



# Vandens apsaugos įrenginiai melioraciniam tinkle ir vandens sulaikymas miškuose

2021-05-07



### **Autorius**

Leena Finér, Laura Härkönen, Juha Jämsén, Samuli Joensuu, Antti Leinonen, Elisabet Andersson, Anneli Ågren, Dovilė Čiuldienė, Zane Lībiete, Anja Lomander, Edward Pierzgalski, Eva Ring and Ulf Sikström (iš anglų kalbos vertė Dovilė Čiuldienė)

### **Priekinis viršelis**

Fotografija: Anja Lomander

---

# Turinys

|                                                                       |           |
|-----------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Santrauka</b>                                                      | <b>4</b>  |
| Įžanga                                                                | 4         |
| Santrauka suomių kalba                                                | 4         |
| <b>MTP ir vandens apsauga</b>                                         | <b>5</b>  |
| Įvadas                                                                | 5         |
| Vandens apsaugos konstrukcijų įrengimo planavimas                     | 5         |
| MTP poreikis miško teritorijoje                                       | 5         |
| Sausinamosios vietos žemėlapis                                        | 6         |
| Vandens apsaugos planavimas                                           | 8         |
| Darbų planavimas                                                      | 8         |
| Vandens apsaugos priemonių planavimas                                 | 8         |
| Nevalyti grioviai ir jų atkarpos                                      | 9         |
| Sedimentacinės duobės                                                 | 10        |
| Dugno užtvankos                                                       | 11        |
| Kontroliuojamas drenažas                                              | 13        |
| (Šlapynės) Wetland buffers                                            | 17        |
| Sedimentaciniai tvenkiniai                                            | 20        |
| <b>Vandens tėkmės greičio kontrolė ir vandens sulaikymas miškuose</b> | <b>24</b> |
| Įvadas                                                                | 24        |
| Nuolatinės užtvankos                                                  | 24        |
| Užtvankų konstrukcijos su vandens lygio reguliavimu                   | 26        |
| Sulaikymo tvenkiniai                                                  | 27        |
| Hidrologinių sąlygų atkūrimas sausintuose durpynuose                  | 29        |
| <b>Sąvokų sąrašas</b>                                                 | <b>30</b> |
| <b>Literatūra</b>                                                     | <b>32</b> |
| <b>Priedas 1</b>                                                      | <b>33</b> |

---

# Santrauka

Sausinamosios melioracijos tinklo palaikymo (MTP) miškuose tikslas – skatinti medžių augimą ir didinti jų metinį prieaugį. MTP apima veiklas, kuriomis siekiama pagerinti melioracinės sistemos būklę. MTP turėtų būti ekonomiškai naudingas, o atsiradęs žalingas poveikis vandens kokybei turėtų būti kuo mažesnis. Prieš atliekant MTP darbus pirmiausiai reikėtų atsižvelgti į vandens apsaugą. Šiame darbe pateikiamos techninės instrukcijos ir naudojamos medžiagos vandens apsaugos konstrukcijoms statyti. Ši ataskaita yra išversta iš anglų kalbos ir originali darbo versija yra publikuota anglų kalba (Finér et al. 2020). Šiame darbe yra aptariami vandens apsaugos įrenginiai yra išsamiai aprašyti ataskaitoje „WAMBAF –Sausinamosios melioracijos tinklo priežiūros geroji patirtis siekiant geros vandens kokybės Baltijos jūros regione“ (Finér et al. 2018). Vandens apsaugos įrenginių pagrindinis tikslas yra sumažinti vandenyje suspenduotų kietųjų dalelių (SS), azoto (N) ir fosforo (P) padidėjusią pernašą į žemupio vandenį. Be to paskutiniuose skyriuose yra pateikiami vandens sulaikymo miškuose konstrukcijų pavyzdžiai ir schemos. Dėl klimato pokyčių vandens sulaikymas miškuose klausimas taps vis aktualesnis.

## Įžanga

Šis vadovas yra parengtas projekto WAMBAF Tool Box („Vandens valdymo Baltijos jūros regiono miškuose priemonių paketas“) projekto vykdymo metu. Projektas finansuotas iš Europos Sąjungos Baltijos regiono Interreg programos lėšų (2019 balandžio mėn. - 2021 vasario mėn.). WAMBAF Tool Box projektas yra projekto WAMBAF (2016-2019) tęsinys, kurio tikslas buvo spręsti vandens telkinių kokybės problemas susijusias su miškininkavimu Baltijos jūros regione. Pirmuosius šio vadovo poskyrius (1.3.1 ir 1.3.5) parašė Antti Leinonen, Laura Härkönen (1.3.2 ir 1.3.6) bei Juha Jämsén (1.3.4). Šio darbo 2 skyriaus pagrindinis autorius yra Edward Pierzgałski. Leena Finér redagavo tekstą ir sudarė vadovą, prie kurio rašymo prisidėjo visi bendraautorai. Iš anglų kalbos vertė Dovilė Čiuldienė. Originali šio darbo versija yra publikuota anglų kalba (Finér et al. 2020).

Raktiniai žodžiai: dugno užtvanka, griovių valymas, vandens tėkmės valdymas, durpynas, atkurta šlapynė, sulaikymas, tvenkinys, sedimentacinė duobė, sedimentacinis tvenkinys, nevalytas griovys, vandens apsauga, šlapynės buferinė zona.

## Santrauka suomių kalba

Ojia kunnostetaan suometsissä puuston kasvun ylläpitämiseksi ja/tai sen lisäämiseksi. Ojien kunnostuksella parannetaan kuivatustilaa alueilla, joissa korkealla oleva pohjavesipinta heikentää puuston kasvua. Ojien kunnostuksen tulee olla taloudellisesti kannattavaa ja sen haitalliset vesistövaikutukset tulee minimoida. Vesiensuojelu on huomioitava jo ojien kunnostustarvetta arvioitaessa. Tässä julkaisussa annetaan ohjeita vesiensuojelurakenteiden rakentamiseen ja materiaalien valintaan. Vesiensuojelurakenteet on tarkemmin kuvattu julkaisussa ” WAMBAF – Hyvät käytännöt kunnostusojituksen vesiensuojeluun Itämeren alueelle” (Finér ym. 2019). Vesiensuojelurakenteiden tarkoituksena on vähentää kiintoaineen sekä typen ja fosforin huuhtoutumista vesistöihin ojien kunnostuksen aikana ja sen jälkeen. Tässä julkaisussa annetaan myös esimerkkejä rakenteista, joita voi käyttää veden pidättämiseen metsäalueilla. Veden pidättämisen tarpeen on arvioitu lisääntyvän tulevassa ilmastossa.

---

# MTP ir vandens apsauga

## Įvadas

Sausinamosios melioracijos tinklo palaikymo (MTP) miškuose tikslas – skatinti medžių augimą ir didinti jų metinį prieaugį. MTP turėtų būti ekonomiškai naudingas, o atsiradęs žalingas poveikis vandens kokybei turėtų būti kuo mažesnis. Prieš planuojant ir atliekant MTP darbus pirmiausiai reikėtų atkreipti dėmesį, kaip užtikrinti tinkamą paviršinio vandens apsaugą. Minėti klausimai detaliai buvo aptarti ataskaitos 1 priede (Finér et al., 2018).

Šiame vadove yra detalai nagrinėjamos, praėjusioje ataskaitoje (Finér et al., 2018) apibendrintos, vandens apsaugos priemonių įrengimo techninės instrukcijos. Vandens apsaugos įrenginių pagrindinis tikslas yra po atliktų MTP darbų sumažinti vandenyje suspenduotų kietųjų dalelių (SD), azoto (N) ir fosforo (P) padidėjusią pernašą į žemupio vandenį.

Svarbu paminėti, kad vykdant MTP operacijas, reikia laikytis nacionalinių teisės aktų, o sertifikuotuose miškuose – nacionalinių miškų sertifikavimo standartų. Tikimės, kad šis vadovas bus naudingas valstybinių ir privačių miškų valdytojams bei kitoms suinteresuotoms grupėms, dalyvaujančioms praktinėse MTP operacijose Baltijos jūros regione. Naudotų apibrėžimų sąrašas yra pateiktas šio vadovo pabaigoje.

## Vandens apsaugos konstrukcijų įrengimo planavimas

Siekiant apsaugoti paviršinius vandenį nuo SS ir maisto medžiagų pertekliaus ir pernašos iš nusaustų miško vietų, MTP galima atlikti daugiausia: i) kontroliuojant sausinimo intensyvumą, t. y. parenkant valomų pirminių griovių optimalų ilgį ir įrengiant galimus naujus papildomus griovius, kurie iškasti nusaustose vietose, taip pat galima parinkti šių griovių gylį, plotį ir nuolydį; ii) sumažinti vandens tėkmės greitį ir eroziją; bei iii) nusodinti SS ir maistines medžiagas, išsiskyrusias po atliktų MTP darbų, prieš joms patenkant į priimtuvą (upę ar kitą vandens telkinį). Ypač svarbu išvengti erozijos, nes atsiradus dirvožemio erozijai sunku nusodinti dirvožemio dalelių nešmenis. Sausinimo sistemos intensyvumą, vandens greitį ir eroziją galima kontroliuoti paliekant neišvalytas griovių atkarpas ar ruožus negilinant griovių. Vandens tėkmės greitis ir krantų erozija gali būti kontroliuojama statant dugno užtvankas ir kontroliuojamo drenažo (KD) konstrukcijas. Svarbu paminėti, kad KD kartu su sedimentacinėmis duobėmis ir sedimentaciniais tvenkiniais gali sulaikyti SD daleles ir bei šių dalelių sudėtyje esančias ištirpusias medžiagas. Esant galimybei, vietose, kuriose yra atliekami MTP darbai, reikėtų įrengti kelias vandens apsaugos konstrukcijas. Planuojant vandens apsaugą, ypatingas dėmesys turėtų būti skiriamas teritorijoms, kuriose vanduo iš sausinamojo tinklo susisiečia su labai jautriais vandens telkiniais. Visą planavimo procesą turėtų sudaryti keturi žingsniai, kurie yra aptarti šio vadovo 1.2.1–1.2.4 poskyriuose. Būtina pažymėti, kad du „MTP poreikio nustatymo“ ir „nusaustos“ vietos „žemėlapių sudarymo“ etapai apima iš dalies interaktyvų procesą, nes jie priklauso nuo tarpusavyje susijusios informacijos, todėl tekste toliau jie aprašomi dviejuose atskiruose skyriuose.

## MTP poreikis miško teritorijoje

Sausinamojoje miško teritorijoje MTP pirmiausiai turi daryti teigiamą įtaką medžių produktyvumui ir tuo pačiu turi būti ekonomiškai naudingas. Šiam tikslui yra sudaryta sprendimų priėmimo srautų diagrama, kurioje iliustruotai yra pateikti pagrindiniai faktoriai ir kriterijai, į kuriuos būtina atsižvelgti, prieš vykdant MTP darbus (1 priedas). L. Finér su bendraautoriais (2018) publikuotoje ataskaitoje yra pateikta išsami informacija apie MTP darbų planavimą.

Siekiant kad medžiai gerai augtų sausinamojoje miško vietoje vėlyvuoju vegetacijos periodu gruntinio vandens lygis turėtų slūgsoti maždaug 35–40 cm gylyje (Finér et al. 2018). Taigi, jei gruntinis vanduo slūgsa aukščiau yra tikslinga atlikti MTP darbus.

---

## Sausinamosios vietos žemėlapis

### Vandens telkinio baseino plotas ir jo intakai

Pirmiausiai yra tikslinga apibrėžti visą baseiną, kuriame yra miško sausinimo plotas, topografiniame žemėlapyje (1 pav.). Tai galima padaryti išstudijuojant esamus upelių bei sausinamojo tinklo žemėlapius baseine arba naudojant skaitmeninius baseino ploto įrankius. Kai visas baseino plotas, kuriame planuojami atlikti MTP darbai, yra apibrėžtas, tuomet reikia jame pažymėti visus įtekančius vandens telkinius kaip upelius ir sausinamuosius bei kitos rūšies griovius. Šiems darbams pasitelkti taip pat gali būti naudojamos tokios priemonės kaip geografinių informacinių sistemų žemėlapiai, seni sausinamojo tinklo planai bei fotografijos. Taip pat reikalinga pasirinktoje vietoje atlikti sausinamojo tinklo būklės bei susisiekančių vandens telkinių jautrumo įvertinimą ir numatyti įrengti vandens apsaugos priemones.

### Griovių rūšys ir jų vietos nustatymas

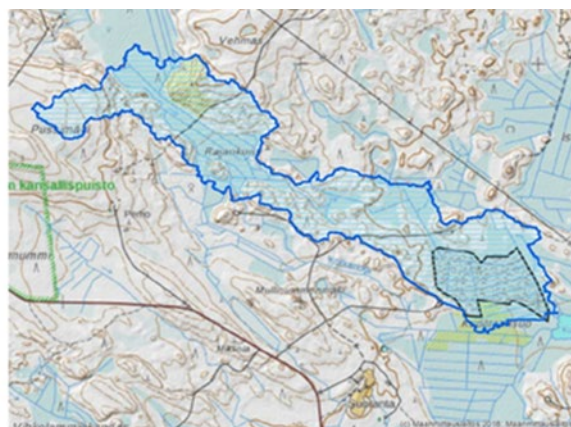
Prieš planuojant įrengti vandens apsaugos struktūras yra svarbu nustatyti, kokie grioviai yra jau iškasti pasirinktame miško plote. Grioviai yra skirstomi į dvi stambias grupes: sausintuvai ir rinktuvai (1 pav.). Pagrindinė sausintuvo funkcija yra sumažinti gruntinio vandens lygį artimiausioje miško teritorijoje. Tuo tarpu, rinktuvai surenka paviršinį vandenį iš sausintuvų, kuriais vanduo nubėga iš miško teritorijos. Teritorijoje, kurioje vykdomi MTP darbai gali būti įrengti atskiriamieji grioviai, kurie skirti, kad vanduo iš aukštesnės baseino dalies nepatektų į pasirinktą miško teritoriją (tik vanduo iš esamos teritorijos turi patekti į vandens apsaugos įrenginius).

### Griovių tankis ir išdėstymas

Pirmiausiai reikia nustatyti pavienių griovių baseiną ir griovių nuolydį per visą jų ilgį, taip pat dirvožemio tipą ir dirvožemio granuliometrinę sudėtį (žr. Sąvokų sąrašo lentelę, pateiktą šiame darbe) griovių vagose ir pakrantėse. Ši informacija yra labia svarbi siekiant planuoti MTP darbus ir įrengiant vandens apsaugos struktūras. Tikslią informaciją, apie dirvožemio tipą ir granuliometrinę sudėtį, reikėtų susirinkti pasirinkto vietos vizito metu, nes sudaryti žemėlapiai yra ne visada tiksūs. Pavyzdžiui, jei griovio dugno nuolydis yra didesnis nei rekomenduojamas dirvožemio šlyties stiprumui, erozijos rizika žymiai padidėja. Taip pat efektyvus griovių plotas priklauso nuo dirvožemio hidraulinio laidumo, t. y. dirvožemio gebėjimo perduoti vandenį.

Suomijoje norint vidutiniškai mišką nusausinti reikia griovius kasti maždaug kas 20–25 m. Priešingai, Jei tarpai tarp griovių yra didesni nei 80 m (tik Suomijos sąlygomis), tuomet papildomų griovių iškasti neįmanoma ir reikėtų susilaikyti nuo MTP darbų, nes poveikis sausinimui greičiausiai bus nepastebimas. Taip pat nerekomenduojama išlaikyti pavienių izoliuotų griovių, nes jų tiesioginis poveikis sausinimui apsiriboja tik tiesiogine jų aplinka; be to, jie dažnai būna tose vietose, kur jų tikslas yra pernešti vandenį iš didesnio ploto, o tai gali sukelti didelę erozijos riziką. Tačiau, jei tokie grioviai yra pajėgūs pernešti didelį vandens kiekį, tai tikslinga juos palikti.

Griovių išdėstymas. Kai grioviai pasirinktoje miško teritorijoje yra orientuoti palei ploto nuolydį (t. y. statmenai), jų sausinimo efektyvumas nėra optimalus, o kritulių gausiais periodais gali padidėti erozija. Norint pasiekti optimalų sausinimo efektyvumą ir sumažinti erozijos riziką, grioviai turėtų būti orientuoti statmenai pagrindiniam nuolydžiui, o griovio ilgio gradientas turėtų būti tarp 0,2–0,5%. Jei sausinimo sistemos tinkle išdėstymas yra problematiškas, atsižvelgiant į sausinimo efektyvumą ir erozijos riziką, tuomet reikėtų dar kartą įvertinti, ar apsimoka vykdyti MTP darbus miško teritorijoje.



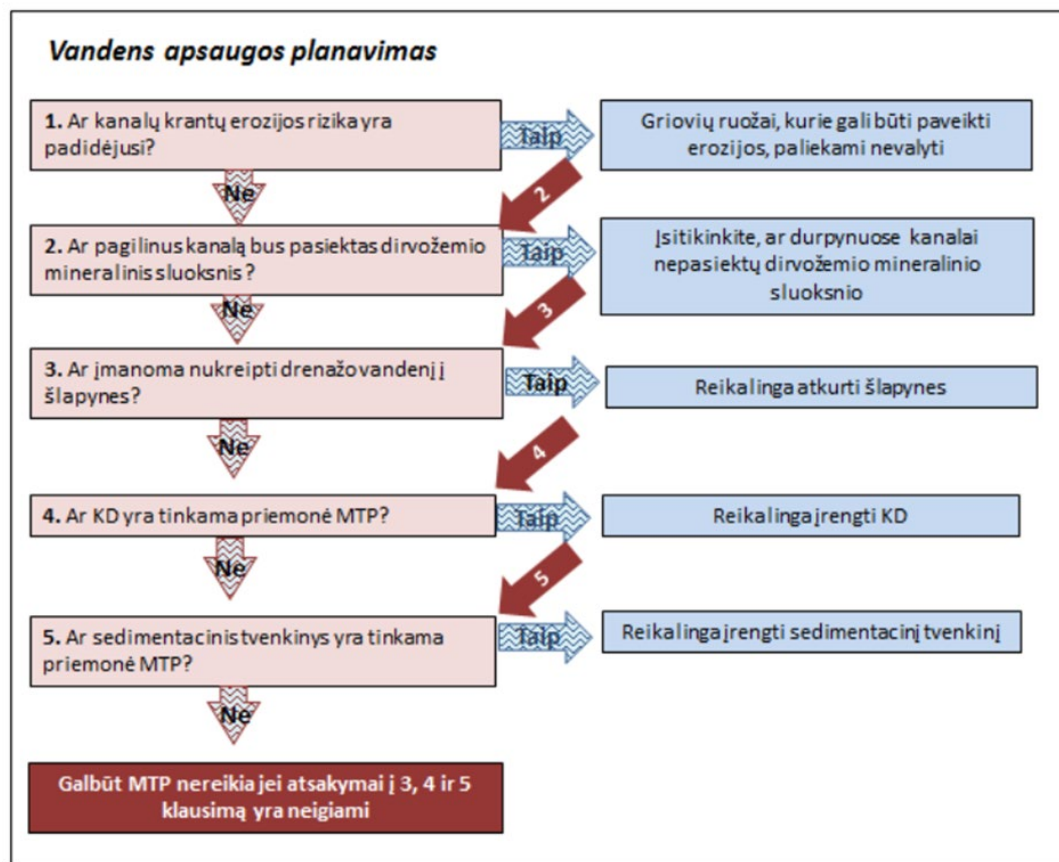
### Vandens apsaugos struktūros ir grioviai

- |                                                                                                              |                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|  Šlapynės buferinė zona   |  Atskiriamasis griovys                             |
|  Sedimentacinis tvenkinys |  Miško atkūrimo ir sausinimo teritorija            |
|  Nevalyta griovio atkarpa |  Teritorija, kurioje planuojami atlikti MTP darbai |
|  Sausintuvas              |  Vandens telkinio baseinas                         |
|  Rinktuvas                |                                                                                                                                       |

1 pav. Baseinas (plotas apibrėžtas mėlyna linija), esantis pietų Suomijoje (žemėlapis viršuje). Baseine juoda punktyrine linija pažymėta teritorija (Kupittaaansuo), kurioje yra suplanuoti MTP bei miško kirtimo darbai. Žemiau esantis žemėlapis – išdėdinta Kupittaaansuo teritorija. Skirtingų tipų grioviai ir vandens apsaugos konstrukcijos yra pažymėtos simboliais. Žemėlapius sudarė Suomijos nacionalinė žemės tyrimų tarnyba ir Antti Leinonen.

## Vandens apsaugos planavimas

Srautų diagrama, pateikta 2 paveiksle, iliustruoja vandens apsaugos planavimo eigą.



2 pav. Vandens apsaugos planavimas teritorijose, kuriose yra reikalinga atlikti MTP darbus (Finér et al., 2018). KD – srovės kontroliuojamas drenažas.

## Darbų planavimas

Pirmiausiai žemėlapyje reikia apsibrėžto teritoriją, kurioje planuojami MTP darbai ir taip pat pažymėti griovius, kuriuos reikia išvalyti bei vandens apsaugos konstrukcijas, kurias norima įrengti (1 pav.). Žemėlapis, kartu su aiškiomis MTP darbo instrukcijomis, mašinos operatoriui išplatintas gerokai prieš pradėdant darbą. Pagrindinis tikslas šiame etape yra tas, kad prieš atliekant MTP darbus, reikia įrengti vandens apsaugos konstrukcijas, kurios nusodintų suspenduotas kietąsias daleles. Periodais, kai gruntinio vandens lygis pakyla, reikėtų vengti MTP darbų. Jei miško kirtimo darbus ketinama atlikti miškų plotuose, kuriuose reikalingas MTP, yra tikslinga planuoti šias operacijas vienu metu. MTP darbų metu reikėtų pašalinti visas medienos atliekas, atsiradusias po miško kirtimo.

## Vandens apsaugos priemonių planavimas

Šio vadovo poskyriuose (nuo 1.3.1 iki 1.3.6) pateikiamos techninės instrukcijos ir medžiagų, reikalingų vandens apsaugos konstrukcijoms gaminti, sąrašas. Be to, pateikiama kiekvienos konstrukcijos funkcija ir tinkamiausia konstrukcijai įrengti vieta; taip pat aptariama vandens apsaugos konstrukcijų veikimo stebėsena ir priežiūra.

Mūsų žinios apie neišvalytų griovių ir griovių ruožų, sedimentacinių duobių ir dugno užtvankų efektyvumą mažinant N, P ir kietųjų suspenduotų dalelių (SD) pernašą į paviršinius vandenis daugiausia grindžiamos praktine patirtimi. Literatūroje galima rasti eksperimentinių tyrimų, vertinančių KD, šlapynių ir sedimentacinių tvenkinių efektyvumą

---

apsaugant paviršinius vandenis (Finér et al., 2018; Nieminen et al., 2018 bei cituota literatūra pastaruosiuose moksliniuose straipsniuose).

## Nevalyti grioviai ir jų atkarpos

### Funkcija

Siekiant išvengti erozijos ir SD pernašos į susisiekiančius paviršinius vandenis, būtina kritiškai įvertinti tikrąjį MTP darbų poveikį kiekvienam grioviui atskirai.

Siekiant efektyvaus sausinimo su minimaliomis darbų sąnaudomis, galima palikti kai kuriuos griovius ar jų atkarpas nevalytas (3 pav.)

Tokių neišvalytų griovių ir jų atkarpų funkcija yra sumažinti vandens greitį bei SD pernašą iš teritorijos, kurioje buvo atlikti MTP darbai.



3 pav. Sausintuvo (kairėje) ir rinktuvo (dešinėje) pavyzdžiai vietose, kur pirmą kartą grioviai paskatino miškų augimą, Švedijoje. Kai kurie griovių ruožai liko neišvalyti, o kas 100–200 metrų palei griovius kasamos nuosėdų duobės. Nuotraukų autorius Bo Leijono.

### Vieta

Griovių skirstymas į sausintuvą ir rinktuvą (žr. 1.2.2 poskyrį ir 1 pav.) yra naudingas vertinant atskirų griovių priežiūros poreikį. Taisyklių rinkinys (abiem kategorijoms) pateiktas žemiau.

---

## Sausintuvai

- Jei gruntinio vandens lygis prieš valymą slūgso giliau nei 35-40 cm 20-25 m atstumu nuo griovio, nereikėtų griovio valyti.
- Yra tikslinga palikti griovių atkarpas nevalytas kur griovio nuolydis viršija maždaug 0,5% arba kai griovio pakrantėse ar dugnuose yra erozijos požymių.
- Nevalyta atkarpa griovyje turi būti mažiausiai 10 m ilgio. Priešingu atveju vandens tėkmė gali ją išardyti.
- Prieš sujungiant sausintuvą su rinktuvu, būtina apsvarstyti galimybę palikti nevalytas griovių atkarpas.
- Reikia būtinai įvertinti ir tai, kad paliekant nevalytų griovių atkarpas gali pakilti gruntinio vandens lygis.
- Siekiant sumažinti erozijos riziką sausintuvuose reikalinga užtikrinti, kad nepatektų į juos vanduo, attekėjęs iš kitų teritorijų (kelių, žemės ūkio plotų ir kt.).

## Rinktuvai

- Rinktuvuose vandens srovė dažniausiai būna kur kas didesnė nei sausintuvuose, todėl rinktuvuose erozijos rizika yra žymiai didesnė.
- Kai rinktuvuose srovė labai didelė, rekomenduojama palikti šių griovių ruožus nevalytus. Jei nėra galimybės palikti ruožų nevalytų, tuomet tikslinga valyti tik tuos ruožus, kurie yra būtini geram griovio funkcionavimui ir gruntinio vandens lygio išlaikymui 35–40 cm gylyje vegetacijos metu.
- Tirpstant snigui ir gausiai lyjant, vandens lygis rinktuvuose gali stipriai pakilti, tačiau tai nepakenks medžių augimui.
- Kad būtų lengviau nustatyti griovių rūšį ir paskirtį, yra tikslinga naudotis GIS duomenų rinkiniais, atspindinčiais vandens tėkmės kryptį ir griovių išsidėstymą erdvėje.

## Sedimentacinės duobės

### Funkcija ir vieta

Sedimentacinės duobės yra kasamos sausintuvuose (4 pav.), kas 100 m bei prieš susikirtimą su kitu grioviu. Sedimentacinių duobių tūris dažniausia būna tarp 1 ir 2 m<sup>3</sup>. Šios konstrukcijos gali sulaikyti nešmenis per ir po MTP darbų. Jei sedimentacinės duobės yra mažos, jų sulaikymo pajėgumas yra labai ribotas, o nusėdusias medžiagas gali nuplauti didesnė vandens srovė. Todėl prieš įrengiant šias konstrukcijas, reikėtų atidžiai apsvarstyti jų parametrus.

### Medžiagos ir įrengimas

Sedimentacinėms duobėms įrengti nereikia jokių papildomų medžiagų. Šios konstrukcijos yra iškasamos naudojant ekskavatorių.

### Priežiūra

Sedimentacinėms duobėms nėra reikalinga ypatinga priežiūra. Jos gali sulaikyti nešmenis MTP darbų metu.



4 pav. Sedimentacijos duobės sausintuve pietų Švedijoje. Nuotraukų autoriai: Eva Ring (nuotrauka kairėje) ir Anja Lomander (nuotrauka dešinėje).

## Dugno užtvankos

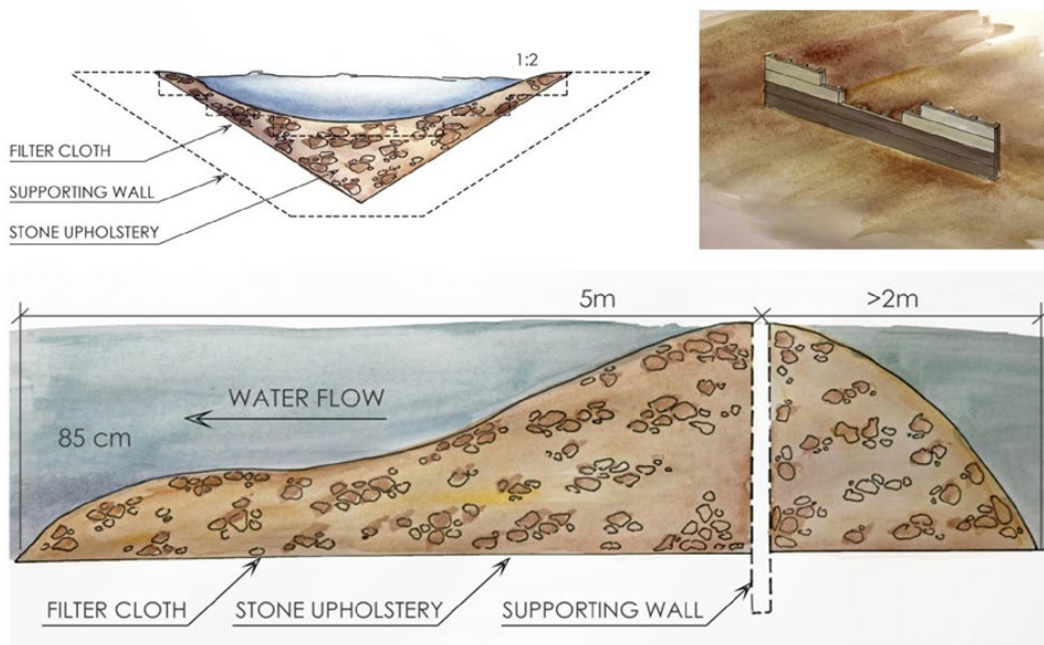
### Funkcija ir vieta

Dugno užtvankos tikslas yra sumažinti griovio nuolydį bei nutenkančio vandens srovę. Tai reiškia, kad sumažėja erozijos rizika ir padidėja dalelių nusėdimas, užkertant kelią tolesniai jų pernašai. Šio tipo užtvankos statomos ant rinktuvų dugnų, išklojus akmenis, mediena ar kitomis medžiagomis (5 pav.).

Dugno užtvankos dažniausiai statomos griovių vietose, kurios yra jautrios erozijai. Srovės greitį grioviuose taip pat galima sumažinti naudojant nevalytas griovių atkarpas (žr. poskyrį 1.3.1). Be to, MTP darbų metu grioviuose gali būti naudojamos laikinos užtvankos, pagamintos iš medienos ruošos likučių, siekiant sumažinti eroziją sulėtinant srovės greitį. Tačiau pabaigus MTP darbus, šias laikinas užtvankas reikia pašalinti.

## Konstrukcija

Grioviuose, kur srovė yra maža, dugno užtvanka gali būti pastatyta paprasčiausiai naudojant filtro audinį bei akmenis. Grioviuose, kur vandens srovė yra didelė, reikalinga atraminė siena (5 pav. ir 6 pav.). Atraminė siena gali būti pagaminta iš lentų (naudojant liežuvio ir griovelio sistemą) arba vandeniui atsparios faneros.



5 pav. Dugno užtvankos ir atraminės sienos skerspjūvis skalėje 1: 2 (viršuje, kairėje) ir išilginis skerspjūvis (apačioje). Paveikslo autorė Ilze Pauliņa. Naudojamos sąvokos: water flow- vandens srovė; filter cloth- filtruojanti medžiaga ar audinys; stone upholstery- akmenų danga; supporting wall – atraminė siena.



6 pav. Dugno užtvanka (kairėje). Nuotraukos autorius Leena Finér. Dešinėje nufotografuota atraminė siena: ji statoma griovio viduryje, kur vandens srovė yra didelė. Nuotraukos autorius Matti Seppälä.

Dugno užtvankos turėtų būti įrengiamos vasaros metu, kai iškrenta mažai kritulių. Tačiau, norint išvengti dirvožemio sujaukimo, akmenis patartina gabenti į vietą, kai dirvožemis yra užšalęs. Akmenys ir skalda, naudojami užtvankos statymui turi būti maždaug 20-40 cm dydžio. Užtvankai statyti parenkamos tokios medžiagos ir jų parametrai, kad didesnė vandens srovė negalėtų jų sugriauti.

Instrukcija dugno užtvankos statymui:

- Pirmiausia reikia iškasti nuožulnų užtvankos kraštą
- Po to dugno užtvankos viduryje įrengti atraminę sieną. Būtina paminėti, kad atraminę sieną reikia įrengti skersai griovio ir kad jos dugnas pasiektų mineralinį dirvožemį, kuris nėra lengvai suardomas, bei atraminės sienos kraštai turi testis už griovio šonų.
- Filtrinė medžiaga yra paskirstoma ant griovio dugno, šonų bei atraminės sienos. Filtrinės medžiagos gabalai išdėstomi statmenai srovės kryptčiai griovyje. Jei naudojami keli minėtos medžiagos gabalai, tuomet jų kraštai dedami vienas ant kito taip, kad priešais esančio gabalo kraštas visada būtų žemiau kito gabalo. Apytiksliai 50 cm pločio, nukreipto prieš srovę, filtrinio audėklo kraštas turi būti įkastas dirvožemyje, statmenai griovio dugnui, kad vanduo netekėtų po užtvanka.
- Akmenys sudedami ant filtrinio audėklo prieš ir už pastatytos užtvankos.

#### Naudojami įranga ir medžiagos

- Ekskavatorius.
- Lentos su liežuvio ir grioveliu arba vandeniui atsparia fanera (jei reikia atraminės sienos).
- Filtruojanti medžiaga.
- Akmenys ar stambi skalda (dydis 20–40 cm).

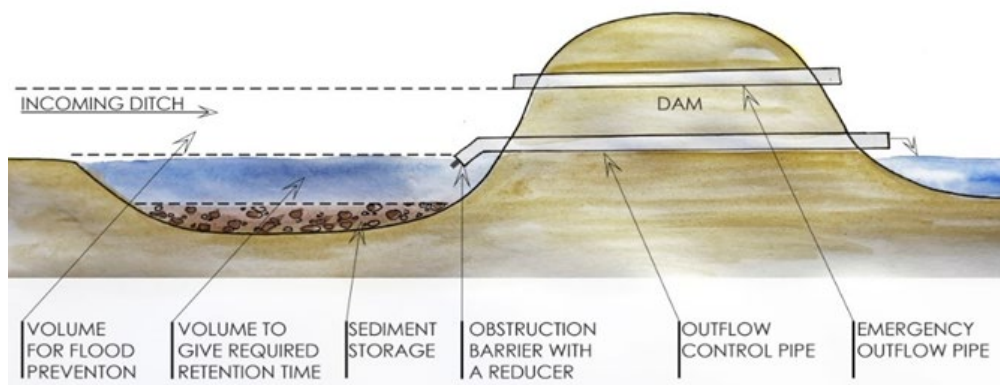
#### Įrenginio priežiūra

Statybos pabaigoje turi būti užtikrintas tinkamas dugno užtvankos veikimas.

#### Kontroliuojamas drenažas

##### Funkcija

KD konstrukcijos naudojamos siekiant užkirsti kelią arba sumažinti dirvožemio eroziją miško plotuose, kuriuose yra atliekami MTP darbai (7 pav.). Šios struktūros nusodina kietąsias daleles grioviuose prieš įtekant vandeniui į kitas įrengtas vandens apsaugos struktūras. KD funkcija yra sumažinti srovės greitį grioviuose, laikinai užtvėnkiant vandenį metu, kai iškrenta daug kritulių, tačiau nedarant neigiamos įtakos medžių augimui ir vietovės sausinimo sistemai (7 pav. ir 8 pav.). Šios struktūros gali sulaikyti vidutiniškai 61% vandenyje skendinčių kietųjų dalelių, 45% suminio azoto ir 47% suminio fosforo. Kritulių gausiais periodais KD gali sulaikyti iki 90% minėtų medžiagų (Marttila 2010).



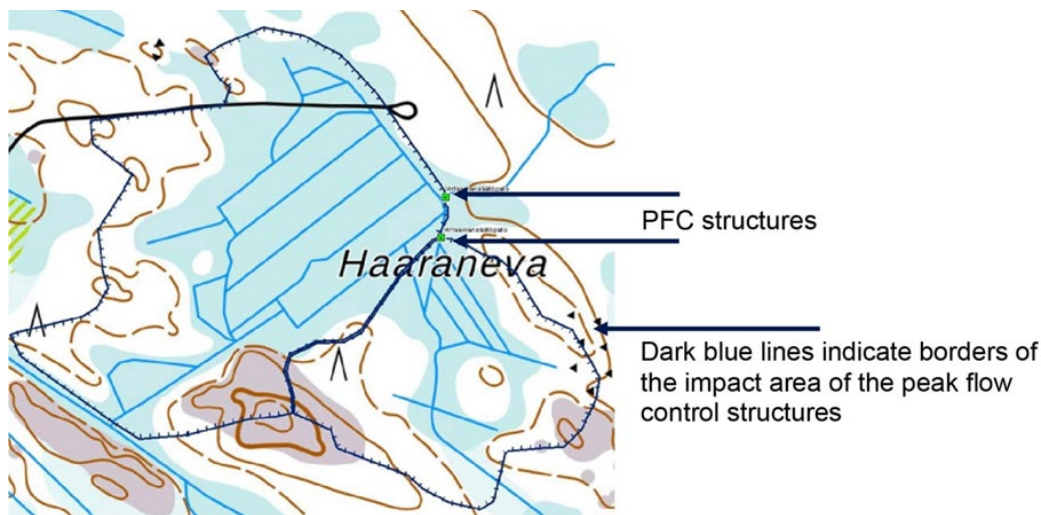
7 pav. Kontroliuojamo drenazo schema. Apatinis vandens ištekėjimo valdymo vamzdis įrengtas tokiu lygiu, kuris reikalingas pakankamam miško ploto sausinimui prieš konstrukciją. Šis lygis paprastai sutampa su griovio dugnu, nutakančiu į užtvanką (griovio dugnas, pavaizduotas paveikslėlyje kairėje). Viršutinis avarinis perpildymo vamzdis montuojamas 30–40 cm aukščiau dirvožemio paviršiaus. Montuojant vamzdžius reikia būti labai atsargiems: neleiskite vandeniui pratekėti pro vamzdžių išorę, nes tai gali sukelti užtvankos sienos eroziją. Paveikslo autorius Ilze Pauliņa. Naudojamos sąvokos: incoming ditch – įeinantis griovys; dam – užtvanka; volume for flood prevention – patvankos tūris potvynių prevencijai; volume to give required retention time – patvankos tūris, reikalingas efektyviam vandens sulaikymui; sediment storage – nuosėdų sluoksnis; obstruction barrier with a reducer - kliūčių barjeras su reduktoriumi; outflow control pipe – vandens ištekėjimo valdymo vamzdis; emergency outflow pipe – avarinis vandens ištekėjimo vamzdis.



8 pav. Kontroliuojamo drenazo struktūra, įrengta projekto WAMBAF demonstracinėse teritorijose. Du matomi vamzdžiai Tobo teritorijoje centrinėje Švedijoje (kairėje). Nuotraukų autorius Lars Högbom. Viršutinis avarinis ištekėjimo vamzdis, prie nutekėjimo valdymo vamzdžio pritvirtintas reduktorius yra žemiau vandens paviršiaus (Vengasoja, centrinė Suomija) (dešinėje). Nuotraukos autorius Leena Finér.

## Vieta

Rekomenduojama KD įrengti grioviuose, kur ši konstrukcija galėtų teigiamai paveikti daugumą išvalytų griovių. Potencialios vietos KD įrengti gali būti parenkamos pasitelkiant 3D reljefo modelio žemėlapius, dirvožemio profilius ir informaciją, apie žemės naudojimą ir esamų griovių vietą. Potencialų KD poveikį galima įvertinti naudojant GIS priemones. KD yra veiksmingiausias rinktuvuose ir jų sankirtose (9 pav.).



9 pav. Teritorija, kurioje vykdomi MTP darbai (Haaraneva, centrinė Suomijos dalis). Dvi įrengtos KD struktūros (žali langeliai) yra griovio sistemos išleidimo angoje. Žemėlapiu autorius Nacionalinė Suomijos žemės tyrimų tarnyba ir Juha Jämsén.

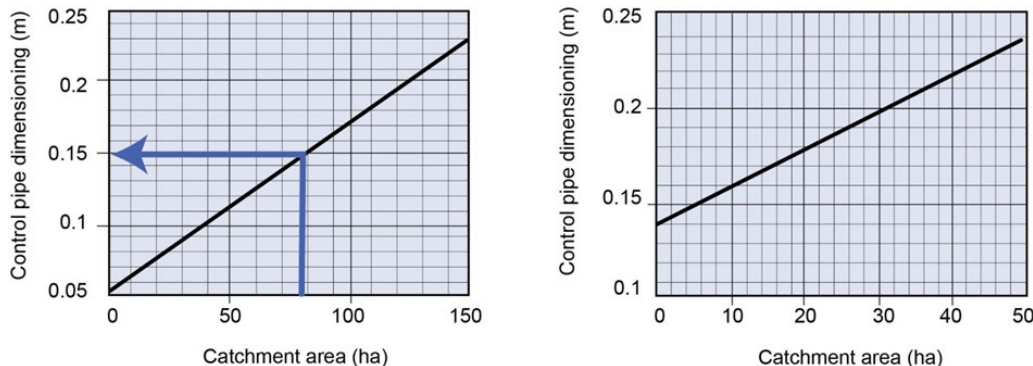
## Įrengimas

Norint nustatyti KD parametrus yra reikalinga informacija, apie nuotėkio baseiną, į konstrukciją patenkančio vandens kiekį ir pralaidumo pajėgumą.

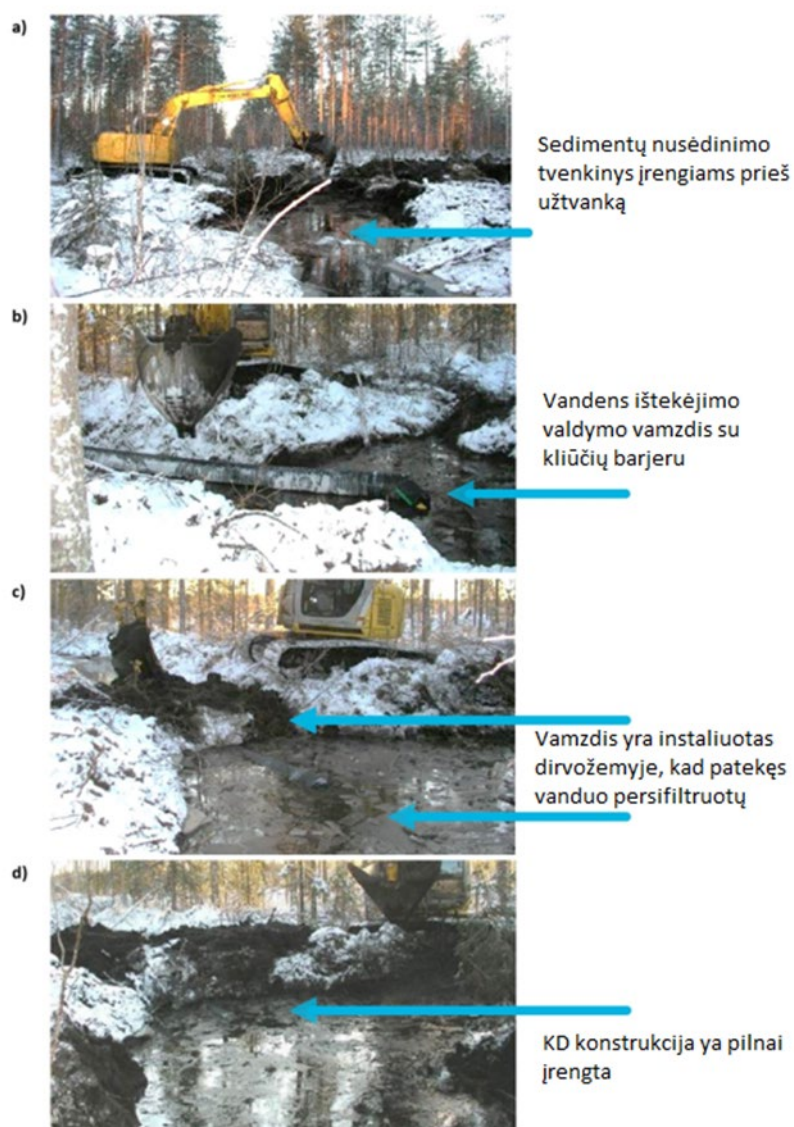
- Baseino plotą galima įvertinti iš žemėlapių arba naudojant skaitmenines baseino nustatymo priemones.
- Nuotėkiui įvertinti gali būti naudojamos nomogramos ir skaičiavimo įrankiai (žr. poskyrį 1.3.6 ir Marttila 2010).

KD parametrai yra parenkami pagal užtvanką: siekiama užtvengti vandenį metu, kai iškrenta daugiausiai kritulių, nedarant neigiamos įtakos medžių augimui. Todėl svarbu žinoti montuojamo nuotėkio valdymo vamzdžio vandens pralaidos pajėgumą. Vamzdžių vandens pralaidumo galią galima įvertinti naudojant vamzdžiams būdingas pralaidumo lygtis (Marttila 2010). Reikalingą KD vamzdžių skersmenį galima nustatyti tiesiogiai, naudojant centrinei Suomijai pritaikytas baseino zonos nomogramas (10 pav.). Norint naudoti šias nomogramas kituose regionuose, reikia pritaikyti vamzdžių matmenis pagal vietines nuotėkio normas. Prieš pradėdant MTP darbus, KD konstrukcijos statomos ekskavatoriumi (11 pav.). Vietoje rastos dirvožemio medžiagos naudojamos statant užtvanką.

Jei vietoje esantis dirvožemis yra neatsparus erozijai arba jautrus šalčiui, į aikštelę galima transportuoti tinkamą alternatyvią medžiagą KD statyti. Ištekėjimo valdymo vamzdyje naudojamas kliūčių barjeras, kad didžiosios dalelės, plūduriuojančios ant vandens paviršiaus, nepatektų ir neužblokuotų ištekėjimo valdymo vamzdžio (12 pav.). Paprastai adapteris taip pat reikalingas vamzdžio skersmeniui sumažinti iki norimų matmenų (10 pav.).



10 pav. Nomogramos, naudojamos nustatant ištekėjimo reguliavimo vamzdžių skersmenį didžiausio srauto valdymo konstrukcijose Suomijoje (Marttila 2010). Kairioje pusėje pavaizduota nomograma taikoma dideliuose baseinuose, kur KD struktūra yra įrengta nenusausintose miškų plotuose. Dešinėje pusėje pateikta nomograma yra taikoma vietose, kurios yra gerai nusausintos bei yra įrengtos užtvankose, už KD struktūrų. Mėlyna linija nurodo, kaip naudoti nomogramą dideliuose baseinuose; pavyzdžiui, kai visas baseinas yra 80 ha, tuomet ištekėjimo valdymo vamzdžio skersmuo turėtų būti 0,15 m. Naudojamos sąvokos: Control pipe dimensioning- valdymo vamzdžio matmenys; Catchment area (ha) – baseino plotas (ha).



11 pav. Kontroliuojamo drenažo įrengimo etapai: a) pirmiausiai įrengiamas sedimentų nusėdinimo tvenkinys prieš nuotėkio valdymo vamzdį; b) įrengiamas vandens ištekėjimo valdymo vamzdis; c) iš durpių sluoksnio pastatoma užtvanka skirta vandens srovei sumažinti; ir d) KD konstrukcija yra pilnai įrengta ir gali pradėti veikti. Būtina pastebėti, kad šiame pavyzdyje nėra įrengtas avarinis vandens ištekėjimo vamzdis. Nuotraukos autorius Juha Jämsén.



12 pav. Kliūčių barjero su reduktoriumi pavyzdys. Kliūčių barjero kampas nuotraukoje yra 45 laipsniai. Tačiau kliūčių barjerai gali būti ir 90 laipsnių. Nuotraukos autorius Photo by Juha Jämsén.

---

## Medžiagos

- Vamzdžio parametrai: minimaliai 6 m ilgio, minimalus išorinis skersmuo 200 mm.
- Kliūčių barjerai turi būti pagaminti taip, kad išlaikytų vandens ištekėjimo vamzdį po vandeniu prieš užtvanką bei kontroliuoti srovės greitį ir neleisti vamzdžiui užsikimšti (12 pav.) Kliūčių barjerus galima užsakyti iš gamintojų, jei nėra galimybės jų nusipirkti.
- Reduktoriai yra pritaikomi prie kliūčių barjerų siekiant sumažinti vamzdžio kersmenį (10 ir 12 paveikslai). Reduktorius taip pat galima pasigaminti uždėjus dangtelį su reikiamo skersmens skylute vamzdžio gale.

## Įrengiant šias struktūras būtina atkreipti dėmesį į keletą aspektų

- Kliūčių barjeras turi būti tvirtai pritvirtintas prie ištekėjimo valdymo vamzdžio, tai galima padaryti, pavyzdžiui, naudojant varžtus
- Tarp nuotėkio reguliavimo vamzdžio įleidimo angos ir tvenkinio dugno turi būti paliktas mažiausias 60 cm atstumas.
- Vamzdžiai turi būti montuojami horizontaliai, nepaliekant didelių dalelių, pvz. akmenų, po jais. Užtvankos siena turėtų būti statoma iš durpių ir turėtų būti sandariai uždaryta aplink vamzdžius, kad vanduo tekėtų tik vamzdžiais, o ne už jų.
- Užtvanka turi būti pastatyta 10–30 cm virš grunto lygio ir būtina ją sandariai uždaryti, kad lietingais periodais vanduo nepatektų virš konstrukcijos. Pageidautina ir labai rekomenduojama naudoti durpes vietoj neatsparių erozijai mineralinių dirvožemių.
- Užtvankos šonai turi būti pasvirę ir sandariai uždaryti.

## Įrenginio priežiūra

Vykdam MPT darbus, kyla pavojus, kad vamzdžiai gali užsikimšti, kai durpės ar kitos atliekos bus gabenamos kartu su nutekamu vandeniu. Todėl MTP darbų metu ir po jų yra svarbu stebėti struktūros funkcionavimą. Be to, rekomenduojama patikrinti ir užtikrinti tinkamą KD struktūros veikimą per pirmąjį pavasarį po atliktų MTP darbų. Paprastai pakanka patikrinti, ar vandens pralaidumas vamzdžiuose tęsiasi, ir pašalinti viską, kas kliudo vamzdžiams funkcionuoti.

## (Šlapynės) Wetland buffers

### Funkcija

Šlapynės yra įrengiamos taip, kad vanduo iš sausinimo sistemos pirmiausiai tekėtų per jas ir tik vėliau pasiektų paviršinius vandenis (upes, ežerus) (13 pav.). Taip pat šlapynės galima įrengti ir rinktuvo gale. Kai vanduo iš griovio patenka į šlapynę, augalai, augantys šlapynėje nusodina suspenduotas kietasias daleles. O jei vanduo užsistovi šlapynėje, tai augmenija gali pasisavinti kai kurias tirpias maistines medžiagas. Kad šlapynė funkcionuotų gerai, jos dydis turėtų būti bent 0,5–1% viso baseino ploto. Palankiomis sąlygomis didelė kietųjų suspenduotų dalelių ir ištirpusių mineralinių medžiagų gali kauptis durpėse ir šlapynės augmenijoje (Nieminen et al. 2015). Lyginant su kitomis vandens apsaugos konstrukcijomis Šlapynės yra viena iš efektyviausių vandens apsaugos priemonių lyginant su kitomis vandens apsaugos priemonėmis, todėl jos turėtų būti statomos kaip įmanoma dažniau.

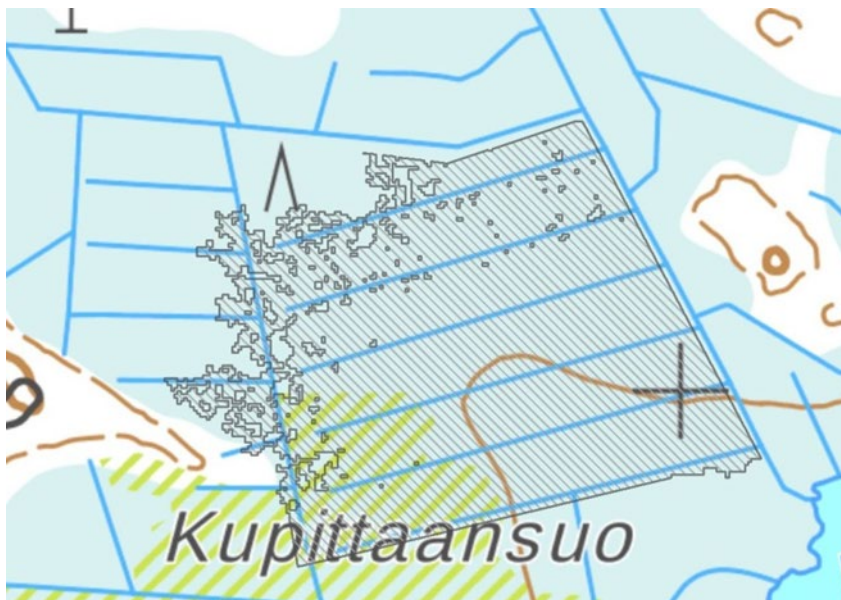
## Vieta

Prieš planuojant įrengti šlapynes reikalinga turėti tikslų topografinį žemėlapią bei žinoti reljefo aukščio kitimą. Būtina paminėti, kad šlapynės pakelia gruntinio vandens lygį (14 pav.). Taigi šlapynių negalima statyti visiškai lygiuose plotuose, nes tokiose vietose jos sukels potvynius, o tai turės neigiamos įtakos miško produktyvumui. Idealių teritorijų šlapynėms įrengti yra atviri arba retai apaugę durpynai, kur sutrikęs medžių augimas ir nesukelia ekonominių nuostolių.

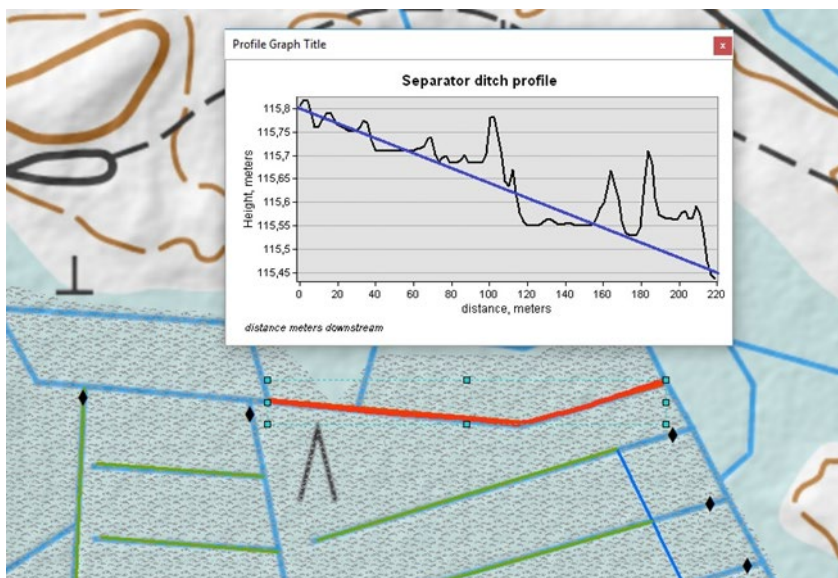


13 pav. Šlapynė centrinėje Suomijoje (kairėje); vanduo, iš sausinimo sistemos, įvedamas į pelkę rytų Suomijoje (dešinėje). Nuotraukų autorius Antti Leinonen.

Prieš pasirenkant šlapynės vietą rinktuve, reikia nustatyti griovio aukštį. Preliminarų planavimą galima atlikti ir biure, naudojant skaitmeninius aukščių modelius ir griovio profilio atvaizdavimo įrankius/schemas (15 pav.), kuriuose būtų galimybė pažymėti tikslus darbus skirtingose vietose. Reljefo matavimai ir griovių blokavimas šlapynėms įrengti bei naujų griovių vietos nustatymas turėtų būti atliekamas lauke su lazeriniais nivelyrais arba tacheometrais.



14 pav. Plotas, kuriame šlapynė daro įtaką gruntinio vandens lygiui (tamsesnis plotas) pietinėje Suomijoje, Kupittaansuo teritorijoje, kur vykomi griovių tinklo priežiūros darbai. Žemėlapis sudarytas Suomijos nacionalinėje žemės tyrimų agentūroje ( autoriai Juha Jämsén ir Antti Leinonen).



15 pav. Griovio profilio įrankis, naudojimas griovio nuolydžiui skaitmeniniam atkūrimui Kupittaansuo teritorijoje, kurioje yra atliekami griovių tinklo priežiūros darbai (1 pav.). Paveikslai ir schemos sudarytos Suomijos nacionalinėje žemės tyrimų agentūroje (paveikslų autorius Antti Leinonen).

## Įrengimas

Šlapynė gali būti įrengiama užblokuojant rinktuvą naudojant vietoje randamas medžiagas: gruntą, rąstus ar net filtrinį audinį, kuriais nukreiptų vandens srautą į šlapynę (16 pav.). Blokavimui tinkamiausia medžiaga yra nesusiskaidžiusi durpė. Tuo tarpu stambios dirvožemio dalelės ar smulkios granulometrinės sudėties dirvožemis, turintis savyje stambių dalelių, yra netinkami, nes vanduo pro tokio tipo dirvožemius gali lengvai prasiskverbti. Norint tvirtai užsikimšti griovį, žemėmis užpildyto griovio ilgis turi būti bent dešimt metrų, o dirvožemis turi būti gerai suspaustas. Jei vandens srovė yra didelė, siekiant geriau užsikimšti griovį, galima naudoti filtrinę medžiagą. Reikia turėti omenyje, kad dirvožemis palaipsniui nusėda, todėl norint gerai užblokuoti, reikia dirvožemio į griovį pripilti taip, kad krūvos viršus būtų aukščiau apie pusę metro nuo aplinkujė esančios žemės paviršiaus.



16 pav. Naujai iškastas griovys (Y pavidalu), kuris naudojamas siekiant paskirstyti vandenį į šlapynę, Suomijoje (kairėje) bei nevalyto griovio dalis (dešinėje). Nuotraukų autorius by Eva Ring.

Priklausomai nuo reljefo, negilus griovys gali būti iškastas šlapynės pradžioje (16 pav.). Labai svarbu, kad vanduo tolygiai pasiskirstytų šlapynėje. Tai galima pasiekti iškasant Y pavidalo negilų griovį tam, kad vanduo būtų tolygiai tiekiamas į minėtą vandens apsaugos konstrukciją. Tolygiai paskirstant vandenį šlapynėje, vandens sulaikymo periodas pailgės, todėl ir padidės tirpiųjų kietųjų dalelių nusodinimas bei maisto medžiagų pasisavinimas. Siekiant išvengti erozijos ir maisto medžiagų pertekliaus pernašos yra svarbu nenuvesti kitų griovių į vieną šlapynę, ypač jei vandens srovė yra didelė. Ypatingas dėmesys ir

---

atsarga planuojant šlapynes yra reikalinga, jei šias vandens apsaugos konstrukcijas yra numatoma įrengti teritorijose, didesnėse nei 50 ha.

### **Medžiagos**

Visos randamos vietoje medžiagos ir taip pat filtrinė medžiaga gali būti panaudojama grioviams užtvirti.

### **Įrenginio priežiūra**

Pastačius reikia užtikrinti tolygų vandens pasiskirstymą ir, jei reikia, būtina jį sureguliuoti.

## **Sedimentaciniai tvenkiniai**

### **Funkcija**

Nusėdimo tvenkinių funkcija pagrįsta jų gebėjimu sulėtinti įtekantį vandens greitį ir taip nusodinti skendinčias kietąsias daleles tvenkinio dugne (17 pav.). Dėl to sedimentaciniai tvenkiniai gali sumažinti skendinčių kietųjų dalelių ir jose ištirpusių medžiagų bei kitų nešmenų perenašą sausinio sistemoje. Sedimentaciniai tvenkiniai efektyviai veikia sausinio sistemose, kur griovio dugnas sudarytas iš žvyro arba šiurkščio smėlio. Tokiose teritorijose sedimentaciniai tvenkiniai gali sulaikyti minimaliai 30–50% ir maksimaliai 60–70% skendinčių kietųjų dalelių (Joensuu et al. 1999).

MTP teritorijose įrengiant vandens apsaugos struktūras, nederėtų apsiriboti vien tik sedimentaciniais tvenkiniais, tačiau vandens apsaugos struktūros, apsaugančios nuo erozijos, irgi turėtų būti įrengiamos. Sedimentaciniai tvenkiniai neturėtų būti įrengiami vietose, kur durpių sluoksnis storas ir reikėtų vengti griovius kasti iki dirvožemio mineralinio sluoksnio. Atskilusių durpių neįmanoma nusodinti sedimentaciniuose tvenkiniuose. Kita vertus, sedimentaciniai tvenkiniai neturėtų būti įrengiami grioviuose, kuriuose dugnas sudarytas iš molio, nes molingas dirvožemis yra jautrus erozijai. Sedimentacinio tvenkinio efektyvumą galima padidinti sujungiant jį su KD, šlapyne arba nuvedant tvenkinio vandenį į augalais apaugusį nevalytą griovį.



17 pav. Kairėje pavaizduotas naujai įrengtas sedimentacinis tvenkinys Latvijoje (nuotraukos autorius Zane Lībiete); dešinėje – prieš 20 metų įrengtas sedimentacinis tvenkinys centrinėje Suomijoje (nuotraukos autorius Tommi Tenhola).

### **Vieta**

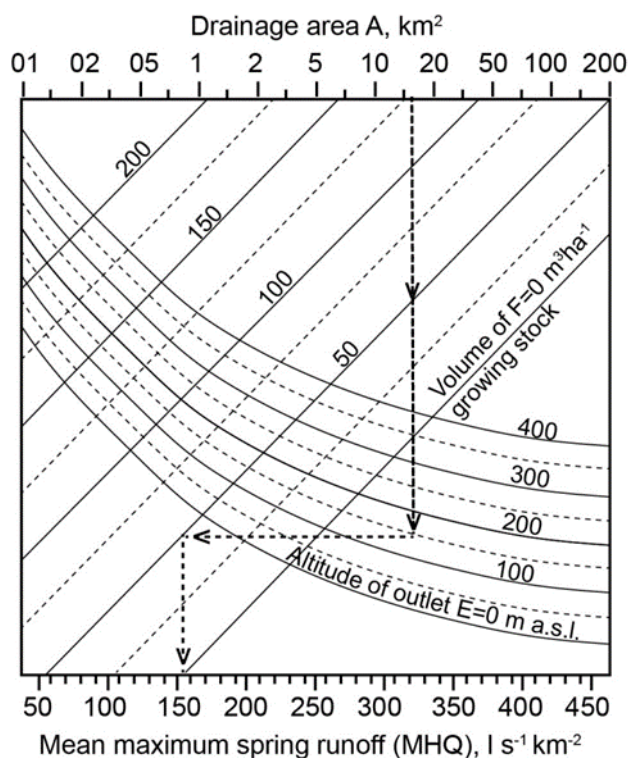
Sedimentacinio tvenkinio dydis nustatomas atsižvelgiant į įtekančio vandens kiekį. Planuojant sedimentacinį tvenkinį, reikia nepamiršti, kad tvenkinio dydis neturėtų būti per didelis, kad nebūtų sunku jį įrengti. Sedimentacinis tvenkinys turėtų būti įrengtas ne didesniame nei 40–50 ha baseine. Tai reiškia, kad dideliuose sausinamuosiuose plotuose turėtų būti įrengti keli tvenkiniai. Nereikėtų vieno sedimentacinio tvenkinio įrengti pagrindinėje teritorijos išleidimo angroje. Be to, vanduo į tvenkinius turėtų būti vedamas tik viena kryptimi, t. y., tvenkiniai neturėtų būti statomi kelių griovių sankryžoje.

Planuojant sedimentacinius tvenkinius reikia atsižvelgti į įtekančio vandens kiekį ir dirvožemio tipą. Nusėdimo tvenkiniai turėtų būti įrengti vietose, kur dirvožemis susideda iš žvyro arba šiurkščio smėlio.

Sedimentaciniai tvenkiniai neturėtų būti statomi nuolat užliejamose vietose, be to, jie neturėtų būti įrengti tose vietose, kur į juos įtekėtų daug vandens iš sausinamosios zonos ribų.

### Konstrukcija

Sedimentacinio tvenkinio matmenys priklauso nuo į jį įtekančio vandens kiekio. Parenkant sedimentacinio tvenkinio parametrus būtina atsižvelgti į maksimalų vandens nuotėkį pavasarį, kuris yra lygiavertis didžiausiam dienos vandens nuotėkiui per įprastus metus (šią reikšmę galima nustatyti analizuojant 30 metų vandens nuotėkio duomenis). Suomijoje didžiausias dienos vandens nuotėkis nustatomas naudojant lygtis, kurios pagrįstos moksliniais tyrimais, vykdytais mažuose baseinuose (Seuna 1983; 18 pav.). Maksimalias pavasarinio vandens nuotėkio reikšmes tikslinga naudoti, nes daugiausiai vandenyje suspenduotų kietųjų dalelių pernešama būtent pavasarį.



18 pav. Nomograma, kuri naudojama siekiant nustatyti vidutinės maksimalaus vandens nuotėkio reikšmes (Maksimalaus vandens nuotėkis =  $113A^{1/3} + 0.34E - 1.9F + 158$ ) (Seuna 1983). Maksimalaus vandens nuotėkis apibrėžiamas kaip didžiausia momentinė nuotėkio smailė sniego tirpimo laikotarpiu. Nomograma pagrįsta  $\geq 10$  metų stebėjimo duomenimis iš 37 nedidelių baseinų, esančių skirtingose Suomijos vietose. Pavyzdys, pažymėtas punktyrinė kampuota linija rodo, kad sausintas plotas (A) yra 16 km<sup>2</sup>, maksimalus vandens nuotėkis yra 155 mm, išleidimo angos aukštis (E) yra 150 m virš jūros lygio ir miško prieaugis (F) yra 50 m<sup>3</sup>ha<sup>-1</sup>. Paveikslas adaptuotas pagal Seuna (1983).

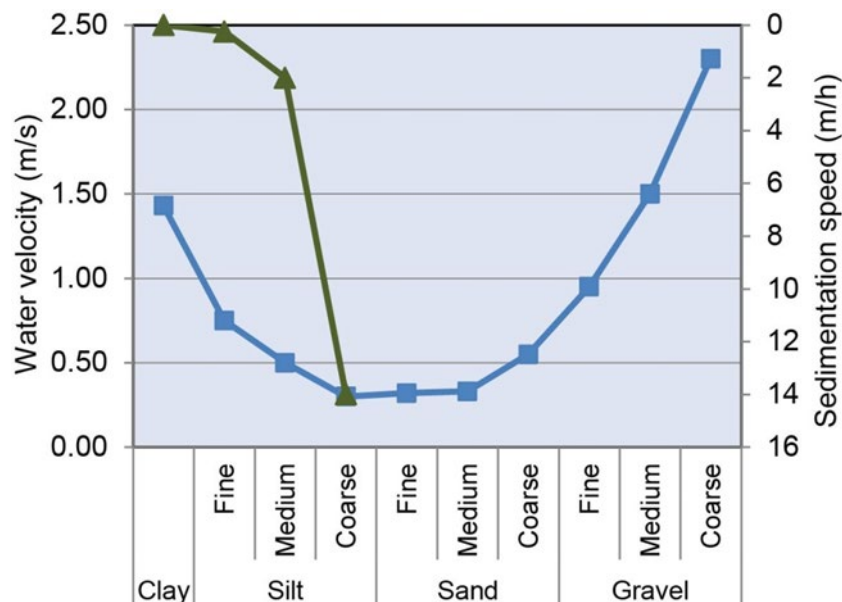
Sedimentacinių tvenkinių matmenys paprastai grindžiami dalelių, kurių skersmuo  $> 0,02$  mm, nusėdinimo 1 m / val. greičiu (19 pav.). Sedimentacinio tvenkinio vandens paviršiaus plotas apskaičiuojamas naudojant dalelių nusėdinimo greitį ir potencialią vandens prieteką į tvenkinį; tvenkinių matmenims apskaičiuoti naudojamas santykis  $Q / A$  (m / h).

Svarbu paminėti, kad dirvožemyje, kuriame vyrauja dulkių ir smėlio frakcijos, taip pat yra smulkių dalelių, dalelės sunkiai nusėda ant dugno paviršiaus. Sedimentaciniuose tvenkiniuose yra dalelių, kurių nusėdimo greitis (m / h) yra lygus arba didesnis už numatomą vandens nuotėkį (Q, m<sup>3</sup> / h), padalytą iš tvenkinio vandens paviršiaus ploto (A, m<sup>2</sup>). Maksimalus vandens nuotėkis pavasarį (l / s / ha) gali būti naudojamas nuotėkiui Q įvertinti ( $Q = MHQ \times a / 1000 \times 3600$ ), kur a yra sedimentacinių tvenkinių baseinas ha, 1000 yra perskaičiavimo koeficientas nuo litrų iki kubinių metrų ir 3600 yra perskaičiavimo koeficientas nuo sekundžių iki valandų. Būtina atsižvelgti ir į tai, kad tvenkinio plotas priklauso ir nuo krantų nuolydžio bei nuo vandens lygio tvenkinyje vertinimo metu.

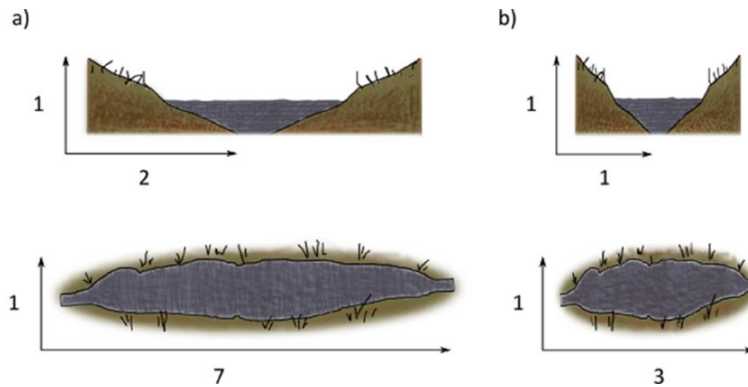
Be to, nustatant tvenkinio parametrus, būtina atsižvelgti į didžiausią greitį, leidžiantį nusėsti dumblo šiurkščiajai frakcijai. Turbulencija trukdo dalelėms nusėsti, todėl norint išvengti didelės turbulencijos, didžiausias leistinas vandens greitis tvenkinyje turėtų būti parenkamas 1–2 m / s. Taip pat siekiant sumažinti vandens turbulenciją tvenkinyje, reikėtų vengti aštrių tvenkinio kampų, o tvenkinys turėtų palaipsniui gilėti link krašto aukštupyje.

Pastatant slenkstį pasroviui, pagerėja šios konstrukcijos efektyvumas, nes pailgėja vandens sulaikymo laikas. Jei įmanoma, tai tvenkinio išleidžiamąjoje angoje reikėtų įrengti KD struktūrą.

Sedimentacinio tvenkinio pločio ir ilgio santykis turėtų būti 1:3–1:7, kad vanduo galėtų tolygiai pasiskirstyti tvenkinyje (20 pav.). Formuojant sedimentacinio tvenkinio krantų šlaitus, taip pat reikėtų atsižvelgti į dirvožemio tipą ir tvenkinio gylį. Kai dirvožemį sudaro smulki dalelių frakcija, kuri dažniausiai yra jautri erozijai, krantų nuolydis turėtų būti ne didesnis kaip 1: 2 (20 pav.). Kai tvenkiniai įrengiami nesuardytose durpėse, šlaitai gali būti statiesni. Tačiau šlaitai taip pat ir pakrantės turi būti įrengti taip, kad netrukdytų gyvūnams išlipti. Iš tvenkinio dugno pašalintas dirvožemis turėtų būti sukrautas pakankamai toli nuo tvenkinio, kad būtų sumažinta krantų griūties ir dirvožemio grimzdimo atgal į tvenkinį rizika. Dirvožemis, iškastas iš tvenkinio turėtų būti paskirstytas 2–3 kartus didesnėje teritorijoje nei plotas, kurį užima sedimentacinis tvenkinys. Teritorijose, kurios yra daugiau lankomos žmonių, yra tikslinga tvenkinius apjuosti tvora.



19 pav. Vandens greičio įtaka skirtingo dydžio dirvožemio dalelių pernešimui ir nusėdimui (žr. žemiau pateiktą Sąvokų sąrašo lentelę). Mėlyna linija vaizduoja vandens greitį, reikalingą dirvožemio dalelei pradėti judėti vandenyje; tamsiai žalia linija rodo dirvožemio dalelių nusėdimo greitį ramiame vandenyje. Naudojamos sąvokos: Water velocity- vandens tėkmės greitis; Sedimentation speed – sediementacijos greitis; Clay – molis; Silt – dulkės; Sand – smėlis; Gravel- žvyras.



20 pav. Dviejų sedimentacinių tvenkinių skersiniai pjūviai (paveikslai viršuje) ir vaizdas iš viršaus (apačioje): a) tvenkinys įrengtas teritorijoje, kurioje vyrauja dirvožemiai, jautrūs erozijai (krantų nuolydis 1:2 bei ilgio ir ploto santykis 1:7); b) tvenkinys įrengtas teritorijoje, kurioje vyrauja dirvožemiai nejautrūs erozijai (krantų nuolydis 1:1 bei ilgio ir ploto santykis 1:3). Paveikslo autorė Laura Härkönen.

Taip pat svarbu atsižvelgti į tai, kad kuo daugiau tvenkinys prisipildys dirvožemio dalelėmis, tuo mažiau efektyviai jis sulaukys smulkias daleles. Kuo dirvožemis yra daugiau jautrus erozijai, tuo greičiau dalelės užpildys sedimentacinį tvenkinį.

### Reikalingos priemonės ir medžiagos

Sedimentaciniai tvenkiniai kasami su ekskavatoriumi. Reikalingos medžiagos jiems įrengti naudojamos tos, kurios randamos vietoje. Apie slenksčio / užtvankos statybą žr. 1.3.3 poskyryje ir KD konstrukcijos įrengimą žr. 1.3.4 poskyryje.

### Įrenginio priežiūra

Sedimentaciniai tvenkiniai turėtų būti įrengti tose vietose, kuriose būtų patogų juos valyti. Smulkiosios dirvožemio frakcijos nusėdimo efektyvumas sumažėja dar prieš sedimentaciniam tvenkiniui užsipildant. Dėl šios priežasties šios struktūros gali tapti vandenyje skendinčiųjų kietųjų dalelių šaltiniu. Kita vertus, tvenkinio valymas taip pat gali padidinti vandenyje skendinčiųjų kietųjų dalelių pernašą. Būtina paminėti, kad augalų nereikėtų pašalinti, nes jie gali veikti kaip šlapynės (21 pav.).



21 pav. Sedimentacinis tvenkinys įrengtas Suomijoje prieš 20 metų, kuriame suvešėjo vandens augalai ir todėl jis veikia kaip maža šlapynė. Nuotraukos autorius Tommi Tenhola.

# Vandens tėkmės greičio kontrolė ir vandens sulaikymas miškuose

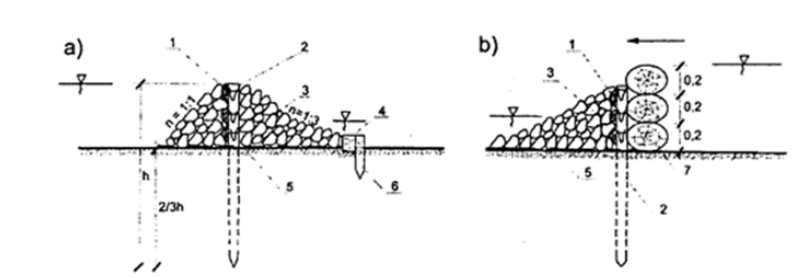
## Įvadas

MTP tikslas yra ne tik miškų plotų periodinis sausinimas, bet ir vandens sulaikymas sausros metu. Dėl besikeičiančio klimato kai kuriais metų laikais gali padaugėti sausrų ir dėl to vis daugiau aktualus tampa paviršinio vandens sulaikymas miškuose. Ilgi laikotarpiai be kritulių gali turėti neigiamos įtakos upių ir gruntinio vandens lygiui. Oro temperatūros didėjimas taip pat spartina augalų transpiraciją ir vandens garavimą iš dirvožemio bei vandens telkinių. Be to, šiltomis žiemomis sniegas anksti tirpsta ir sumažina vandens išteklius vegetacijos pradžioje; šie reiškiniai jau sukelia vandens trūkumą pietinėje Baltijos jūros regiono dalyje.

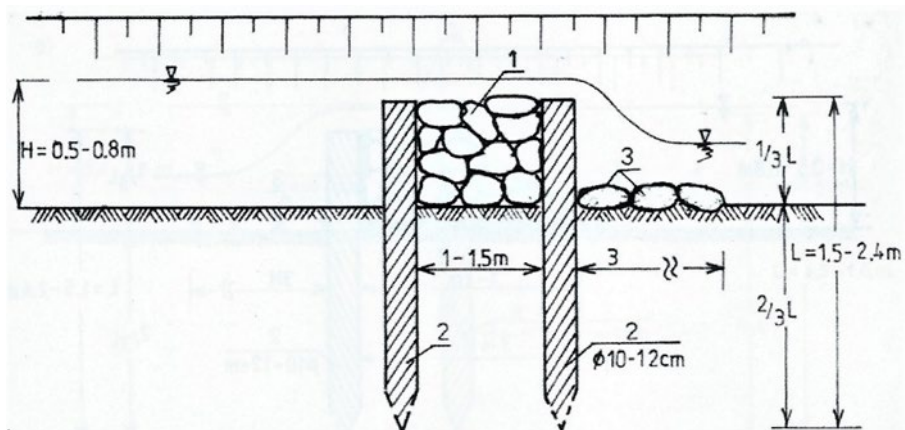
Sausinimo sistemos tinklas pašalina vandens perteklių iš šlapių/permirkusių miškų plotų. Tačiau jei sausinimo sistemai trūksta konstrukcijų, leidžiančių reguliuoti vandens nutekėjimą, laikotarpiais, kai kritulių iškrenta mažai, miškų sausinimas gali sąlygoti ir vandens trūkumą miškuose. Pavyzdžiui, jei gruntinio vandens lygį efektyviai reguliuoja medžių evapotranspiracija, tuomet nebereikia miškų papildomai sausinti, tačiau sausinimo sistema gali išlikti ir būti panaudota, kai ji yra reikalinga (pavyzdžiui, miško atkūrimo metu). Pietinėje Baltijos jūros regiono dalyje yra galimi potvyniai ar gruntinio vandens lygio pakylimai, tačiau kur kas dažniau miškai džiūsta nuo vandens trūkumo. Todėl besikeičiančio klimato sąlygomis sausinimo sistema turėtų atlikti dvigubą funkciją – ir sausinti, ir tuo pačiu užtikrinti vandens sulaikymą miškuose. Šiuo tikslu naudojamos dviejų tipų užtvankos, kurios arba palaiko pastovų vandens lygį, arba atitinkamai reguliuoja vandens lygį grioviuose ar upeliuose. Tokio tipo konstrukcijos, kurios naudojamos Lenkijoje, aprašytos kitame skyriuje. Tvenkiančios konstrukcijos taip pat yra aprašytos 3.3 skyriuje, tačiau ten jų pagrindinis tikslas buvo sumažinti skandinčių kietųjų dalelių pernašą į paviršinius vandenis. Planuojant vandens sulaikymo struktūras, taip pat reikia atsižvelgti į jų galimą poveikį erozijai ir biologinei įvairovei. Be to, reikia laikytis nacionalinių įstatymų, o sertifikuotuose miškuose taip pat turėtų būti griežtai laikomasi nacionalinių miškų sertifikavimo standartų.

## Nuolatinės užtvankos

Nuolatinės užtvankos (22–24 pav.) pakelia vandens lygį upelyje ar griovyje prieš srovę. Šias konstrukcijas lengva įrengti ir jos nereikalauja intensyvios priežiūros. Miškuose nuolatinės užtvankos dažniausiai statomos iš medžio ar akmenų. Paprastai statomos mažos (nuo 10 iki 50 cm) aukščio užtvankos; aukštis gali būti pritaikomas prie vietos sąlygų. Statomos užtvankos dažniausiai būna 25 cm aukščio (matuojant nuo griovio dugno), tačiau vis tiek kai kurioms žuvims jos trukdo migruoti. Gyvūnų migracijai yra palankios „artimo gamtai tipo“ užtvankos su specialiais praėjimais žuvims, kurie sujungti su slenksčiais (25 pav. ir 26 pav.). Užtvankos, pastatytos iš grunto, upelyje pavyzdys pateiktas 27 pav.



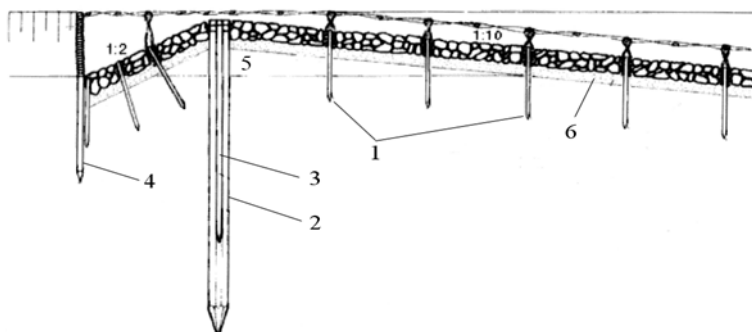
22 pav. Užtvankų pavyzdžiai: a) užtvanka pagaminta iš medžio ir akmenų; b) užtvanka pagaminta iš medinių rąstų ir akmenų. 1 - medinė lenta, 2 - medinis stulpas, 3 - akmenys, 4 - medinė sija, 5 - geotekstilė, 6 – mažo aukščio medinis kuolas, 7 - rąstai, h - stulpo ilgis. Paveikslą autorius Jėdryka.



23 pav. Užtvankos, pastatytos iš medinių kuolų ir akmenų, schema: 1 ir 3 – akmenys, 2 – mediniai kuolai. Nuotraukos autorius Waldemar Mioduszewski.



24 pav. Užtvanka, pastatyta iš medžio. Nuotraukos autorius Andrzej Ryś.



25 pav. Užtvankos, su specialiais slenksčiais, skirtais žuvims migruoti, skersinio pjūvio schema: 1 – surišti mediniai kuoliukai (1 m ilgio), 2 – medinė siena, 3 – polius (0,2 m skersmens), 4 – mediniai kaiščiai (1,3 m ilgio), 5 – molio sluoksnis, 6 – metalinis (gabiono) tinklėlis, pripildytas akmenimis. Nuotraukos autorius Stepaniuk.



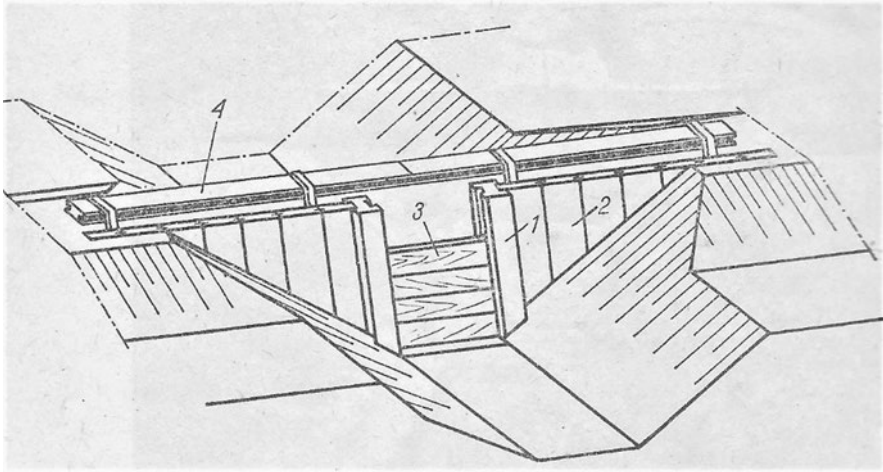
26 pav. Užtvankos su specialiais slenksčiais žuvims migruoti priklauso „artimo gamtai tipui“ ir turi rampą bei nuolydį. Slenkstis yra konstruojamas taip, kad tęstųsi per visa upės ar griovio plotį, kuo mažesniu nuolydžiu (FAO.2002). Nuotraukų autorius Andrzej Ryś.



27 pav. Užtvanka, pastatyta iš akmenų ir medžio bei uždengta dirvožemio danga. Nuotraukų autorius Andrzej Ryś.

### Užtvankų konstrukcijos su vandens lygio reguliavimu

Norint padidinti gruntinio vandens išteklius baseine ir ypač padidinti gruntinio vandens lygį sausuoju laikotarpiu, gali būti naudojamos drenažo sistemos su reguliavimo mechanizmu (šliuzu), skirtu vandens nutekėjimui valdyti (28 pav. ir 29 pav.). Šliuzų efektyvus funkcionavimas pirmiausia priklauso nuo to, kaip greitai upelyje / griovyje vanduo prasiskverbia į gruntinį vandenį. Kai kuriais atvejais yra šliuzai naudojami siekiant, kad lietaus vanduo (per upelių / griovių dugną ir šlaitus) greičiau prasiskverbtų į gruntinius vandenį. Tačiau būtina paminėti, kad tam tikromis sąlygomis tokios sistemos gali sukelti pernelyg didelį vandens įsiskverbimą į gruntinį vandenį ir dėl šios priežasties užtvinkta teritorija ir greta esantis miškas gali pradėti džiūti. Kai kuriais atvejais teigiamą tokių sistemų poveikį galima matyti šiek tiek pakeitus vandens tekėjimo kryptį griovyje ir išplėtus sausinamąjį tinklą. Be to, taikant pastarąsias priemones, sumažės ir vandens sausinamąjame tinkle greitis.



28 pav. Nedideli šliuzai sausinamajame griovyje: 1 – medinės lentelės, 2 – siena, 3 – užtvaros, skirtos vandens lygiui reguliuoti, 4 – lieptelis (kuriuo galima vaikščioti) skirtas konstrukcijos priežiūros darbams atlikti. Paveikslo autorius Zygmunt Rytel.



29 pav. Šliuziniai vartai, skirti reguliuoti vandens lygį upelyje. Nuotraukos autorius Michał Wróbel.

## Sulaikymo tvenkiniai

Vandens tvenkiniai (rezervuarai) gali būti naudojami sulaikyti vandens išteklius miškuose (30–33 paveikslai). Vandens rezervuarai miškuose paprastai statomi nuo 1 ha iki 5 ha. Tokių rezervuarų parametrai yra parenkami remiantis hidrologiniais skaičiavimais ir atkreipiant dėmesį į: i) galimybę pripildyti rezervuarą paviršinio vandens srautu, atitekančiu iš upės ar ežero baseino (arba kai kuriais rezervuarą gali maitinti požeminis vanduo ir krituliai) ir ii) rezervuaro potencialas efektyviai atlikti funkcijas. Rezervuaro poveikis aplinkai priklauso nuo jo dydžio, reljefo, hidrogeologinių sąlygų, supančios natūralios aplinkos ir įtekančio vandens kokybės. Nepaisant to, kad rezervuarai gali sulaikyti palyginti nedidelį vandens kiekį ir turėti nedidelį poveikį miškams, jie vis tiek gali atlikti vertingas ekologines funkcijas, pavyzdžiui, jie gali būti paukščių ir varliagyvių veisimosi vietos, vandens ištekliai laukiniams gyvūnams, rezervuarai taip pat gali reguliuoti ir miško mikroklimatą. Projektuojant ir priimant sprendimus reikėtų atsižvelgti į poveikio aplinkai vertinimo išvadas.

Rezervuaro vietoje turėtų būti vandens šaltinių, o reljefas neturėtų būti sudėtingas, kad nesukeltų per daug finansinių išlaidų. Statant rezervuarą reikia atsižvelgti ir į tai, kad gyvūnai lengvai prie rezervuaro prieitų, vandens mėginius iš rezervuaro būtų galima

---

lengvai paimti bei būtų sudaryta galimybė rezervuarą panaudoti gaisrų gesinimui. Jei rezervuaras būtų statomas dėl paukščių, tuomet į projektą būtina įtraukti ir salas. Rezervuaras taip pat turėtų būti natūralios formos ir integruotas į aplinką. Projektuojant konstrukcijas reikėtų atsižvelgti, kad rezervuaro priežiūra būtų kuo paprastesnė. Jei rezervuaras būtų naudojamas rekreaciniams tikslams, reikėtų projekte numatyti infrastruktūrai reikalingus įrenginius bei būtina ištirti vandens kokybę. Būtina paminėti ir tai, kad mažų tvenkinių didesnis skaičius gali turėti didesnę ekologinę poveikį nei didelių telkinių nedidelis skaičius.



30 pav. Maži vandens rezervuarai Lenkijos kalnuotose vietovėse. Nuotraukų autorius Michał Wróbel.



31 pav. Vandens rezervuaras žemapelkės miškuose Lenkijoje. Nuotraukos autoriu Andrzej Stolarek.



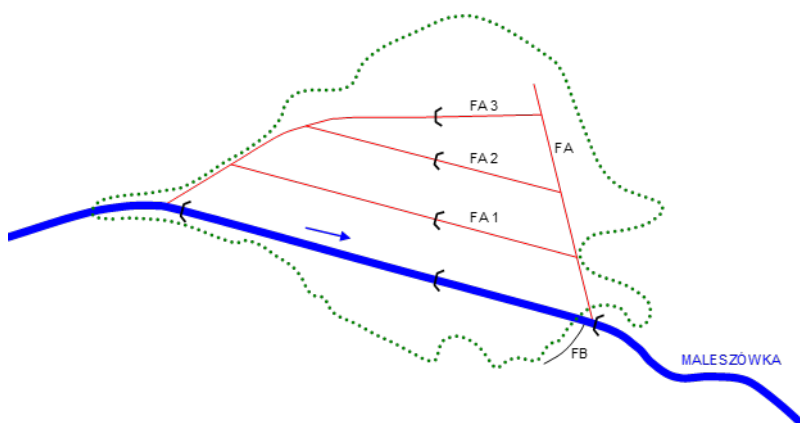
32 pav. Lieptelis (iš gabiono) skirtas vandens nutekėjimui iš rezervuaro. Nuotraukos autorius Edward Pierzgański.



33 pav. Hidraulinės konstrukcijos, kontroliuojančios vandens nutekėjimą iš rezervuarų. Nuotraukos autorius Michał Wróbel.

### Hidrologinių sąlygų atkūrimas sausintuose durpynuose

Hidrologinių sąlygų atkūrimas yra svarbus vandens sulaikymui miškuose. Atkuriant hidrologines sąlygas siekiama sušvelninti periodinį vandens perteklių ar trūkumą sausintoje teritorijoje. Šlapynės yra taip pat svarbios biologinei įvairovei ir siekiant gerų sąlygų augalams augti, reikėtų gruntinio vandens lygį palaikyti 20-40 cm gylyje. Hidrologinių sąlygų atkūrimo įrengiant šliuzus, stabdančius vandens nutekėjimą pavyzdžiai pateikti 34 pav. ir 35 pav.



34 pav. Durpynas Lenkijoje su keliais šliuzo vartais, skirtais reguliuoti požeminio vandens lygį nusausintoje vietoje. Durpyno ribą žymi žalia linija, Malaszkówka upę - mėlyna, griovius – raudona, o šliuzo vartus – juodos linijos.



35 pav. Pelkė prieš (kairėje) ir po (dešinėje) atkūrimo. Nuotraukos autorius Katarzyna Winiczenko.

---

## Sąvokų sąrašas

- Dugno užtvanka — užtvanka pagaminta iš akmenų ir medžio bei instaliuojama į rinktuvą. Ši konstrukcija yra taikoma siekiant sumažinti vandens tėkmės greitį bei nusodinti nešmenis. Žr. 1.3.3. poskyrį.
- Rinktuvas — griovys, kuris surenka vandenį iš kelių sausintuvų ir perneša jį į žemupį.
- Sausintuvas — griovys, kuriuo gruntinio vandens perteklius iš miško nuteka į rinktuvą.
- Melioracijos tinklo palaikymas (MTP) apima visą veiklą, apimančią griovių valymą ir papildomų griovių kasimą, siekiant palaikyti ar pagerinti miško produktyvumą.
- Išsišakojęs griovys — griovys iškastas šakutės formos. Tokio tipo grioviai yra kasami tam, kad pasiskirstytų vandenį, atitekantį į šlapynę.
- Poliai — tai dideli mediniai kuoliai, skirti statyti didelėms sienoms per upę.
- Kontroliuojamas drenažas — užtvanka su vamzdžiais, skirta sumažinti vandens tėkmės greičiui iš nusausintų teritorijų periodais, kai iškrenta gausiai kritulių. Taip pat ši konstrukcija mažina erozijos riziką ir nusodina nešmenis bei maisto medžiagų perteklių. Žr. 1.3.4. poskyrį.
- Lieptas — struktūra, atliekanti laiptelio ar rampos funkciją bei leidžia žuvims migruoti.
- Sedimentacinė duobė — pagilinta griovio dalis, į kurią įtetekančio vandens srovė sumažėja. Sedimentacinės duobės (1-2 m<sup>3</sup> tūrio) tikslas - fiksuoti nuo dirvožemio atskilusias kietąsias daleles ir išvengti jų patekimo į susisiekančius vandens telkinius. Žr. 1.3.2. poskyrį.
- Sedimentacinis tvenkinys — tvenkinys, statomas ties sausinimo sistemos išteklėjimo grioviu, siekiant sumažinti srovės greitį bei nusodinti kietąsias daleles, kad jos nepatektų į susisiekančius paviršinius vandens telikinius. Žr. 1.3.6. poskyrį.
- Atskiriamasis griovys — įrengiamas siekiant nukreipti vandenį iš aukštesnės reljefo vietos į nusausintą plotą.
- Slenkstis — žema konstrukcija, statoma griovyje ar upėje, reikalinga kelti vandens lygį. Dažniausiai miškuose statomi mediniai arba mediniai ir akmeniniai slenksčiai.
- Šliuzo vartai — vartai, kuriuos galima atidaryti arba uždaryti, kad būtų leidžiama arba neleidžiama vandeniui pratekėti griovyje ar upėje. Šio konstrukcija naudojama nekontroliuojamai drenažo sistemai paversti valdoma.
- Dirvožemio tipas:
- Lentelė. Dirvožemio grupės ir dalelių frakcijos, išskirtos pagal tarptautinį standartą ISO 14688-1:2017 “Geotechnical investigation and testing – Identification and classification of soil – Part 1: Identification and description”.

| Dirvožemio grupė                | Dalelių frakcija          | Dalelių skersmens ribos, mm |
|---------------------------------|---------------------------|-----------------------------|
| <b>Labai stambus dirvožemis</b> | Dideli akmenys            | >630                        |
|                                 | Akmenys                   | >200 to ≤630                |
|                                 | Smulkūs akmenys           | >63 to ≤200                 |
| <b>Stambus dirvožemis</b>       | Žvyras                    | >2.0 to ≤63                 |
|                                 | Stambus žvyras            | >20 to ≤63                  |
|                                 | Vidutinio stambumo žvyras | >6.3 to ≤20                 |
|                                 | Smulkus žvyras            | >2.0 to ≤6.3                |
|                                 | Smėlis                    | >0.063 to ≤2.0              |
|                                 | Stambus smėlis            | >0.63 to ≤2.0               |
|                                 | Vidutinio stambumo smėlis | >0.20 to ≤0.63              |
|                                 | Smulkus smėlis            | >0.063 to ≤0.20             |
| <b>Smulkus dirvožemis</b>       | Dulkės                    | >0.002 to ≤0.063            |
|                                 | Stambios dulkės           | >0.02 to ≤0.063             |
|                                 | Vidutinio stambumo dulkės | >0.0063 to ≤0.02            |
|                                 | Smulkios dulkės           | >0.002 to ≤0.0063           |
|                                 | Molis                     | ≤0.002                      |

Nuleistuvai ir išleistuvai — hidrotechninės konstrukcijos, naudojamos vandeniui nuleisti iš rezervuaro / tvenkinio arba vandens lygiui potvynio metu sumažinti.

Nevalyti grioviai ir jų atkarpos — griovių atkarpos, kurios yra paliktos nevalytos siekiant sumažinti vandens tėkmės greitį, eroziją ir nusdinti nešmenis. Žr.1.3.1. poskyrį.

Šlapynės (užlieti sausumos plotai) — natūralios arba atkurtos šlapynės, kuriose yra paskirstomas nutekėjęs vanduo iš sausinamojo ploto. Šlapynės sulaiko vandenyje suspenduotas kietąsias daleles ir maisto medžiagų perteklių. Rekomenduojamas šlapynių dydis 0.5–1% baseino dydžio. Žr.1.3.5. poskyrį.

---

# Literatūra

FAO. 2002. FAO/DVWK: Fish passes – Design, dimensions and monitoring. Rome. 119p.

Finér, L., Čiuldienė, D., Lībiete, Z., Lode, E., Nieminen, M., Pierzgalski, E., Ring, E., Strand, L. & Sikström, U. 2018. WAMBAF – Good Practices for Ditch Network Maintenance to Protect Water Quality in the Baltic Sea Region. Natural resources and bioeconomy studies 25/2018. 35 p. Natural Resources Institute Finland.  
[https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542099/luke\\_luobio\\_25\\_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://jukuri.luke.fi/bitstream/handle/10024/542099/luke_luobio_25_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y).

Finér, L., Härkönen, L., Jämsén, J., Joensuu, S., Leinonen, A., Andersson, E., Ågren, A., Čiuldienė, D., Lībiete, Z., Lomander, A., Pierzgalski, E., Ring, E. & Sikström, U. 2020. Manual for constructing water protection structures at ditch network maintenance sites and for water retention in forests. Natural resources and bioeconomy studies 66/2020. 37 p.

International Standard ISO 14688-1:2017 Geotechnical investigation and testing -- Identification and classification of soil - Part 1.

Joensuu, S., Ahti, E. & Vuollekoski, M. 1999. The effects of peatland forest ditch maintenance on suspended solids in runoff. *Boreal Environmental Research* 4:343-355.

Marttila, H. 2010. Managing erosion, sediment transport and water quality in drained peatlands. *Acta Universita Ouluensis*. C 375.

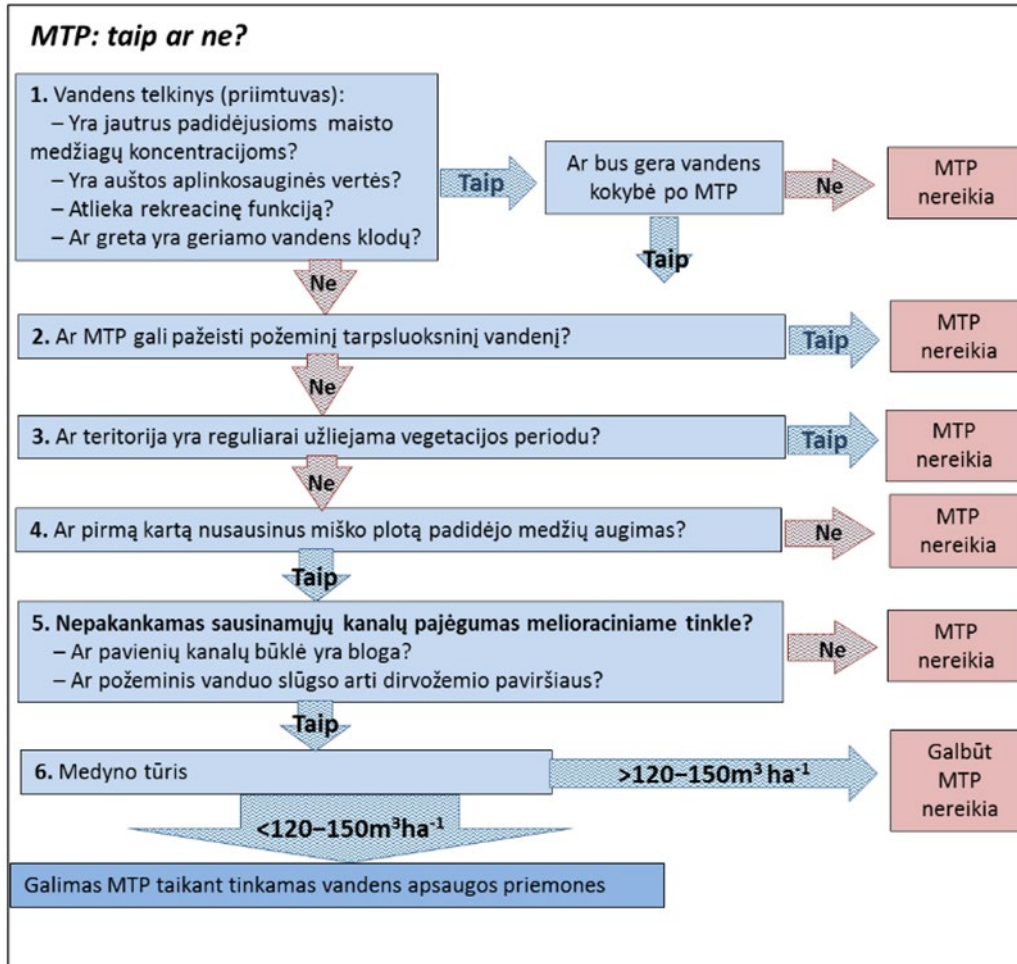
Nieminen, M., Kaila, A., Koskinen, M., Sarkkola, S., Fritze, H., Tuittila, E-S., Nousiainen, H., Koivusalo, H., Laurén, A., Ilvesniemi, H., Vasander, H. & Sallantausta, T. 2015. Natural and restored wetland buffers in reducing sediment and nutrient export from forested catchment: Finnish experiences. In: Vymazal, J. (ed.) *The role of natural and constructed wetlands in nutrient cycling and retention on the landscape*. p. 57–72. Springer, Switzerland.

Nieminen, M., Piirainen, S., Sikström, U., Löfgren, S., Marttila, H., Sarkkola, S., Laurén, A. & Finér, L. 2018. Ditch network maintenance in peat-dominated boreal forests: Review and analysis of water quality management options. *Ambio* 47: 535-545.  
[Doi.org/10.1007\\_s13280-018-1047-6](https://doi.org/10.1007_s13280-018-1047-6).

Seuna, P. 1983. Small basins – a tool in scientific and operational hydrology. Publications of the Water Research Institute 51. Helsinki 61 p.

# Priedas 1

Sprendimų priėmimo proceso loginė seka, kurios metu įvertinamas melioracijos tinklo priežiūros darbų poreikis, yra schematiškai pavaizduota srautų diagramoje.



36 pav. Sprendimų priėmimo loginė seka gali būti taikoma nustatant MTP darbų poreikį nusausintame miško plote. Daugiau informacijos ataskaitoje „WAMBAF –sausinamosios melioracijos tinklo priežiūros geroji patirtis“, (Finér et al. 2018).