

PRAKTISKAS REKOMENDĀCIJAS UN TEHNISKIE RISINĀJUMI ZAĻĀS INFRASTRUKTŪRAS ELEMENTU IEVIEŠANAI LAUKSAIMNIECĪBAS ZEMĒS IZVĒLĒTAJOS RISKA ŪDENSOBJEKTOS



**LIFE GoodWater IP A1 aktivitāte "Sagatavošanās aktivitātes lauksaimniecības radītā
piesārņojuma ar augu barības vielām samazināšanai"**

Jelgava, 2022

Praktiskas rekomendācijas un tehniskie risinājumi zaļās infrastruktūras elementu ieviešanai lauksaimniecības zemēs izvēlētajos riska ūdensobjektos

Atskaites autori: Ainis Lagzdiņš, Artūrs Veinbergs, Sindija Liepa, Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte

© Foto: Ainis Lagzdiņš

Citēšanas paraugs: A. Lagzdiņš, A. Veinbergs, S. Liepa. 2022. Praktiskas rekomendācijas un tehniskie risinājumi zaļās infrastruktūras elementu ieviešanai lauksaimniecības zemēs izvēlētajos riska ūdensobjektos, Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, Jelgava, 29. lpp.

Materiāls tapis integrētā projektā “Latvijas upju baseinu apsaimniekošanas plānu ieviešana laba virszemes ūdens stāvokļa sasniegšanai” (LIFE GOODWATER IP, LIFE18 IPE/LV/000014), kas ir saņēmis finansējumu no Eiropas Savienības LIFE Programmas un Valsts reģionālās attīstības aģentūras.

Informācija atspoguļo tikai LIFE GOODWATER IP īstenotāju redzējumu, un Eiropas Klimata, infrastruktūras un vides izpildaģentūra neatbild par to, kā tiek izmantota šeit paustā informācija.

© Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitāte, 2022

Dokumenta izstrādes lapa	
Dokumenta versijas numurs	v 1.0
Dokumenta plānotais izstrādes datums	06.2022
Dokumenta faktiskais izstrādes datums	06.2022
Dokumenta aktuālās versijas izstrādes datums	06.2022
Projekta aktivitātes/apakšaktivitātes numurs	A1.2.

Kopsavilkums

Zaļās infrastruktūras elementu izvēle katram konkrētajam gadījumam ir atkarīga no konstatētās ūdens kvalitātes problemātikas. Virszemes noteces un saistītās ūdens augsnes erozijas mazināšanai un attīrīšanai piemērotākie zaļās infrastruktūras elementi ir buferjoslas (buffer strips), zālāja ūdensceļi (grassed waterways), ievalkas (swales), sedimentu uztvērēji (sediment traps), infiltrācijas lauki (infiltration trenches), virszemes noteces uztvērēji (surface runoff inlets), barjeras/uztvērēji grāvjos (barriers/traps in ditches). Drenu noteces attīrīšanai ieteicams izmantot inteligentās/integrētās buferjoslas (intelligent/integrated buffers), piesātinātās buferjoslas (saturated buffers), koka šķeldas bioreaktorus (woodchip bioreactors). Zaļās infrastruktūras elementu ierīkošanas vietas un dimensijas ir tiešā veidā atkarīgas no vietai raksturīgajiem apstākļiem – zemes lietojuma veids, sateces baseina izmērs, attīrāmā ūdens apjoms, reljefs un augsnes veids.

Vairāki no atskaitē raksturotajiem zaļās infrastruktūras elementiem uzskatāmi par Latvijā līdz šim nezināmiem ilgtspējīgiem ūdens apsaimniekošanas pasākumiem, kurus var izmantot tuvu ūdens piesārņojuma rašanās avotiem. Zaļās infrastruktūras elementi ir salīdzinoši lēti pasākumi, kurus var ierīkot nelielā mērogā un uzlabot ūdeņu kvalitāti, kas tiek novadīti no lauksaimniecības zemēm, mājdzīvnieku novietnēm un lauksaimnieciskās darbības infrastruktūras objektiem.

Summary

The selection of green infrastructure for each specific case depends on the identified water quality problem. The most appropriate elements of green infrastructure to minimize negative effects of surface runoff and reduce soil erosion are buffer strips, grassed waterways, swales, sediment traps, infiltration trenches, surface runoff inlets, barriers/traps in ditches. It is recommended to use intelligent/integrated buffers, saturated buffers, and woodchip bioreactors to improve water quality leaving agricultural fields via subsurface drainage systems. The locations and dimensions of elements of green infrastructure directly depend on the site-specific conditions such as the land use, catchment area, amount of water needed to be treated, terrain, and type of soil.

Several elements of green infrastructure described in this report can be considered as new practices for sustainable water management in Latvia, which can be used in a close proximity to sources of water pollution. The elements of green infrastructure are relatively inexpensive practices that can be installed on a small scale and improve the quality of water leaving agricultural land, livestock facilities and facilities of agricultural infrastructure.

Satura rādītājs

Kopsavilkums	3
Summary	4
Ievads	6
Zaļās infrastruktūras elementi	8
Ievalkas (swales)	8
Infiltrācijas lauki (infiltration trenches)	9
Sedimentu uztvērēji (sediment traps)	11
Inteliģentās/integrētās buferjoslas (intelligent/integrated buffers)	13
Piesātinātās buferjoslas (saturated buffers)	15
Koka šķeldas bioreaktori (woodchip bioreactors)	17
Praktiskas rekomendācijas zaļās infrastruktūras elementu un mākslīgā mitrāja ierīkošanai Īles apkārtnē	20
Dažādu buferjoslu un zālāja ūdensceļa izveides un apsaimniekošanas risinājumi – ID 1	21
Pazemes plūsmas mākslīgais mitrājs – ID 2	23
Ūdens novadīšanas uzlabošana no regulāri pārmitras platības – ID 3	23
Buferjoslas izveide – ID4	25
Drenāžas aku un virszemes ūdens uztvērēju detalizēta funkcionalitātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana – ID 5, 6, 7, 8, 9.	26
Izmantotā literatūra	29

Ievads

Lai samazinātu slāpekļa un fosfora savienojumu zudumus no lauksaimniecības zemēm, mājdzīvnieku novietnēm un lauksaimnieciskās darbības infrastruktūras objektiem un uzlabotu vispārējo ūdeņu kvalitāti riska ūdensobjektos, ir nepieciešams īstenot darbības un ieviest pasākumus pēc iespējas tuvāk slāpekļa un fosfora savienojumu zudumu rašanās avotiem un apvidiem. Lauksaimniecības zemēs slāpekļa un fosfora savienojumi var nonākt ūdenstecēs un ūdenstilpnēs sekojošos veidos:

- virszemes notecē – veidojas gadījumos, kad intensīva lietus vai sniega kušanas rezultātā pieplūstošā ūdens apjoms un ātrums pārsniedz augsnes infiltrācijas kapacitāti. Paaugstinātam riskam ir pakļautas teritorijas, kuras atrodas izteikta reljefa apstākļos, kuras neklāj veģetācija un kurās sastopamas ūdeni vāji filtrējošas mālainas augsnes. Ar virszemes noteci ūdenstecēs un ūdenstilpnēs palielinātā daudzumā var nonākt augsnes un organiskās vielas daļiņas, kā arī ar daļiņām saistītie slāpekļa un fosfora savienojumi. Papildus virszemes noteces ūdeņi var izraisīt augsnes eroziju, kura atkarībā no augsnes noārdīšanās rakstura lauksaimniecības zemēs var izpausties kā plaknes vai gravu erozija. Virszemes noteces veidošanās ierasti ir epizodiska un īslaicīga;
- drenu notecē – veidojas platībās, kurās ir ierīkotas drenu sistēmas (drenāža). Drenu sistēmas uztver un novada augsnes vai filtrācijas ūdeņus, kā arī pazemina gruntsūdens līmeni, tādējādi mazinot klimatisko apstākļu nelabvēlīgo ietekmi un nodrošinot optimālu augsnes ūdens režīmu lauksaimnieciskās darbības īstenošanai. Ņemot vērā, ka drenu sistēmas uztver un novada ūdeni, kas ir filtrējies cauri augsnes profilam, ar drenu noteci ūdenstecēs un ūdenstilpnēs palielinātā daudzumā var nonākt ūdenī viegli šķīstošās slāpekļa (nitrātu slāpekļi) un fosfora (ortofosfātu fosfors) savienojumu formas. Drenu notecē veidošanās ir raksturīga laika periodam no oktobra līdz aprīlim, kad pazeminātu gaisa temperatūru ietekmē izkritušo nokrišņu iztvaikošana un lauksaimniecības kultūraugu spēja uzņemt ūdeni augšanas procesu nodrošināšanai ir limitēta;
- gruntsūdens notecē – veidojas nokrišņu vai sniega kušanas ūdeņiem infiltrējoties cauri augsnes profilam, līdz tiek sasniegts gruntsūdens līmenis. Gruntsūdens noteci veido nokrišņu daudzums, kas netiek novadīts līdz tuvējai ūdenstecei vai ūdenstilpnei ar virszemes vai drenu noteci. Gruntsūdens notecē nonāk ūdenstecēs un ūdenstilpnēs visa gada garumā bez izteiktām sezonālām izmaiņām, nozīmīga upju noteci veidojoša komponente vasaras un ziemas mazūdens periodos. Gruntsūdens notecē raksturīgas zemas slāpekļa un fosfora savienojumu koncentrācijas, izņēmumi var tikt novēroti lokālā mērogā punktveida piesārņojuma avotu tiešā tuvumā.

Mājdzīvnieku novietnēs un lauksaimnieciskās darbības infrastruktūras objektos, t.sk., mēslošanas līdzekļu, traktortehnikas, augsnes apstrādes agregātu, sējmašīnu, mēslošanas

līdzekļu izkliedētāju un citu tehnikas vienību īslaicīgas vai patstāvīgas uzglabāšanas teritorijas, kurās ir ūdens necaurlaidīgas virsmas un segumi, kā arī ir ierīkotas lietus ūdens savākšanas un novadīšanas sistēmas, raksturīga lietus ūdeņu noteces komponente, kas vairumā gadījumu bez attīrīšanas nonāk virszemes ūdensobjektos. Lietus ūdeņi, kas tiek novadīti no mājdzīvnieku novietnēm un lauksaimnieciskās darbības infrastruktūras objektiem, var saturēt augstas slāpekļa un fosfora koncentrācijas organisku savienojumu veidā.

Zaļās infrastruktūras elementi atkarībā no pieplūstošā ūdens kvalitātes un apjoma, vietai raksturīgā zemes izmantošanas veida, izmantotajiem tehniskajiem risinājumiem, izmēriem un materiāliem, kā arī izvēlētajās ierīkošanas vietas spēj attīrīt virszemes noteci, drenu noteci un lietus ūdeņus. Virszemes noteces attīrīšanai piemērotākie zaļās infrastruktūras elementi ir buferjoslas (buffer strips), zālāja ūdensceļi (grassed waterways), ievalkas (swales), sedimentu uztvērēji (sediment traps), infiltrācijas lauki (infiltration trenches), virszemes noteces uztvērēji (surface runoff inlets), barjeras/uztvērēji grāvjos (barriers/traps in ditches). Drenu noteces attīrīšanai tiek izmantotas inteligentās/integrētās buferjoslas (intelligent/integrated buffers), piesātinātās buferjoslas (saturated buffers), koka šķeldas bioreaktori (woodchip bioreactors). Lietus ūdeņu attīrīšanu iespējams veikt esošajā lietus ūdeņu savākšanas un novadīšanas sistēmā integrējot atsevišķus zaļās infrastruktūras elementus, kuri var nodrošināt priekšattīrīšanu un/vai lietus ūdeņu dalītu novadīšanu. No ēku jumtiem sanākie lietus ūdeņi var tikt novadīti vai infiltrēti tuvējā apkārtnē, attiecīgi ierīkojot ievalkas (swales) vai infiltrācijas laukus (infiltration trenches), tādējādi samazinot attīrāmo lietus ūdeņu apjomu. No ūdens necaurlaidīgajiem segumiem novadītie lietus ūdeņi var tikt attīrīti izmantojot sedimentu uztvērējus (sediment traps) un atsevišķus virszemes noteces uztvērēju risinājumus (surface runoff inlets), tomēr pilnvērtīgākai ūdens attīrīšanai ieteicams izmantot sedimentācijas baseinu kombinācijā ar pazemes plūsmas mākslīgo mitrāju.

Atskaitē apkopota informācija par zaļās infrastruktūras elementiem, kuri var tikt ierīkoti lauksaimniecības zemēs, mājdzīvnieku novietnēs un lauksaimnieciskās darbības infrastruktūras objektos. Zaļās infrastruktūras elementu ierīkošanas vietas un dimensijas ir atkarīgas no konkrētai vieta raksturīgajiem apstākļiem.

Zaļās infrastruktūras elementi

Ievalkas (swales)

Apraksts	Ievalkas ir ar ilggadīgu veģetāciju klātas platās un seklas ieplakas, kas savāc un lēni novada virszemes noteci uz izplūdes vietām. Ievalkas paredzētas, lai novērstu ūdens augsnes eroziju, kuru var izraisīt virszemes notece, ūdeni filtrējot to caur veģetāciju. Ievalkas var būt dabiskas vai cilvēka radītas. Tās uztver sedimentus, veicina infiltrāciju un samazina virszemes noteces ātrumu. Ievalkas var kalpot kā daļa lietussūdens kanalizācijas sistēmas vai tās aizstāt (1. attēls).	
Izmaksas	Būvniecības izmaksas ietver ievalku kontūru izveidi. Ņemot vērā, ka ievalku ierasti tiek ierīkotas dabiskās reljefa ieplakās, ierīkošanas izmaksas ir salīdzinoši zemas.	
	Uzturēšanas izmaksas pārsvarā veido pļaušanas izmaksas. Tā kā visas aktivitātes ir saistītas ar veģetāciju, tad tehniskās apkopes personālam nav nepieciešama īpaša apmācība.	
Efektivitāte	Ūdens plūsma	Vidēja ūdens plūsmas ātruma mazināšana, ko izraisa ievalkas veģetācija un infiltrācija.
	Suspendētās vielas	Augsta suspendēto vielu aizture, jo veģetācija filtrē ūdens plūsmas transportētās augsnes un organiskās vielas daļiņas.
	Kopējais fosfors	Vidēja kopējā fosfora koncentrāciju samazināšana, jo nenozīmīga ietekme uz ūdenī šķīstošo fosfora savienojumu aizturi.
	Kopējais slāpeklis	Vidēja kopējā slāpekļa koncentrāciju samazināšana, jo nenozīmīga ietekme uz ūdenī šķīstošo slāpekļa savienojumu aizturi.
Papildu ieguvumi	Augiem, bezmugurkaulniekiem un putniem tiek izveidota un nodrošināta dzīvotne.	
Faktori, kas ietekmē veikt spēju	- Nav piemērots rūpniecības teritorijām; - Ievalkas ar veģetāciju nevar uzņemt un novadīt lielu ūdens daudzumu. Lielās teritorijas būtu nepieciešams sadalīt mazākās un katru novadīt atsevišķi; - Lai ievalkas funkcionētu pareizi, ir nepieciešama bieža veģetācija; - Ievalkas nevar izbūvēt vietās ar lielu zemes slīpumu; - Ievalkām ir zema efektivitāte, ja plūsmas ātrums ir par lielu un nav atbilstoša veģetācija.	

Kalpošanas ilgums	Vairāk kā 20 gadi, ja tiek uzturēta.
Izbūvēšanas vadlīnijas	- Garenslīpums nedrīkst pārsniegt 2.5%; - Parasti ieteicams izmantot trapecveida ievalkas, bet ir arī citi risinājumi, piemēram, paraboliska, kura varētu nodrošināt labākus rezultātus un kuru būtu vieglāk pļaut, nekā trapecveida ievalkas; - Jāizvēlas dažādi daudzgadīgi augi, kas piemēroti konkrētajiem klimata apstākļiem.
Atrašanās vietas piemērotība	Zālāja ūdensceļu piemērotība būs atkarīga no zemes izmantošanas, apsaimniekotās platības lieluma, augsnes veida, zemes virsmas slīpuma, ievalkas izmēra un slīpuma. Kopumā ievalkas var izmantot vietās, kur sateces platība ir mazāka par 4 ha un zemes virsmas slīpumu nav lielāks par 5%.



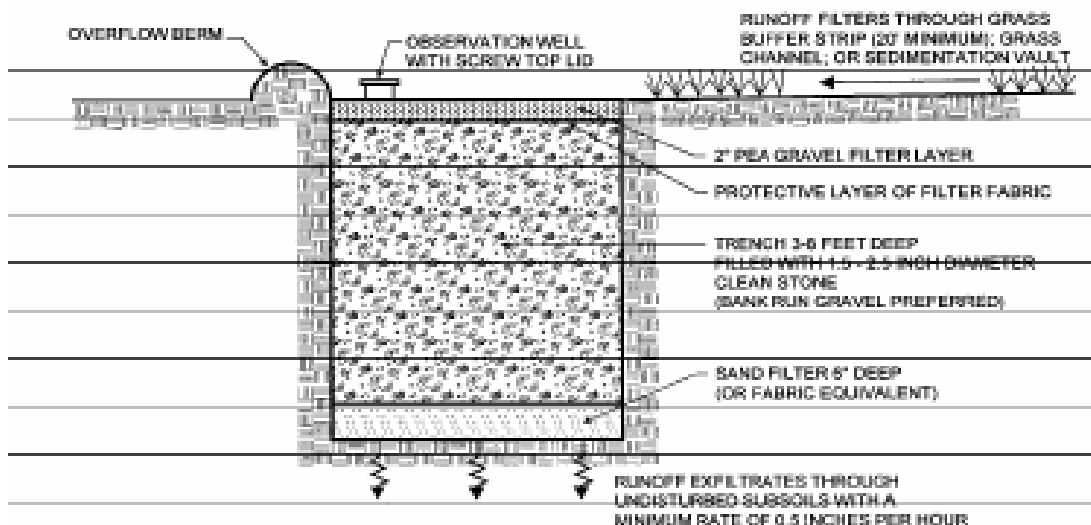
1. attēls. Ievalkas piemērs (Environmental Agency, 2012).

Infiltrācijas lauki (infiltration trenches)

Apraksts	Infiltrācijas lauks ir gara, šaura, ar akmeņiem vai oļiem piepildīta tranšeja, bez izplūdes daļas, kur pieplūstošais ūdens infiltējas augsnē. Infiltrācijas lauki labi darbojas sedimentu un ar tiem saistīto piesārņojošo vielu attīrīšanai. Pirms infiltrācijas lauka būtu nepieciešams izveidot sedimentācijas baseinu vai sedimentu uztvērēju, lai kontrolētu sedimentu ieplūšanu infiltrācijas laukā. Pārāk liels sedimentu daudzums var izraisīt nosprostošanos un infiltrācijas samazināšanos (2. attēls).
----------	--

Izmaksas	Infiltrācijas lauku būvniecības izmaksas ir salīdzinoši dārgas. Infiltrācijas lauki parasti aizņem 2% līdz 3% no sateces baseina platības, kas ir salīdzinoši neliels. Infiltrācijas laukus var ietilpināt šaurās un garās platībās, tādējādi, tās var ietilpināt relatīvi neizmantojamās platībās.	
	Uzturēšanas izmaksas tiek pieņemtas 5% – 20% no būvniecības izmaksām. Reālās vērtības noteikti ir tuvāk 20% sliekšnim, lai nodrošinātu infiltrācijas lauku efektīvu darbību ilgtermiņā.	
Efektivitāte	Ūdens plūsma	Augsts ūdens plūsmas samazinājums, jo lauks sekmē ūdens uztveršanu un infiltrāciju.
	Suspendētās vielas	Augsta aizture.
	Kopējais fosfors	Vidēja aizture.
	Kopējais slāpeklis	Vidēja aizture.
Papildu ieguvumi	- Nodrošina 100% slodzes samazināšanu, kas nonāk ūdenstilpnēs; - Infiltrācijas lauku būtisks ieguvums ir tuvināšana dabiskiem hidroloģiskiem apstākļiem, kad ievērojama daļa no gada vidējā nokrišņu daudzuma infiltrējās augsnē, nevis tieši nonāca virszemes ūdensobjektos; - Brīžos, kad ir palielināts nokrišņu daudzums vai sniega kušanas ūdeņi, tad infiltrācijas lauki var kalpot kā kanāli un uzturēt ūdeni, novēršot plūdu veidošanos.	
Faktori, kas ietekmē veikt spēju	Infiltrācijas lauku darbību var ietekmēt vairāki faktori - augsne, klimats, gruntsūdeņu dziļums, kā arī vietas slīpums, sateces baseina lielums. Infiltrācijas lauki nav piemēroti māla augsnēm, kurām ir zema infiltrācijas kapacitāte.	
Kalpošanas ilgums	Kalpošanas ilgumu var palielināt, veicot rūpīgu ģeotehnisko izpēti pirms būvdarbu veikšanas un plāna izstrādes. Infiltrācijas lauka kalpošanas ilgums palielināsies, ja pirms tā tiks izbūvēts sedimentu uztvērējs, kā arī ierīkota ar veģetāciju klāta buferjosla, kas samazina sedimentu nokļūšanu infiltrācijas laukā. Regulāras apkopes, tostarp aizsērējuma tīrīšana, papildinās tranšejas efektivitāti un kalpošanas ilgumu.	
Izbūvēšanas vadlīnijas	- Nodrošināt sedimentu izgulsnēšanos pirms infiltrācijas lauka (sedimentācijas baseini/sedimentu uztvērēji, buferjosla.), lai samazinātu aizsērēšanās riskus; - Akmeņu diametram ir jābūt 4 - 6 cm; - Ir jāveic novērojumi un aprēķini, lai noteiktu ūdens infiltrācijas ātrumu augsnē;	

	Var ieklāt filtrējošu slāni tieši virs tranšejas virsmas, lai samazinātu piesērēšanas riskus.
Atrašanās vietas piemērotība	- Nav piemēroti rūpniecības teritorijām; - Izbūves lielums nepārsniedz 0.5 ha; - Infiltrācijas laukam ir nepieciešama augsne, kas var nodrošināt infiltrācijas ātrumu aptuveni 13.0 mm/h; - Nav paredzēt izveidot stāvās nogāzēs; - Pastāv gruntsūdeņu piesārņojuma risks ļoti rupjās augsnēs; - Grūti atjaunot infiltrācijas lauka darbību, kad tās ir aizsērējušas.



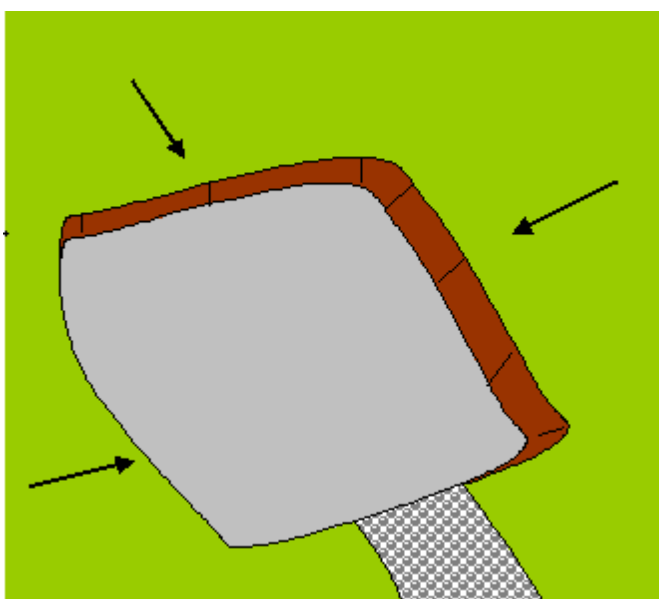
2. attēls. Infiltrācijas tranšejas shematiskais attēlojums (California Stormwater Quality Association, 2003).

Sedimentu uztvērēji (sediment traps)

Apraksts	Sedimentu uztvērējs ir dabisks vai mākslīgi veidots padziļinājums, kas atrodas reljefa ieplakā un kurā akumulējās virszemes notece no tuvējās apkārtnes vai tiek novadīti lietuss ūdeņu no ēku jumtiem un ūdens necaurlaidīgām virsmām noteiktā teritorijā (3. attēls). Sedimentu uztvērēji samazina ūdens plūsmas ātrumu un rada labvēlīgus apstākļus augsnes un organiskās vielas daļiņu izgulsnēšanās procesa norisei. Pēc sedimentu uztvērējā pavadītā laika ūdens tiek novadīts uz tuvējo ūdensteci vai ūdenstilpni, izmantojot ievalkās, sekus grāvjus vai caurules. Sedimentu uztvērējiem var būt dažādas formas un izmēri.
----------	--

Izmaksas	Uzstādīšanas izmaksas ir salīdzinoši zemas, jo ierasti sedimentu uztvērēji tiek būvēti dabiskos reljefa pazeminājumos.	
	Apkopes izmaksas ir zemas. Pārbauda sedimentu uzkrāšanos pēc stipriem nokrišņiem un pēc vajadzības iztīra. Pārbauda vai nav novērojama augsnes izskalošanās izplūdes daļā.	
Efektivitāte	Ūdens plūsma	Vidēja ūdens plūsmas aizture, jo pieplūstošā ūdens akumulācija tiek nodrošināta līdz sedimentu uztvērēja tilpums tiek piepildīts ar ūdeni.
	Suspendētās vielas	Augsta suspendēto vielu aizture, ko nodrošina ūdens plūsmas akumulācija suspendēto vielu izgulsnēšanās.
	Kopējais fosfors	Vidēja kopējā fosfora koncentrāciju samazināšana, jo nenozīmīga ietekme uz ūdenī šķīstošo fosfora savienojumu aizturi. Aizturēti tiek ar augsnes un organiskās vielas daļiņām saistītā veidā esošie fosfora savienojumi.
	Kopējais slāpeklis	Zema kopējā slāpekļa koncentrāciju samazināšana, jo ūdens aiztures laiks ir par īsu, lai notiktu slāpekļa savienojumu pārveidošanās no vienas formas otrā.
Papildu ieguvumi	Sedimentu uztvērēji var palielināt bioloģisko daudzveidību, ja savstarpēji saistīti ar citiem zaļās infrastruktūras elementiem.	
Faktori, kas ietekmē veikt spēju	- Akumulēto augsnes un organiskās vielas daļiņu regulāra apsekošana un nepieciešamības gadījumā tīrīšana. - Pieplūstošā ūdens daudzums, augstāka piesārņojošo vielu aizture, ja ūdens pieplūst vienmērīgi, pilnībā nepiepildot sedimentu uztvērēja tilpumu.	
Kalpošanas ilgums	Kalpošanas ilgums ir atkarīgs no ieplūstoša ūdens kvalitātes.	
Izbūvēšanas vadlīnijas	- Neliela izmēra sedimentu uztvērēji bieži tiek veidoti ar izplūdes daļu, kura stiprināta ar akmeņiem un veģetāciju, kas samazina izskalošanās riskus; - Sedimentu uztvērēja izmērs ir atkarīgs no sateces baseina izmēra, pārtveramā ūdens apjoma, augsnes veida un vēlamās darbības efektivitātes; - Atrašanās vietu vajadzētu izvēlēties, tādu, lai varētu nodrošināt piekļuvi apkopes veikšanai; - Ja izplūdes daļa tiek veidota, izmantojot cauruli, tad caurules izmērs jāizvēlas ar aprēķinu, lai varētu tikt novadīts maksimālais caurplūdums.	

Atrašanās vietas piemērotība	- Ieteicams ierīkot vienā vai vairākās vietās, kur nepieciešama suspendēto vielu uztveršana; - Pastāv iespēja pēc sedimentu uztvērēja ūdeni novadīt uz citiem meliorācijas sistēmu elementiem; - Nepieciešams liels virsmas lakums infiltrācijai un sedimentu uztveršanai; - Mazāk efektīvs smalkāko materiālu uztveršanai; - Piemērots nelielam sateces baseinam.
------------------------------	--

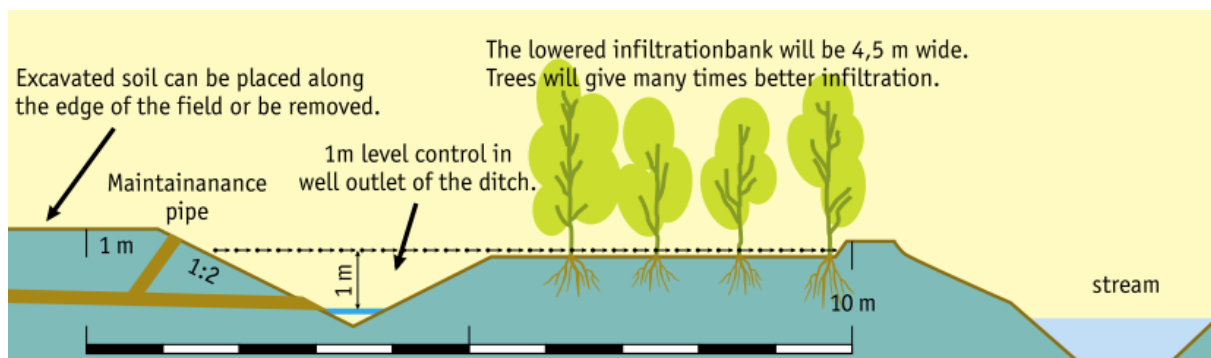


3. attēls. Sedimentu uztvērēja shematiskais attēlojums (Environmental Agency, 2012).

Inteliģentās/integrētās buferjoslas (intelligent/integrated buffers)

Apraksts	Inteliģentās/integrētās buferjoslas tehniskais risinājums sastāv no grāvja, kurā tiek novadīta drenu notece no lauksaimniecības laukiem, kuros ierīkotas drenu sistēmas (drenāža), kam seko palienes daļa, kurā sastādīti ilggadīgi augi un koki, kas dabisku procesu rezultātā patērē ūdeni un attīra no ūdenī šķīstošām slāpekļa un fosfora savienojumu formām (4. attēls). Papildus ūdens filtrējas caur buferjoslu, kur norisinās
----------	--

	denitrifikācijas procesi, kas pārvērš nitrātu slāpekli ($\text{NO}_3\text{-N}$) par slāpekli gāzveida formā (N_2).
Izmaksas	Inteliģento/integrēto buferjoslu ierīkošanas izmaksas ir atkarīgas no konkrētai ierīkošanas vietai raksturīgajiem apstākļiem, kur kā nozīmīgākais aspekts minams pieplūstošā ūdens apjoms, jo no tā ir atkarīgas buferjoslas dimensijas, t.sk., garums un platums.
Efektivitāte	Pētījumu rezultāti Dānija liecina, ka buferjoslas samazina kopējā slāpekļa zudumus par 20% - 62% un kopējā fosfora zudumus par 45% - 74%. Inteliģentās buferjoslas nodrošina ūdens attīrīšanu visa gada garumā, austākā efektivitāte novērojama vasaras mēnešos (Van't Veen et al., 2019).
Papildu ieguvumi	• Palielināta bioloģiskā daudzveidība buferjoslas zonā, jo buferjoslas platībā iespējams iesēt dažādus ilggadīgus augus, kā arī sastopamas patstāvīgi un periodiski mitras platības; • Ja buferjosla tiek ierīkota izteikta reljefa apstākļos, buferjosla var uztvert un attīrīt virszemes noteci.
Faktori, kas ietekmē veikt spēju	• Pieplūstošā ūdens apjoms un regularitāte, kā arī kvalitāte; • Buferjoslas augsnes hidrofizikālās īpašības, no kurām nozīmīgākā ir ūdens filtrācijas kapacitāte; • Organiskās vielas saturs buferjoslas augsnē, jo ietekmē denitrifikācijas procesu norisi.
Kalpošanas ilgums	Atkarīgs no buferjoslai pieplūstošo ūdeņu kvalitātes – ja ūdeņi satur augstas suspendēto vielu koncentrācijas, periodiski nepieciešama grāvja tīrīšana.
Izbūvēšanas noteikumi	• Lai izbūvētu inteliģento buferjoslu ir nepieciešams drenu kolektors, kurš ir jāpārtver pirms ieplūšanas ūdenstecē vai ūdenstilpnē; • Nepieciešams apzināt infiltrācijas platību; • Nepieciešams izveidot grāvi un palienes daļu; • Palienes daļā ir jāsastāda ilggadīgie augi un koki; • Inteliģentās buferjoslas un drenētās lauksaimniecības zemes platības attiecībai jābūt no 1:1000 (0.1%) līdz 1:100 (1%), tas ir atkarīgs no augsnes īpašībām un drenu noteces apjoma un kvalitātes; • Buferjoslas veidojamās vietās, kur zemes slīpums veicina ūdens kustību caur buferjoslu tuvējās ūdensteces vai ūdenstilpnes virzienā.
Atrašanās vietas piemērotība	Pasākums īpaši piemērots vietām, kurās ir potenciāls uzņemt un attīrīt drenu noteci, kura satur augstas ūdenī šķīstošās slāpekļa un fosfora savienojumu formas, buferjoslas augsnē ir augsts organiskās vielas saturs, vieta atrodas mērena reljefa apstākļos.

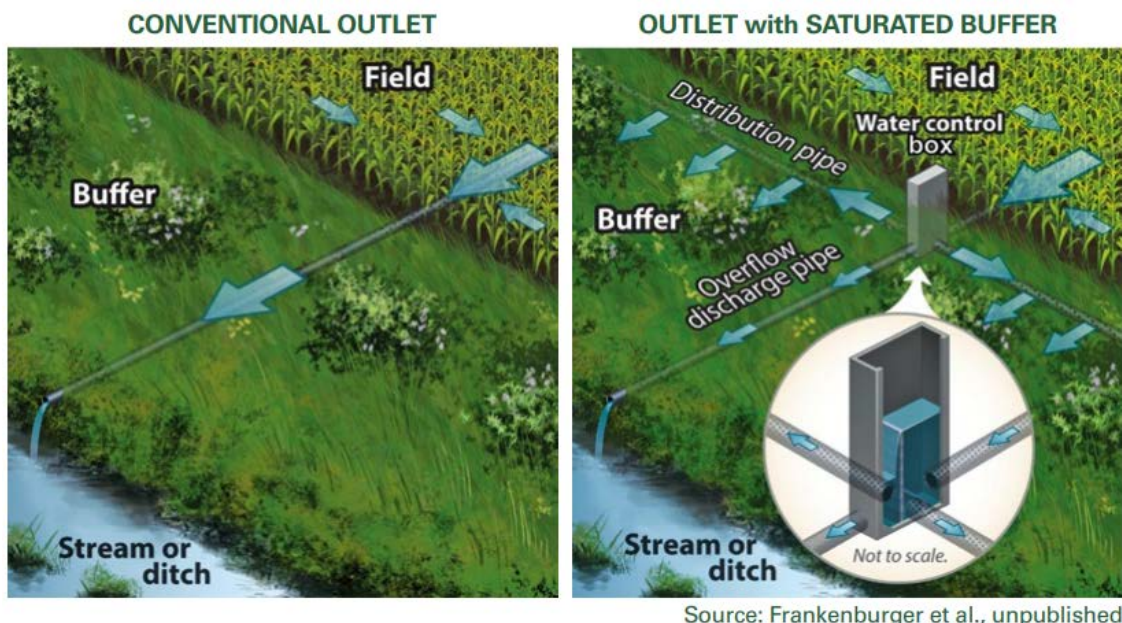


4. attēls. **Inteliģentās/integrētās buferjoslas shematisks attēlojums** (Flemming et al., 2019).

Piesātinātās buferjoslas (saturated buffers)

Apraksts	Piesātinātās buferjoslas ir drenu noteces pārtveršana un izkļiede ar ilggadīgu veģetāciju klātā buferjoslā, kas atrodas starp lauksaimniecības zemēm un ūdenstecēm vai ūdenstilpnēm. Piesātinātās buferjoslas attīra ūdeni primāri no ūdenī šķīstošām slāpekļa (nitrātu slāpekļi) un fosfora (orto-fosfātu fosfors) savienojumu formām pirms novadīšanas virszemes ūdensobjektos.
Izmaksas	Izmaksas ir atkarīgas no konkrētās vietas, kur paredzēts ierīkot piesātinātās buferjoslas, kur kā nozīmīgākā mainīgā izmaksu pozīcija minama izkļiedes caurules diametrs un garums.
Efektivitāte	Pētījumu rezultāti ASV liecina, ka piesātinātajās buferjoslās nitrātu slāpekļa aizture var būt robežās no 60 % līdz 90% (Jaynes et al., 2018).
Papildu ieguvumi	• Samazina ūdenī šķīstošo slāpekļa un fosfora savienojumu koncentrācijas notecē no drenētām lauksaimniecības zemēm; • Samazina no lauksaimniecības zemēm novadītā ūdens apjomu; • Nodrošina dzīvotni un uzlabo savvaļas putnu un dzīvnieku migrācijas iespējas, palielina bioloģisko daudzveidību, kā arī ainavas daudzveidību; • Ja piesātinātā buferjosla tiek ierīkota izteikta reljefa apstākļos, buferjosla var uztvert un attīrīt virszemes noteci, aiztur augsnes un organiskās vielas daļiņu, kā arī ar tām saistīto slāpekļa un fosfora savienojumu nonākšanu ūdenstecēs vai ūdenstilpnēs.
Faktori, kas ietekmē veikt spēju	Smilšainas augsnes nav piemērotas piesātinātās buferjoslas izveidei. Ja piesātinātā buferjosla tiek izveidota smilšainā augsnē, tad novadītais ūdens pārāk ātri filtrēsies cauri buferjoslas augsnei. Piesātināto

	buferjoslu ierīkošanai nav piemērotas arī mālainas augsnes, jo tajās ūdens filtrācija notiek pārāk lēni, kā rezultātā cauri buferjoslas augsnei tiks izfiltrēts neliels ūdens apjoms. Lai nodrošinātu denitrifikācijas procesu norisi, buferjoslas augsnē organiskās vielas saturam ir jābūt augstākam par 1%.
Kalpošanas ilgums	Piesātinātajām buferjoslām pēc izbūves nepieciešama minimāla apkope, vismaz reizi gadā būtu nepieciešams pārbaudīt un iztīrīt kontrolaku no dažādiem veida sanesumiem. Nedrīkst pieļaut krūmu un koku augšanu izkļiedes caurules tuvumā, attiecīgi nepieciešams buferjoslas platību regulāri pļaut.
Izbūvēšanas vadlīnijas	• Vienas kontrolakas būvniecība ūdens plūsmas regulēšanai uz izkļiedes caurulēm un pārplūdes cauruli; • Ūdens izkļiedi ar ilggadīgu veģetāciju klātā buferjoslā nodrošina paralēli tuvējai ūdenstecei vai ūdenstilpnei izbūvējot perforētu cauruli; • Maksimālos caurplūdumus novada izmantojot neperforētu pārplūdes cauruli.
Atrašanās vietas piemērotība	• Vietā, kurā vēlas izveidot piesātināto buferjoslu, ir nepieciešams eksistējošs drenu kolektors un drenu kolektora izteka; • Ūdens izkļiedes caurulēs ir jānodrošina pietiekama ūdens plūsma, lai piesātinātā buferjosla varētu funkcionēt; • Jāizvēlas vieta, kur augsne no organiskās vielas satura viedokļa ir piemērota denitrifikācijas procesu norisei, no augsnes granulometriskā sastāva un ūdens filtrācijas kapacitātes viedokļa piemērotākās ir smilšmāla vai mālsmilts augsnes.

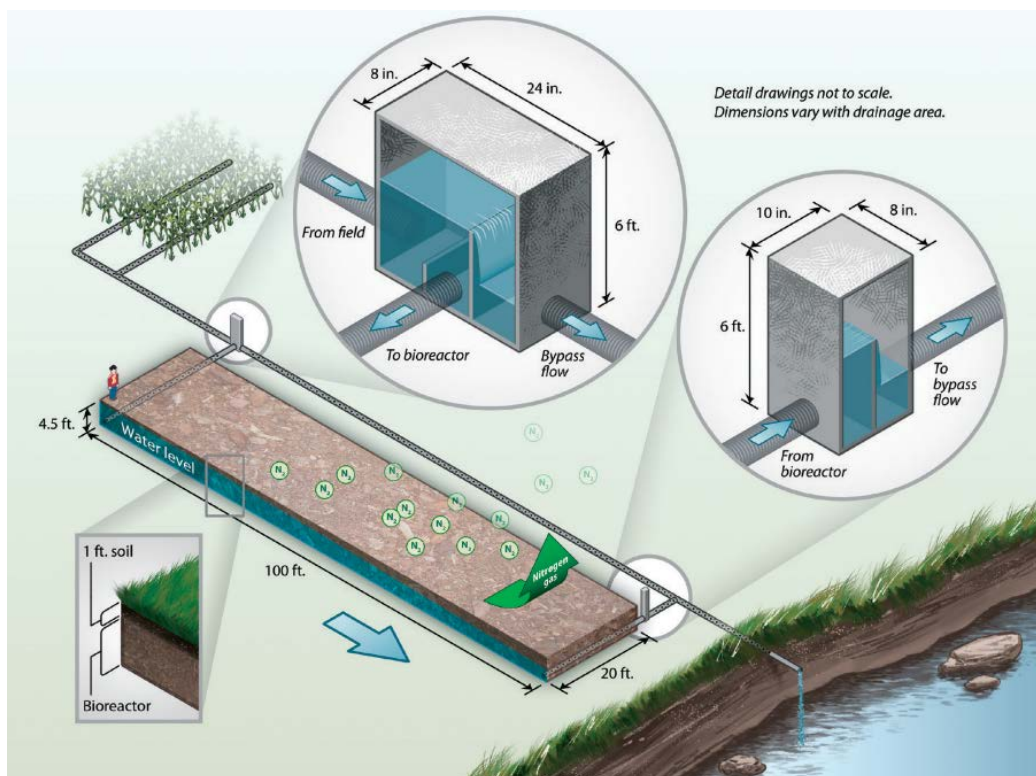


5. attēls. Piesātinātās buferjoslas shematisks attēlojums (Iowa State University, 2017).

Koka šķeldas bioreaktori (woodchip bioreactors)

Apraksts	Drenu notece tiek novadīta uz tranšeju, kas pildīta ar koka šķeldas filtru, kurā tiek nodrošināta pazemes ūdens plūsma un sekmēta denitrifikācijas procesu norise. Denitrifikācijas procesu ietvaros nitrātu slāpeklis ($\text{NO}_3\text{-N}$) tiek pārveidots par slāpekli gāzveida formā (N_2). Baktērijas, kuras atrodas bioreaktorā, izmanto koka šķeldu (oglekli) kā barības avotu un elpošanas procesu nodrošināšanai izmanto nitrātu slāpekļī esošo skābekli. Bioreaktorā tiek uzturēti anaerobi (limitēta skābekļa) apstākļi, kas veicina denitrifikācijas procesu pilnvērtīgu norisi.
Izmaksas	Izmaksas ir atkarīgas no koka šķeldas bioreaktora izmēriem, no kuriem ir atkarīgs nepieciešamo darbu un materiālu apjoms.
Efektivitāte	ASV veikto pētījumu rezultāti liecina, ka koka šķeldas bioreaktori gada ietvaros spēj samazināt nitrātu slāpekļa zudumus par 15% -līdz 60%, atkarībā no bioreaktora, drenu sistēmas, meteoroloģiskajiem apstākļiem attiecīgajā gadā, kā arī ūdens uzturēšanās laika un ūdens temperatūras (Christianson L., Helmers M., 2011).
Papildu ieguvumi	Nodrošina efektīvu nitrātu slāpekļa samazinājumu notecē no drenētām lauksaimniecības zemēm;

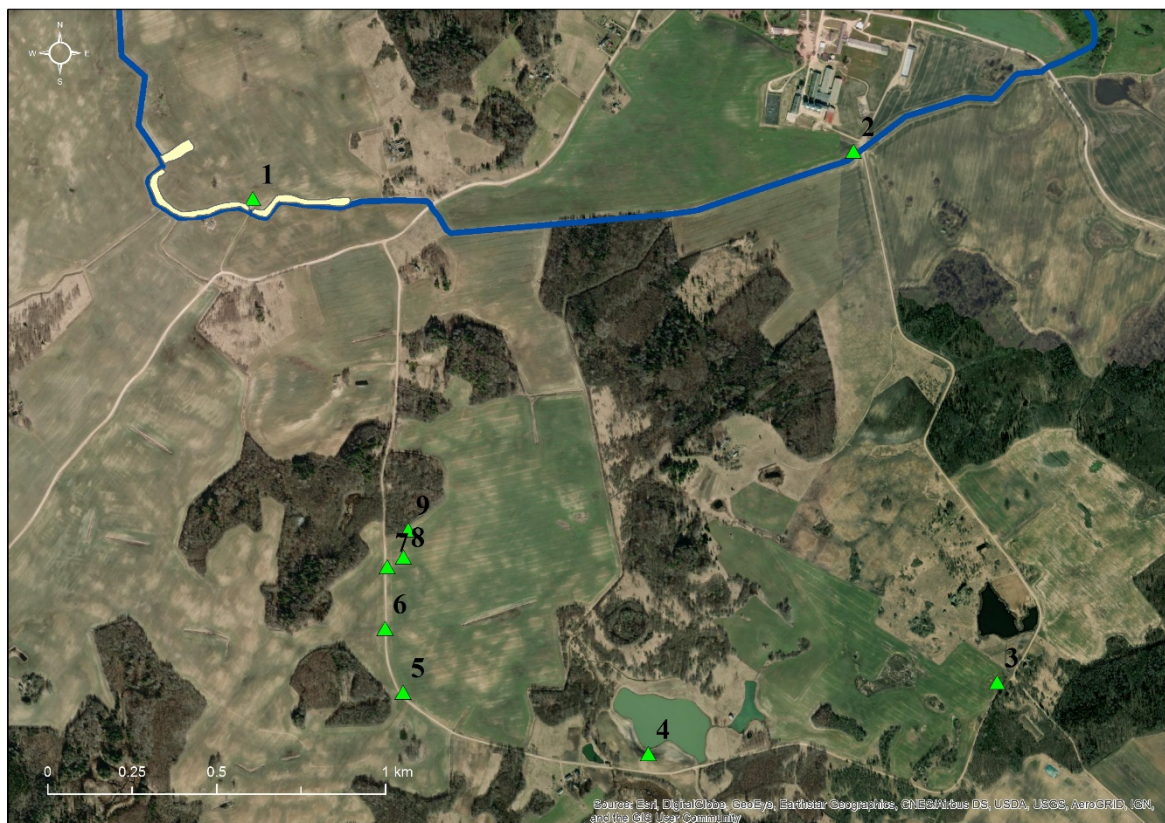
	• Bioreaktorus var izmantot arī fosfora savienojumu un bakterioloģiskā piesārņojuma samazināšanai ūdenī; • Izveidošanai nav nepieciešama liela platība, tos var izveidot mazās platībās, kas izvietotas lauka malā vai starp diviem laukiem.
Faktori, kas ietekmē veikt spēju	Viens no faktoriem, kas ietekmē koka šķeldas bioreaktora darbību ir koka šķeldas izmēri, tiem vajadzētu būt izmēros no 1 līdz 5 cm. Ja tiek izmantota pārāk maza izmēra šķelda, var samazināties ūdens caurlaidība caur filtru, kas samazinās attīrītā ūdens apjomu un nitrātu slāpekļa attīrīšanas efektivitāti.
Kalpošanas ilgums	Provizorisks koka šķeldas bioreaktora kalpošanas ilgums ir 15 līdz 20 gadi. Ja konstatēta ievērojama darbības efektivitātes samazināšanās vai traucēt ūdens filtrācija, koka šķelda ir jānomaina. Kalpošanas ilgumu samazinās, ja tiek izmantota šķelda, kuras sastāvā ir koku lapas un skujuas, jo tās ātri degradējas. Ja sateces baseinā, no kura tiek novadīti ūdeņi uz koka šķeldas bioreaktoru, ir ierīkoti virszemes noteces uztvērēji, kas drenu sistēmā ievada virszemes noteci, tad bioreaktora ieplūdes daļā pastāv aizsērēšanas risks.
Izbūvēšanas vadlīnijas	• Ūdens plūsmas filtrācijai tiek izmantots koka šķeldas filtrs; • Koka šķeldai jābūt izmēros 1 – 5 cm; • Gultne tiek veidota taisnstūra vai kvadrāta formā; • Var tikt izveidotas ūdens plūsmu regulējošas barjeras; • Gultnes dziļumam jābūt ne mazākam par 1.2 m; • Jāizbūvē divas kontrolakas ūdens plūsmas regulēšanai ieplūdes un izplūdes daļā; • Izbūves vietā drenu kolektoram jāatrodas pēc iespējas tuvāk ietecei dabiskā vai regulētā ūdenstecē vai ūdenstilpnē.
Atrašanās vietas piemērotība	• Nosusināmās platība nepārsniedz 30 ha; • Bioreaktorus var izbūvēt lauka malās, kur atrodas buferjoslas vai lauksaimniecībā neizmantojama zeme.



6. attēls. Koka šķeldas bioreaktora shematiskais attēlojums (Christianson L., Helmers M., 2011).

Praktiskas rekomendācijas zaļās infrastruktūras elementu un mākslīgā mitrāja ierīkošanai Īles apkārtnē

Sadarbībā ar biedrības “Zemnieku saeima” un SIA “Latvi Dan Agro” cūku audzēšanas kompleksa “Avoti” pārstāvjiem, Latvijas Biozinātņu un tehnoloģiju universitātes pārstāvji veica Īles ciema apkārtnes apsekošanu, lai novērtētu potenciālās zaļās infrastruktūras elementu un mākslīgā mitrāja ierīkošanas vietas. 7. attēlā norādītas vietas, kuras tika izvēlētas kā piemērotas zaļās infrastruktūras elementu un mākslīgā mitrāja ierīkošanai, attiecīgi sagatavotas rekomendācijas katrai konkrētai vietai.



7. attēls. Zaļās infrastruktūras elementiem un mākslīgā mitrāja ierīkošanai piemērotas vietas.

3.1. tabulā sniegts zaļās infrastruktūras elementu un mākslīgā mitrāja ierīkošanai piemēroto vietu raksturojums.



3.1.tabula. Zaļās infrastruktūras elementu un mākslīgā mitrāja ierīkošanai piemēroto vietu raksturojums

Id	Ūdens apsaimniekošanas pasākums
1	Dažādu buferjoslu un zālāja ūdensceļa izveides un apsaimniekošanas risinājumi
2	Pazemes plūsmas mākslīgais mitrājs
3	Ūdens novadīšanas uzlabošana no regulāri pārmitras platības
4	Buferjoslas izveide
5	Drenāžas aku un virszemes ūdens uzvērēju detalizēta funkcionalitātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana
6	Drenāžas aku un virszemes ūdens uzvērēju detalizēta funkcionalitātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana
7	Drenāžas aku un virszemes ūdens uzvērēju detalizēta funkcionalitātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana
8	Drenāžas aku un virszemes ūdens uzvērēju detalizēta funkcionalitātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana
9	Drenāžas aku un virszemes ūdens uzvērēju detalizēta funkcionalitātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana

Dažādu buferjoslu un zālāja ūdensceļa izveides un apsaimniekošanas risinājumi – ID 1

Iespējamās buferjoslu ierīkošanas vietas apskatāmas 8. attēlā. Rekomendētie buferjoslu ierīkošanas varianti ir sekojoši:

1. variants – rugaine, kur veģetācija izveidojas dabiskā ceļā;
2. variants – bioloģiskā daudzveidības nodrošināšanai buferjoslā tiek iesēti daudzgadīgo zālaugu maisījums;
3. variants – ar ilggadīgo zālāju klāta josla (zālāja ūdensceļš/grassed waterway). Aptuveni 70 m garumā un 12 m platumā ar ilggadīgo zālāju apsēta josla, kas novērš virszemes noteces veidošanos un augsnes daļiņu noskalošanos dabiskajās ieplakās, kurās akumulējās ūdens no pauguru nogāzēm. Platības pirms un pēc zālāja ūdensceļa ierīkošanas attēlotas 9. un 10. attēlos (piemēri no ASV).



8. attēls. Buferjoslu ierīkošanai piemērotas vietas.



9. attēls. Piemērs pirms zālāja ūdensceļa ierīkošanas
 (https://www.canr.msu.edu/news/grassed_waterways_can_help_maintain_soil_quality_and_productivity).





10. attēls. Piemērs pēc zālāja ūdensceļa ierīkošanas

(https://www.canr.msu.edu/news/grassed_waterways_can_help_maintain_soil_quality_and_productivity).

Pazemes plūsmas mākslīgais mitrājs – ID 2

Pazemes plūsmas mākslīgo mitrāju vēlams izveidot kombinācijā ar sedimentācijas baseinu, kurā izgulsnētos ūdens nestās augsnes un organiskās vielas daļiņas, ja tādas novērojamas lietus ūdens novadīšanas sistēmā. Mākslīgā mitrāja un sedimentācijas baseina dimensijas un mitrājā izmantojamais substrāts ir atkarīgs no ūdeņu kvalitātes.

Lai varētu aprēķināt potenciālo mākslīgajam mitrājam pieplūstošā ūdens apjomu un tādējādi arī būves dimensijas, būtu nepieciešams apzināt jumtu un cieto segumu platību. Topogrāfijas plāna pieejamība ļaus novērtēt kritumus un ūdens paštecības iespējamību.

Ūdens novadīšanas uzlabošana no regulāri pārmitras platības – ID 3

Ūdens novadīšanas funkcijas uzlabošana ieplakā, ietverot kontrolakas tīrīšanu, taču ļoti iespējams arī pilnīgu atjaunošanu.

Iespējamie darbību varianti:

1. variants – visā ieplakas garumā ierīkojama papildus дрена, lai novērstu ilgstošu pārmitru apstākļu veidošanos. Akā tiek nodrošināta iespēja virszemes noteces novadīšanai. Lai novērstu augsnes un organiskās vielas daļiņu tiešu nonākšanu akā, apkārt akai izveidojama ilggadīgā zālāja josla 5-7 m platumā.

2. variants – visā ieplakas garumā ierīkojama papildus drena, lai novērstu ilgstošu pārmitru apstākļu veidošanos. Akā tiek nodrošināta iespēja virszemes noteces novadīšanai. Lai novērstu augsnes un organiskās vielas daļiņu tiešu nonākšanu akā, visā ieplakas platībā sējams ilggadīgais zālājs;

Papildus 11. attēlā redzamajā nogāzē izveidojamas eksperimentālas ilggadīgā zālāja joslas, kas dotu iespēju novērtēt dažādu augu un joslu platumu ietekmi uz virszemes noteces veidošanos.



11. attēls. Regulāri pārmitra platība un izteiktais reljefs lauksaimniecības zemēs.

Buferjoslas izveide – ID4

Buferjoslas izveide, kas ietvertu ilggadīgo zālāju maisījuma sējumu 6 m platumā no ūdenstilpnes krasta, kas atsevišķos posmos tiktu pļauts vienu vai vairākas reizes gadā.



12. attēls. Buferjoslas izveide gar ūdenstilpni.

Drenāžas aku un virszemes ūdens uzvērēju detalizēta funkcionālītātes pārbaude un nepieciešamības gadījumā uzlabošana – ID 5, 6, 7, 8, 9.

Visas vietās, kur meliorācijas sistēmas šķērso ceļu un abās ceļa pusēs ierīkotas kontrolakas, vai ierīkoti virszemes ūdens uzvērēji, nepieciešams veikt detalizētu funkcionālītātes pārbaudi un nepieciešamības gadījumā atjaunošanu, kas nodrošinātu liekā ūdens novadīšanas uzlabojumus. Papildus visās vietās tiktu izmantoti šķembu un oļu bērumi un izveidotas nelielas zālāja joslas, lai samazinātu augsnes un organiskās vielas daļiņu nonākšanu drenu sistēmā. Vairumā gadījumu apsekotajās vietās konstatēti funkcionālītātes traucējumi (13., 14., 15. attēls).



13. attēls. Meliorācijas sistēmas funkcionālītātes traucējumi, ID 5.



14. attēls. Meliorācijas sistēmas funkcionalitātes traucējumi, ID 6.



15. attēls. Meliorācijas sistēmas funkcionalitātes traucējumi, ID 7.

Izmantotā literatūra

1. Bender, M., Scafer, T., Mazza, L., Bruckmann, T., Lenz, J., Koppen, L., Linder, M. 2019. AGRI-WATER-NEXUS: Agriculture practices that protect water. European Environmental Bureau (EEB).
2. California Stormwater Quality Association. 2003. Stormwater Best Management Practice Handbook.
https://www.casqa.org/sites/default/files/BMPHandbooks/BMP_NewDevRedev_Complete.pdf
3. Christianson, L., Helmers, M. 2011. Woodchip Bioreactors for Nitrate in Agricultural Drainage. Iowa State University.
4. Environmental Agency. 2012. Rural Sustainable Drainage Systems.
https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/291508/scho0612buwh-e-e.pdf
5. Flemming, G., Zak, D., Feuerbach, P., Strand, J. 2019. Intelligent Buffer Zones - a solution for water and phosphorous retention and nitrogen removal. http://www.wrrl-info.de/en/docs/wrrl_factsheet_intelligentbufferzone_2019.pdf
6. Iowa State University (2017). Cleaning Iowa's Waters with Saturated Buffers in Iowa Watersheds. <https://store.extension.iastate.edu/product/Cleaning-Iowas-Waters-with-Saturated-Buffers-in-Iowa-Watersheds>
7. Jaynes, D., Reinhart, B., Isenhardt, T., Hay, C., Jacquemin, S., Kjaersgaard, J., Nelson, K., Utt, N. 2018. Questions and Answers about Saturated Buffers for the Midwest. <https://store.extension.iastate.edu/product/Questions-and-Answers-about-Saturated-Buffers-for-the-Midwest>
8. Natural Resources Conservation Service. 2020. Saturated Buffer – Conservation Practice Standard. https://www.nrcs.usda.gov/sites/default/files/2022-09/Saturated_Buffer_604_CPS_9_2020.pdf
9. Soil and Water Conservation Society. Saturated Buffer Facts
<https://www.swcs.org/resources/conservation-media-library/saturated-buffer-facts>
10. Van't Veen S.G.W., Zak D., Ovesen N.B., Kronvang B., Jensen H.S., 2019. Intelligente bufferzoner. Aarhus University, Denmark.
11. Veidemane K., Brēmere I., 2018. Rokasgrāmata par videi draudzīgu elementu ierīkošanu meliorācijas sistēmās. Jelgava: Jelgavas tipogrāfija. <https://www.zemgale.lv/informativie-materiali/category/25-dazadi>