēroti ekstrēmie vides apstākļi, kas būtiski ietekmētu kultūraugus augstajā dobē.

Vērtējot realizēto ieceri ierīkot eksperimentālo augsto dobi, ar mērķi novērtēt niedru utilizācijas iespējas, ir jāņem vērā sekojošie aspekti.

Eksperimentālai darbībai, lai varētu identificēt atsevišķu faktoru ietekmi ir jāspēj izolēt konkrētu faktoru ietekme. Augstās dobes izveidē tika izmantots plašs materiālu klāsts, tāpēc nav iespējams izvērtēt tieši niedru izmantošanas efektivitāti dobes ierīkošanā. Turklāt ir nepieciešams noteikt atkārtojumu skaitu, vismaz trīs parauglaukumi, kā arī kontroles grupa, kur kultūraugi tiktu audzēti parastā vidē.

Projektā, augstās dobes veidošana tika saistīta ar permakultūras principiem, bet jāņem vērā, ka permakultūra ir ne tikai atsevišķu lauksaimnieciskās darbības elementu pielietošana, bet kopējā saimniekošanas pieeja, tāpēc iniciatīva augstās dobes ierīkošanā tikai daļēji atbilst permakultūras būtībai.

Veiktās darbības pozitīvais aspekts ir saistīts ar sabiedrības, tajā skaitā skolēnu iesaisti projekta īstenošanā, kas nodrošina arī izglītības funkciju, ilgtspējīgas vides draudzīgas rīcības ieviešanā, gan nodrošinot ezera ekoloģiskā stāvokļa uzlabošanās, gan veicinot dabai draudzīgu lauksaimniecību.

Niedru izmantošana tās kompostējot vai smalcinot un izmantojot kā mulču ir vispār pieņemta prakse un neliela daudzuma niedru utilizācija ezera tuvumā ir risinājums, kas neprasa lielus enerģijas ieguldījumus, turklāt metode nodrošina CO<sub>2</sub>depozitēšanu, salīdzināt ar niedru sadedzināšanu.

## 10. Secinājumi

- Niedru pļaušanai, to izmantošanai augstās dobes izveidē ir pozitīva ietekme uz ezera faunu ūdens kvalitāti un rekreācijas iespējām, un ezeram pieguļošo vidi, veicot niedru utilizāciju.
- Nelielu niedru daudzumu utilizācija kompostējot augstajās dobēs tiešā ezera tuvumā ir ekonomiski pamatots risinājums, nodrošinot arī CO<sub>2</sub>depozitēšanu.
- Veicot lielāku niedru platību pļaušanu ir jāapsver niedru izmantošana augstvērtīgāku produktu ražošanā (Stipniece-Jekimova 2022). Piemēri niedru izmantošanai ir aprakstīti atskaites tekstā.
- Augstā dobe, kurā tika utilizētas ezerā novāktās niedres, papildinot dobes saturu ar salmiem, koku lapām un kūtsmēsliem ir efektīvs veids augsnes auglīguma palielināšanai, kas tika pierādīts ar ievākto ražu.
- Kompostēšana ir ilgstošs process, kura rezultāti tiek sasniegti pakāpeniski, ilgtermiņā. Tāpat jāņem vērā, ka pozitīva efekta saglabāšana atkarīga no turpmākās dobes apsaimniekošanas un organisko vielu papildināšanas.
- Precīzu datu iegūšanai par ekonomiski pamatotu niedru utilizāciju ir jāveic plašāks izvērtējums, izskatot dažādas utilizācijas metodes, piemēram izmantošanu koogenerācijas stacijā, vai jumtu materiālu sagatavošanā.

## 11. Izmantotās literatūras saraksts

- Achenbach L., Lambertini C., Brix H. 2012. Phenotypic traits of *Phragmites australis* clones are not related to ploidy level and distribution range, *AoB PLANTS*, Volume 2012, 1 January, pls017
- Ailstock S.M., Norman M.C., Bushmann P. J. 2001. "Common Reed *Phragmites australis*: Control and Effects upon Biodiversity in Freshwater Nontidal Wetlands." *Restoration Ecology* 9(1): 49–59.
- Baran M., Váradyová Z., Kráčmar S., Hedbávný J. 2002. The Common Reed (*Phragmites australis*) as a Source of Roughage in Ruminant Nutrition. *Acta Vet Brno* 71 (4): 445–449.
- Brix H., Siyuan Ye., Laws, Dechao S., Guosheng L., Xigui D., Hongming Y., Guangming Z., Jin W., Shaofeng P. 2014. Large-scale management of common reed, *Phragmites australis*, for paper production: A case study from the Liaohe Delta, China. *Ecological Engineering*. 73. 760-769.
- Čížková H., Kučera T., Poulin B., Květ J. 2023. Ecological basis of ecosystem services and management of wetlands dominated by common reed (*Phragmites australis*): European perspective. *Diversity*, 15, 629.
- Dubrovski V, Kazulis V. 2012. Biogas production potential from reeds. *REPOJ*: 886–9.
- Gómez-Sánchez M.D., Sánchez R., Espinosa E., Rosal A., Rodríguez A. 2017. Production of Cellulosic Pulp from Reed (*Phragmites australis*) to Produce Paper and Paperboard. *Bioprocess Engineering*. Vol. 1, No. 3pp. 65-68.
- Hlabano N., Ndlovu L.N., Sibanda N.R., Ncube L.K. 2018. Production and Characterization of Reed and Wood Particles/Phenol Formaldehyde Resin Composite Board. *International Journal of Composite Materials* 8(2): 25-31.
- Kostin V., Kochetkov V., Sokolova N., Vasenev I. 2020;. Common Reed as a Renewable Energy Resource for Pellet Production. *E3S Web Conf.* 193, 1–8. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202019301037>
- Lup A., Alim I.D., Miron L. 2017. Agriculture in the Danube Delta. [https://mpr.ub.uni-muenchen.de/85373/1/MPRA\\_paper\\_85373.pdf](https://mpr.ub.uni-muenchen.de/85373/1/MPRA_paper_85373.pdf)
- Malheiro R., Ansolin A., Guarnier C., Fernandes J., Amorim M.T., Silva S.M., Mateus R. 2021. The Potential of the Reed as a Regenerative Building Material—Characterisation of Its Durability, Physical, and Thermal Performances. *Energies*, 14, 4276.
- Reed, S.C., Crites, R.W. & Middlebrooks, E.J. 1995. *Natural Systems for Waste Management and Treatment*. 2nd Edition. McGraw-Hill Inc., New York, USA.
- ReedBASE project desk study. 2017. [https://drive.google.com/open?id=1BFnTVzw\\_7lw-M7ZWF08uoWCU4NsEwC7d](https://drive.google.com/open?id=1BFnTVzw_7lw-M7ZWF08uoWCU4NsEwC7d)

Stipnice-Jekimova A.A., Teirumnieka E., Blumberga D. 2022. When Reed Application Is Sustainable. *Environ. Clim. Technol.* 26, 697–707.

Vennestrøm P.N.R., Osmundsen C.M., Christensen C.H., Taarning, E. 2011. Beyond petrochemicals: The renewable chemicals industry. *Angewandte Chemie International Edition*, 50(45), 10502-105

Vymazal J. 2010. *Constructed Wetlands for Wastewater*

# AGROLAB Agrarzentrum GmbH

Zeißstr. 19, 37327 Leinefelde-Worbis, Germany  
Telefon: +49 (03605) 5330100, Fax: +49 (03605) 5330150  
leinefelde@agrolab.de



AGROLAB Agrarzentrum GmbH Zeißstr. 19 37327 Leinefelde-Worbis

Daugavpils  
5401  
LETTLAND

## Results of soil investigation Fertilizer recommendation

Dear sir, madam,

enclosed you find the report of soil investigation and derived fertilizer recommendation.

Order id 809432/1002

Your labs. Your service.

Customer-Nr. 41044880  
 Order id 809432/1002  
 Sales attendant Labor  
 Ext. order-nr.

Leinefelde-Worbis 10.09.2024

Acceptance 30.08.2024  
 Date of sampling 29.08.2024  
 Sample taker keine Angabe des Kunden  
 Lab AGROLAB Agrarzentrum GmbH  
 cust. rel. man. Herr Freundlieb  
 Tel. 03605/5330163  
 Oliver.Freundlieb@agrolab.de

## Report

Daugavpils  
 5401  
 LETTLAND

invoice recipient

Fertilizer classes and recommendations according to targets of the LW-Kammer Niedersachsen

sample description				land use	type of soil	lime supply			Phosphor (P)		Potassium (K)		Magnesium		Mg <sup>1)</sup>		Manganese (Mn)		Copper (Cu)		Zinc (Zn)		Sodium		
Sample No.	GPS-No.	field name	field nr.			VDLUFA I, A 5.1.1 : 2016 (CaCl2)	VDLUFA I, A 6.2.1.1 : 2012	VDLUFA I, A 6.2.1.1 : 2012	VDLUFA I, A 6.2.4.1 : 1991	VDLUFA I, A 6.2.4.1 : 1991	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002	CAT-Regress.	Mn	Cu	Zn	Na	class	class	
					pH	pH-class	optim. pH-range	P	class	K	class	Mg	class	Mg	class		mg/kg	class	mg/kg	class	mg/kg	class	mg/kg	class	
392112	1	LAUKS 1	1/001	A	hiS	9,9	E	5,6 - 6,2	F	247,0	F	1435,2	F	20,1	E										
392387	2	LAUKS 2	2/001	A	anS	7,6	E	4,8 - 5,4	F	29,7	F	79,1	F		E	28,2	A	33	A	1,1	A	36,5	E	264	D
392113	3	LAUKS 3	3/001	A	hiS	7,7	E	5,6 - 6,2	F	42,5	F	138,3	F	36,7	E										
392114	4	LAUKS 4	4/001	A	anS	7,6	E	4,8 - 5,4	F	35,8	F	100,7	F	28,7	E										

In the case of peat soils and peat-bog soils, phosphorus, potassium and magnesium are stated in mg/100 ml soil.

Start of testing: 30.08.2024  
 End of testing: 10.09.2024

The results are related only to the samples tested. In cases where the laboratory has not been responsible for sampling, the reported results apply to the samples as received. The laboratory is not responsible for the information provided by the customer. The customer information, if any, presented in this test report is not subject to the accreditation of the laboratory and may affect the validity of the test results. Duplication of this document or of parts of it requires the authorization from laboratory. In case of a statement of conformity, the discrete approach is used as decision rule. This means that the measurement uncertainty is not taken into account in the statement of conformity to a specification or standard.

Test report released 10.09.2024 by customer relation Herr Freundlieb



Your labs. Your service.

Customer-Nr. 41044880  
 Order id 809432/1002  
 Sales attendant Labor  
 Ext. order-nr.

invoice recipient

Leinefelde-Worbis 10.09.2024

Acceptance 30.08.2024  
 Date of sampling 29.08.2024  
 Sample taker keine Angabe des Kunden  
 Lab AGROLAB Agrarzentrum GmbH  
 cust. rel. man. Herr Freundlieb  
 Tel. 03605/5330163  
 Oliver.Freundlieb@agrolab.de

## Report

Daugavpils  
 5401  
 LETTLAND

Fertilizer classes and recommendations according to targets of the LW-Kammer Niedersachsen

sample description				land use	type of soil	lime supply			Boron (B)		organic matter	
Sample No.	GPS-No.	field name	field nr.			VDLUFA I, A 5.1.1 : 2016 (CaCl2)			VDLUFA I, A 6.4.1 : 2002		DIN EN 15936 : 2022-09	
						pH	pH-class	optim. pH-range	B mg/kg	class	Org.S %	class
392112	1	LAUKS 1	1/001	A	hlS	9,9	E	5,6 - 6,2				
392387	2	LAUKS 2	2/001	A	anIS	7,6	E	4,8 - 5,4	2,40	E		
392113	3	LAUKS 3	3/001	A	hlS	7,7	E	5,6 - 6,2			8,0	
392114	4	LAUKS 4	4/001	A	anIS	7,6	E	4,8 - 5,4				

Start of testing: 30.08.2024

End of testing: 10.09.2024

The results are related only to the samples tested. In cases where the laboratory has not been responsible for sampling, the reported results apply to the samples as received. The laboratory is not responsible for the information provided by the customer. The customer information, if any, presented in this test report is not subject to the accreditation of the laboratory and may affect the validity of the test results. Duplication of this document or of parts of it requires the authorization from laboratory. In case of a statement of conformity, the discrete approach is used as decision rule. This means that the measurement uncertainty is not taken into account in the statement of conformity to a specification or standard.

Test report released 10.09.2024 by customer relation Herr Freundlieb

# AGROLAB Agrarzentrum GmbH

Zeißstr. 19, 37327 Leinefelde-Worbis, Germany  
 Telefon: +49 (03605) 5330100, Fax: +49 (03605) 5330150  
 leinefelde@agrolab.de



Your labs. Your service.

## Fertilizer recommendation

Customer-Nr. 41044880  
 Order id 809432/1002  
 Sales attendant Labor  
 Ext. order-nr.

Leinefelde-Worbis 10.09.2024

Acceptance 30.08.2024  
 Date of sampling 29.08.2024  
 Sample taker keine Angabe des Kunden  
 Lab AGROLAB Agrarzentrum GmbH  
 cust. rel. man. Herr Freundlieb  
 Tel. 03605/5330163  
 Oliver.Freundlieb@agrolab.de

Daugavpils  
 5401  
 LETTLAND

invoice recipient

Fertilizer classes and recommendations according to targets of the LW-Kammer Niedersachsen

GPS-No.	sample description		land use	type of soil	brutto/netto	Lime dt/ha CaO					value P mg/ 100g	Phosphate-Requirement								value K mg/ 100g	Potassium-Requirement								
	field name	field nr.				pH	class	total need	1. year	2. year		P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)									class	K <sub>2</sub> O (kg/ha)							
												class	75 dt/ha	70 dt/ha	40 dt/ha	500 dt/ha	75 dt/ha	400 dt/ha	500 dt/ha			75 dt/ha	400 dt/ha	500 dt/ha					
1	LAUKS 1	1/001	A	hlS	N	9,9	E	0	0	0	247,0	F	0	0	0	0	0	0	0	1435,2	F	0	0	0	0	0	0	0	
2	LAUKS 2	2/001	A	anlS	N	7,6	E	0	0	0	29,7	F	0	0	0	0	0	0	0	79,1	F	0	0	0	0	0	0	0	
3	LAUKS 3	3/001	A	hlS	N	7,7	E	0	0	0	42,5	F	0	0	0	0	0	0	0	138,3	F	0	0	0	0	0	0	0	
4	LAUKS 4	4/001	A	anlS	N	7,6	E	0	0	0	35,8	F	0	0	0	0	0	0	0	100,7	F	0	0	0	0	0	0	0	

# AGROLAB Agrarzentrum GmbH

Zeißstr. 19, 37327 Leinefelde-Worbis, Germany  
 Telefon: +49 (03605) 5330100, Fax: +49 (03605) 5330150  
 leinefelde@agrolab.de



Your labs. Your service.

## Fertilizer recommendation

Customer-Nr. 41044880  
 Order id 809432/1002  
 Sales attendant Labor  
 Ext. order-nr.

Leinefelde-Worbis 10.09.2024

Acceptance 30.08.2024  
 Date of sampling 29.08.2024  
 Sample taker keine Angabe des Kunden  
 Lab AGROLAB Agrarzentrum GmbH  
 cust. rel. man. Herr Freundlieb  
 Tel. 03605/5330163

Daugavpils  
 5401  
 LETTLAND

invoice recipient

Oliver.Freundlieb@agrolab.de

Fertilizer classes and recommendations according to targets of the LW-Kammer Niedersachsen

GPS-No.	sample description		land use	type of soil	brutto/netto	Lime dt/ha CaO					value P mg/100g	Phosphate-Requirement P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)								value K mg/100g	Potassium-Requirement K <sub>2</sub> O (kg/ha)									
	field name	field nr.				pH	class	total need	1. year	2. year		class	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)								class	K <sub>2</sub> O (kg/ha)								
													WW	WG	RW	ZR	GR3	KA	SM			WW	WG	RW	ZR	GR3	KA	SM		
													75 dt/ha	70 dt/ha	40 dt/ha	500 dt/ha	75 dt/ha	400 dt/ha	500 dt/ha			75 dt/ha	70 dt/ha	40 dt/ha	500 dt/ha	75 dt/ha	400 dt/ha	500 dt/ha		
1	LAUKS 1	1/001	A	hlS	N	9,9	E	0	0	0	247,0	F	0	0	0	0	0	0	0	1435,2	F	0	0	0	0	0	0	0		
2	LAUKS 2	2/001	A	anlS	N	7,6	E	0	0	0	29,7	F	0	0	0	0	0	0	0	79,1	F	0	0	0	0	0	0	0		
3	LAUKS 3	3/001	A	hlS	N	7,7	E	0	0	0	42,5	F	0	0	0	0	0	0	0	138,3	F	0	0	0	0	0	0	0		
4	LAUKS 4	4/001	A	anlS	N	7,6	E	0	0	0	35,8	F	0	0	0	0	0	0	0	100,7	F	0	0	0	0	0	0	0		

## Attachment to the soil test report/fertilization recommendation

### land use

A = field; W = grassland, meadow, pasture; R = vine; O = fruits; H = hop; U = other

### Soil type code

Abbr.	Sample declaration	Clay %	Silt %	Code
S	Sand	0-5	< 10	1
l'S	Slightly loamy sand	5-12 0-5	<50 10-40	2
IS	Highly loamy sand	12-17 0-5	< 50 40-50	3
sL	Sandy loam	17-25	< 50	4
uL	Silty loam	< 25	> 50	5
tL	Clayey loam	25-45	> 17	6
lT	Loamy clay	45-65	> 17	7
T	Clay	> 65		8

Abbr.	Sample declaration	Humus content	Code
	Mineral soil	< 4,0 %	0
h	Humus soil	4,1 - 8,0 %	1
hh	Highly humus soil	8,1 - 15,0 %	5
an	Half-bog soil	15,1 - 30,0 %	2
M	Moor	> 30,0 %	30

### Organic matter analysis

The organic matter is determined from measured TOC content and the factor 1.72. The C/N ratio is calculated from TOC and Ntotal.

### Content levels

The classification of nutrients is according to the following scheme

A: very low B: low C: optimal or target D: high E: very high (F: extremely high)

### Fertilizer recommendation

The fertilization recommendation for phosphate, potassium and magnesium indicates the annual nutrient requirement per hectare.

**B** (Gross): Nutrient removal of the entire plant is taken into account / the calculation of the fertilizer quantity is based on the assumption that the harvest residues are removed.

**N** (Net): Nutrient removal of the removed main crop is taken into account / the calculation of the fertilizer quantity assumes that the crop residues (straw and leaves) remain on the field..

The total requirement of a crop rotation can be determined by adding up the **net recommendations** for the individual crop types of a crop rotation. For sandy soils, it is taken into account that nutrient leaching may occur. **For this reason, a gross recommendation is always calculated for sandy soils**; stockpiling fertilizing is not recommended in this case.

### Crop types code

AB	Field bean	GR#	Grassland, #uses	KA	Potato	LUZ	Alfalfa	SB	Sunflower	SPA	Asparagus	WG	Winter barley
AG	Ley grass	GUR	Cucumber	KM	Grain maize	MW#	Mowing meadow #cuts	SG	Spring barley	SR	Spring rye	WR	Winter rye
DK	Spelt	HA	Oat	LP	Lupine	RE	Vine	SGB	Spring malting barley	SW	Spring wheat	WW	Winter wheat
EB	peas	HO	Hop	LUG	Alfalfa	RW	Winter rye	SM	Silage maize	TR	Triticale	ZR	Sugar beet

## Apzīmējumu atšifrējums no augšņu analīžu protokola

1. tabula

### Type of soil - augsnes granulometriskā sastāva saīsinājumi/apzīmējumi

Type of soil	Granulometriskais sastāvs	Māla saturs
S	Smilts	0 – 5 %
I'S	Saistīta smilts	5 – 12 %
IS	Mālsmilts	12 – 17 %
sL	Viegls smilšmāls	17 – 25 %
L/uL	Vidējs smilšmāls	25 – 35 %
tL	Smags smilšmāls	35 – 45 %
IT	Viegls māls	45 – 65 %
T	Smags māls	➤ 65 %

\*ja lielie burti - galvenais komponents

\*ja mazie burti - otrs komponents

Bez **h** humuss 0 – 4%

**h** humuss 4.1 - 8%

**hh** humuss 8.1 - 15%

**an** purvainš. Humuss 15.1 - 30%

**M** humuss virs 30.1%

Piemērs:

hsL	Viegls smilšmāls ar humusa piejaukumu
-----	---------------------------------------

2. tabula

### Class - nodrošinājuma grupas pēc protokola

Class	Līmenis	Krāsa
A	ļoti zems	sarkans
B	zems	oranžs
C	optimāls/vidējs	dzeltens
D	augsts	zaļš
E	ļoti augsts	zils

3. tabula

### Augšņu analīžu protokola atšifrējums

Angliski	Latviski
GPS–No.	Parauga numurs
Field name	Lauka numurs/lauks
Average value	vidējie rādītāji par vienu lauku
Land use	zemes lietošanas veids A - aramzeme
Type of soil	granulometriskais sastāvs (skat. 1. tabulu)
Lime supply	kaļķa nodrošinājums
pH	augšņu pH vērtība
class	līmenis augsnē (skat. 2. tabulu)
Optim. pH-range	optimālais pH intervāls augsnē
Total requirement (CaO)	kopējā nepieciešamība (kaļķim centneros)
1., 2. year	1. un 2. gadā (kaļķim centneros)
Value P, K, Mg	P, K, Mg vērtība
P, K, Mg (makro elementi)	izteikti mg uz 100 g augšņu
Mn, Cu, B, Na, Zn (mikro elementi)	izteikti mg uz kg augšņu
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO (kg ha <sup>-1</sup> ) requirement	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> , K <sub>2</sub> O, MgO (kg ha <sup>-1</sup> ) nepieciešamība (vajadzība) pie plānoto kultūraugu audzēšanas un ražas centneros

## Blakusproduktu norādījumi

Bruto / Netto	Saīsinājums	Atšifrējums
Bruto	B	Blakusprodukti aizvākti no lauka
Netto	N	Blakusprodukti paliks uz lauka

## Kultūraugu saīsinājumi protokolā

Saīsinājums	Kultūraugs	Saīsinājums	Kultūraugs
RS	vasaras rapsis	ZWI	sīpoli
RW	ziemas rapsis	MOB	burkāni
SG	vasaras mieži	AG	daudzgadīgie zālāji
WG	ziemas mieži	KLG	āboliņu zāle
WW	ziemas kvieši	RRB	sarkanās bietes
SW	vasaras kvieši	KNO	ķiploki
WR	ziemas rudzi	SB	saulespuķes
TR	tritikāle	BLK	ziedkāposti
SM	skābbarības kukurūza	SEL	selerija
AB	lauka pupas	SPA	sparģeļi
HA	auzas	KM	kukurūza
KA	kartupeļi	LUZ	lucerna
EB	zirņi	WEID	ganības
WEK	garšaugi	LP	lupīna

Slāpekļa, fosfora un kālija iznese galvenajiem kultūraugiem  
(pēc A. Kārkliņa un I. Līpenītes apkopotajiem datiem)

Kultūraugs	Produkcija	Vidējā graudu - salmu attiecība	Slāpekļa, fosfora un kālija saturs 1 t produkcijas		
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O
<b>Ziemas kvieši</b>	graudi	1.2	18.7	<b>8.0</b>	<b>4.8</b>
	salmi		5.0	1.7	11.4
	graudi + salmi		<b>24.7</b>	10.1	18.6
<b>Vasaras kvieši</b>	graudi	1.1	22.4	<b>9.2</b>	<b>6.0</b>
	salmi		6.0	1.6	13.9
	graudi + salmi		<b>29.0</b>	10.9	21.3
<b>Vasaras mieži</b>	graudi	1.0	16.0	<b>7.7</b>	<b>5.7</b>
	salmi		6.0	2.4	14.2
	graudi + salmi		<b>22.0</b>	10.1	19.9
<b>Ziemas, vasaras rapsis</b>	sēklas	2.0	33.5	<b>16.0</b>	<b>10.2</b>
	salmi		7.5	3.4	22.3
	sēklas + salmi		<b>48.5</b>	22.9	54.8

\*izmantot boldā izceltos rādītājus

**Pievērst uzmanību elementa izteiksmes veidam protokolā!**

Pārrēķināšanai elementa vai oksīda formā izmantojami šādi koeficienti:

P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> * 0.436 = P	P * 2.291 = P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>
K <sub>2</sub> O * 0.830 = K	K * 1.205 = K <sub>2</sub> O
CaO * 0.715 = Ca	Ca * 1.399 = CaO
MgO * 0.603 = Mg	Mg * 1.568 = MgO

## Phosphate, potassium and magnesium

With the fertilizer recommendation for phosphate, potassium and magnesium, the annual nutrient requirements per hectare are expressed for the types of crops specified in the data entry form, for each field section, and for grassland, they are expressed for each specified use. In this regard the specified yield level is taken into account. If the yield quantity is missing or if it is implausible, then a realistic yield (e.g. for WW 70 dt/ha) is used.

### The following must be complied with when calculating the fertilizer quantities:

- The return of P, K and Mg through organic manures must be taken into account in the calculation of the mineral fertilizer quantity. The calculated nutrient return per hectare through livestock farming was based on the information in the data entry form. It is cited on the "Fertilizer Recommendations" sheet under the table (if there are multiple sheets, on the last sheet).
- If you have not entered any other information, for calculation of the fertilizer recommendation it is assumed that straw and leaf remain on the field (= **net recommendations**). For calculation of the plant extraction only the actual, gathered-in main crop is taken into account. In this case, the total requirement of a crop rotation can be determined through simple addition of the net recommendations for the specific crop types of a crop rotation.

If you have indicated in the data entry form that crop residues are gathered in, then in the calculation of the fertilizer quantity, the nutrient requirements for straw and leaf will be added to the requirements of the main harvested crop. In this case the recommendation is a **gross recommendation** that takes the nutrient withdrawal of the entire plant into account. However, if as part of crop rotation, the harvest residues of the preceding crop remain on the field, the nutrients contained therein must be subtracted from the specified fertilizer quantities for the main crop. The values to be taken into account depending on the type of soil and the preceding crop are summarised in the table below. The values are calculated from the specified yield expectations for S and I'S – T. Appropriate corrections must be made for other yields of the preceding crop. For sandy soils the fact that nutrient leaching can occur has been taken into account. **For this reason a gross recommendation is always calculated on sandy soils**; reserve fertilization is not recommended in this case.

Preceding crop (yield expectation for S /I'S –T)	Allowances for harvest residues					
	kg P2O5/ha		kg K2O/ha		kg MgO/ha	
	S	I'S - T	S	I'S - T	S	I'S - T
Winter cereals (60/80dt)	20	25	50	110	10	15
Rapeseed (30/40 dt)	20	25	80	160	10	10
Sugar beet (400/500 dt)	30	40	110	250	30	35
Fodder beet (700/900 dt)	15	20	70	140	35	45
Grain maize (70/80dt)	15	15	80	160	15	15
Potato (350/400dt)	10	10	40	70	15	20
Grain legumes (35/45dt)	10	15	40	80	15	15

Note that through the allowances, e.g. after a foliage crop, the requirements of the succeeding crop can be completely covered through the harvest residues, thus fertilisation is not necessary.

### Crop code

AB	Field bean	SB	Sunflower
AG	Ley grass	SEL	Celery
BLK	Cauliflower	SG	Spring barley
BUB	Bush bean	SGB	Spring malting barley
DK	Spelt	SM	Silage maize
DR	Durum	SMT	Silage maize (TS)
DWG	Perennial rye grass	SO	Other
EB	Peas	SPA	Asparagus
FRG	Fodder beet content	SR	Spring rye
FRM	Fodder beet mass	SW	Spring wheat
GRB	Yellow carrot	TBB	Tobacco, Burley
GR#	Grassland, # uses	TBV	Tobacco, virgin
GUR	Cucumber	TR	Triticale
HA	Oat	WEID	Pasture
HO	Hop	WEK	White cabbage
KA	Potato	WG	Winter barley
KLG	Grass-clover	WGB	Winter malting barley
KM	Grain maize	WR	Winter rye
LP	Lupine	WW	Winter wheat
LUG	Alfalfa	WWB	Brewer's wheat
LUZ	Alfalfa	WWG	Italian rye grass
MW#	Mowing meadow, # cuts	ZR	Sugar beet
MWE	Mowing meadow, extensive	ZWF	Catch crop, gathered in
RKL	Red clover		
RRB	Red carrot	ZWI	Onion
RS	Spring swede rapeseed		
RW	Winter rapeseed		

Additional information is provided on our website [www.agrolab.de](http://www.agrolab.de)

### Classes

A: very low  
B: low  
C: optimal or target  
D: high  
E: very high

### Soil type code

Mineral soil no designation  
Humus soil (org. substance, 4.1-8%) = **h**  
Highly humus soil (org. substance, 8,1-15%) = **hh**  
Half-bog soil (org. subs., 15,1-30%) = **an**  
Moor = **M**

Sand = **S** 0 – 5% clay  
Slightly loamy sand = **I'S** 5 – 12% clay  
Highly loamy sand = **IS** 12 – 17% clay  
Sandy loam = **sL** 17 – 25% clay  
Loam, silty loam = **L / uL** 25 – 35% clay  
Clayey loam = **tL** 35 – 45% clay  
Loamy clay = **IT** 45 – 65% clay  
Clay = **T** > 65% clay

### Land use

A = field H = hop  
W = meadow, pasture, grassland G = garden  
F = forest O = fruit  
R = vine U = other

## Deutsche Akkreditierungsstelle GmbH

### Anlage zur Akkreditierungsurkunde D-PL-20892-01-00 nach DIN EN ISO/IEC 17025:2005

Gültigkeitsdauer: 19.01.2018 bis 18.01.2023      Ausstellungsdatum: 19.01.2018

Urkundeninhaber:

**Agrolab Agrarzentrum GmbH**  
**Zeißstraße 19, 37327 Leinefelde-Worbis**

Prüfungen in den Bereichen:

**ausgewählte physikalische, physikalisch-chemische und chemische Untersuchungen von  
landwirtschaftlich genutzten Böden;  
ausgewählte Untersuchungen von Ölsaaten**

verwendete Abkürzungen: siehe letzte Seite



### Nodrošinājuma grupu rādītāji

Granulometris kais sastāvs	Humuss %		pH				
			A	B	C	D	E
S	(h)	0 - 4	≤ 4,5	4,6 - 4,9	5,0 - 5,6	5,7 - 6,0	≥ 6,1
	h	4,1 - 8	≤ 4,5	4,6 - 4,9	5,0 - 5,4	5,5 - 5,8	≥ 5,9
	sh	8,1 - 15	≤ 4,2	4,3 - 4,6	4,7 - 5,1	5,2 - 5,5	≥ 5,6
	a	15,1 - 30	≤ 3,8	3,9 - 4,2	4,3 - 4,7	4,8 - 5,1	≥ 5,2
	H	> 30	≤ 3,7	≤ 3,7	3,8 - 4,3	≥ 4,4	≥ 4,4
I'S, U	(h)	0 - 4	≤ 4,6	4,7 - 5,3	5,4 - 5,8	5,9 - 6,2	≥ 6,3
	h	4,1 - 8	≤ 4,2	4,3 - 4,9	5,0 - 5,6	5,7 - 6,0	≥ 6,1
	sh	8,1 - 15	≤ 3,9	4,0 - 4,6	4,7 - 5,1	5,2 - 5,5	≥ 5,6
	a	15,1 - 30	≤ 3,6	3,7 - 4,2	4,3 - 4,7	4,8 - 5,1	≥ 5,2
	H	> 30	≤ 3,7	≤ 3,7	3,8 - 4,3	≥ 4,4	≥ 4,4
IU	(h)	0 - 4	≤ 4,9	5,0 - 5,7	5,8 - 6,3	6,4 - 6,7	≥ 6,8
	h	4,1 - 8	≤ 4,5	4,6 - 5,3	5,4 - 5,9	6,0 - 6,3	≥ 6,4
	sh	8,1 - 15	≤ 4,1	4,2 - 4,9	5,0 - 5,5	5,6 - 5,9	≥ 6,0
	a	15,1 - 30	≤ 3,8	3,9 - 4,5	4,6 - 5,1	5,2 - 5,5	≥ 5,6
	H	> 30	≤ 3,7	≤ 3,7	3,8 - 4,3	≥ 4,4	≥ 4,4
IIS, Tu	(h)	0 - 4	≤ 5,0	5,1 - 6,0	6,1 - 6,7	6,8 - 7,2	≥ 7,3
	h	4,1 - 8	≤ 4,6	4,7 - 5,5	5,6 - 6,2	6,3 - 6,6	≥ 6,7
	sh	8,1 - 15	≤ 4,2	4,3 - 5,1	5,2 - 5,8	5,9 - 6,2	≥ 6,3
	a	15,1 - 30	≤ 3,9	4,0 - 4,7	4,8 - 5,4	5,5 - 5,8	≥ 5,9
	H	> 30	≤ 3,7	≤ 3,7	3,8 - 4,3	≥ 4,4	≥ 4,4
sL, ttU	(h)	0 - 4	≤ 5,2	5,3 - 6,2	6,3 - 7,0	7,1 - 7,4	≥ 7,5
	h	4,1 - 8	≤ 4,8	4,9 - 5,7	5,8 - 6,5	6,6 - 6,9	≥ 7,0
	sh	8,1 - 15	≤ 4,4	4,5 - 5,3	5,4 - 6,1	6,2 - 6,5	≥ 6,6
	a	15,1 - 30	≤ 4,1	4,2 - 4,9	5,0 - 5,7	5,8 - 6,1	≥ 6,2
	H	> 30	≤ 3,7	≤ 3,7	3,8 - 4,3	≥ 4,4	≥ 4,4
t'L, tL, uuT, uT, T	(h)	0 - 4	≤ 5,3	5,4 - 6,3	6,4 - 7,2	7,3 - 7,6	≥ 7,7
	h	4,1 - 8	≤ 4,9	5,0 - 5,8	5,9 - 6,7	6,8 - 7,2	≥ 7,3
	sh	8,1 - 15	≤ 4,5	4,6 - 5,4	5,5 - 6,3	6,4 - 6,7	≥ 6,8
	a	15,1 - 30	≤ 4,2	4,3 - 5,0	5,1 - 5,9	6,0 - 6,3	≥ 6,4
	H	> 30	≤ 3,7	≤ 3,7	3,8 - 4,3	≥ 4,4	≥ 4,4

### Fosfors (CAL metode)

Humuss %	Māls %	Granulomet riskais sastāvs	A	B	C	D	E	F
			mg P/100g augsnes					
0 - 8	-5	S	0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 17	18 - 35	> 35
	> 5	I'S - T	0 - 2	3 - 4	5 - 9	10 - 15	16 - 33	> 33
8,1 - 15	-	visi	0 - 2	3 - 6	7 - 12	13 - 19	20 - 39	> 39
> 15		M	mg P/100g augsnes					
			0 - 1	2	3 - 4	5 - 6	7 - 13	> 13

### Kālijs (CAL metode)

Humuss %	Māls %	Granulomet riskais sastāvs	A	B	C	D	E	F
			mg K/100g augsnes					
0 - 8	0 - 5 5,1 - 12 12,1 - 35 > 35	S, U	0 - 2	3 - 4	5 - 8	9 - 14	15 - 50	> 50
		I'S, IU	0 - 3	4 - 7	8 - 12	13 - 24	25 - 60	> 60
		L, t'L, tU, ttU,	0 - 5	6 - 10	11 - 16	17 - 29	30 - 70	> 70
		tL, uT, T	0 - 7	8 - 14	15 - 21	22 - 23	34 - 80	> 80
8,1 - 15	0 - 5 5,1 - 12 12,1 - 35 > 35	S, U	0 - 2	3 - 5	6 - 10	11 - 16	17 - 60	> 60
		I'S, IU	0 - 4	5 - 8	9 - 15	16 - 28	29 - 70	> 70
		L, t'L, tU, ttU,	0 - 6	7 - 12	13 - 20	21 - 33	34 - 80	> 80
		tL, uT, T	0 - 8	9 - 15	16 - 25	26 - 37	38 - 80	> 80
> 15		M	mg K/100g augsnes					
			0 - 3	4 - 6	7 - 12	13 - 24	25 - 50	> 50