



Väylävirasto
Trafikledsverket

Väyläviraston ohjeita
93/2023

TEIDEN JA RATOJEN KUIVATUKSEN SUUNNITTELU





Väylävirasto Trafikledsverket

Ohje

21.11.2023

VÄYLÄ/6583/06.04.01/2023

Vastaanottaja ELY-keskukset, Väylävirasto	Korvaa Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu (Liikenneviraston ohjeita 5/2013)
Säädösperusta Laki Väylävirastosta 2.1 §	Voimassa 1.12.2023 toistaiseksi
Väylämuoto rautatiet, tiet	Kohdistuvuus suunnittelu
Asiasanat kuivatus, rummut, hulevedet	Käyttäjärühmät suunnittelijat

TEIDEN JA RATOJEN KUIVATUKSEN SUUNNITTELU

Tätä ohjetta käytetään suunniteltaessa teiden ja rautateiden kuivatusta ja arvioitaessa väylien välittömään läheisyyteen rakennettavien uusien alueiden vaikutusta maanteiden ja ratojen kuivatusjärjestelmään. Ohjetta voidaan käyttää laatuvaatimuksena myös urakassa, joka sisältää suunnittelun. Ohje ei sisällä kuivatustarvikkeiden laatuvaatimuksia, vaan ne on esitetty InfraRYLin kohdassa 14300 Kuivatusrakenteet.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö	Minna Torkkeli
Tieliikennejohtaja	Jarmo Joutsensaari
Rautatieliikennejohtaja	Jukka Ronni
Yksikönpäällikkö	Sami Petäjä

Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon ja rautatietoimintojen osalta.

Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan (teknisetjaturvallisuusohjeet@vayla.fi).

Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.

Kannen kuva: Terhi Renko

LISÄTIETOJA

Petäjä Sami

Väylävirasto

PL 33, 00521 Helsinki

Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000

Faksi 0295 34 3700

www.vayla.fi

etunimi.sukunimi@vayla.fi

kirjaamo@vayla.fi

Esipuhe

Tämä julkiasu esittää Väyläviraston ohjeet ja käytännöt teiden ja ratojen kuivatuksen suunnitteluun. Ohje on tarkoitettu suunnitteluun ja suunnitelmien tarkastukseen.

Ohje korvaa Liikenneviraston julkaisun 5/2013 Teiden ja ratojen kuivatuksen suunnittelu. Tähän ohjeeseen on kirjoitettu kokonaan uusi luku 8 Rautatiealueet, jossa on käsitelty pääosa rautateiden kuivatussuunnittelun erityispiirteistä. Molempiin väylämuotoihin sovellettavia ohjeita on säilytetty luvuissa 1, 2, 3, 5 sekä osittain luvussa 4.

Helsingissä marraskuussa 2023

Väylävirasto
Tekniikka ja ympäristö

Versiohistoria

Pvm	Versio	Muutokset
1.12.2023	VO 93/2023	
18.1.2024	VO 93/2023 v2	Lisätty kohtien 5.8 ja 5.8.2 otsikoihin sana "luonnonvaraisten".

Sisällys

KÄSITTEISTÖ.....	8
1 YLEISTÄ	10
1.1 TIEN JA RADAN KUIVATUKSEN TAVOITTEET JA MENETELMÄT	10
1.2 TIEN JA RADAN KUIVATUKSEN SUUNNITTELUN JA YLLÄPIDON OHJEET	10
1.3 KUIVATUKSEN SUUNNITTELU ERI SUUNNITELMAVAIHEISSA	11
1.3.1 YLEISTÄ	11
1.3.2 SUUNNITTELUPERUSTEET	11
1.3.3 ESISELVITYS	11
1.3.4 YLEISSUUNNITELMA	11
1.3.5 TIE- TAI RATASUUNNITELMA	11
1.3.6 RAKENTAMISSUUNNITELMA	12
1.3.7 ALUESUUNNITTELU	12
1.3.8 OLOSUHTEIDEN JA RISKIEN TUNNISTAMINEN	12
1.4 MITEN LAINSÄÄDÄNTÖ OHJAA KUIVATUKSEN SUUNNITTELUJA JA KUNNOSSAPITOA	13
1.4.1 KESKEISIN LAINSÄÄDÄNTÖ	13
1.4.2 RAKENNETUN ALUEEN HULEVEDET	13
1.4.3 MUUT VEDET	14
1.4.4 LASKUOJIEN RAKENTAMINEN JA KUNNOSSAPITO	14
1.4.5 MAJAVAN PADON PURKAMINEN TIEN- JA RADANPIDOSSA	15
1.4.6 KUIVATUKSEN EDELLYTTÄMÄT LUVAT	15
1.5 YHTEISTYÖ MUUN MAANKÄYTÖN TOIMIJOIDEN KANSSA	16
2 HULEVESIEN HALLINTA	18
2.1 PERUSTEET	18
2.2 HULEVEDEN HALLINTATARPEEN ARVIOINTI	18
2.2.1 TULVAHUIPPUJEN LAADULLINEN JA MÄÄRÄLLINEN HALLINTA	18
2.2.2 KAKSIKERROKSIINEN OJA	19
2.2.3 BIOSUODATUSALUE	20
2.2.4 VIIVYTYS- JA -LASKEUTUSALTAAT	21
2.2.5 TOIMENPITEET POHJAVESIALUEILLA	22
2.2.6 IMEYTYSMENETELMÄN KÄYTTÖ	23
2.3 TULVARISKIEN HALLINTA	23
3 KUIVATUSRAKENTEIDEN MITOITUKSEN PERUSTEET	25
3.1 MITOITUSVIRTAAMA	25
3.2 VALUMA-ALUEEN KOON MÄÄRITTÄMINEN	25
3.3 MITOITUSVIRTAAMAN LASKENTATAPA 1: RANKKASADE	26
3.3.1 MITOITUSKAAVA	26
3.3.2 VALUNTAKERTOIMEN Ψ MÄÄRITTÄMINEN	26
3.3.3 MITOITUSSATEEN RANKKUUDEN MÄÄRITTÄMINEN	27
3.3.4 MITOITUSSATEEN KESTOAIKA	28
3.3.5 MITOITUSVIRTAAMAN TOISTUVUUS	29
3.4 MITOITUSVIRTAAMAN LASKENTATAPA 2: LUMEN SULAMISVIRTAAMA	31
3.4.1 LASKENTAKAAVA	31
3.4.2 KEVÄTYLIVALUMAN H_Q MÄÄRITTÄMINEN	32
3.4.3 JÄRVISYYS-, METSÄOJITUS- JA PELTOISUUSKERTOIMET	33
3.5 KOKEMUSPERÄINEN MITOITUS	34
4 PINTAKUIVATUKSEN SUUNNITTELU	36
4.1 YLEISTÄ TIEALUEILLA	36
4.2 AVOUOMAN MITOITUS	36
4.2.1 AVOUOMIEN HYDRAULINEN MITOITUS	36
4.3 TIEN PINTAKALTEVUUKSIEN JÄRJESTELY	38

4.3.1	AJORADAN JA PIENTAREEN KALTEVUUDET	38
4.3.2	LIITTYMIEN KALTEVUUSJÄRJESTELYT	39
4.3.3	JALANKULKU- JA PYÖRÄILYVÄYLÄT	40
4.3.4	KESKI- JA VÄLIALUEET	42
4.3.5	VÄYLÄN KÄYTTÄJIÄ PALVELEVAT ALUEET	46
4.4	SILTOIHIN LIITTYVÄ KUIVATUS	47
4.4.1	YLEISTÄ	47
4.4.2	SILTAPAIKKOJEN TUTKIMUKSET	47
4.4.3	TULOPENKEREEN JA SILLAN YHTEISKUIVATUS	48
4.4.4	ALITTAVA TIE	48
4.5	TIEN SIVU-, LEIKKAUS- JA LASKUOJAT	50
4.5.1	YLEISTÄ	50
4.5.2	SIVUOJAN TARVE	51
4.5.3	SIVU- JA REUNAOJAN SIJAINTI	51
4.5.4	SIVUOJAN SYVYYS	52
4.5.5	SIVUOJAN MUOTOILU	52
4.5.6	SIVUOJAN PITUUSKALTEVUUS	52
4.5.7	LASKUOJAT	52
4.5.8	NISKAOJAT	53
4.6	EROOSIOSUOJAUS	54
4.6.1	EROOSIOSUOJAUSTARPEEN MÄÄRITTÄMINEN	54
4.6.2	EROOSIOSUOJAUKSEN SUUNNITTELU	55
4.6.3	PENKEREIDEN PINTAKUIVATUS	56
4.6.4	KOURUT	56
4.7	HULEVESIVIAMÄRIT	56
4.7.1	YLEISTÄ	56
4.7.2	KÄYTTÖKOHTEET	56
4.7.3	KAIVOJEN JA VIEMÄRIEN SIJAINTI	57
4.7.4	HULEVESIKAIVOT	58
4.7.5	HULEVESIVIAMÄRIN MITOITUS	59
4.7.6	HULEVESIVIAMÄRIN ASENNUSSYVYYS	61
4.7.7	HULEVESIVIAMÄREIDEN MATERIAALIVALINTA	62
4.8	PUMPPAAMOT	62
4.8.1	YLEISTÄ	62
4.8.2	MITOITUS	62
4.8.3	SIOITTAMINEN	63
4.8.4	PUMPPAAMON VARUSTEIDEN VÄHIMMÄISVAATIMUKSET	63
5	RUMMUT	65
5.1	YLEISTÄ	65
5.2	RUMPUJEN TARVE JA SIOITUS	65
5.3	RUMPUJEN PITUUS JA RAKENNE	68
5.3.1	PITUUS JA PÄÄTYVIISTEET	68
5.3.2	KORROOSIO-OLOSUHDE	69
5.4	RUMMUN MITOITUS JA KORKEUSASEMA	70
5.4.1	MITOITUKSEN TAVOITTEET	70
5.4.2	RUMMUN POHJAN KORKEUDEN MÄÄRITYS	70
5.4.3	RUMMUN PITUUSKALTEVUUDEN MÄÄRITYS	71
5.4.4	RUMPUJEN VÄHIMMÄISKOKO	72
5.4.5	RUMPUAUKON KOON MITOITUS	73
5.4.6	MITOITUSPADOTUS JA RUMMUN AIHEUTTAMAN PADOTUKSEN MÄÄRITTÄMINEN	74
5.5	RUMPULUETTELOT JA PUTKIMATERIAALIT	76
5.5.1	HANKINTAMENETTELY	76
5.5.2	RUMPULUETTELO	76
5.6	NYKYISEN RUMMUN UUSIMINEN	81
5.7	PIENTEN VESISTÖSILTOJEN MITOITUS	81
5.8	LUONNONVARAISTEN ELÄINTEN HUOMIOON OTTAMINEN RUMPUJEN SIOITUSTA JA RUMPUAUKKOJEN KOKOA MÄÄRITETTÄESSÄ	88

5.8.1	YLEISTÄ	88
5.8.2	LUONNONVARAISTEN ELÄINTEN KULKUJÄRJESTELYT VÄYLÄALUEEN POIKKI	89
6	TIEN SYVÄKUIVATUKSEN SUUNNITTELU.....	90
6.1	YLEISTÄ.....	90
6.2	VAJOVEDET	90
6.2.1	YLEISTÄ	90
6.2.2	SIVUOJAN JA SALAOJAN SYVYYS	91
6.3	POHJAVEDET	93
6.4	OJATYYPIN VALINTA	95
6.5	SALA- JA SUOTO-OJAT	96
6.5.1	SALA- JA SUOTO-OJAN RAKENNE	96
6.5.2	SALAOJAN SIJAINTI	96
6.5.3	LASKUPUTKET JA KAIVOT	98
6.5.4	JÄÄTYMISTUKOSTEN TORJUNTA.....	98
6.5.5	RUOSTETUKOSTEN TORJUNTA.....	99
6.5.6	PELTOSALAOJIEN JÄRJESTELY	99
6.5.7	SALAOJAKAIVOJEN JA SALAOJIEN MATERIAALIVALINTA	100
7	LUMEN JA ROUDAN VAIKUTUS TIEN KUIVATUKSEN TOIMIVUUTEEN	101
7.1	YLEISTÄ.....	101
7.1.1	MAAN JÄÄTYMISEN VAIKUTUS TIEN KUIVATUKSESSA PUTKIEN SYVYSSIJAINTIIN	102
7.2	RUMPUJEN AUKIPITÄMINEN SULAMISVAIHEESSA	102
8	RAUTATIEALUEET	103
8.1	RATARAKENTEEN KUIVATUS	103
8.1.1	KUIVATUSSYVYYS	103
8.1.2	RADAN HULEVESIEN HALLINTA.....	104
8.1.3	KUIVATUSRAKENTEET	104
8.1.4	KAAPELIREIITIT JA -KAIVOT	107
8.1.5	VASTAPENGERALUEET	107
8.2	ALUEIDEN KUIVATUS	108
8.2.1	RATAPIHOJEN KUIVATUS	108
8.2.2	LAITURIT.....	108
8.2.3	PUUNKUORMAUSALUEIDEN KUIVATUS.....	109
8.3	RADAN KUIVATUKSEN PARANTAMINEN	110
8.4	PARANNETTAVAN RADAN KUIVATUS	110
9	VIEREISEN MAANKÄYTÖN SEURANTA JA KAAVALAUSUNNOT	111
10	TUTKIMUKSET, RAKENTAMISAJANKOHTA, HANKINNAT JA DOKUMENTOINTI	112
10.1	KUIVATUSSUUNNITTELUN MAASTOTUTKIMUKSET JA -SELVITYKSET	112
10.2	RAKENTAMISEN VAIKUTUS SUUNNITTELUUN	113
10.3	KUIVATUSJÄRJESTELMÄN LOPPUDOKUMENTOINTI	113
10.4	KUIVATUSSUUNNITTELU ERI PROSESSIVAIHEISSA.....	114
10.4.1	MAANKÄYTÖN SEURANTA	114
	LÄHDELUETTELO	115

Käsitteistö

Kuivatuksen suunnittelun tärkeimpiä hydrologisia käsitteitä ovat:

Hulevesi on rakennetuilla alueilla syntyvää maan tai liikenneväylien pinnalta, rakennusten katolta tai muilta vastaavilta pinnoilta pois johdettavaa sade- ja sulamisvettä.

Sadanta on aikayksikössä tietyllä alueella sataneen veden tai lumen määrä, yksikkönä mm/h (tai mm/vrk, mm/v). Lumena tuleva sadanta sekä lumipeite tietyssä ajankohtana muunnetaan lumen vesiarvon avulla millimetreinä ilmoitettavaksi sademääräksi.

Sateen rankkuus on lyhyenä aikana tietylle pienehkölle alueelle sataneen veden määrä, yksikkönä mm/min, mm/h tai l/s ha. Yksikkö 1 mm/h vastaa 2,78 l/s ha.

Vesiarvo ilmaisee, montako mm vettä tietty lumikerros vastaa.

Valunta on se osa sadannasta, joka päättyy vesiuomiin, yksikkönä on mm/h (tai mm/vrk, mm/v). Muu osa sadannasta haihtuu kasveista ja maan pinnalta tai se imeytyy maahan ja lisää maaperän kosteutta. Valunnan muodostumiseen vaikuttavat maanpinnan kaltevuuden ja maaperän ominaisuuksien lisäksi sateen intensiteetti ja kesto, sadetta edeltävän kuivan ajan pituus sekä läpäisemättömän pinnan osuus koko valuma-alueesta.

Valuma (q) on sekunnissa tietyltä alueelta valuvan veden määrä pinta-alayksikköä kohti, yksikkönä l/s ha tai l/s km².

Ylivaluma (Hq) tarkoittaa jonkin ajanjakson suurinta valumaa. Merkintä Hq 1/10 tarkoittaa tietyllä alueella keskimäärin kerran 10 vuodessa esiintyvää ylivalumaa.

Valuma-alue on se maastoalue, jolta vedet kerääntyvät tiettyyn uoman kohtaan, yksikkönä ha tai km². Valuma-alueen rajoina ovat vedenjakajat.

Vedenjakaja on valuma-alueiden välinen raja-alue, jolta vedet virtaavat eri suuntiin.

Virtaama (Q) on uoman poikkileikkauksen läpi kulkevan vesimäärän tilavuus aikayksikössä (m³/s). Keski-
virtaama (MQ) on tietyn havaintojakson keskimääräinen virtaama ja ylivirtaama (HQ) tarkoittaa havaintojakson suurinta virtaamaa, esim. merkintä HQ 1/5 tarkoittaa tietyssä uomankohdassa keskimäärin kerran viidessä (5) vuodessa esiintyvää ylivirtaamaa. Virtaama lasketaan kertomalla valuma valuma-alueen pinta-alalla.

Alin vesi (LW) on tietyn ajanjakson matalin vedenkorkeus.

Keskivesi (MW) on tietyn ajanjakson tasaisin aikavälein, tavallisesti kerran vuorokaudessa, mitattujen vedenkorkeuksien keskiarvo.

Ylin vesi (HW) on tietyn ajanjakson suurin vedenkorkeus.

Märkäpiiri (P) on veden ja poikkileikkauksen seinämän kosketuspinnan pituus eli veden poikkileikkauksen muodostama piiri vähennettynä vedenpinnan leveydellä.

Lyhenteet

A on veden poikkipinta-ala (m²) uomassa tai putkessa

R on hydraulinen säde (m), $R=A/p$

J on uoman pituuskaltevuus

n on uoman tai putken seinämän hankauskerroin

k on mitoitusvirtaaman laskemisessa käytetty korjauskerroin, joka koostuu järvisyydestä (k_j), metsäojituksen osuudesta (k_M) ja pellon osuudesta (k_P)

Muut määritelmät

Maantierumpu (aiemmin päätierumpu) on *InfraRYL* kohdassa 14350 ja tässä ohjeessa käytetty termi, jolla tarkoitetaan maantien alittavaa rumpua, jonka vapaa-aukko on $< 2,0$ m.

Poikkierumpu on tierekisterissä ja Velhorekisterissä käytetty termi maantierummulle.

Ratarumpu on rautatien alittava silta- tai putkimainen rakenne, jonka vapaa-aukko on $< 2,0$ m.

Sivuojarumpu on maantien tai rautatien sivuojan ylityskohtaan tehty rumpu. Voi esiintyä myös sillan keulan alla.

Putkisilta on liikenneväylän alle putkesta tehty silta, jonka vapaa aukko on $\geq 2,0$ m.

Sivuoja on tien tai radan sisäluiskan ja ulkoluiskan muodostama tiensuuntainen oja.

Reunaoja on tien- tai radansuuntainen oja, jonka osana ei ole tien sisäluiskaa.

Niskaoja on tien- tai radansuuntainen oja tien tasauksen yläpuolelle tehtynä

Kuivatussyvyys on se syvyys, johon rakenne kuivattuu.

1 Yleistä

1.1 Tien ja radan kuivatuksen tavoitteet ja menetelmät

Kuivatuksen suunnittelu on osa maantie- ja ratarakenteen suunnittelua. Kuivatuksen tehtävänä on poistaa vesi väylien pinnoilta ja jäljempänä määritellyssä laajuudessa rakennekerroksista. Samalla parannetaan rakenteiden kantavuutta ja pienennetään niiden routivuutta.

Kuivatus jaetaan pintakuivatukseseen ja syväkuivatukseseen. Pintakuivatuksen avulla saadaan väylän pinnalle kertyvä sekä mahdollinen väylän ympäristöstä tuleva hulevesi poistetuksi sivuojiin, hulevesikaivoihin tai koururakenteisiin. Pintakuivatuksen avulla estetään veden kulkeutuminen haitallisesti rakenteen ja penkereen läpi sekä viereisille kiinteistöille. Syväkuivatuksella estetään veden jääminen väylän rakenteeseen, jossa se heikentää rakenteen kuormituskestävyyttä ja mahdollistaa routimisen.

Pintakuivatukseseen käytetään sivu-, niska- ja laskuojia, salaojia, hulevesiviemärointiä ja koururakenteita. Syväkuivatus hoidetaan maaleikkauksessa yleensä salaojien avulla. Syvät avo-ojat teiden maaleikkauksessa ovat riittävä menetelmä syväkuivatukseseen ainoastaan silloin, kun maalaji on karkearakeista hiekka- tai sora- tai soramoreenia. Radan syväkuivatus tulee määritellä aina tapauskohtaisesti.

Pintakaltevuuksilla sekä avo-ojien luiskilla ja niiden muotoilulla on maanteilla ja jalankulku- ja pyöräilyväylien kuivatuksen toimivuuden lisäksi tärkeä vaikutus liikenteellisiin ominaisuuksiin, liikenneturvallisuuteen ja ulkonäköön. Kun arvioidaan vaihtoehtoisia kuivatusjärjestelmän toteuttamisratkaisuja, esimerkiksi rakennetaanko avo-oja vai sadevesiviemärointi, pitää sekä hyötyjen että haittojen arvioinnissa ottaa huomioon kaikki kustannukset, kunnossapidon vaikeus ja ne näkökohdat, joita ei voida suoraan mitata rahassa: liikenneturvallisuus ja ulkonäkö.

Kuivatusta suunniteltaessa on huolehdittava siitä, että geotekniikkaan, siltoihin sekä laitteiden ja johtojen sijoitukseen ja siirtoihin liittyvät kysymykset selvitetään riittävän ajoissa.

1.2 Tien ja radan kuivatuksen suunnittelun ja ylläpidon ohjeet

Maanteiden rakenteen mitoitusohjeessa *Tierakenteen suunnittelu* ja tämän ohjeen kohdassa 6.2 on esitetty tarkemmin kuivatuksen vaikutus rakenteen kuormituskestävyyteen sekä esitetty, miten routimisen rajoittaminen vaikuttaa kulloinkin tarvittavaan kuivatussyvyyteen.

Ohjeessa *Rakenteen parantamisen suunnittelu* on kuvattu, missä tilanteissa parannettavan tien kuivatukseseen pitää tehdä muutoksia ja miten vanhan ja uuden kuivatusjärjestelmän yhteistoiminta varmistetaan siinä tapauksessa, kun rakennetaan lisäkaistoja, levennetään tietä tai parannetaan suuntausta.

Ohjeessa *Pohjaveden suojele maanteilla* on esitetty pohjaveden suojauksiin liittyvien kuivatusrakenteiden suunnitteluperiaatteet.

Hulevesien hallinnan kokonaisvaltaista suunnittelua käsitellään tarkemmin Kuntaliiton *Hulevesioppaassa*.

Julkaisussa *InfraRYL* on esitetty sivuojien ja muiden kuivatusjärjestelmän osien rakentamisessa käytettävät työmenetelmät, asennustarkkuus sekä putkien asennuksessa käytettävien materiaalien laatuvaatimukset ja laadun toteaminen. Erityisesti rakenteen parantamisen suunnittelussa on tarpeen tehdä yleisten ohjeiden lisäksi työkohtainen työselostus, sillä olemassa oleva tie tai rata varusteineen asettaa rajoituksia eri menetelmien käytölle.

Yleiset inframallivaatimukset YIV ovat infran tietomallintamista ja mallipohjaisen hankkeen tiedonhallintaa ohjaava ohjekokonaisuus, jota noudatetaan myös kuivatussuunnittelussa.

Teiden kuivatusjärjestelmien hoidon ja ylläpidon vaatimustaso on määritetty hoidon ja ylläpidon tuotekor-teissa.

Tien sivuojen, laskuojien ja rumpujen päätyluiskan muotoilun vaikutus suistumisturvallisuuteen on esitetty ohjeessa *Tien poikkileikkauksen suunnittelu*.

Radan sivuojen, laskuojien ja rumpujen suunnitteluohjeita ovat mm.

- *RATO 20 Ympäristö ja rautatiealueet ja Radanpidon ympäristöohje*
- *Rumpujen korjausohje RUMKO*

Kuivatuksen suunnittelua palvelevien tutkimusten hankinnassa noudatetaan ohjetta *Maastotietojen hankinta - Toimintaohjeet*. Avo-ojien eroosiosuojaustarpeen määrittely on kuvattu ohjeessa *Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnittelu*.

1.3 Kuivatuksen suunnittelu eri suunnitelmavaiheissa

1.3.1 Yleistä

Kuivatuksen suunnittelu on osa tien ja radan suunnittelua, ja se tarkentuu suunnittelun edetessä. Kuivatustavan valinnalla ja mitoituksella on merkittävä vaikutus väylän poikkileikkauksen leveyteen ja väylän tarvitsemaan tie- tai rautatiealueeseen. Keskeisimpiä vaikutuksia aluetarpeeseen on lähinnä seuraavilla:

- pinta- ja syväkuivatusmenetelmän valinta (sivuoja vai viemäri vai salaoja)
- tien tai radan sisä- ja ulkoluiskan kaltevuus sekä sivuojan syvyys
- laskuojat, jotka vaativat suurehkoja kaivu- tai muutostöitä tai laskujohdot silloin, kun riittävän vieton saaminen avo-ojiin vaatisi liian suuria kaivuja
- pintavesien hallinta herkkien vesistöjen yhteydessä (ojastot, viivähdysrakenteet sekä mahdolliset keräilyaltaat ja/tai puhdistuslaitteistot huoltoyhteyksineen)
- ylijäämämaiden sijoitusalueiden pintavesien hallinta (ojastot ja viivähdysrakenteet sekä mahdolliset vesienkäsittelyrakenteet huoltoyhteyksineen)

1.3.2 Suunnitteluperusteet

Ratahankkeissa ja suurimmissa tiehankkeissa suunnittelua varten laaditaan aina hankekohtaiset suunnitteluperusteet. Suunnitteluperusteissa esitetään poikkeamat voimassa oleviin ohjeisiin tai määräyksiin ja esitetään, mitä vaihtoehtoisista ratkaisuista hankkeessa käytetään. Kun suunnitteluperusteet on hyväksytty, antavat ne luvan yleisistä ohjeista poikkeaville suunnitteluratkaisuille. Suunnitteluperusteissa esitetään mm. radan alusrakenneluokka tai tien rakenteiden mitoituserusteet sekä routamitoitukseen liittyvät reunaehdot, joiden perusteella määräytyy myös kuivatussyvyys. Suunnitteluperusteita täydennetään suunnitelmavaiheiden edetessä tarkemmaksi.

1.3.3 Esiselvitys

Esiselvitysvaiheessa suunnittelu on hyvin yleisellä tasolla, jonka tarkoituksena on sovittaa linjausvaihtoehtoja maakunta- ja yleiskaavaan. Kuivatussuunnittelua ei juurikaan tehdä.

1.3.4 Yleissuunnitelma

Yleissuunnitelmavaiheessa määritellään väylien likimääräinen sijainti ja korkeusasema sekä arvioidaan ympäristövaikutukset. Kuivatusratkaisut ja väylien rakennepaksuudet määritetään alustavasti. Yleissuunnitelmassa selvitetään alustavasti mm. mahdollisten alikulkujen ja tie- tai rataleikkausten vaikutukset pohjaveteen ja kuivatusratkaisuihin. Seuraavia suunnitteluvaiheita varten arvioidaan yleissuunnitelmavaiheessa eri lupatarpeet (esim. tarvittavien vesilupien määrä).

1.3.5 Tie- tai ratasuunnitelma

Tie- ja ratasuunnitelmassa on osoitettava tien tai rautatien sijainti, käyttö eri tarkoituksiin, korkeusasema, poikkileikkaus ja kuivatus niin, että vaikutukset voidaan riittävästi arvioida ja väylä voidaan merkitä maastoon. Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa laaditaan kuivatussuunnitelma, joka vaikuttaa olennaisesti ko. suunnitelmassa määritettyyn tie- tai rautatiealueeseen sekä massatalouteen. Tie- ja ratasuunnitelmassa

perustetaan rasiteoikeudet suunnitelmassa esitettyihin laskuojiin. Rasiteoikeuden perusteella väylän kunnossapitäjällä on oikeus kunnossapitää laskuojaa toisen omistamalla maalla.

Hulevesien hallinta tulee ottaa suunnittelussa huomioon sivuojien ja mahdollisten laskeutusaltaiden tilatarpeen varauksissa viimeistään tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa. Alueen kaavoituksella voidaan mahdollistaa tai toisaalta estää kokonaistaloudellisen toimivan kuivatusratkaisun toteuttaminen. Hulevesiin liittyvästä lainsäädännöstä on kerrottu kohdassa 1.4.

Tie- tai ratasuunnitelmavaiheessa selvitetään ja varmistetaan ympäristöviranomaiselta rakentamiseen tarvittavat lupatarpeet (esim. ympäristölupa, ympäristön poikkeuslupa ja vesilupa). Lupapaperit valmistellaan, mutta ne voidaan lähettää käsittelyyn vasta lähempänä rakentamisajankohtaa rakentamissuunnittelun yhteydessä.

Tarkemmin vaatimuksia on ohjeistettu ohjeissa *Tiesuunnitelma - toimintaohjeet* ja *Tiesuunnitelmavaiheen asiakirjat - Sisältö ja esitystapa* sekä *Ratasuunnitelman toimintaohje* ja *Ratasuunnitelma - Sisältö ja esitystapa*.

1.3.6 Rakentamissuunnitelma

Rakentamissuunnitelmavaiheessa tarkennetaan ratasuunnitelmassa esitettyjä kuivatussuunnitelmia suunnittelemalla mm. käytettävät materiaalit, mitoitukset ja korot. Kuivatus tulee suunnitella yksityiskohtaisesti ja niin, että kokonaisuus on toimiva sekä ratasuunnitelman mukainen.

Rakentamissuunnittelun yhteydessä ennen rakentamista tarkistetaan ja tarvittaessa päivitetään tie- tai ratasuunnitelmassa valmistellut lupapaperit ja toimitetaan ne hyväksyntäkäsittelyyn.

Ohjeessa *Vesilaki väylähankkeissa* on esitetty Vesilain (587/20119) vaatimukset väylähankkeiden luvituksista. Vesilain mukaiset luvat haetaan pääsääntöisesti ratasuunnitelmavaiheessa, mutta ne voidaan hakea myös vasta rakentamistavaiheessa, kunhan otetaan huomioon luvan käsittelyyn kuluva aika. Jos luvan tarpeellisuudesta on epäselvyyttä, tulee hankkeeseen ryhtyvän kysyä ELY-keskukselta lausuntoa luvan tarpeellisuudesta.

Rumpujen ja mahdollisten putkisiltojen aukkomitoituksen tekee väylän suunnittelija hankkimiensa lähtötietojen pohjalta tätä ohjetta noudattaen.

1.3.7 Aluesuunnittelu

Alueellisilla kuivatustarkasteluilla tarkoitetaan, että maantie- tai ratarummun kokoon vaikuttavia asioita tarkastellaan ja tehtyjä tai tekeillä olevia suunnitelmia selvitetään laajemmalla alueella, kuin esimerkiksi tie- tai ratasuunnitelman kartassa on näkyvissä. Rummun mitoitukseen voivat vaikuttaa kauempana olevan kaava-alueen muutokset tai uusi kaava, peltojen salaojitukset, metsien ja soiden ojitukset. Nykyisten laskuojien, joihin suunnitelluilla ojilla liitytään, nykytilanne tulee lisäksi selvittää riittävän laajasti. Alajuoksulla nykytilanteessa toimivaa rumpua voidaan joutua suurentamaan tien tai radan kuivatuksen takia lisääntyvän vesimäärän takia tai nykyistä laskuojaa tulee perata pitkällä matkalla sekä sen nykyisiä rumpuja puhdistaa kuivatuksen toimivuuden varmistamiseksi.

1.3.8 Olosuhteiden ja riskien tunnistaminen

Ojan muotoa ja pituuskaltevuutta suunniteltaessa pitää tunnistaa olosuhteet: ojan pituuskaltevuus ja maalaji vaikuttavat avo-ojien liettymisnopeuteen ja eroosioherkkyyteen. Tästä on kerrottu tarkemmin tämän ohjeen kohdassa 4.6.

Samoin tulee tarkistaa tulvarisikohteet. Uusien väylien ojasyvyyttä suunniteltaessa voidaan saman alueen nykyisten väylien luiskien kunnosta päätellä mm. eroosioriski.

Tie- ja rataleikkausten ja alikulujen rakentaminen voivat vaikuttaa merkittävästi pohjavesisuhteisiin, jos maaleikkaus ulottuu hyvin vettä läpäiseviin kerroksiin ja kuivatustaso ulottuu pohjavesipinnan alapuolelle. Ohjeessa *Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje* on kerrottu tarkemmin pohjaveden huomioon ottamisesta leikkauksissa. Pohjaveden alenemisen mahdolliset haitat ja riskit ympäristölle arvioidaan laajojen pohjatutkimusten ja riittävän pitkäaikaisten mittausten perusteella. Laajoissa leikkauksissa pohjaveden pinnan tarkkailuun pitää tehdä suunnitelma.

On myös otettava huomioon, että pohjaveden pilaaminen on kielletty ympäristönsuojelulaille ja pohjaveden muuttaminen vaatii vesilain mukaisen luvan. Pohjaveden alenemisella voi olla mm. seuraavia haitallisia vaikutuksia:

- yksityiset talousvesikaivot kuivuvat
- tie- ja ratapenkereiden vakavuus häiriintyy, syntyy painumia
- maanvaraiset rakennukset painuvat
- kunnallistekniikan putket painuvat
- puupaalut lahoavat ja niiden varassa olevat rakenteet painuvat
- vedenottamoiden antoisuus alenee
- vesiolosuhteiden muutoksille alttiit kasvustotyypit ja niiden elinvoimaisuus vaarantuu

Suunnittelun aikana etenevässä riskianalyysissä pitää esittää toimintamalli eri riskien realisoitumisen varalle.

Jo suunnittelun alkuvaiheessa tulee selvittää väylän varrella sijaitsevien hulevesien purkuvesistöjen tila: muun muassa vesistön herkkyys ja muu käyttö voivat vaikuttaa tarvittaviin suunniteltaviin hulevesien puhdistustoimenpiteisiin.

1.4 Miten lainsäädäntö ohjaa kuivatuksen suunnittelua ja kunnossapitoa

1.4.1 Keskeisin lainsäädäntö

Tärkeimmät lait, jotka koskevat kuivatuksen suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa ovat laki tulvariskien hallinnasta, vesilaki ja ympäristönsuojelulaki, maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL), laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä sekä ratalaki. Tähän ohjeessa on esitetty listauksena näistä laista keskeisin kuivatuksen suunnittelua, rakentamista ja kunnossapitoa koskeva lainsäädäntö.

1.4.2 Rakennetun alueen hulevedet

Euroopan Unioni määräsi direktiivin tulvien arvioinnista ja hallinnasta. Direktiiviin perustuen Suomessa tuli 24.6.2010 voimaan laki tulvariskien hallinnasta (620/2010) ja 7.7.2010 valtioneuvosten asetus (659/2010). Direktiivin ja sittemmin lain tarkoituksena on vähentää ja hallita tulvista ihmisen terveydelle, ympäristölle, infrastruktuurille ja omaisuudelle aiheutuvia riskejä, vahingollisia seurauksia ja edistää tulviin varautumista. Lain tarkoituksena on myös sovittaa yhteen tulvariskien hallinta ja vesistöalueen muu hoito ottamalla huomioon vesivarojen kestävä käyttö ja suojelun tarve.

Hulevesien hallintaa ohjaa lainsäädännöllisesti pitkälti maankäyttö- ja rakennuslaki (MRL). MRL uudistui vuonna 2014 ja samalla lakiin lisättiin uusi hulevesien hallintaa koskeva 13 a luku. Luvussa säädetään mm. hulevesien hallinnan tavoitteista, vastuista, valvonnasta, kunnan hulevesijärjestelmästä, hulevesien hallintaan liittyvistä viranomaistehtävistä, hulevesien hallinnan ohjaamisesta sekä suunnittelusta. Hulevesien hallinnalla tarkoitetaan hulevesien imeyttämiseen, viivyttämiseen, johtamiseen, viemärintiin ja käsittelyyn liittyviä toimenpiteitä (MRL 103 b § 1 momentin 1 kohta). Hulevesikysymykset nousevat esille niin suunnitelmissa, kaavoissa kuin naapureitakin kuultaessa.

Kiinteistön omistaja tai haltija vastaa kiinteistöllä muodostuvien hulevesien hallinnasta (MRL 103 e §) ja kunta vastaa hulevesien hallinnan järjestämisestä asemakaava-alueilla (MRL 103 i §). Kunta voi hyväksyä tarvittaessa hulevesisuunnitelman, jossa voidaan esittää mm. valumavesien reitit ja muut hulevesien hallinnan ratkaisut. Suunnitelmaa laadittaessa tulee noudattaa, mitä MRL 62 §:ssä säädetään vuorovaikutuksesta (MRL 103 l §). Lähtökohtaisesti kiinteistön omistajan tai haltijan on johdettava kiinteistön hulevedet kunnan hulevesijärjestelmään, jos niitä ei voi imeyttää kiinteistöllä tai jos niitä ei johdeta vesihuoltolain 17 a §:ssä tarkoitettuun vesihuoltolaitoksen hulevesiviemäriverkostoon. Kunnan määräämä viranomainen voi kuitenkin hakemuksesta myöntää vapautuksen tähän velvollisuuteen, jos kiinteistön omistaja tai haltija huolehtii hulevesien hallinnasta muutoin asianmukaisesti (MRL 103 f §).

Lainsäädäntö jakaa erilaisten vesien pois johtamisen maan kuivattamiseen ja jätevesien johtamiseen. Vesilain (VL) ojitussäännöksiä sovelletaan kaikenlaisen maan kuivattamisvesien, sekä hulevesien että

perustusten kuivatusvesien johtamiseenkin. Jätevesien johtamiseen sovelletaan vesilain ojitussäännösten ohella ympäristönsuojelulakia (YSL).

1.4.3 Muut vedet

Vesilaissa on säännöksiä, jotka koskevat:

- **veden ottamista:** ilmoitusvelvollisuus, kun otettava määrä on yli 100 m³/d, on etukäteen ilmoitettava valtion valvontaviranomaisille (koskee esimerkiksi koepumppaustilanteita).
- esimerkiksi **veden korkeutta, syvyyttä tai veden juoksua** ei saa muuttaa ilman ympäristölupaviranomaisen vesilain mukaista lupaa esimerkiksi väliaikaisilla tulva-altailla, jos yksityinen maanomistaja ei ole antanut padotukseen lupaa. Yleisillä alueilla vesilain mukainen lupa on haettava aina, kun padottaminen aiheuttaa haittaa yleiselle edulle, kuten haitalliset muutokset arvokkaille luontokohteille tai kalastolle.
- Erikseen on selvitettävä luvanvaraisuus silloin, kun toimenpiteet koskevat **puroa tai noroa**. Puron uoman luonnontilaa vaarantaviin vesitaloushankkeisiin tarvitaan aina lupa. Noron, ojan tai altaan omistaja ei saa estää tai muuttaa veden vapaata juoksua uomassa alapuolella olevan vahingoksi ilman tämän suostumusta.
- sillan rakentamiseen joen, meren tai järven yleisen kulku- tai uittoväylän yli tarvitaan aina alueellisen ympäristöviranomaisen (AVI) lupa
- sillan tai rummun tekemiseen ojan tai vastaavan vesiuoman ylitystä varten ei tarvita erityistä lupaa, mutta siitä ei saa aiheutua haittaa yläpuolisen alueen maan kuivatukselle eikä uoman kunnossapidolle

Ympäristönsuojelulain mukaan pohjaveden pilaamiskielto on ehdoton. Lain mukaisia valvontaviranomaisia ovat alueellinen ympäristöviranomaisen ja kunnan ympäristönsuojeluviranomaisen. Jos pohjavesi on pilaantunut, voi ympäristöviranomaisen määrätä puhdistamisesta vastuussa olevan selvittämään pilaantuneen alueen laajuuden ja puhdistamistarpeen. Kaivoveden laadun huonontuminen on esimerkki ympäristönsuojelulain mukaan käsiteltävästä asiasta.

Lisäksi on otettava huomioon, mitä lainsäädäntö määrää kuivatusjärjestelyjen ulottamisesta toisen maalle sekä maanomistajalle aiheutetun vahingon korvaamisesta.

1.4.4 Laskuojien rakentaminen ja kunnossapito

Laskuojien rakentamista ohjaavat laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä-, rata- ja vesilaki seuraavasti:

- Tie- ja ratasuunnitelmassa on osoitettava laskuojaksi tarvittava alue ja hallinnollisesti laskuojalle perustetaan rasiteoikeus sen pitämiseksi toisen omistamalla maalla. Rasite on voimassa, kunnes sen kumoamisesta erikseen päätetään.

Ojitus on toteutettava ja kunnossapidettava siten, ettei toimenpiteistä aiheudu toiselle kuuluvalla alueella vahingollista vettymistä tai muuta edunmenetystä.

Väylänpitäjän kunnossapito-oikeus ja -velvoite vesilain mukaan:

- Tienpitäjän tai radanpitäjän ei tarvitse ilmoittaa ojituksesta vesilain (VL 5:6§) mukaisesti, mikäli ojituksesta on määrätty tiesuunnitelmassa tai ratasuunnitelmassa. Vesilaki ei velvoita hankkeesta vastaavaa hakemaan uutta lupaa tai lupamääräyksen tarkistamista aiemman vesilain (264/1961) mukaan luvitetulle hankkeelle. Uudistus ei myöskään vaikuta aiemman lainsäädännön nojalla myönnettyihin lupiin ja oikeuksiin eli ne ovat sellaisenaan voimassa.
- Ojitus on toteutettava ja kunnossapidettava siten, ettei toimenpiteistä aiheudu toiselle kuuluvalla alueella vahingollista vettymistä tai muuta edunmenetystä.
- Yli 500 m³:n ruoppaus edellyttää aina aluehallintoviraston lupaa. Alle 500 m³:n ruoppauksesta on tehtävä ilmoitus elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskukselle (ELY).
- Vähäisestä ojittamisesta ei tarvitse tehdä ilmoitusta.
- Ojituksen luvanvaraisuudesta säädetään seuraavaa: Ojituksella sekä ojan käyttämisellä ja kunnossapidolla on oltava vesilain mukainen lupa, jos se voi aiheuttaa ympäristönsuojelulaissa tarkoitettua pilaantumista vesialueella tai vesilain 3 luvun 2§:ssa tarkoitettuja seurauksia, jollei kysymys ole

yksinomaan puron yläpuolisella alueella suoritettavan ojituksen aiheuttamasta puron virtaaman muuttamisesta.

- Jos ojan perkaaminen toisen alueella sopimalla tai neuvottelemalla ei tuota tulosta, niin vesilain nojalla (VL 14:4§) kunnan ympäristönsuojeluviranomainen voi määrätä kunnostamaan ojan vesilain vastaisena (VL 5:8§).

1.4.5 Majavan padon purkaminen tien- ja radanpidossa

Majavien maantie- tai ratarumpuihin tai väylän välittömään läheisyyteen rakentamat padot aiheuttavat vedenkorkeuden paikallista nousua ja voivat siten aiheuttaa myös vahinkoa tai haittaa väylän käytölle ja riskiä liikenneturvallisuudelle. Suomessa esiintyvien euroopanmajavan ja kanadanmajavan pesät ovat rauhoitettuja. Euroopanmajavan suomalainen kanta sisältyy myös EU:n luontodirektiivin lajistoon.

Metsästysasetuksen mukaan asuttua pesää ei saa rikkoa. Asuttuun pesään liittyvän padon tai muun rakennelman saa vahinkojen estämiseksi kuitenkin purkaa. Padon purkamisen edellytykset riippuvat vuodenajasta. Majavanpadon purkaminen on mahdollista 15.6.–15.9. aikana Lapin maakunnassa, 15.6.–30.9. Pohjois-Pohjanmaan ja Kainuun maakunnissa, 15.6.–15.10. Pohjanmaan, Keski-Pohjanmaan ja Etelä-Pohjanmaan, Keski-Suomen, Pohjois-Savon, Etelä-Savon ja Pohjois-Karjalan maakunnissa sekä 15.6.–31.10. muilla alueilla. Padon purkamiseen tarvitaan lisäksi maa- ja vesialueen omistajan lupa.

Edellä mainittujen aikojen ulkopuolella voi Suomen riistakeskukselta hakea poikkeuslupaa padon tai pesän purkuun. Laki liikennejärjestelmästä ja maanteistä perusteella padon aiheuttaman tulvaveden ollessa ”liikennettä välittömästi uhkaava vaara”, voidaan pato purkaa välittömästi.

1.4.6 Kuivatuksen edellyttämät luvat

ELY-keskukset eivät anna aukkolausuntoja rummuista ja silloista. Liikenneväylän suunnittelija arvioi yleissuunnitelmavaiheessa lupatarpeet yhdessä ympäristöviranomaisten kanssa. Tie- ja ratasuunnitelmavaiheessa laaditaan rumpujen ja siltojen mitoituskalkulat ja valmistellaan tarvittavat vesilain tai ympäristönsuojelulain lupapaperit ja tarvittaessa haetaan luvat, jos ko. kohteen rakentaminen on lähiaikaan sijoitettava. Muuten luvat haetaan rakentamissuunnitelmavaiheessa lähempänä toteutusta ELY-keskuksen Y-vastuualueelta tai AVI:lta.

Lupa voi olla tarpeen esimerkiksi seuraavissa toimenpiteissä:

1. Rakennetaan silta liikennöidyn vesiväylän yli.
2. Kavennetaan penkereellä salmea.
3. Johdetaan tien hulevesiä arkaan vesistöön.
4. Alennetaan pohjaveden pintaa alikulussa tai leikkauksessa.
5. Sijoitetaan tie pohjavesialueelle.
6. Perataan laskuoja, jossa arvellaan olevan suojeltavia eläin- tai kasvilajeja.

Pyynnön yhteydessä esitetään suunnitellun liikenneväylän sijainti, liikennemäärää ja liikennettä kuvaavia tietoja sekä kohdassa 1 ja 2 vaihtoehtoisten siltaratkaisujen mitat, kohdassa 3 mahdolliset veden käsittelyratkaisut. Kohdassa 4 esitetään arvio pumpattavasta vesimäärästä tai veden alenemasta. Kohdassa 5 esitetään ohjeen *Pohjaveden suojelu maanteillä* riskienarvioinnit. Kohdassa 6 esitetään perustelu laskuojan perkauspituudelle ja mahdolliset tiedot suojeltavien eläin- ja kasvilajien esiintymisestä. Kohta 6 koskee myös kunnossapitoa.

ELY-keskukselle osoitettavaan lausuntopyyntöön ja mahdolliseen AVI:lta haettavaan vesilupaan sillan tai rummun rakentamisen yhteydessä liitetään seuraavia asiakirjoja tarvittavilta osin:

- yleiskartta 1:10 000...1:20 000, jossa esitetään rummut ja laskuojat. Yleiskartaksi soveltuu esim. radan tai tiejärjestelyjen yleiskartta
- kartta 1:2000...1:10 000 rumpu- tai siltapaikasta niin laajana, että uoman HW20 mahtuu kartalle. Tarvittaessa merkitään karttaan maanpinnan korkeuksia tulva-alueen määrittelyä varten
- pituusleikkaus 1:2000 väylästä n. 400 m uoman ylityskohdasta molempiin suuntiin. Pituusleikkauksen merkitään mahdollisten salaojien laskuaukkojen paikat ja korkeudet sekä pituusleikkauksen alueella olevat muut sillat ja rummut aukkoineen.
- poikkileikkauksia 1:100...1:200 ojasta, myös uuden rummun tai sillan kohdalta

- pituus- ja poikkileikkaus 1:100...1:200 mahdollisesta vanhasta rummusta tai sillasta
- tien tai radan poikkileikkaus 1:200 rummun tai sillan kohdalta. Piirustukseen merkitään tien tasausvii- van tavoitekorkeus ja sen (haitaton) muutosmahdollisuus
- valuma-alueen suuruus, vedenkorkeus ym. mitoituslähtötiedot
- mahdollisissa tulvahaittilanteissa padotuslaskelma ja selvitys vahingoista ja haitoista sekä niiden korvaamisesta.

1.5 Yhteistyö muun maankäytön toimijoiden kanssa

Oleellisia yhteistyötahoja ovat kuntien kaavoituksesta vastaavat, salaojitussuunnitelmien tekijät sekä Metsäkeskus. Näihin tahoihin pitää olla riittävän aikaisessa vaiheessa yhteydessä myös olemassa olevan väylän parantamista ja esimerkiksi kuivatuksen kunnostamista suunniteltaessa.

Maaseutu ympäristössä peltojen salaojitusten purkupaikat ja purkamistasot pitää selvittää ja ottaa huomioon sivuojen suunnittelussa. Salaojayhdistys ylläpitää peltosalaojitusten tietoja.

Väylänpitäjän ulkopuolisiin tahoihin pitää olla yhteydessä aina, kun tie tai rata risteää tai sivuaa muita kuivatusjärjestelyjä tai vireillä olevia hankkeita. Tällaisia tilanteita ja yhteistyötahoja ovat lähinnä seuraavat:

1. Salaojitettu tai salaojitettavaksi aiottu pelto: Väylän suunnittelija (Väylän pitäjä tai suunnittelukon- sultti) hankkii salaojituksen korjaussuunnitelman. Yleisötilaisuudessa informoidaan tulevista muutok- sista hyvissä ajoin.
2. Vireillä olevat hankkeet ilmenevät otettaessa yhteyttä maanomistajaan. Salaojituksen muutossuunni- telma tilataan alkuperäisen suunnitelman laatijalta. Lisäkustannuksista vastaa väylänpitäjä, näin myös nykyistä tietä parannettaessa.
3. Ojitettu tai ojitettavaksi aiottu metsä (vaikuttaa rumpujen tarpeeseen, syvyyteen ja mitoitukseen): Ti- lanteesta saa tiedon maanomistajalta. Jos kuivatushanke on vireillä ja suunnitelmista tarvitaan yksi- tyiskohtaisia tietoja, niitä saa seuraavilta tahoilta:
 - yksityismetsät: Metsäkeskus
 - yhtiöiden metsät: ao. yhtiön metsäosastolta
 - valtion metsät: Metsähallituksen Metsätalous Oy ao. hoitoalueelta.
4. Rummut päätien tai radan alitse: Maanomistajan ja väylänpitäjän lisäksi saattaa olla tarpeen kysyä ELY-keskuksen Ympäristö-vastuualueen lausuntoa. Väylälinjan tultua riittävän tarkasti määritellyksi osoitetaan todennäköiset rumpupaikat ja tiedustellaan, tarvitseeko joihinkin rumpuihin kiinnittää eri- tyishuomiota. Suunnittelija mitoittaa rummut ja määrittää niiden korkeusaseman. ELY-keskuksen mahdollista lausuntoa käytetään hyväksi lopullista ratkaisua etsittäessä. Vastuu vesilain noudattami- sesta, rummun kustannuksista ja kaikkien muiden mitoitukseen vaikuttavien tekijöiden huomioon ot- tamisesta kuuluu kuitenkin aina tien- tai radanpitäjälle.
5. Laskuojat: Maanomistajan kanssa neuvotellaan laskuojan sijoituksesta ja viljellyillä alueilla alusta- vasti kaivuajankohdasta. Rakentaja tai kunnossapitäjä sopii lopullisen kaivuajankohdan.
6. Sivuojarummut: Neuvotteluja maanomistajan tai yksityistien pitäjän kanssa tarvitaan vain mahdolli- sissa erikoisjärjestelyissä.
7. Suojeltavat alueet: tiedot saadaan kunnalta, museo- ja ympäristöviranomaiselta. Sähköisiä palveluita tarjoavat mm. Suomen Ympäristökeskus ja Museovirasto (Karpalo-karttapalvelu https://www.syke.fi/fi-FI/Avoin_tieto/Karttapalvelut ja Kulttuuriympäristön palveluikkuna <https://www.kyppi.fi/palveluikkuna/portti/read/asp/default.aspx>). Alueen suojeltavat lajit (laji.fi tai ELY keskuksen Y-vastuualue).
8. Taajamat: Taajama-alueilla vaatii kuivatuksen suunnittelu usein pitkälle menevää yhteistoimintaa muun tieverkon ja tonttien kuivatuksen sekä muiden johtojen ja kaapelien vuoksi. Alueellisen kuiva- tussuunnitelman tarve tulee selvittää. Mikäli alueella on asemakaava, yleisen tien kuivatus on sovitet- tava kaavamääräysten mukaiseksi (mm. viemärin tai salaojan purkukohdat). Tien rakentamisella ei saa vaikeuttaa tonttien ja katujen kuivatusta.
9. Taajamat: Milloin mahdollista, maantie kuivatetaan olemassa olevan hulevesiviemäriverkon avulla. Ellei taajama- aluetta ole tarpeen viemäroidä, on avo- ojitus suunniteltava erityisen huolellisesti kiin- nittäen huomiota nykyisen miljöön säilymiseen, ojen mataluuteen ja siisteyteen sekä luiskien ja rum- pujen muotoiluun ja viimeistelyyn. Toisaalta ojen muotoilulla voidaan myös luoda maisemallisia,

vesien hyvää hallintaa edistäviä kokonaisuuksia taajama-alueille. Näitä ovat muun muassa kosteikot, laskeutusaltaat, imeytymispainanteet ja biosuodatusalueet.

10. Taajamat: Taajama-alueiden kuivatuksessa on selvitettävä toisaalta vallitseva tilanne ja kaavamääräykset, toisaalta mahdollisuudet yhteiseen rakentamiseen ja käyttöön. Neuvotteluyhteys otetaan lähinnä kunnan rakennusviranomaisiin, mahdollisiin vesihuoltolaitoksiin ja kaapelien ym. suojattavien rakenteiden osalta niiden omistajiin.
11. Tilanteissa, jolloin uuteen yleisen tien sadevesiviemäriin on todennäköisesti edullista koota vesiä myös yksityisiltä teiltä ja tonteilta tai muualta tiealueen ulkopuolelta, on sekä suunnittelun että rakennus- ja kunnossapitokustannusten osalta neuvoteltava yhteistoiminnasta kunnan tai tontin omistajan kanssa.
12. Pohjaveden alentaminen: Alikulkujen ja muiden tie- ja rataleikkausten kuivatuksen suunnittelussa selvitetään pohjaveden alentumisen laajuus ja vaikutukset ympäristöön ja rakennuksiin. Asiasta on neuvoteltava ELY-keskuksen kanssa ja haettava tarvittavat vesiluvat AVI:lta. Pohjavesipinnan aleneman laajuus ja suotovesimäärä voidaan laskea tietokoneohjelmien avulla, kun pohjatutkimuksilla on saatu tiedot maaperästä. Pohjaveden ottamista ja muuttamista koskevat raja-arvot m³/vrk ja niiden vaatimat toimenpiteet on esitetty Vesilaissa, ks. edellä kohta 1.4.
13. Muut laitteet ja rakenteet: Selvitetään ennestään olevat ja suunnitellut vesi-, viemäri-, kaukolämpö-, kaasun-, sähkö- ym. johdot, valaisinpylväät ja muut rakenteet. Kun esimerkiksi nykyisen maantien tai radan viereen sijoittuvan uuden maankäytön kuivatuksen suunnitteluperiaatteet (mahdolliset laskeutus- viivytykset, - ja imeytysratkaisut) määritetään tarpeeksi laaja-alaisina ja erityyppisiä ratkaisuja ideoiden jo varhaisessa kaavoitusvaiheessa, voidaan välttyä nykyisen maantie- tai ratarummun uusimiselta ja uusimiseen liittyviltä liikenteen häiriöiltä. Avainasemassa on eri organisaatioiden välinen yhteistyö: kaavoittajat ja väylänpidosta vastaava organisaatio.

2 Hulevesien hallinta

2.1 Perusteet

Tässä ohjeessa tarkennetaan Kuntaliiton *Hulevesioppaan* soveltamista maanteiden ja ratojen kohdalla.

EUn hulevesidirektiivin ja tulvariskien hallintaa koskevan lain (Laki tulvariskien hallinnasta 620/2010) tavoitteiden mukaista olisi, että

- veden virtaushuippuja ei kasvateta lisäämällä vesitiiviitä rakenteita, ellei samalla rakenneta imeytykseen tai viivytykseen tarkoitettuja rakenteita.
- suurimmat virtaushuiput saadaan hallintaan niin, etteivät ne aiheuta tulvia tai eroosiota eivätkä samalla lisää tarvetta kasvattaa alapuolisten kuivatusjärjestelmien kapasiteettia.
- pohjaveden muodostumista ei rajoiteta vesitiiviillä rakenteilla.
- veden virtaushuippuja ei kasvateta ojittamalla soita tai metsäalueita niin, että niiden vedet lisäävät purkuvesistön tulvariskiä.
- pohjavettä tai pintavesistöjä ei pilata johtamalla niihin likaantuneita vesiä, vaan veden muuttumattomuudesta huolehditaan rakentamalla laskeutus- ja suodatusrakenteita.

Taajamien ulkopuolella sijaitsevien maanteiden ja ratojen osuus hulevesien hallinnasta on vähäistä. Jos liikenneväylän tai ympäristön vesien johtamista ei suunnitella kunnolla, hulevesistä voi syntyä haittoja nykyisille väylille tulvina, liikennekatkoina, väylien sortumina ja eroosiona. Tässä ohjeessa esitetään lain soveltamisohjeet kaava-alueiden ulkopuolella sijaitsevien liikenneväylien kuivatuksen suunnittelussa.

2.2 Huleveden hallintatarpeen arviointi

2.2.1 Tulvahuippujen laadullinen ja määrällinen hallinta

Väylän suunnittelijan ja tien- ja radanpitäjän tekemä hulevesien hallintatarpeen arviointi jakaantuu seuraavien toimenpiteiden tarpeellisuuden arviointiin:

1. Onko tarpeen vähentää tulvahuippuja viivyttämällä veden virtausta tai imeyttämällä osa vesistä maaperään ja pohjaveteen?
2. Onko tarpeen rajoittaa vesistön kuormitusta suodattamalla vettä tai johtamalla purkuvedet uutta reittiä esimerkiksi kosteikon kautta muuhun vesistöön?
3. Onko tarpeen estää pohjaveden kertymisen väheneminen ja pohjavesipinnan lasku imeyttämällä liikennealueen vedet pois johtamisen sijasta?

Taajamissa riskitarkastelut kuuluvat kaavoitusvaiheeseen ja väylänpitäjän on syytä olla yhteydessä kaavoittajaan, jotta osataan mahdollisimman aikaisin ennakoida suunniteltujen toimenpiteiden vaikutukset olemassa olevalle väyläverkolle ja suunnitella niiden hallitsemiseksi tarvittavat toimenpiteet.

Tulvahuippujen rajoittamistarve on selvitettävä ainakin seuraavissa tapauksissa:

1. Vesitiiviiden pintojen pinta-ala lisääntyy tai laskuojan tai lammen purku-uoman virtaamat kasvavat huomattavasti.
2. Vedet on tarkoitus johtaa olemassa olevaan hulevesiviemäriin. Tällöin voi melko pienikin tiiviiden pintojen lisäys saada aikaan viemäriin kapasiteetin ylittymisen.
3. Purkuvesistö on jo ennestään tulvimis- ja eroosioherkkä.
4. Viivytyksratkaisuja voidaan tarvita jo toteutuneiden tulvaongelmien ratkaisemiseen, vaikka tiiviiden pintojen lisäys olisi pienikin.

Hulevesien suodattamista tarvitaan, mikäli kohdat 1 ja 2 täyttyvät yhtäaikaisesti:

1. Tien liikennemäärä on yli 15 000 ajon/vrk, jolloin vedessä on yleensä runsaasti raskasmetalleja ja muita epäpuhtauksia. Suodatustarve voi esiintyä pienemmälläkin liikennemäärällä, kun liikennealueen vedet ovat erityisen sameita ja laskuoja purkuvesistöön on lyhyt.
2. Vesiä ollaan johtamassa ympäristöolosuhteiden muutoksille herkkään vesistöön. Herkkiä vesistöjä ovat kirkasvetiset lammet ja purot hiekka- ja sora-alueilla, kalatalouden kannalta merkittäviksi todetut purot, vähävetiset norot, lammet ja kapeat järven lahdet, erityinen pienialainen suojelukohde.

Rakentamisen aikaisten hulevesien suodattamistarve pitää selvittää silloin, kun vedet ovat purkautumassa herkkään vesistöön, sillä rankkasateiden liettävä vaikutus ja tulvien aiheuttamat poikkeustilanteet voivat aiheuttaa kiintoaines- ja ravinnepäästöjä. Suodattamiseen tarvittavien rakenteiden vaatimaan tiilaan tulee varautua jo tie- ja ratasuunnitelmassa.

Suodatus voi olla tarpeen myös ennen hulevesien imeyttämistä imeytyspaikan tukkeutumisen estämiseksi ja vesien puhdistamiseksi.

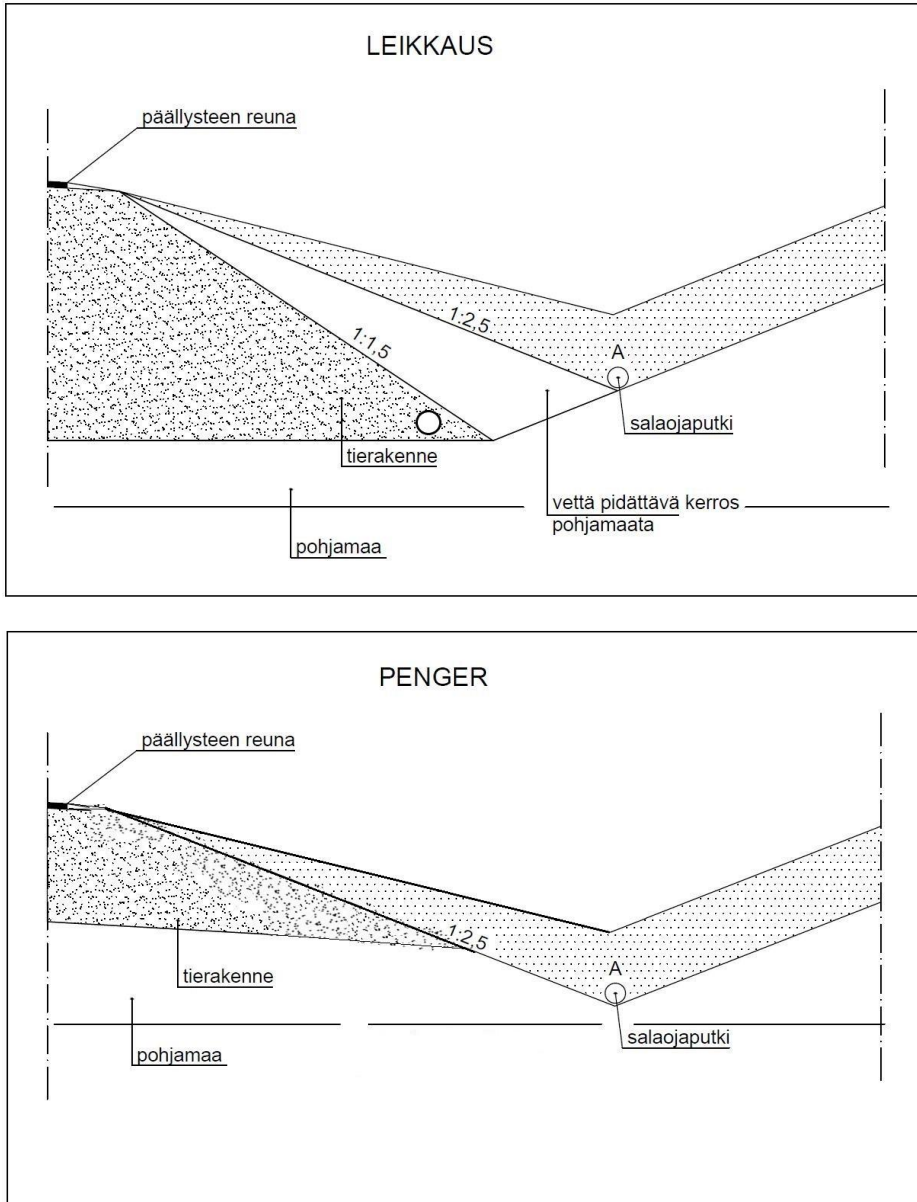
Liikennealueilta tulevien hulevesien yleisimpiä haitta-aineita ovat kiintoaines, metallit, kloridit, öljyt, rasvat, sekä muut orgaaniset yhdisteet kuten PAH-aineet. Muita hulevesissä esiintyviä aineita ovat mm. VOC-yhdisteet ja halogenoidut hiilivedyt, tiemerkinnoista irtoavat mikromuovit. Talviaikoina hiekoitushiekka, lumen auraus ja nastarenkaiden käyttö lisäävät tiepintojen kulumista, mikä kasvattaa kiintoaines- ja muita haitta-ainepitoisuuksia maanteilla. Myös liikenteen määrä ja ajonopeudet vaikuttavat hulevesien haitta-ainehuuhtoumiin sekä niiden kulkeutumisen etäisyyteen ajoradasta. Hulevesien sisältämiä pohjaveden laatua vaarantavia aineita ovat mm. liukkauden torjunta-aineet ja bensiinin lisäaine metyyliertieriä-rinen butyylietteri (MTBE). Tiesuolan (NaCl) käyttö liukkauden torjunta-aineena on tunnettu uhka pohjavesialueilla, sillä vesiliukoinen suola kulkeutuu erittäin helposti pohjaveteen, eikä maaperä ehdi sitä pidättämään. Lisäksi tiesuola sekä muutkin haitta-aineet saattavat edistää maaperässä olevien luonnollisten tai ihmisen toiminnasta peräisin olevien haitta-aineiden lähtemistä liikkeelle, jolloin mm. metallien kulkeutuminen vesistöön lisääntyy.

Laskeutus on perinteisesti toteutettu laskeutusaltaalla, jossa veden virtausnopeus hidastetaan riittävän pitkän matkan avulla riittävän alhaiseksi. Viivytyksen toteuttamisesta viivytyksaltaalla on yksi esimerkki kuvassa 3. Laskeutuksen ja viivytyksen yhtäaikainen toteutuminen vaatii huolellista suunnittelua ja lietteen ajoittaista poistamista. Altaat eivät välttämättä toimi talvella oikein, jos vesi alkaa virrata jääkannen päällä. Altaita koskevia ohjeita on esitetty kohdassa 2.2.4.

Suodatus ja viivytykset voidaan usein toteuttaa helpommin kaksikerroksisella sivuojalla tai biosuodatuskentällä. Näitäkään ei aina tarvita, jos riittävän suolattomat vedet imeytetään pohjavedeksi sopivassa paikassa riittävän paksun maakerroksen läpi. Asiaa on käsitelty tarkemmin kohdassa 2.2.5.

2.2.2 Kaksikerroksinen oja

Kaksikerroksisella ojalla voidaan samanaikaisesti sekä viivyttää että suodattaa vettä tiiviissä koheesiomaassa tai vesitiiviissä moreeni- tai siltimaassa. Maantiehen tai rataan rakennettavassa kaksikerroksisessa ojassa pohjamaan päällä on vettä läpäisevä noin 0,3..0,8 m:n vahvuinen suodatuskerros ja ojan pohjalla salaojaputki. Tarvittaessa suodatuskerroksen pinta korvataan 0,1 m paksuisella kasvualustalla, johon kylvetään paikkaan sopiva nurmi. Hulevesi suodattuu nurmen juuristossa ja suodatuskerroksessa ennen kuin se päätyy salaojaan, josta se virtaa viivytettynä ja suodatettuna purkuvesistöön. Tämä koskee erityisesti sateen alussa virtaavia likaisimpia vesiä. Rankan sateen aikainen myöhempi, yleensä puhtaampi, sadevesi virtaa ojan pinnassa. Jos pohjamaa on vettä läpäisevää, osa suodatuskerrokseen imeytyneestä vedestä imeytyy suodatettuna pohjaveteen.



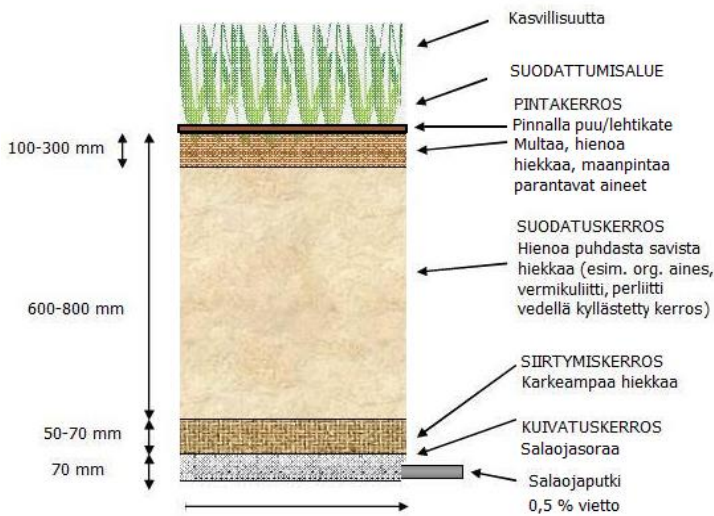
Kuva 1. Kaksikerroksisen sivuojan rakenne

Ratkaisu ei välttämättä vaadi tavanomaista leveämpää sivuojaa. Suodatinkerroksen vettä läpäisevä materiaali on tavallisesti hiekkaa tai moreenia, jonka hienoainespitoisuus on 6...20 %. Kerroksen vähimmäispaksuus on 0,5 m, kun ojaan kallistetun päälysteen leveys on enintään 5 m ja 0,7 m, kun ojaan kallistettu päälysteen osa on leveämpi. Leikkauspohjan muotoilussa, luiskatäytön materiaalivaatimuksissa ja rakenteen kuivatustarpeen arvioinnissa noudatetaan ohjetta *Tierakenteen suunnittelu*.

Tätä menetelmää käytettäessä tulee toteutetun salaojaputken sijainti kartoittaa, jotta tienpitäjä voi kertoa putken sijainnin ja tuoda esiin siihen liittyvät rajoitteet antaessaan luvan aurata tien luiskaan sähkö- ja telekaapeleita.

2.2.3 Biosuodatusalue

Biosuodatusalue toimii samalla periaatteella kuin kaksikerroksinen oja. Alue on kuitenkin leveämpi eikä välttämättä tien tai radan vieressä. Leveällä alueella on mahdollisuus toteuttaa rakenne useampana kerroksena. Biosuodatusaluetta voidaan käyttää kaksikerroksisen ojan tai altaan vaihtoehtona, kun tien tai radan vesiä on tarpeen suodattaa tai viivyttää ja vieressä on esimerkiksi kunnan käyttöön osoittama paikka.



Kuva 2. Esimerkki biosuodatusalueen rakenteesta (kuva SYKE)

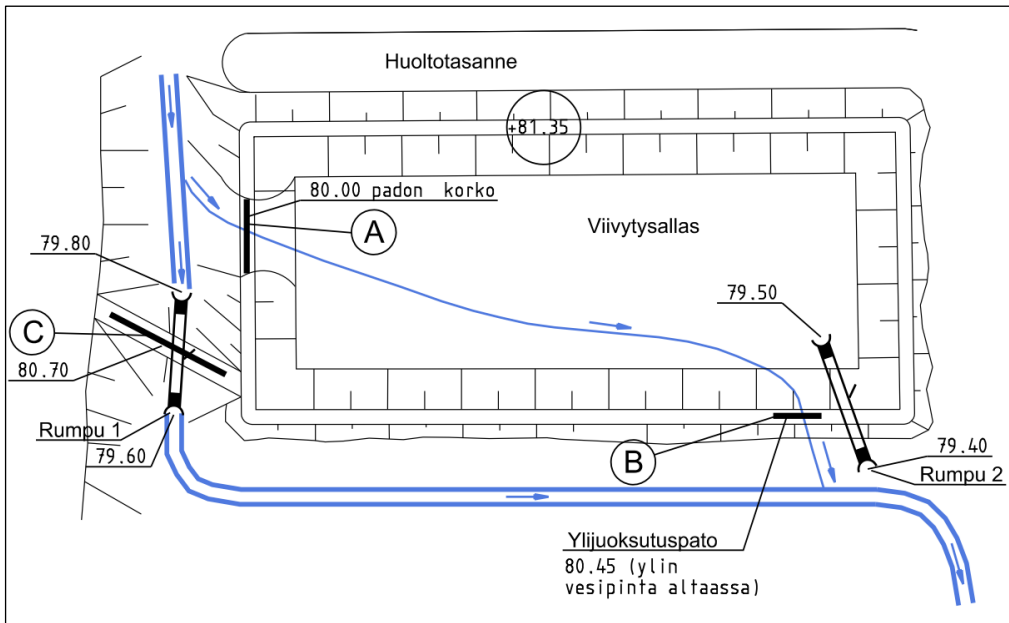
Kuvassa 2 on esitetty esimerkki biosuodatusalueen rakenteesta. Alueen pintakerros on hienoa hiekkaa tai hiekkapitoista multaa ja sen päälle suositellaan tehtäväksi ohut puuhakekerros, jonka tehtävänä on hidastaa savilietekalvon syntymistä. Suodatuskerros on hiekkaa tai hiekkamoreenia, jonka hienoainespitoisuus on 10...20 %. Siirtymiskerros ja kuivatuskerros voidaan yhdistää, kun materiaalina on *InfraRYL*:n mukainen salaojasora tai salaojahiekka. Jos käytetään salaojasepeliä, kerrosten sekoittuminen estetään suodatinkankaalla.

Biosuodatusalueiksi soveltuvat kaikki tien tai radan varsien painanteet ja ajoratojen väliset viheralueet, kun varmistetaan, että ei ole riskiä veden päätyemisestä väylärakenteisiin. Biosuodatuksessa voidaan hyödyntää pensaita, puita ja muuta kasvillisuutta ja niiden tuottamaa maaperän mikrobitoimintaa paremmin kuin kaksikerroksisessa ojassa. Kasvillisuus tehostaa imeytymistä sekä haihduttaa hulevesiä. Kasvillisuuden sijaan vaihtoehtona on myös lisätä painanteen pintaan puukatekerros, jolloin tehostetaan puhdistustoimintaa. Kasvillisuuden tulee olla kosteassa viihtyvää ja monilajista, kerroksellista ja korkeudeltaan vaihtelevaa. Helposti juuriaan syväälle levittäviä kasveja ei saa istuttaa salaojien kohdalle, sillä ne saattavat tukkia salaojan. Salaojituksella estetään pitkäaikainen lammikoituminen ja edistetään puhdistustoimintaa talviaikaan. Salaojien puhdistamista varten tarvitaan huoltoputki.

2.2.4 Viivytys- ja -laskeutusaltaat

Viivytysaltaan suunnittelun lähtökohtana on, että suurempien rankkasateiden ja sulamiskauden vedet tulevat altaaseen, josta ne virtaavat pois ahtaamman putken tai uomien kautta. Vähäisempien sateiden vedet mahtuvat virtaamaan sellaisenaan altaan läpi tai ohi. Altaan vesivarasto mitoitetaan niin, että alajuoksulla olevan hulevesiverkoston, rummun, putkisillan tms. ylittävä osa rankkasateen aiheuttamasta virtaamasta saadaan viipymään altaassa riittävän ajan. Rankkasateeksi valitaan yleensä 5 tai 10 vuoden mitoitussade. Suuremmat altaat mitoitetaan niin, että 5 tai 10 vuoden välein toistuvan sateen vedet mahtuvat altaaseen, kun jatkuvasti pieni osavirtaama virtaa purkuputkesta. Jos yhdelle suurelle altaalle ei ole varattavissa aluetta, on suositeltavaa tehdä useampia pienempiä altaita, jotka mitoitetaan kolmen tai viiden vuoden välein toistuvan sateen mukaan.

Laskeutusallas suunnitellaan niin leveäksi ja syväksi, että veden virtausnopeus laskee niin pieneksi, että maa- ja likahiukkaset laskeutuvat altaan pohjaan, josta ne tarvittaessa kerätään pois. Altaan tulee olla riittävän pitkä. Mitoitus on esitetty ohjeessa *Pohjaveden suojele maanteillä*.



Kuva 3. Esimerkki virtaamia tasaavasta viivytysaltaasta

Kuvassa 3 on esimerkki viivytysaltaasta, jossa normaalitilanteessa vesi mahtuu virtaamaan rumpun 1 kautta. Rankkasateen aikana rumpun välityskyvyn ylittävä osa vedestä virtaa A-padon kautta altaaseen. Kun altaan vesipinta nousee, osa vedestä poistuu ylijuuksutuspadon B kautta laskuojaan. Rankkasateen päätyttyä allas tyhjenee hitaasti ahtaan rumpun 2 kautta. Altaan viivytystilavuus voidaan laskea seuraavasti: (ylijuuksutuspadon B korkeus + padon yli valuvan vesikerroksen paksuus – rumpun 2 vesijuoksun korkeus) x Altaan ala. Kuvan esimerkissä $(80,45 + 0,10 - 79,50) \times$ Altaan ala. Hyötytilavuutta voi kasvattaa syventämällä laskuojaa ja laskemalla rumpua 2 tai suurentamalla altaan pinta-alaa. Rumpu 2 voidaan sijoittaa myös altaan vasempaan reunaan. Jos rumpu 1 korvataan kokonaan padolla, niin kaikki vesi saadaan virtaamaan altaan kautta, jolloin allas toimii myös laskeutusaltaana, kun rumpu 2 on kuvan mukaisella paikallaan.

Viivytysaltaille ja biosuodatusalueille tulee järjestää huollon ja kunnossapidon vaatimat yhteydet, laatia kunnossapitoa varten ohjeet ja määrittää kunnossapidon vastuutahot, jotta taataan järjestelmien pitkäaikainen toimivuus.

2.2.5 Toimenpiteet pohjavesialueilla

Pohjaveden suojauksen tarpeellisuus määritetään maantieverkolla *Pohjaveden suojele maanteillä* -ohjeen avulla.

Pohjavesialueella toimenpiteet riippuvat pohjavesialueen merkityksestä ja tieltä tulevien vesien laadusta. Mikään ratkaisu ei ole ongelmaton:

- jos tehdään luiskatiiviste, pohjaveden muodostuminen vähenee
- jos ei tehdä luiskatiivistettä, veden suolat ja onnettomuuden seurauksena syntyvät päästöt voivat päästä pohjaveteen.

Rataverkolla pohjavesisuojauksen tarpeellisuuden arviointi perustuu pohjavesialueiden valtakunnallisen riskikartoituksen mukaiseen arvoluokitukseen ja tapauskohtaiseen riskianalyysiin, joka tehdään yhdessä alueellisen ympäristöviranomaisen (ELY:n) kanssa. Radan pohjavedensuojauksen periaatteet on esitetty ohjeessa *RATO 20 Ympäristö ja rautatiealueet*. Siinä käsitellään junista tulevat päästöt ja liikennepaikkojen laitureilta tulevat hulevedet.

2.2.6 Imeytysmenetelmän käyttö

Jos maantien hulevedessä ei ole pohjavesiesiintymän sietokykyyn nähden liikaa klorideja, hulevesi voidaan tarvittaessa imeyttää, kun se suodatetaan. Ohjeessa *Pohjaveden suojelu maanteilla* on kuvattu tarkemmin, mikä on liian suuri suolarasitus. Liikaa suolaa sisältäviä vesiä ei imeytetä, vaan luiskat tiivistetään edellä mainitun ohjeen mukaisesti. Kun vettä imeytetään pohjaveteen, tien tasausviiva pidetään mahdollisimman ylhäällä, jotta suodattavasta maakerroksesta saadaan riittävän paksu.

Jos säiliöauto-onnettomuusriski on pieni, ja suola korvataan haitattomammalla aineella kuten kaliumformiaatilla, vedet voidaan imeyttää. Kaliumformiaatin käyttö toteutetaan Väyläviraston ohjeiden mukaisissa tapauksissa. Kaliumformiaatin vaikutuksista on tietoa myös ympäristöhallinnon sivuilla.

Vedet suodatetaan ennen pohjaveteen imeyttämistä tai johtamista herkkään vesistöön kohdan 2.2.2, 2.2.3 tai 2.2.4 mukaisesti. Myös viivytys voi olla tarpeen. Kaksikerroksisen ojan käyttö pohjavesialueella on helppoa, kun pohjavesisuojausten suojaverhoukseksi valitaan suodatuskerroksen vaatimukset täyttävä materiaali.

Vettä voi olla tarpeen imeyttää pohjamaahan muillakin kuin pohjavesialueiksi merkityillä alueilla, jos pohjavesipinnan lasku aiheuttaa kohdassa 1.3.2 todettuja riskejä. Imeytystarve tarkistetaan myös silloin, kun vettä läpäisevälle maalle rakennetaan uusi tie tai olemassa olevalle väylälle rakennetaan lisäkaistoja ja vesitiiviit päällysteet vähentävät huleveden imeytymistä pohjavedeksi (kohta 1.3.2). Imeyttämismenetelmien soveltuvuus pitää selvittää ennen imeytyksen suunnittelua.

Imeytys edellyttää hulevesien riittävää puhdistamista suodatusratkaisuja käyttäen. Suurin osa hulevesien kuljettamista haitta-aineista on sitoutuneena kiintoaineeseen. Tämän takia näiden haitta-aineiden poistaminen on suhteellisen helppoa esimerkiksi laskeuttamalla ja suodattamalla. Iso osa kiinteästä lika-aineesta saadaan sitoutumaan ojaluisien pintaverhoiluun. Sen sijaan suolaa ei ole mahdollista suodattaa pois hulevedestä eli jos suolan käyttö on säännöllistä, ei imeyttäminen tule kyseeseen.

Likaantumisriskien pienentämiseksi vedet voidaan imeyttää tien luiskien sijaan myös etäämpänä tiestä tai radasta esimerkiksi pohjavesialueen reunassa. Tällöin imeytysrakenteiksi voidaan suunnitella sorasaartoja, kivipesiä ja imeytyspainanteita, kuten biosuodatusalueita. Imeytettäessä on aina varmistettava, ettei vesiä johdeta väylärakenteisiin. Imeytysrakenteisiin, etenkin kaivantoihin, tulee liittää esikäsitteily kiintoaineen pidättämiseksi, jotta varsinainen imeytymisrakenne ei tukkeudu. Kasvillisuuden peittämät biosuodatusalueet, kuten luiskanurmetus tai pensasistutukset, eivät vaadi esikäsitteilyä.

Väylän sijoittamista maaleikkaukseen ei pidä riskistä huolimatta tarpeettomasti vältellä, sillä leikkauksen etuna on, että se vähentää tehokkaasti liikenneväylältä kantautuvaa melua ja leikkaukseen rakennettu tie tai rata on suistumisen kannalta muita korkeusvaihtoehtoja olennaisesti turvallisempi.

2.3 Tulvariskien hallinta

Suurimpien vesimäärien hallittua purkupaikalle johtamista varten suunnitellaan tulvareittejä. Tulvareittitarkastelussa selvitetään huleveden kulkureitit tilanteessa, jossa hulevesijärjestelmien kapasiteetti on ylittynyt. Tulvareittien suunnittelu on osa alueellista kuivatussuunnitelmaa ja se tehdään yhteistyössä kaavoittajien ja ELYn kanssa.

Tulvareittien mitoituksessa käytetään selvästi harvemmin toistuvia rankkasadetilanteita kuin hulevesiviemäriverkoston tai hulevesien hallintajärjestelmien mitoituksessa. Hyväksyttävä tulvimisen toistuvuus valitaan kohteen riskitason perusteella – esimerkiksi kerran 100 tai 200 vuodessa. Tulvareittiä määritettäessä kartoitetaan reitin vaikutusalueen liikenneverkko: tiestön ja rautateiden merkittävyys, onko sortumariskiä ja onko kiertomahdollisuutta tulvatilanteessa.

Tulvamotoitus voi tarkoittaa laajalla pysäköintialueella sitä, että hulevesiviemäroinnin kapasiteetin ylittävät vesimäärät ohjautuvat suunniteltujen viettojen johtamina alueen reunan yli suuntaan, jossa haitta on vähäinen. Maanteihin päin viettävää katuja ei saa liittää maantiehen niin, että hulevesiviemäriin kapasiteetin ylityttyä suuri vesimäärä virtaa suoraan maantielle. Väliin on tehtävä sopiva kadun tasausviivan notko.

Ilmastonmuutoksen erilaisten säätekijöiden vaikutuksista merkittävimpiä tie- ja rataverkon kannalta ovat vesistötulvat ja meritulvat sekä niiden aiheuttamat penkereiden ja siltojen sortumat. Erilaisiin liikenneverkon toimintaa uhkaaviin tulva- ja sortumatilanteisiin pitää varautua luokittelemalla ja kartoittamalla riskit eri tulvatyypeille, tietojen käytettävyyden ja päivitysten vuoksi ne pitää myös viedä rekisteriin.

TULVASYYT*)	
1	Vesistötulva: jokien, järvien tai muiden sisävesien aiheuttama tulva
2	Meritulva: tuulen aiheuttama merivedennousu
3	Rumpu- tai silta-aukon padotus: aukon alimitoituksesta tai liettymisestä johtuva tukos
4	Viemärin, ojan tai pumppaamon toiminnassa puutteita
5	Jäätymistukoksesta aiheutuva tulva: rummun tai silta-aukon jäätyminen
6	Hulevesitulva: taajama-alueen sade- tai sulamisvesitulva.
7	Sade- tai sulamisvesitulva taajaman ulkopuolella
9	Syy selvittämättä

*) Tulvariskin peruste (ja samalla todennäköisyys, luokka 3 todennäköisin)
 3 = historiatieto ja ennustetieto
 2 = historiatieto (ilmoitus- tai kokemustieto)
 1 = ennustetieto (tulvavaarakartta tms. analyysi)

Tulvakohdan kierrettävyys
 9 = selvittämättä
 4 = varareitti on olemassa
 3 = varareitti on olemassa, mutta jää tulvan alle
 2 = varareittiä ei ole määritetty
 1 = varareitti ei ole mahdollinen

Tulvariskiä arvioitaessa voidaan käyttää seuraavia lähtötietoja: tulvariskien hallintasuunnitelmat, tulvavaarakartoitustiedot, Tulvatietojärjestelmä, Tierekisteri, Taitorakennerekisteri, LK- tietokanta, Maastotietokanta, Maalajitiedot, SLICES- maankäyttö ja Väyläviraston Paikkatietojärjestelmä. Maan- ja vesistönkäyttö selviää yleensä peruskartoista. Yksityiskohtaisen tiedon saa yleis-, asema-, yms. kaavoista ja muista maankäyttösuunnitelmista. Parhaan käsityksen saa tutustumalla maastossa silta- tai rumpupaikan ympäristöön.

3 Kuivatusrakenteiden mitoituksen perusteet

3.1 Mitoitusvirtaama

Kuivatusrakenteet mitoitetaan laskennallisen mitoituksen (kohdat 3.1–3.3, 4 ja 5) perusteella. Laskennallista mitoitusta on käytettävä uusilla väylillä neitseellisessä maastossa. Mitoituslaskelmat tehdään ensisijaisesti tähän tarkoitettulla **VIRTA**-taulukkolaskentatyökalulla. Se laskee mitoitusvirtaaman ja erilaisten vesiuomien riittävyyden. Siinä on otettu huomioon aikaisempien nomogrammien kaavat ja osa porrasfunktioista on korvattu kaavalla, mikä poistaa mitoituksen epäloogisia epäjatkuvuuskohtia. Laskentatyökalun avulla laskelmat on myös helppo dokumentoida.

Kuivatusrakenteen; avo-ojien, rummun, silta-aukon, putken tai pumppaamon mitoitusvirtaamana käytetään ylivirtaamaa (HQ), jonka esiintymistodennäköisyys valitaan mitoitettavan rakenteen yläpuolisen maankäytön ja tulvauhan alaisen kohteen tai liikenneväylän luokituksen perusteella. Mitä merkittävämpi maankäyttömuoto tai mitä tärkeämpi liikenneyhteys on ja mitä suuremmat tulvavahingot voisivat olla, sitä harvemmin esiintyvä ylivirtaama on valittava.

Mitoitettaessa rumpua, silta-aukkoa, putkea tai pumppaamaa mitoitusvirtaaman laskeminen aloitetaan valuma-alueen pinta-alan määrittämisellä, kohta 3.2. Mitoitusvirtaama voidaan laskea kahdella eri tavalla:

- laskentatapa 1: kesäkauden rakkasateiden perusteella, kohta 3.3
- laskentatapa 2: lumen kevätulamisen perusteella, kohta 3.4

Kuivatusrakenteet mitoitetaan suuremman mitoitusvirtaaman mukaan (rankkasade tai lumen sulaminen). Rajatapauksissa virtaamalaskelmat tehdään kummallakin laskentatavalla suuremman mitoitusvirtaaman määrittämiseksi. Mitoitusvirtaaman laskentatapa määräytyy tapauskohtaisesti valuma-alueen pinta-alan ja maankäytön mukaan, taulukko 1. Lisäksi laskentatapaan voi vaikuttaa valuma-alueen sijainti, sillä Pohjois-Suomessa rankkasateet ovat harvinaisempia kuin muualla Suomessa.

Taulukko 1. Mitoitusvirtaaman laskentatavan valinta valuma-alueen koon perusteella

Valuma-alueen ala (ha)	Mitoitusvirtaaman laskentavan määräytyminen
< 10	rankkasade
10...100	rankkasade tai lumen sulaminen rakennetuilla ja viemäröidyillä alueilla usein rankkasade
> 100	lumen sulaminen rakennetuilla ja viemäröidyillä alueilla kuitenkin usein rankkasade (vaatii hydraulisen verkostomallinnuksen)

3.2 Valuma-alueen koon määrittäminen

Mitoitusvirtaaman laskeminen aloitetaan sekä laskentatavassa 1 (rankkasade) että laskentatavassa 2 (lumen sulaminen) valuma-alueen pinta-alan määrittämisellä. Valuma-alueet määrittelyä varten on tunnettava väylän linjaus, rumpujen sijainti ja tasauksen vaikutus sivuojiin. Nykyisestä viemäriverkosta on tunnettava putkiston yleissijainti ja kapasiteetti.

Valuma-alue määritetään seuraavin vaihtoehtoisin menetelmin:

- **Hyvin suurten valuma-alueiden** (pinta-ala F suurempi kuin 100 km^2) tiedot saadaan useimmiten alueelliselta ympäristöviranomaiselta (ELY:ltä). **Suurten valuma-alueiden** ($F = 1..100 \text{ km}^2$): pinta-ala määritetään esim. peruskartan tai Maanmittauslaitoksen paikkatietoikkunan avulla, jollei tietoja saada ympäristöviranomaiselta.

- **Pienten valuma-alueiden** ($F = 1...100$ ha): pinta-ala määritetään peruskarttaa suurempimittakaavaisen karttojen avulla tai laserskannatusta mallista, mikäli sellainen on käytettävissä. Etenkin tasanko-alueilla tilanne on syytä tarkistaa maastokatselmuksella.
- **Hyvin pienten valuma-alueiden** ($F < 1$ ha): pinta-ala todetaan silmämääräisesti maastossa tai suunnitelmakartan avulla.

Valuma-alueen suuruuden määrittämisessä riittää yksinkertainen pinta-alalaskelma. Valuma-alue määritetään kartan avulla seuraavassa järjestyksessä:

1. Todetaan tutkittavan uomankohdan tai purkautumispisteen oma korkeus. Valuma-alue käsittää tätä korkeammalla olevan maaston osan.
2. Valuma-alueen rajat koostuvat purkautumispistettä lähinnä sijaitsevista vedenjakajista. Selviä vedenjakajakohtia ovat kukkulat ja pienemmätkin kohoumat. Välimaaston vedenjuoksua arvioidaan korkeuskäyrien avulla. Kussakin maaston pisteessä vesi valuu suurimman kaltevuuden suuntaan eli yleensä kohtisuoraan korkeuskäyriä vastaan. Lisäviitteitä saadaan kartan vesiväylyistä, teistä ja muista maastomerkinnoista.

3.3 Mitoitusvirtaaman laskentatapa 1: Rankkasade

3.3.1 Mitoituskaava

Lyhytaikaisen sateen aiheuttama mitoitusvirtaama lasketaan kaavalla:

$$Q = \Psi \cdot F \cdot i \quad \{1\}$$

jossa

Q	virtaama (l/s),
Ψ	valuntakerroin (-), kohta 3.4.2
F	valuma-alueen pinta-ala (ha), kohta 3.3
i	mitoitussateen rankkuus (l/s*ha), kuva 4.

Tämän laskentakaavan lisäksi mitoitusvirtaaman tarkempaan laskemiseen on olemassa ohjelmia, jotka ottavat huomioon valuma-alueen muodosta riippuvan viipymän ja varastoitumisen. Vesimääriä pyritään pienentämään luvussa 2 esitetyllä huleveden hallinnalla.

3.3.2 Valuntakertoimen Ψ määrittäminen

Valuntakerroin Ψ (vaihtelualue on 0...1) kuvaa pintavalumaksi päätyvän sateen osuutta ja ilmaisee, kuinka suuri osa sadannasta on avouomia, putkia tai pumppaamoja mitoitettaessa otettava huomioon. Valuntakertoimen suuruus riippuu ensisijaisesti valuma-alueen pinnan vedenläpäisevyydestä ja sileydestä, mutta myös alueen kosteusvajauksesta sateen alkaessa sekä sateen kestoajasta ja rankkuudesta. Näistä syistä valuntakerroin ei ole vakio vaan vaihtelee saman alueen eri kohdilla ja toisaalta saman sadekuuronkin aikana. Kuivatusjärjestelmän suunnittelussa varaudutaan kuitenkin epäedullisiin tilanteisiin, jolloin maaperä on jo mahdollisimman märkä tai keväällä vielä osittain jäässä. Taulukossa A1 esitetään valuntakertoimen ohjearvoja erilaisille pinnoille, kun sadetta on tullut jo jonkin verran (muutama mm).

Menetelmä ei ota huomioon maaston kaltevuudesta tai ojien ja painanteiden varastoimisen aikaan saaman viipymän vaikutusta. Näiden vaikutus pitäisi osata arvioida valuntakertoimen suuruutta määrittäessä. Valuntakerrointa käytetään vain vesisateesta aiheutuvaa valumaa laskettaessa.

Taulukko A1. Valuntakertoimen määrittäminen

Pinnan tyyppi	Valuntakerroin Ψ
katto	0,80...1,00
asfalttipäällyste	0,70...0,90
tien nurmetettu luiska	0,40...0,60
avoin kalliomaasto	0,30...0,50
soratie, soraluiska	0,20...0,50
nurmipintainen piha, puisto	0,10...0,40
niitty, pelto, puutarha	0,10...0,30
suo	0,05...0,15
kumpuileva sekametsä	0,05...0,20
tasainen metsämaasto	0,10...0,10
tasainen sorakenttä	0,00...0,05

Taulukon A1 lukuarvojen vaihtelualueita käytetään esimerkkien 1 ja 2 mukaisesti siten, että pienimmät arvot esiintyvät lyhytaikaisissa sateissa (sulan maan aika) ja alueilla, joiden kaltevuus on pieni, mutta pinta sisältää notkoja ja muita epätasaisuuksia. Vastaavasti valuntakerrointa suurentaa alueen kaltevuus ja siileäpintaisuus, jolloin maa imee vähemmän vettä sisäänsä. Etenkin metsämaastossa vaihtelut ovat suuret. Täysin läpäisemättömälle pinnalle $\Psi = 1,0$

Esimerkki 1

Valuma-alue on kumpuilevaa sekametsää, jonka maaperä on huonosti vettä läpäisevää kalliota ja savea. Maanpinnan kaltevuus on jyrkkä, noin kuusi astetta. Taulukon A1 mukaan kumpuilevan sekametsän valuntakerroin on välillä 0,05 ja 0,2. Koska valuma-alueen maaperä on huonosti vettä läpäisevää ja kaltevuus jyrkkä, valitaan valuntakertoimeksi välin korkein arvo 0,2.

Esimerkki 2

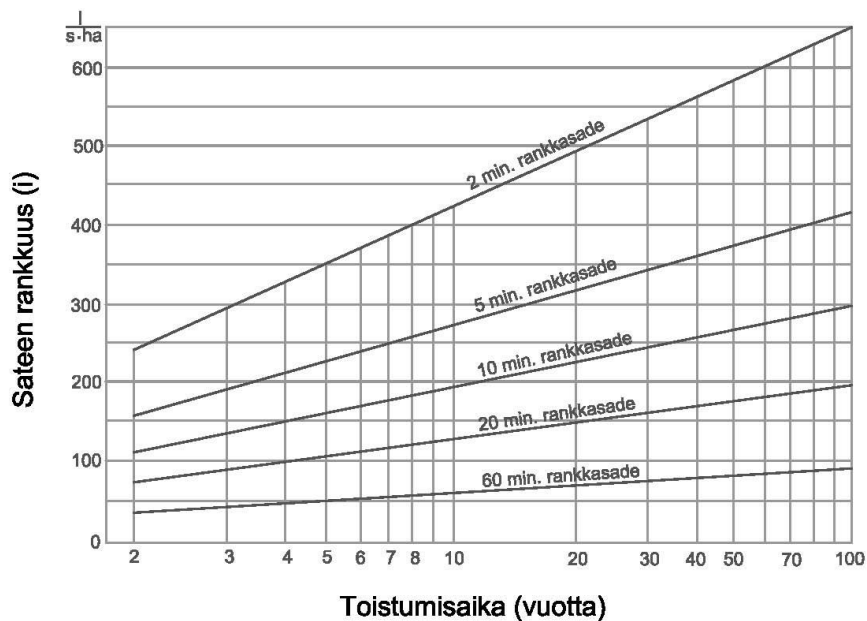
Valuma-alue on nurmipintaista puistoa, jossa maaperä on hyvin vettä läpäisevää hiekkaa. Alueen kaltevuusprofiili on melko tasainen, noin kaksi astetta. Taulukon A1 mukaan nurmipintaisen puiston valuntakerroin on välillä 0,1–0,4. Valuma-alueen valuntakertoimeksi valitaan 0,2, joka on välin keskiarvon alapuolella. Valuntakertoimeksi ei valita välin pienintä arvoa, sillä valuma-alueella on jonkin verran kaltevuutta.

Jos valuma-alue koostuu olennaisesti erilaisista osista, lasketaan keskimääräinen valuntakerroin pintaalojen mukaan painotettuna keskiarvona kohdan 3.3.5 esimerkin 1 mukaisesti. Valuma-alueen koon määrittäminen on esitetty kohdassa 3.2.

3.3.3 Mitoitussateen rankkuuden määrittäminen

Mitoitussateen rankkuus määritetään kuvan 4 nomogrammiin perustuvan **VIRTA**-työkalun (Excel) avulla. Kyseinen työkalu sisältää huomattavasti nomogrammia tarkemman Ilmatieteen laitoksen aineiston sateen rankkuuksista.

Rankkasateen voimakkuus Suomessa



Kuva 4. Mitoitussateen rankkuuden määrittämiseen Suomessa aiemmin käytetty nomogrammi. Mitoitussateen rankkuuden määrittämisessä tulee ottaa huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu sateen rankkuutta kasvattava vaikutus kertoimella 1,2.

Mitoitussateen rankkuus määritetään **VIRTA**-työkalulla (Excel). Mitoitussateen rankkuutta määritettäessä on lisäksi otettava huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu vaikutus ja haluttaessa kohteen sijainti Suomessa.

Mitoitussateen rankkuuden määrittämistä varten on valittava

- sateen kesto aika, kohta 3.3.4
- mitoitussateen virtaaman toistuvuus (toistumisaika), taulukko C1

Mitoitussateen rankkuuden määrittämisessä tulee ottaa huomioon ilmastonmuutoksen ennakoitu sateen rankkuutta kasvattava vaikutus kertoimella 1,2. Jos otetaan huomioon myös valuma-alueen sijainnin vaikutus mitoitussateen rankkuuteen, voidaan Lapissa mitoitussateen rankkuus kertoa lisäksi kertoimella 0,95.

3.3.4 Mitoitussateen kesto aika

Mitä pidempi on sateen kesto aika, sitä pienempi on sen keskimääräinen rankkuus, ks. kuva 5. Kesto aika valitaan siten, että valuma-alueen laidoillekin satanut vesi ehtii purkautumiskohtaan eli kesto aika suurenee valuma-alueen koon kasvaessa. Lyhyin mitoituksessa käytettävä sateen kesto aika on 10 minuuttia.

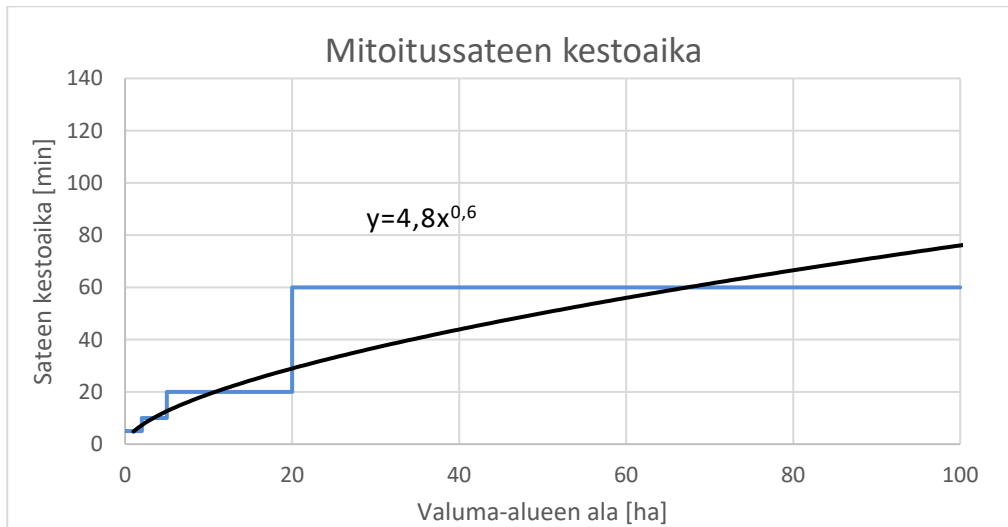
Mitoitussateen kesto aika määritetään 0–100 ha valuma-alueille kuvassa 5 esitetyllä funktiolla

$$y = 4,8x^{0,6}$$

y sateen kesto aika (min)
x valuma-alueen ala (ha), vähintään 3,4 ha

Funktio on sovitettu noudattamaan mahdollisimman hyvin yleisesti käytössä olevaa porraskäyrää ja valuma-alueiden pinta-aloista ja sateen kestoajoista (ks. kuva 5).

Laajemmilla yli 100 ha valuma-alueilla mitoitusvirtaaman määrittävä laskentatapa on usein lumen sulaminen. Mikäli näin suurella valuma-alueella halutaan tarkastella rankkasadetilanteen aiheuttamaa mitoitusvirtaamaa, olisi hulevesiasiantuntijan hyvä tehdä kohteesta hydraulinen verkostomallinnus mitoitusvirtaaman määrittämiseksi.



Kuva 5. Mitoitussateen kestoajan määrityksessä käytettävä funktio (musta) sekä lähtötietona käytetty porraskäyrä (harmaa)

Vaihtoehtoisesti mitoitussateen kestoaja voidaan kunnan vaatiessa määrittää virtausreitillä perusteella (kuntaliitto 2012). Tällöin mitoitussateen kestoksi valitaan aika, jossa vesi ehtii valua valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä purkupisteeseen. Kestoaja määritetään valuma-alueen pisimmän virtausreitillä pitemmän ja virtausnopeuden avulla seuraavasti:

$$\text{Mitoitussateen kestoaja [min]} = \frac{\text{Valuma alueen pisin virtausreitti [m]} * 60 \frac{\text{min}}{\text{s}}}{\text{Ohjeellinen virtausnopeus} \left[\frac{\text{m}}{\text{s}} \right]}$$

Ohjeellisia virtausnopeuksia eri reiteille on listattu taulukossa B1. On kuitenkin otettava huomioon, että taulukon arvot ovat viitteellisiä, eivätkä ota huomioon esimerkiksi virtausreitillä kaltevuutta, virtausvastusta tai vesisyvyyttä.

Taulukko B1. Ohjeelliset virtausnopeudet eri reiteillä (Kuntaliitto 2012)

Virtausreitti	Ohjeellinen virtausnopeus (m/s)
Pieni putki	1,5
Suuri putki	1
Oja	0,5
Maasto	0,1

3.3.5 Mitoitusvirtaaman toistuvuus

Laskennallisessa mitoituksessa mitoitusvirtaaman toistuvuudella tarkoitetaan, kuinka usein mitoitusvirtaama esiintyy. Esimerkiksi 1/10 tarkoittaa sitä, että virtaama esiintyy keskimäärin 10 vuoden välein.

Taulukossa C1 ja D1 on esitetty arvot *mitoitusvirtaaman toistuvuuden valinnalle* laskennallisessa mitoituksessa. Taulukko on jaettu minimi- ja tavoitearvoon.

Taulukko C1. Mitoitusvirtaaman toistuvuuden valinta, laskentatapa 1 (rankkasade)

Ylittävä väylä	HQ:n toistumisen tiheys	
	Tavoitearvo	Minimiarvo
Rautatie, moottoritie	1/100	1/100
Valta- tai kantatie, ei varareittiä	1/100	1/10
Valta- tai kantatie, jolla on tulvariskitön varareitti	1/20	1/5
Seututie	1/10	1/5
Yhdystie	1/5	1/2
Yksityistiet	1/2	1/1

Taulukon C1 soveltamisohjeita:

1. Uusien väylien rumpujen mitoituksessa ja tilanteen salliessa tai olosuhteiden muuttumisen sitä vaatiessa myös nykyisten väylien rumpuja uusittaessa käytetään tavoitearvoa.
2. Tavoitearvoa pienempi mitoitus voi tulla kysymykseen, jos tasausviiva tai muu syy nostaisi kustannuksia huomattavasti tai ympäristön rakenteiden kannalta mahdottomaksi ja veden pinnan nousun seurauksena syntyvät riskit eivät olisi erityisen suuret.
3. Nykyisiä rumpuja uusittaessa tai rakennettaessa toinen väylä vanhan väylän viereen voidaan käyttää nykyistä mitoitusta, jos se on osoittautunut riittäväksi ja voidaan arvioida, että 20 % nykyistä suurempi vesimäärä mahtuisi rummusta. Tällöinkään ei saa alittaa laskennallisen mitoituksen minimiarvoa.
4. Jos tavoitearvo on helppo saavuttaa rummun uusimisen yhteydessä, on suositeltavaa valita tavoitearvo. Tavoitearvo perustuu ELY:n *Silta- ja rumpurakenteiden aukkomitoitus* -oppaassa esitettyihin perusteisiin.
5. Kuntien tekemissä kaavojen hulevesitarkasteluissa tulisi käyttää tavoitearvoa.

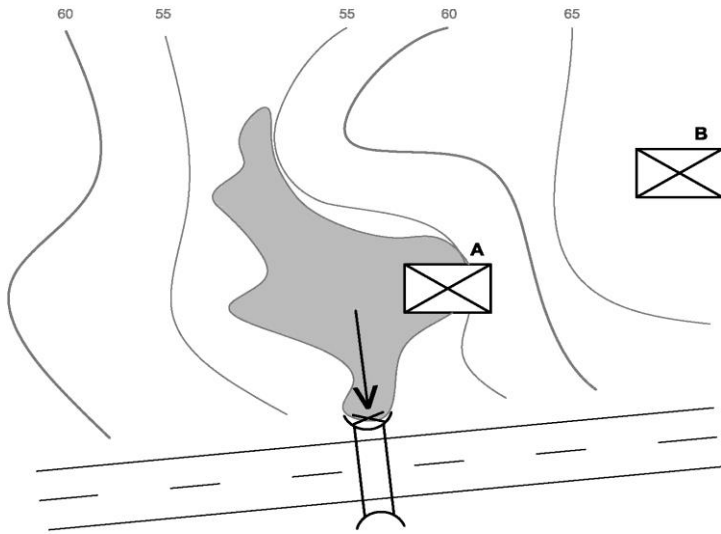
Sadevesiviemäriä mitoitettaessa tavoitearvo on 1/10, minimi 1/5, ajokaistojen osalta tavoitearvo on taajamien pääväylillä 1/20, minimi 1/5. Viemäriverkoston myöhemmät laajennukset otetaan kuitenkin huomioon.

Rautateiden ja moottoriteiden silta-aukot ja rummut mitoitetaan ylivirtaamalla HQ1/100, jotta suurten tulvien aikana liikenneyhteydet eivät katkea tie- tai ratarakenteiden sortumisen takia. Suurten satamien ja liikenneterminalien liikenneyhteydet rinnastetaan valta- ja kantateihin. Olemassa olevien ratarumpujen koko voi rumpua uusittaessa säilyä entisellään, mikäli kohteella ei ole havaittu tulvimisongelmia.

Taulukkoa D1 noudatetaan, kun on riski veden nousemiselle arvokkaille alueille. Rakennusten korkeusase-
man vaikutusta riskinarviointiin on havainnollistettu kuvassa 6. Taulukko pohjautuu suoraan *Silta- ja rumpurakenteiden aukkomitoitus* -oppaaseen.

Taulukko D1. Mitoitusvirtaaman toistuvuuden valinta mitoitettaessa rumpua, kun on todettu riski veden nousemiseen tulvimistilanteessa rakennukseen saakka.

Sillan tai rummun ylävirranpuoleinen tulvauhan alainen kohde	HQ:n toistuvuus
Taajama, merkittäviä rakennuksia tai rakenteita Erityisen arvokkaita asuin- tai hoitokäytössä (sairaalat, hoitolaitokset) olevia rakennuksia tai vaikeasti evakuoitavia kohteita. *) Mitoitussadetta ei ole esitetty kuvassa 6, vaan se on määritettävä paikallisesti tarkempien tietojen pohjalta. Tietoja voi kysyä paikalliselta ELY-keskukselta.	1/100 1/250*)



Kuva 6. Taulukkoa D1 sovellettaessa vain mahdollisen tulvan vaikutuspiirissä olevat rakennukset (A) otetaan huomioon. Selvästi vesiuomaa korkeammalla olevat rakennukset (B) eivät vaikuta mitoitukseen.

Pumppaamon mitoituksen vesimääriä arvioitaessa tehdään arviointi, miten laajalle alueelle vesi nousee silloin, kun pumppaamo ei toimi ja mitä haittoja tulvimisesta on.

Esimerkki 1

Kantatien laskuojan valuma-alue ($F = 18$ ha) käsittää tasaista sekametsää 13 ha ja peltoa 5 ha. Harvoin esiintyvistä tulvista ei tien lähistöllä todennäköisesti synny olennaista haittaa. Kuinka suuri on rankkasateen aiheuttama mitoitusvirtaama?

Ratkaisu: Arvioidaan sekametsän valuntakertoimeksi $\psi_1 = 0,07$ (taulukko 1; maaston tasaisuus pienentää valuntakerrointa) ja pellon $\psi_2 = 0,15$. Keskimääräinen valuntakerroin on silloin:

$$\psi = \frac{0,07 \cdot 13 + 0,15 \cdot 5}{18} = 0,09$$

Mitoitussateen kestoajaksi saadaan kuvan 5 kaavan perusteella 27 min. Tien luokan ja vähäiseksi arvioidun tulvahaitan perusteella oletetaan toistumisajaksi 20 vuotta. VIRTA-työkalulla saadaan mitoitusateen rankkuudeksi $i = 160$ l/s · ha. Virtaaman suuruudeksi muodostuu:

$$Q = 0,09 \cdot 18 \cdot 160 \cdot \text{l/s} = 259 \text{ l/s}$$

Jos laskelmaan sisältyy epävarmuutta (lähinnä valuntakertoimen osalta), voidaan käyttää vaihtoehtoisia lukuarvoja. Pienet erot eivät useimmiten muuta itse rakennetta.

3.4 Mitoitusvirtaaman laskentatapa 2: Lumen sulamisvirtaama

3.4.1 Laskentakaava

Lumen ja rännän sulamisesta syntyvä ylivaluma määritetään suoraan valuma-alueen koon perusteella. Lumen sulamisen tuottama ylivirtaama on mitoittettava yleensä aina, kun valuma-alue on suurempi kuin 100 ha (1 km²), lukuun ottamatta rakennettujen alueiden viemäröintiä. Jos alueen valuntakerroin on pieni (esim. metsämaastossa), voi mitoitusvirtaama syntyä lumen sulamisesta jo huomattavasti alle 100 ha pinta-alalla.

Lumen sulamisen tuottama virtaama lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$Q = k_J \cdot k_M \cdot k_P \cdot F \cdot H_q \quad \{2\}$$

jossa

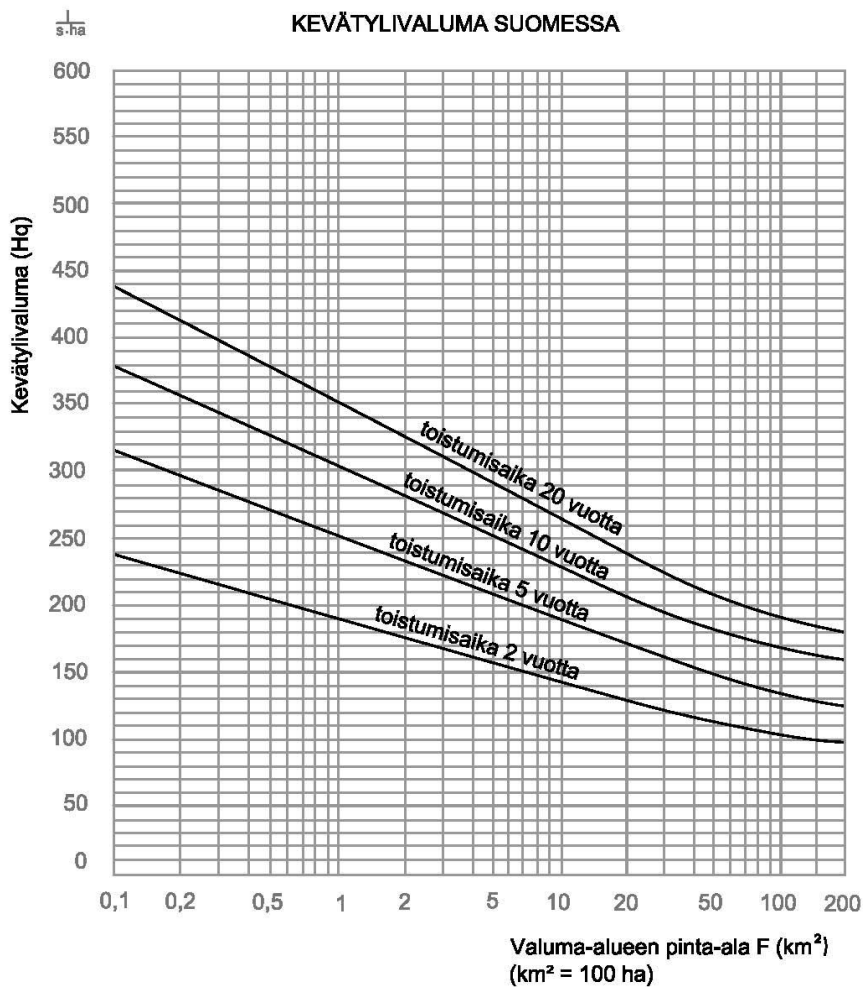
Q	virtaama (l/s),
k _J	järvisyyskerroin (-),
k _M	metsäoituskerroin (-)
k _P	peltoisuuskerroin (-),
F	valuma-alueen pinta-ala (km ²),
H _q	kevätylivaluma (l/s · km ²)

Valuma-alueen koko F määritetään kohdan 3.2 mukaisesti ja sen pinta-ala ilmaistaan käytännöllisimmin km²:na.

3.4.2 Kevätylivaluman H_q määrittäminen

Kevätylivaluma H_q määritetään kuvan 7 avulla ottamalla huomioon:

- valuma-alueen koko
- ylivaluman todennäköinen esiintymistäajuus.



Kuva 7. Lumen sulamisen aiheuttama kevätylivaluma. Pohjois-Pohjanmaalla ja Lapissa H_q kerrotaan kertoimella 1,3.

Taulukko A2. Mitoitusvirtaaman toistuvuuden valinta laskentatavassa 2 (lumen sulaminen)

Suunnittelukohde	HQ:n toistuvuus	
	Tavoitearvo	Minimiarvo
Rautatie	1/100 (1/250) ¹⁾	1/100
Valta- tai kantatie, ei varareittiä	1/100 (1/250) ¹⁾	1/20
Valta- tai kantatie, jolla on tulvariskitön varareitti	1/20	1/10
Seututie	1/15	1/5
Yhdystie	1/10	1/5
Yksityistiet	1/2	1/1

1) Jos tienpitäjä tai Väylävirasto haluaa rakenteelleen suurempaa varmuutta ylivirtaamatilanteessa, valitaan HQ:n toistuvuudeksi 1 / 250. Mitoittava virtaama on määritettävä tapauskohtaisesti.

Kerran 50 vuodessa toistuva kevätylivaluma on 10 % suurempi kuin kerran 20 vuodessa toistuva. Vastavasti kerran 100 vuodessa toistuva kevätylivaluma on 15 % suurempi kuin kerran 20 vuodessa toistuva.

Jos mahdollinen kevättulva aiheuttaa pitempiaikaisen ja usein suuremman haitan kuin kesän rankkasade, otetaan kevätylivalumalle pitempi toistumisaikaväli. Se voi olla tien tai radan ja sen ympäristön merkityksestä riippuen 2...20 vuotta taulukon A2 mukaisesti. Tavoitearvo on määritetty vastaavasti kuin taulukossa C1 eli arvo perustuu ELY:n **Silta- ja rumpurakenteiden aukkomitoitus** -oppaaseen. Putkisiltoja ja tärkeitä maantierumpuja mitoitettaessa käytetään yleensä toistumisaikaa 20 vuotta kuvan 6 mukaisesti.

3.4.3 Järvisyys-, metsäojitus- ja peltoisuuskertoimet

Lumensulamisesta aiheutuvaa mitoitusvirtaamaa laskettaessa kevätylivalumaa korjataan järvisyydestä, metsäojituksesta ja peltoisuudesta johtuvilla kertoimilla.

Jos valuma-alueen järvisyysprosentti (järvipinnan osuus koko valuma-alueesta) on suurempi kuin 1 %, kevätylivaluma pienentyy taulukossa B2 esitetyn järvisyyskertoimen k_j mukaisesti.

Taulukko B2. Järvisyyskerroin

Järvisyysprosentti (%)	Kerroin k_j
1	1,0
5	0,7
10	0,4
15	0,3
20	0,2

Jos alueella on tai sille on suunniteltu metsäojituksia, joiden hyötyala käsittää vähintään 10 % koko valuma-alueesta, kevätylivaluma suurentuu taulukossa C2 esitetyn metsäojituskertoimen k_M mukaisesti.

Taulukko C2. Metsäojituskerroin

Metsäojitusalan osuus koko valuma-alueesta (%)	Kerroin k_M
< 10	1,00
10	1,05
20	1,10
30	1,15
40	1,20
50	1,25

Jos valuma-alueesta vähintään 50 % on peltoa, kevätylivaluma suurentuu taulukossa D2 esitetyn peltoisuuskertoimen k_p mukaisesti.

Taulukko D2. Peltoisuuskerroin

Pellon osuus koko valuma-alueesta (%)	Kerroin k_p
< 50	1,0
50	1,1
60	1,2
70	1,3
80	1,4
90	1,5
100	1,6

Näissä olosuhteissa mitoitustavara syntyy lumen sulamisesta. Lähtötaksumat vaikuttavat tuntuvasti kummankin virtaamalajin lukuarvoihin. Esimerkissä 2 on esitetty, miten mitoitustavara valitaan rumpuaukon, viemärin tai pumppaamon mitoitusta varten. Olemassa olevilla teillä suositellaan mitoitusta tehtäessä hyödyntämään kokemusperäistä tietoa: nykyisten rumpujen aiheuttamista tulvista ja tulvimisesta aiheutuneista vahingoista sekä nykyisen kunnossapitotarpeen määrästä.

Esimerkki 2

Pohjois-Suomessa sijaitsevan järveltömän peltoalueen valtaojan valuma-alue on tielinjan kohdalla suuruudeltaan 0,55 km². Kumpi aiheuttaa mitoitustavaran: lumen sulaminen vai kesän rankkasade?

Lumen sulamisen ylivaluma saadaan kuvasta 7, kun toistumisajaksi otetaan pellon tasaisuuden vuoksi 10 vuotta: $H_q = 1,3 \cdot 320 = 420 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$. Ylivirtaama lasketaan kaavalla:

$$Q = k_j \cdot k_M \cdot k_p \cdot F \cdot H_q$$

$$= 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,55 \cdot 420 \text{ l/s} = 370 \text{ l/s}$$

Tarkistuslaskenta rankkasateen perusteella:

Rankkasateen toistumisajaksi voitaneen sallia pienempien haittojen vuoksi 2 vuotta ja kestoajaksi saadaan kuvan 5 kaavan perusteella 53 min, saadaan kuvasta 4 sateen rankkuudeksi $i = 34 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$.

VIRTA-laskentatyökalulla saadaan $i = 48 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$. Valuntakertoimeksi arvioidaan taulukosta A1: $\Psi = 0,15$. Sateen tuottamaksi ylivirtaamaksi muodostuu:

$$Q = \Psi \cdot F \cdot i = 0,15 \cdot 55 \cdot 48 \text{ l/s} = 392 \text{ l/s}$$

Suuremman virtaaman antaa rankkasade (laskentatapa 1).

3.5 Kokemusperäinen mitoitus

Pienillä valuma-alueilla kuivatusrakenteet voidaan mitoitaa ilman virtaamalaskelmia mm. seuraavissa tapauksissa:

- Sivu- ja laskuojien sekä rumpujen mitoitus, kun valuma-alue on pienempi kuin 5 ha. Rumpukoko määritetään yleensä suoraan kohdan 5.4. taulukoista 6, 7 ja 8.
- Jos valuma-alue on hyvin pieni (< 1 ha), ojan mitoitus ei perustu virtaamaan vaan mahdolliseen ympäristön kuivatusarpeeseen sekä työtekniikkaan ja helppoon kunnossapidettävyyteen. Lisäksi on otettava huomioon uoman vaikutus liikenneturvallisuuteen sekä uoman ulkonäkö.
- 2-ajorataisten teiden, tien sekä jalankulun ja pyöräilyn väylän sekä muiden rinnakkain sijaitsevien väylien keskialue- tai välialueojien mitoitus.

Kun rakennetaan jalankulku- ja pyörätie, toinen ajorata tai muu tie nykyisen maantien vireen, laskuorummun suunnittelussa voidaan ottaa huomioon nykyisen rummun koko ja kokemukset sen riittäväydestä.

Tällöin mitoituksessa arvioidaan ensin nykyisten rumpukokojen riittävyyttä ja arvioidaan tulevaisuuden mahdollisten suurempien virtaamien vaikutusta rumpukoon suurentamistarpeeseen. Kokemusperäistä mitoitusta käytettäessä on siksi tarkasteltava, miten virtaaman kasvaminen 20 %:lla aikaisempaan tilanteeseen verrattuna vaikuttaisi rumpuaukon riittävyyteen. Rumpukokoa valittaessa käydään lisäksi läpi liikennekeskusten raportit, löytyykö niistä mainintaa "vettä tiellä" ja "liikenne katkaistu". Myös ympäristöviranomaisilla on tietoja veden ulottumisesta asutukseen saakka ja ylipäättään tulvariskeistä. Havaitut tulvat otetaan huomioon uusia rumpu- ja silta-aukkoja mitoittaessa, samoin nykyisten kokojen riittävyyttä arvioitaessa. Kokemusperäistä mitoitusta käytetään, kun päätetään nykyisen rummun sujutusmahdollisuudesta tai nykyiselle väylälle uuteen sijaintipaikkaan tulevan rummun kokoa. Kokemusperäisen mitoituksen käytöstä on esitetty tarkemmat ohjeet luvuissa 4 ja 5.

4 Pintakuivatuksen suunnittelu

4.1 Yleistä tiealueilla

Pintakuivatuksella estetään veden keräytyminen tien pinnalle ja vierialueille ja poistetaan sinne jo kertyneet vedet. Käytettävät keinot ovat maantien ja kävely- ja pyöräilyväylän riittävästä sivukaltevuudesta huolehtiminen, sivuojien vietto ja rumpujen kunnossa pitäminen.

Ympäristön kuivatus ei samalla saa huonontua tai vaikeutua. Pintavesien poisto edellyttää riittävän suuria sivukaltevuuksia, koska päällysteen kuluminen, uudelleenpäällystykset, tien painuminen sekä tien reunoille ja ojiin kertyvä hiekka, kasvillisuus ja muut tukokset huonontavat kuivatustehoa vuosien mittaan. Kaikkien kuivatusjärjestelyjen tulisi olla toimintavarmoja ja vähähoitoisia sekä soveltua koneelliseen kunnossapitoon.

Pintakuivatuksen toimivuuden tärkeys on korostunut sulan kauden pitkittymisen myötä. Jos päällystetyllä tiellä ei ole riittävää sivukaltevuutta, on helposti seurauksena päällysteen reikiintyminen. Sorateillä heikko sivukaltevuus edistää pintakelirikkoa. Mikäli teiltä ei poisteta reunapalteita, lumet kerääntyvät tien reunalle ja aiheuttavat sulana aikana vesien lammikoitumista.

4.2 Avouoman mitoitus

4.2.1 Avouomien hydraulinen mitoitus

Hydraulisella mitoituksella tarkistetaan, että aiottu uoman koko on vesimäärien kannalta sopiva. Toissijaisena tietona saadaan virtauksen nopeus uomassa.

Mitoituslaskelmien tarve riippuu lähinnä valuma-alueesta kohdan 3.1. mukaisesti.

Hydraulinen mitoitus tehdään kaavalla 3.

$$Q = \frac{A \cdot R^2 \cdot J^{\frac{1}{2}}}{n} \quad \{3\}$$

jossa

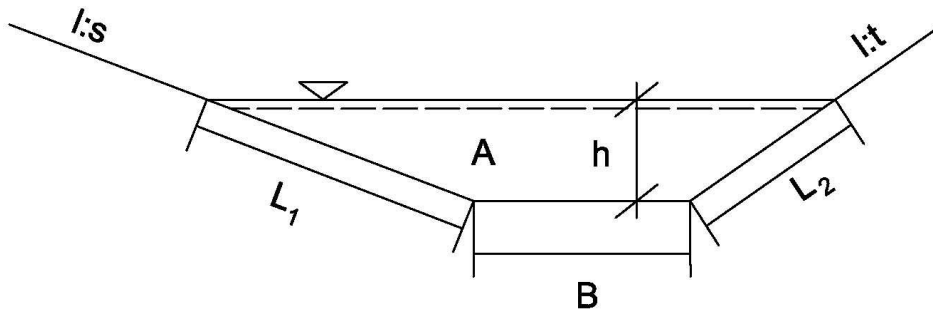
Q	virtaama (m ³ /s)
A	veden poikkipinta-ala (m ²)
R	hydraulinen säde (m)
J	uoman pituuskaltevuus (-)
n	uoman seinämän hankauskerroin (-).

Hankauskerroin n riippuu uoman seinämien sileydestä ja tasaisuudesta sekä veden syvyydestä. Laskelmissa voidaan käyttää taulukon 2 mukaisia likimääräisarvoja. Hankauskerroin on sitä suurempi, mitä karkeampi on uoman pinta ja mitä pienempi on sen vesisyvyys.

Taulukko 2. Virtauslaskelmissa käytettäviä hankauskertoimien arvoja

UOMAN LAATU	KARKEUSKERROIN
sora ja hiekka	0,020...0,030
savi ja siltti	0,025...0,040
tasainen ruoholuiska	0,040...0,070
epätasainen ruoholuiska	0,070...0,120
luonnonuoma, paljon kasvillisuutta	0,080...0,150
asfalttipinta	0,013...0,016
betonikouru	0,013...0,018

Hydraulinen säde R tarkoittaa veden poikkipinta-alaa jaettuna märällä piirillä $= A/P$. Aivan matalassa uomassa, esimerkiksi tien pinnalla hydraulinen säde vastaa likimain veden syvyyttä.

Kuva 8. Hydraulisen säteen (R) ja märkäpiirin (P) laskeminen avouomassa

Hydraulinen säde

$$R = \frac{A}{P} \quad \{4\}$$

$$R = \frac{A}{B + L_1 + L_2} = \frac{h \cdot \left(B + s \cdot \frac{h}{2} + t \cdot \frac{h}{2} \right)}{B + h \cdot (\sqrt{1 + s^2} + \sqrt{1 + t^2})}$$

Jos $B = 0$ ja $t = s$, saadaan

$$R = \frac{s \cdot h}{2\sqrt{1 + s^2}}$$

Märkäpiiri P voidaan myös mitata uoman poikkileikkauksesta.

Kun hydraulisen mitoituksen kaavassa veden syvyys h vaikuttaa sekä poikkipinta-alaan A että hydrauliseen säteeseen R , yhtälö ratkaistaan käytännöllisimmin kokeilemalla eri vedensyvyyden arvoja. Jos on tarpeen laskea veden virtausnopeus, se saadaan kaavalla $v = Q/A$. Virtausnopeutta tarvitaan eroosioriskin määrittämisessä.

Esimerkki 3

V-muotoisen ojan sisäluisikan kaltevuus on 1:6 ja ulkoluisikan 1:2. Pituuskaltevuus $J = 1,5\%$ ($= 0,015$) ja nurmetettävän ojanpohjan hankauskertoimeksi arvioidaan $n = 0,050$. Mitoitusvirtaama $Q = 90$ l/s. Mikä on veden suurin syvyys ja virtausnopeus?

Ratkaisu:

Veden poikkipinta-ala $A = 4 \cdot h^2$

Märkäpiiri $P = h \cdot (\sqrt{1 + 6^2} + \sqrt{1 + 2^2}) = 8,32 \cdot h$

Hydraulinen säde $R = \frac{A}{P} = 0,48 \cdot h$

1. koe:

Otaksutaan $h = 0,30$ m. Tällöin $A = 0,36$ m² ja $R = 0,14$ m.

Mitoitusyhtälö antaa: $Q = \frac{0,36 \cdot 0,14^{\frac{2}{3}} \cdot 0,015^{\frac{1}{2}}}{0,050} = 0,24 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Laskettu virtaama on liian suuri, joten h täytyy pienentää.

2. koe:

Otaksutaan $h = 0,20$ m. Tällöin $A = 0,16$ m² ja $R = 0,096$ m

$Q = \frac{0,16 \cdot 0,096^{\frac{2}{3}} \cdot 0,015^{\frac{1}{2}}}{0,050} = 0,082 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$

Laskettu virtaama on hiukan liian pieni.

3. koe ja lopputulos:

Interpoloiden saadaan $h = 0,21$ m, jolloin laskettu virtaama

$Q = 0,090$ m³/s = 90 l/s eli lähtötilanteen mukainen. Veden virtausnopeus $v = Q/A = 0,090/0,17 = 0,53$ m/s.

Veden suurin syvyys jää varsin pieneksi (0,21 m), vaikka mitoitusvirtaama 90 l/s edellyttää useiden hehtaarien suuruista valuma-aluetta.

4.3 Tien pintakaltevuuksien järjestely

4.3.1 Ajoradan ja pientareen kaltevuudet

Tien pintakaltevuuksien järjestelyllä pyritään satava tai sulava vesi poistamaan välittömästi tien pinnalta, jotta syntyvä vesikalvo ei muodostu haitallisen paksuksi. Kuivatuksen tulisi säilyä tyydyttävänä myös vuosien mittaan päällysteen urautuessa ja tien pinnan painuessa. Suoralla tien osalla käytetään eri päällystetyypeillä taulukon 3 mukaisia sivukaltevuuksia.

Taulukko 3. Ajoradan sivukaltevuus suoralla tiellä

Päällystetyyppi	Sivukaltevuus %
AB, SMA, PAB-B	3,0
Valuasfaltti	3,0
Pintaukset	3,0
PAB-V	4,0
Sora	5,0

Pehmeikköosuuksilla tai muissa kohdissa, joissa tien tuntuva painuminen on todennäköinen, käytetään 0,5...1,0 prosenttiyksikköä suurempia sivukaltevuuksia kuin taulukossa 3. Tämä lisäys ei kuitenkaan koske päällystetyyppejä PAB-V eikä sorateitä.

Tietä uudelleen päällystettäessä voidaan käyttää 0,5...1,0 prosenttiyksikköä pienempiä sivukaltevuuksia kuin taulukossa 3, mikäli tämä pienentää massamenekkiä tai tuottaa muuta olennaista hyötyä. Sivukaltevuuden pienenemistä ei kuitenkaan sallita, jos se aiheuttaa vesien lätäköitymistä ja siitä aiheutuvan riskin liikenneturvallisuudelle.

Sivukaltevuuden määrittäminen kaarreosuuksilla sekä ohjeet pientareen sivukaltevuudesta on esitetty ohjeessa *Tien suuntauksen suunnittelu*.

Niissä kohdissa, joissa ajoradan kuivatus on lähinnä pituuskaltevuuden varassa, kuten kaarevuuden käännepisteissä sekä reunatuen kohdalla, on pituuskaltevuuden tavoiteltava vähimmäisarvo 1,0 %, poikkeuksellisesti 0,5 %.

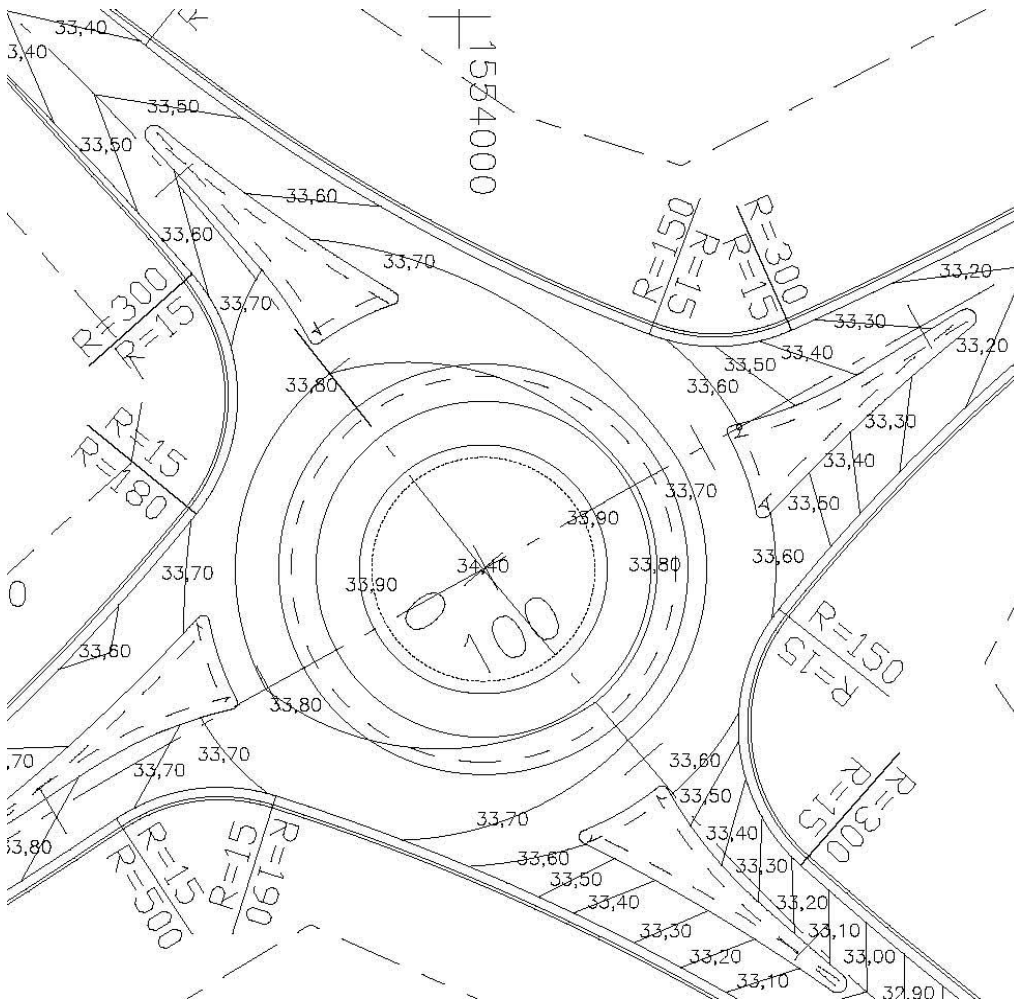
4.3.2 Liittymien kaltevuusjärjestelyt

Liittymäalueilla on viettokaltevuuden tavoitearvo 2 % ja enimmäisarvo 5 %. Vähimmäisarvo saavutetaan pelkkien sivukaltevuuksien avulla, ellei kaarevuuden käännepiste osu liittymäalueelle ja ellei ajoradan tai -kaistan reunassa käytetä reunatukea. Mikäli riittävän suuria viettokaltevuuksia ei voida muodostaa pintavesien johtamiseksi avo-ojiin, voidaan veden poistoon käyttää imeytyskaivoa tai kaivon lisäksi lyhyttä viemärointia.

Jos liittymäalue on laaja, selvitetään pintakuivatustilanne tarvittaessa korkeusviivojen avulla (kuva 9.). Ajoradan pinnan korkeusviivat merkitään liittymäpiirustukseen 0,1 m pystyväleihin. Jos kaltevuudet ovat hyvin pieniä, merkitään viivat 0,05 m välein. Veden valumissuunta on kohtisuoraan korkeusviivoja vastaan. Korkeusviivojen vaakaetäisyys osoittaa viettokaltevuuden suhteellisen suuruuden ja mahdolliset kuivatusvaikeudet.

Kanavoiduissa liittymissä on erityistä huomiota kiinnitettävä korotettujen liikennesaarekkeiden lähimmän ympäristön kuivatukseen. Vesi ei saa lätäköityä, vaan viettokaltevuutta on oltava 2 % ja veden on voitava purkautua tien reunan ylitse tai saarekkeen viereen tehtävän sadevesikaivoon.

Kuivatuksen kannalta on edullista, jos liittyvä tie on päätietä alempana. Jos sivutie viettää päätielle päin, pyrkii lumen sulamisvesi valumaan päätielle lumivallien estäessä veden poistumisen sivulle. Virtauksen katkaisemiseksi voidaan sijoittaa laakea kouru tai linjakuivatuskouru päätien suuntaisesti sivujojarummun kohdalle tai rummun puuttuessa 5...10 m etäisyyteen päätien reunasta.



Kuva 9. Esimerkki liittymän tasauskuvasta. Jos kaltevuudet ovat hyvin pieniä, korkeusviivat piirretään 0,05 m:n välein.

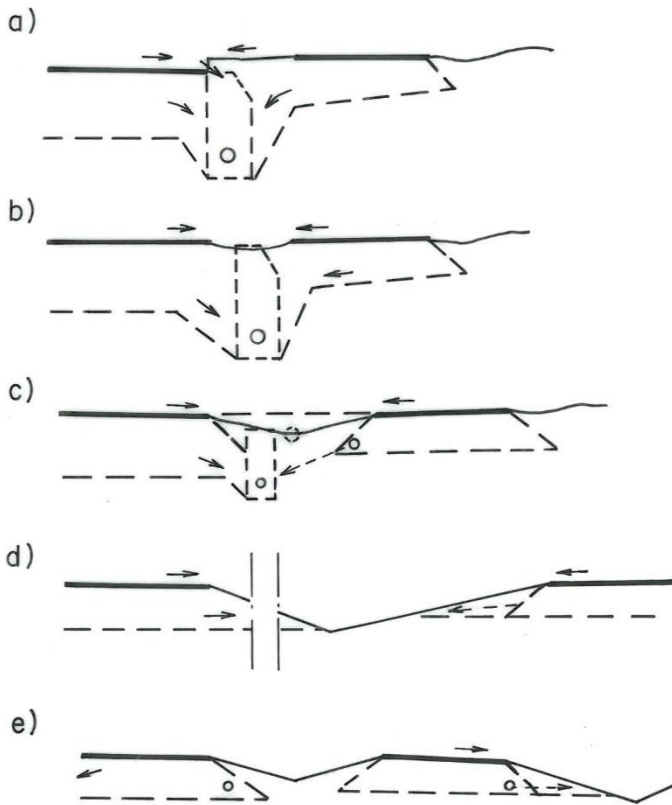
4.3.3 Jalankulku- ja pyöräilyväylät

Taulukon 3 arvot sopivat myös jalankulku- ja pyöräilyväylille. Routimattomalla pohjamaalla voidaan käyttää 0,5...1 % pienempää, pehmeikön päällystetyillä teillä 0,5...1 % suurempaa kaltevuutta.

Jalankulku- ja pyöräilyväylien kuivatus on suositeltavaa hoitaa salaojin maalaatikkorakenteessa, sillä routivilla mailla jalankulku- ja pyöräilyväylille tulee helposti keskihalkeamia. Syvät sivuojat lisäävät todennäköisyyttä ja kasvunopeutta. Riskiä voidaan pienentää välttämällä syviä ojaia tai teräsverkolla. Sivuojen syvyys määräytyy usein ympäröivän maankäytön perusteella. Alikulkuihin johtavilla väylillä on suunnittelun aikana erityisen tärkeää määrittää tarkat maalajien rajat ja pohjaveden pinnan korkeus, jotta epätasaisen routimisen riskit saadaan mahdollisimman pieniksi. *Tierakenteen suunnittelu* -ohjeessa on tarkemmin kuvattu routimisen huomioon ottaminen jalankulku- ja pyöräilyväylien rakenteen ja kuivatustason suunnittelussa.

Jalankulku- ja pyöräilyväylien pintakaltevuuksina käytetään suunnilleen samoja arvoja kuin muilla teillä: asfalttibetonilla yleensä 3,0 % ja kivituhkalla 4 %. Pehmeiköillä ja koverissa taitteissa kaltevuutta suurennetaan 0,5...1,0 % -yksikköä ja routimattomilla pohjamailla voidaan käyttää hiukan pienempää arvoa.

Jalankulku- ja pyöräilyväylä tulee yleensä maantien viereen, ja väylien kuivatus on suunniteltava toimiin yhdessä.



Kuva 10. Jalankulku- ja pyöräilyväylän kuivatusvaihtoehdot

a) Pintavedet johdetaan korotetulta jalkakäytävältä ja sen tasossa olevalta erotusalueelta ajoradan sadevesiviemäriin. Ratkaisu sopii erityisesti taajamiin. Jalkakäytävän rakennekerroksista vajovedet valuvat viemäriin täytteen läpi salaojan kautta viemäriin.

b) Pintavedet johdetaan välialueelle. Kapeilla (< 4 m) välialueilla ojanteen syvyys jää pieneksi. Tällöin sekä maa- että kallioleikkauksissa vesi johdetaan pois kaivojen ja viemäriin kautta. Kaivoja tarvitaan liittymien kohdalle, tasausviivan painanteisiin ja määräväleihin. Lyhyillä tonttiliittymien väliin jäävillä välialueosuuksilla pintavedet voidaan johtaa läpäiseviä maakerroksia tai sorasilmäkettä pitkin salaojaan. Rakennekerrokset kuivatetaan viemäriin liitettyllä salaojalla.

c) Kuten b), mutta välialueen leveys sallii syvemmän ojanteen. Tällöin osa liittymistä voidaan alittaa rumpuputkella.

d) Leveälle (> 10 m) keskialueelle voidaan tehdä niin syvä oja, että teiden pintavedet ja rakennekerrosten vajovedet voidaan johtaa välialueelle. Välialueelta vedet johdetaan rumpujen kautta pois sopivissa kohdissa.

e) Ympäröivän alueen kuivatustarpeesta ja tien rakentamishistoriasta (onko pyörätie rakennettu vasta jälkepäin) riippuu, johdetaanko tien pituussuuntaiset vedet ensisijaisesti välialueen ojassa, vai tiealueen reunan puoleisessa sivuojassa. Autojen suistumisturvallisuuden kannalta syvä oja on parempi sijoittaa tiealueen reunan puolelle, koska välialueelle tehdyt liittymärummut voivat olla suistuvalla vaarallisia.

4.3.4 Keski- ja välialueet

Keskialuetta käytetään vähentämään kohtaamisonnettomuuksia ja jäsentämään nelikaistaisia teitä. Vaihtoehtoisesti käytetään keskikaidetta, jonka tilantarve ja samalla kunnossapitoalue on keskialuetta huomattavasti pienempi. Keskialueesta on kaksi perustyyppiä: korotettu ja korottamaton.

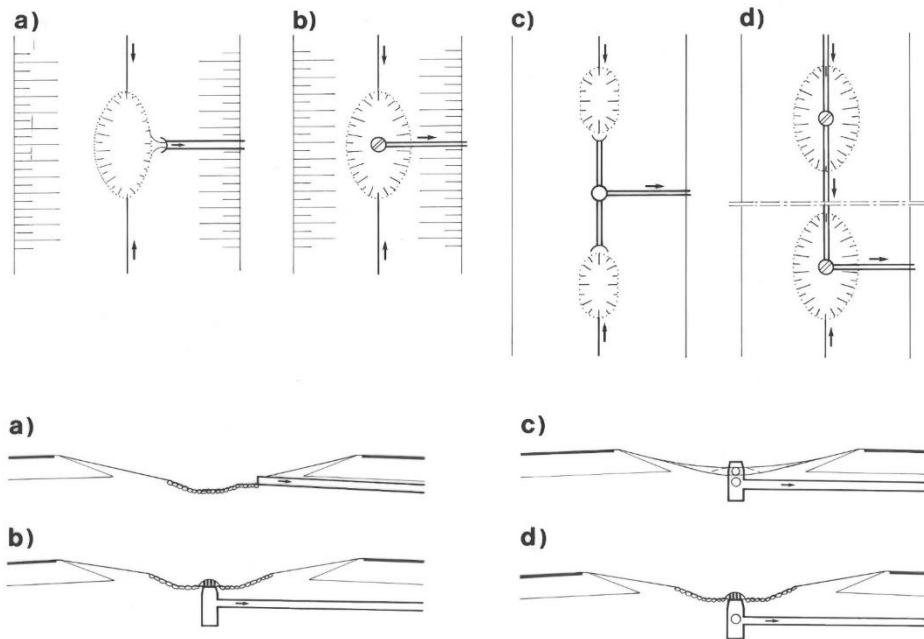
Korottamattomalla keskialueella on V-poikkileikkaus. Keskialue voi olla varustettu kaiteella tai ilman kaiteita. Kaiteettomalla keskialueella luiskakaltevuus on 1:4...10. Luiskakaltevuudella 1:4 päästään 0,5 m ojasyvyyteen, kun keskialueen leveys on 4 m. Turvallisuuden ja ulkonäön kannalta luiskakaltevuus 1:6 on kuitenkin parempi, mutta 0,5 m ojasyvyyden saavuttamiseen tarvitaan 6 m levyinen keskialue. Pintakuivatuksen kannalta 0,5 m ojasyvyys on yleensä riittävä, sillä keväällä lumivallin paikalle syntyvä 0,3 m paksuinen jääkerros ei täytä koko ojaa. Alle 10 m keskialueelta vedet johdetaan pois hulevesiviemäriin, kaivon ja purkuputken tai puolirummun tai rummun kautta suoraan ajoradan ali. Puolirumpuja sijoitetaan 50...100 m välein ja rumpuja 100...500 m välein tai keskialueelle tehdään viemäri. Vaihteluvälin alarajaa käytetään, kun keskialue on kapea ja pituuskaltevuudet suuria. Ajoradan kallistaminen keskialueelle päin puoltaa lyhyempää rumpuväliä. Rumpu sijoitetaan aina keskialueen ylityskohtaa tai muuta padottavaa rakennetta ennen. Lisäksi rumpuja pyritään sijoittamaan paikkaan, jossa tien reunassa on hyvä purkukohta.

Loivissa kohdissa tulee, erityisesti pelkkiä rumpuja käytettäessä, tarkastella erikseen sopiva rumpujen väli, jolla varmistetaan, ettei keskialueella virtava vesi pääse nousemaan ajoradalle. Tarkastelussa tulee ottaa huomioon ojan muoto, siinä virtaava vesi, keskialueelle sijoitettavat rakenteet ja ojan pituuskaltevuus.

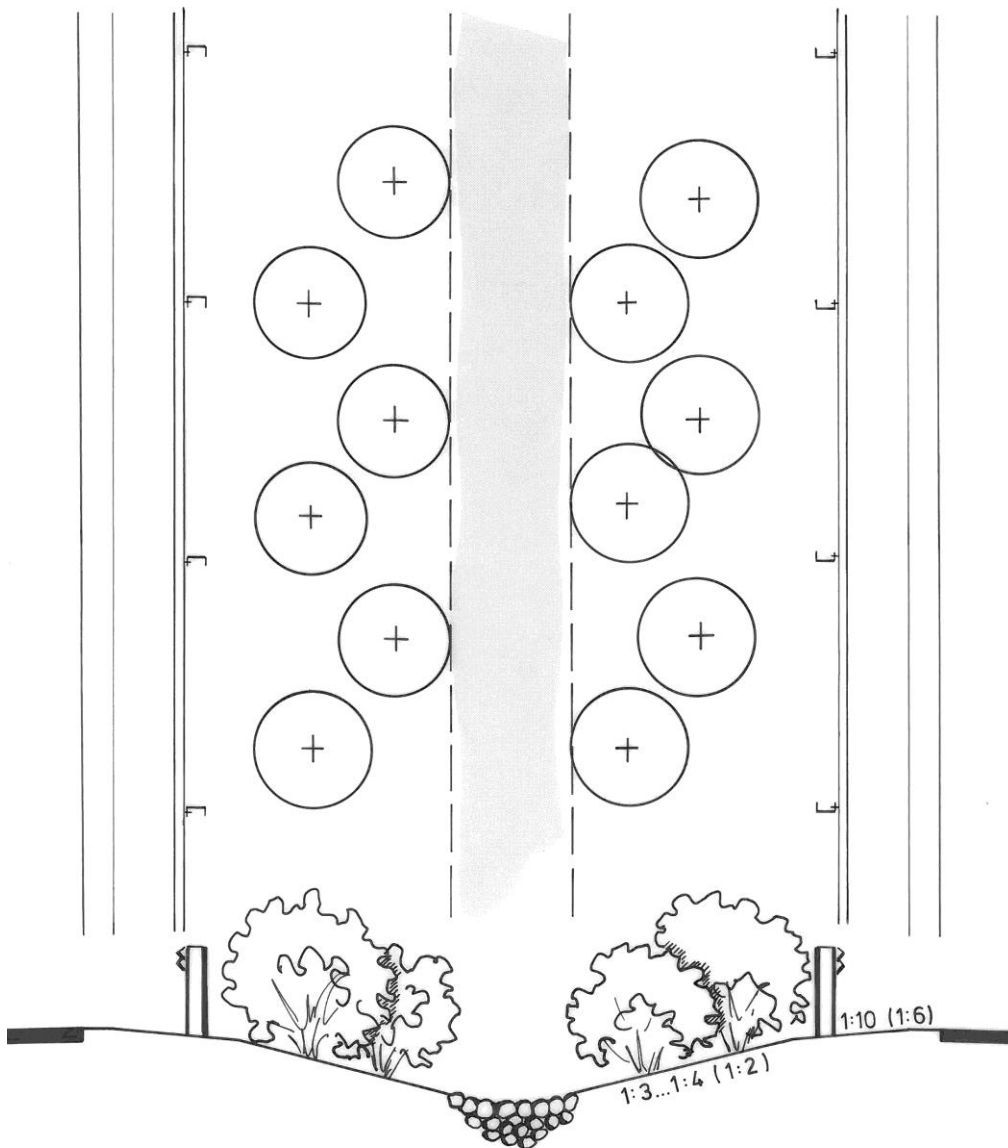
Vesien johtaminen viemäriin on tarpeen leikkauksissa, painuvilla pehmeiköillä ja erittäin kapeilla keskialueilla, joissa halutaan välttää tien alitusputkia sekä erittäin kapeilla keskialueilla (alle 6,0 m), kun puolirummut tai kaivot ja purkuputket eivät sovellu ratkaisuksi.

Pelkkiä rumpuja käytettäessä 6,0...10,5 m keskialueilla joudutaan yleensä keskialueen luiskakaltevuudet toteuttamaan jyrkempinä kuin 1:4, jolloin tulee aina asentaa myös keskialueen kaiteet. Pelkän rummun käyttö tarkoittaa yleensä sivuojan syventämistä peruspoikkileikkauksen syvyydestä, jolloin esimerkiksi kallioleikkaukskohteissa joudutaan harkitsemaan kaidetta ja jyrkkää sisäluiskaa myös ulkoreunoilla.

Niillä osuuksilla, joiden pituuskaltevuus on > 3 % ja joilla käytetään puolirumpuja, voi poistoputkien väli olla pidempi. Edellä suositeltua matalampaa ojaa voidaan käyttää vedenjakajapaikoilla sekä paikoissa, joihin ei kerätä lunta tai joissa kaivoväli on normaalia lyhyempi. Keskialueista on tarkemmin esitetty ohjeessa *Tien poikkileikkauksen suunnittelu*.



Kuva 11. Veden johtaminen keskialueelta: Leveältä (> 6 m) keskialueelta vesi poistetaan rummulla (a), Kapeammilta (< 6 m) keskialueilta vesi johdetaan kaivolla ja purkuputkella (b), tai puolirummulla (c) tai hulevesiviemärillä (d). Maa- ja kallioleikkauksissa tarvitaan yleensä hulevesiviemäri.



Kuva 12. Kaiteellisella keskialueella käytetään kaiteen toiminnan varmistamiseksi ajoradan ja kaiteen välissä luiskakaltevuuena 1:10. Jyrkempi kaltevuus aiheuttaa ongelmia kaiteen korkeuden valitsemisessa: Lumivalli ohjaa autot talvella normaalikorkuisen kaiteen yli. Ylikorkea teräskaide on pienille autoille vaarallinen. Jos keskialueelle istutetaan pensaita, voidaan kaiteiden välissä käyttää luiskakaltevuuena 1:2...1:3. Pensaiden kohdalle kertyy lietettä noin 1 cm vuodessa, eikä ojaa voi perata pensaiden vuoksi. Tästä syystä pensaita ei saa laittaa keskiojanteeseen, vaan ojasta tulisi tehdä mahdollisimman syvä. Lisäksi ojan kohdalle tulisi jättää vähintään metrin levyinen pensaista vapaa kaistale. Pensaiden leviämistä on tarpeen rajoittaa esimerkiksi luonnonkivi- tai karkean sepeliverhouksen käytöllä.

Yli 10 m keskialueilla 1:6 luiskakaltevuuudella päästään tarvittaessa lähes 1 m ojasyvyyteen, mikä mahdollistaa veden johtamisen melko pitkiä matkoja keskialueella. Tällöin vesi poistetaan 100...500 m välein rummuilla sivuojiin. Jos pitkissä leikkauksissa käytetään hulevesiviemäriä, voi vedet kerätä viemäriin 100...250 m välein pituuskaltevuuuden mukaan mitoittaen. Etäällä poistoputkista käytetään loivempaa luiskaa. Nykyisin kaiteen taakse tehdään 1:2 luiskaus sekä puolen metrin tasanne.

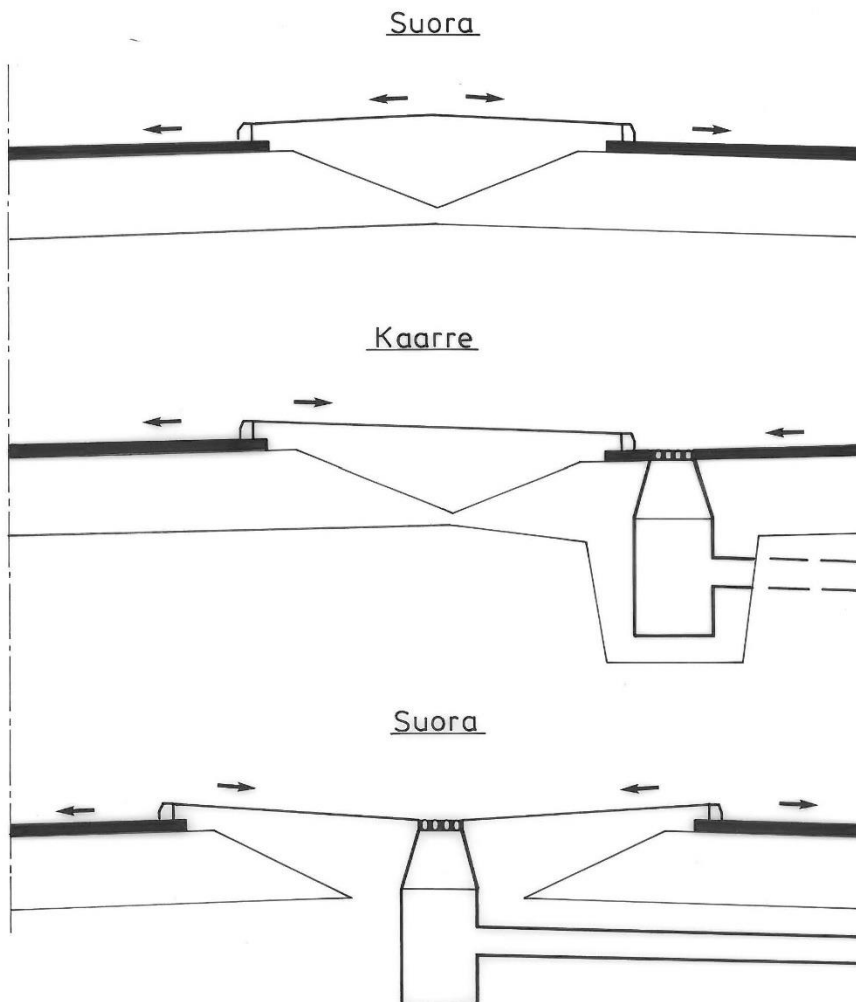
Keskialueiden ja muiden viheralueiden kaivoissa käytetään kupukantta. Lietetilan tulee olla suuri, kun koska kaivoja puhdistetaan harvoin.

Puolirummuissa keskialueelta lähteväien ottoputkien halkaisija on ulkonäön ja turvallisuuden vuoksi 300 tai 400 mm ja pituuskaltevuus 1..5 %. Ajouradan alittavan putken halkaisija on 500 tai 600 mm. Kaivon tai puolirummun pään ympärille kaivetaan 0,2 m syvyinen laakea lieteallas.

Rumpuratkaisussa keskialueelta sivuojaan vettä johtavan, vain yhden ajoradan alittavan, rummun sisähalkaisija on 500 mm tai suurempi.

Rakenteeseen tulevia epäjatkuvuuskohtia tulee välttää erityisesti olemassa olevilla väylillä. Putkilinja pyritään sijoittamaan vain yhdelle linjalle, jolloin putkilinjan sijaintia ei vaihdella tien puolelta toiselle.

Kun liittymien välialue on kapea ja liittymiä on runsaasti, kannattaa välialueelle rakentaa joko yhtenäinen viemäri tai salaoja. Liittymien välin voi myös täyttää maa-aineksilla, jotta vältetään liian syviltä kaivanoilta ja mahdolliselta tieltä suistuvan ajoneuvon törmäykseltä sivuojarumpujen päihin.



Kuva 13. Korotetulta keskialueelta tai liittymien keskikorokkeilta vedet virtaavat ajoradoille, yksipuolisesti kallistetuissa kaarteissa pyritään ohjaamaan vedet vain ulkokaarteen puoleiselle ajoradalle. Nurmetetulle tai muulle leveälle korokkeelle voidaan tehdä painanne ja kaivo, joka vähentää vesien valumista ajoradalle. Korotetulla keskialueella varustettua peruspoikkileikkausratkaisua käytetään taajamaolosuhteissa.

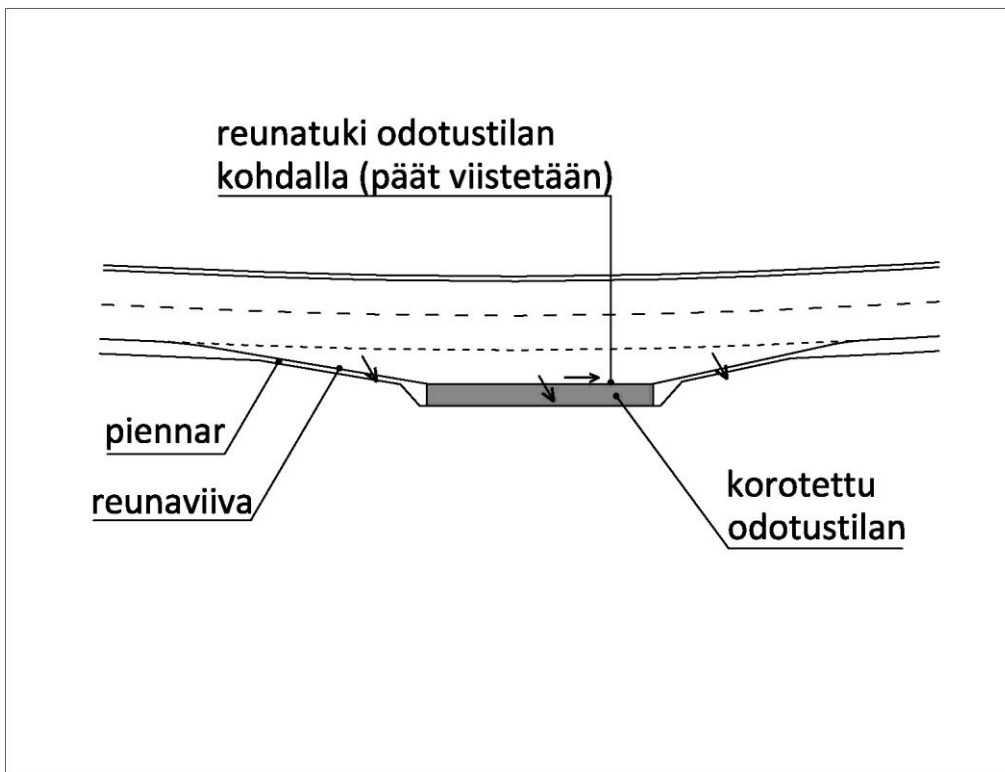
Imeytyskaivoja voidaan käyttää louhepenkereellä tai vettä johtavassa maaperässä, ei kuitenkaan vedenhankintaan soveltuvalla pohjavesialueella. Imeytyskaivo on kaksiosainen: ensimmäiseen kerätään liete, toisen pohjan kautta vesi imeytyy alusrakenteeseen. Lisää erilaisista imeytysratkaisuista on kerrottu tämän ohjeen luvussa 2.

Tien käyttäjiä palveleva alue tai muu liitännäisalue erotetaan ajoradasta yleensä välialueella.

4.3.5 Väylän käyttäjiä palvelevat alueet

Tiehen välittömästi liittyvät tasanteet, kuten linja-autopysäkit ja ilman erotusalueita (istutuksia ja reunakiviä) olevat pysäköintialueet kuivatetaan tasannetta ympäröivään sivujoaan. Tasanne tehdään tien keskijonasta poispäin viettäväksi ja sen sivukaltevuus on yleensä yhtä suuri kuin viereisellä ajokaistalla.

Jos linja-autopysäkin odotustila tehdään korotettuna, reunatuki asennetaan vain odotustilan kohdalle (kuva 14). Jos tiessä on korotettu jalkakäytävä, reunatuki jatkuu yhtenäisenä myös pysäkin kohdalla. Viimeksi mainitussa tapauksessa pysäkin pinta tehdään joko ajoradalle tai pientareelle päin kaltevaksi riippuen ajoradan kuivatusjärjestelmästä.



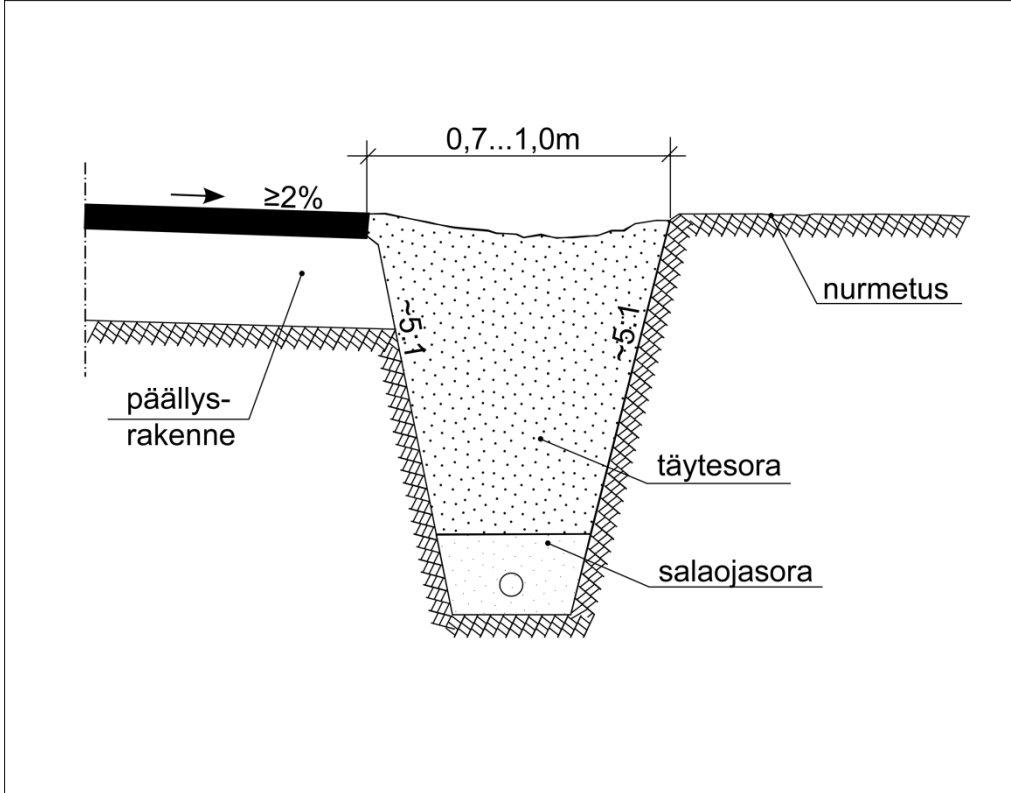
Kuva 14. Esimerkki korotetulla odotustilalla varustetun linja-autopysäkin pintakuivatuksesta. Luiskan eroosiovaara on suurin oikeanpuoleisimman veden virtausnuolen kohdalla. Jyrkkäluiskaisella penkereellä reunatuen päähän tehdään hulevesikaivo ja vesi johdetaan kuten sillan päässä. Loivissa luiskissa voidaan käyttää eroosiota kestävästä luiskamateriaalia. Taajamassa reunatuki voi kiertää koko pysäkkitaskun.

Tien liitännäisalueiksi muodostetuilla levähdys-, pysäköimis-, ja muilla tienkäyttäjiä palvelevilla alueilla viettokaltevuuden tavoitearvo on 2 %. Sivukaltevuuden on myös yleensä oltava 2 %, mutta jos alueella on olennaisesti pituuskaltevuutta, voidaan sivukaltevuudesta vastaavasti tinkiä.

Liitännäisalue erotetaan ajoradasta yleensä välialueella, joka tiemaiseman vuoksi muotoillaan loivaluiskaiseksi pintavesiojaksi.

Sivukaltevuus suunnataan tiestä poispäin siten, että alueelta ei valu vettä itse tielle. Kaltevuus järjestetään, mikäli mahdollista, yhtäjaksoisena alueen reunalle asti. Jos alue on laaja, kuivatusta voidaan tehostaa vettä kokoavien kouruun (päällysteen levityksen yhteydessä tehtävin lautapainantein).

Jos tienkäyttäjiä palveleva alue sijaitsee ahtaassa leikkauksessa, tai pintavesien poisjohtaminen on muusta syystä vaikeaa, sijoitetaan liikennöitävän alueen matalimpiin kohtiin ritiläkantiset imeytyskaivot. Mikäli alueen sisäpuolella tapahtuva purku voidaan järjestää vähän liikennöitävään kohtaan alueen reunaosiin, käytetään imeytykseen (kuva 14) sorasaartoa. Sorasaarron pituus valitaan alueen kuivatustarpeen mukaisesti.



Kuva 15. Päälystettyyn alueeseen liittyvä sorasaarto. Myös täytesoran yläosaan voidaan sijoittaa putki.

Laiturialueet kuivatetaan joko pinnan tasausjärjestelyin ja sadevesikaivoin tai käyttämällä linjakuivatusjärjestelmää. Linjakuivatusjärjestelmien osien kuormitusluokka määräytyy peitesyvyyden mukaan. Kourut varustetaan sulatuskaapeleilla.

4.4 Siltoihin liittyvä kuivatus

4.4.1 Yleistä

Siltoihin liittyvä kuivatus koskee toisaalta sillan kannen ja muun rakenteen kuivatusta, toisaalta liikennöitävän alueen kuivatusta sillan vaikutuspiirissä. Varsinainen sillan pintakuivatus hoidetaan riittävän pituus- ja sivukaltevuuden sekä sillan päälysrakenteeseen sijoitettavien hulevesiputkien avulla. Alikulkukäytävien yhteydessä on suunniteltava pintavesien poisjohtaminen hulevesiputkillä tai tarvittaessa kokonaisvaltaisella sadevesijärjestelmällä. Leikkausten suunnittelussa tulee ottaa huomioon pohjavesi.

Tarkempia ohjeita on julkaisussa *Siltojen korjausohjeet SILKO* kohdassa 1.601 Sillan ja siltapaikan kuivatus. Myös uusien siltojen kuivatus suunnitellaan *SILKO*-ohjeen mukaisesti sekä ohjeen *Täydentäviä ohjeita siltojen suunnitteluun* kohdan 5.2.8.4 Vedenpoistolaitteiden ja paineentasausputkien sijoitus betonikannella mukaan.

4.4.2 Siltapaikkojen tutkimukset

Varsinaisen siltasuunnittelun edellyttämät siltapaikkatutkimukset laaditaan ohjeen *Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje* mukaisesti. Jo selvitysten alkuvaiheessa on syytä tiedustella ELYstä

mahdollista perusaineistoa (mm. vedenkorkeuksista ja virtaamista). Varsinaisista tutkimuksista, laskelmista ja erilaisten toimenpiteiden vaikutusten arvioinnista vastaa kuitenkin aina ensisijaisesti tien- tai radansuunnittelija.

Vesilupa on haettava aina, kun suunnitellaan siltaa virtaavan vesistön yli, jossa voidaan kulkea soutamalla tai jonka keskivirtaama (MQ) on vähintään 2 m³/s sekä eräissä muissa vesilain 3. luvun 2...3§:ssä mainituissa tapauksissa. Ellei keskivirtaamaa saada ELYstä tai muusta asiakirja-aineistosta, se lasketaan kaavalla:

$$MQ = \frac{F \cdot Mq}{1000} \quad \{5\}$$

jossa

MQ keskivirtaama (m³/s),
F valuma-alueen pinta-ala (km²),
Mq keskivaluma (l/s · km²).

Keskivaluma Mq on Suomen eri osissa n. 5...13 l/s · km². Keskivirtaama MQ ylittää 2 m³/s valuma-alueen ollessa suurempi kuin 150...300 km².

Valumatiedot on esitetty tarkemmin julkaisussa *RIL 124-1 Vesihuolto I*.

4.4.3 Tulopenkereen ja sillan yhteiskuivatus

Veden virtaus tieltä tai radalta sillalle on katkaistava silloin, kun tie tai rata viettää sillalle päin. Luiskasyöpymien välttämiseksi tämä tehdään yleensä tie tai ratakaiteen johteen taakse sijoitetulla reunatuella, jolla vedet ohjataan sillan kuivatuslaitteisiin kuuluvaan hulevesikaivoon, josta vesi johdetaan hulevesiviemäriellä sivuojaan. Parannettaessa nykyistä tietä tai rataa, jota ei levennetä merkittävästi, tulee kysymykseen myös luiskaan rakennettu kouru. Luiskakourun ongelmana on maan syöpyminen kourun vierestä. Syöpmistä voidaan vähentää ulottamalla kiviverhous vähintään 0,5 m kourun molemmille puolille ja estämällä kourun ja verhouksen valuminen *SILKO*-ohjeen kohdan 2.651 mukaisesti. Jos sillalle viettävä tieosuus on lyhyt, riittää lyhyt (5 m) reunatuellinen osuus ja kouru, mutta ne tarvitaan myös sillan alapäässä.

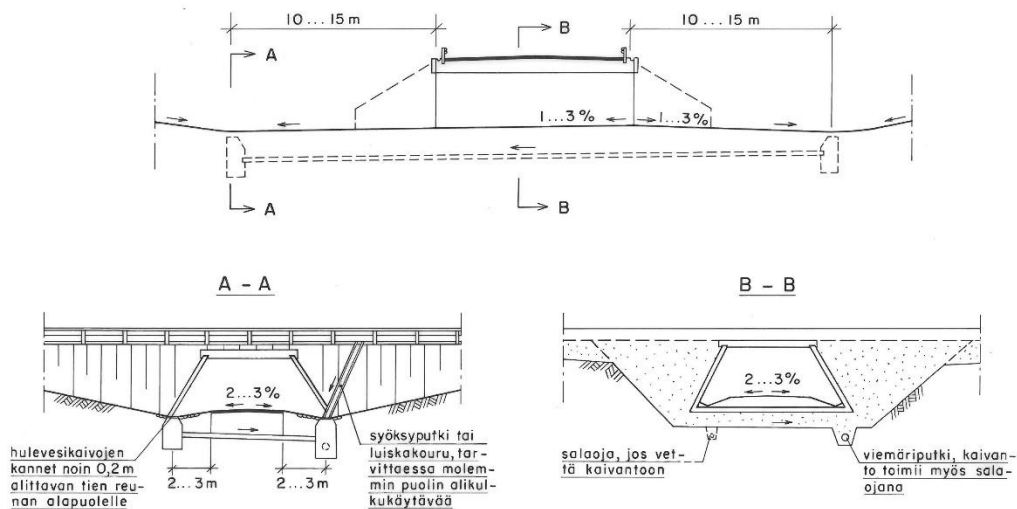
Normaalisti sillan pintakuivatus suunnitellaan siten, että hulevedet kootaan hulevesikaivoon, josta vedet johdetaan umpiputkessa sivuojaan. Sillan kuivatuslaitteet suunnitellaan *Siltojen korjausohjeet SILKO* kohdan 1.601 mukaan.

4.4.4 Alittava tie

Kuivatuksen kannalta haasteellisia ovat erityisesti risteyssiltojen, rautatien alikulkusiltojen sekä jalan- ja pyöräilyväylien alikulkukäytävien siltapaikat. Alittavien teiden kuivatussuunnittelu tehdään alustavasti jo siltapaikan sijaintia sekä teiden pituusleikkausta ja korkeussijaintia suunniteltaessa. Tavoitteena on saada alittavan tien tasausviiva niin korkealle, että pintavedet voidaan poistaa ilman pumppaamaa ja avouomille sekä viemäreille saadaan normaalit pituuskaltevuudet. Pumppaamo on tasaisessa maastossa välttämätön, mutta vaihtoehtona se on suositeltava vasta silloin, kun sen arvioidut vuotuiset kustannukset (rakentaminen ja käyttö) muodostuvat selvästi pienemmiksi kuin tavanomaisen viettokuivatusjärjestelmän.

Siltapaikan tieleikkaukseen johdettavien vesien valuma-alue pyritään rajaamaan mahdollisimman pieneksi niskaojien, kourujen ja pinnanmuotoilujen avulla. Siltapaikan ulkopuolelta esim. ylittävän väylän sivuoissa siltapaikalle kulkevat vedet tulee pyrkiä johtamaan ojajärjestelyillä siltapaikan ohi. Siltapaikan sivuuttavien ojien ja niskaojien sijoittamisessa tulee ottaa huomioon mahdollinen ojan tukkeutuminen esim. umpeen jääytymisestä (paantaminen) tai liettymisen takia. Virtausnopeuteen ja sitä kautta mahdolliseen eroosioon tai liettymiseen ja toisaalta talvisaikaan suojaavan jää- ja lumikannen muodostumiseen voidaan vaikuttaa mm. ojan pituuskaltevuudella ja poikkileikkauksen pinta-alalla. Tarpeen mukaan on tie tai rataleikkaukseen mahdollisissa tulvimistilanteissa johtuvien vesien kululle järjestettävä ylivirtausputket, kourut tai eroosiosuojatut urat, jolloin vältetään virtaava veden aiheuttamilta eroosioaurioilta ja alittavan väylän kuivatusjärjestelmän tukkeutumiselta, ks. myös kohta 4.5.8.

Sade- ja hulevesivesiviemäroinnin osat on kuvattu *InfraRYL* kohdassa 31200. Alikulun kuivatusvesien ohjaamiseen käytetään sadevesiviemärointia, kouruja ja matalia ojanteita. Matalat ojanteet toimivat useimmissa tilanteissa paremmin kuin tien reunakivellinen poikkileikkaus, koska reunakiveystä käytettäessä kunnossapito on vaikeampaa, pintavedet virtaavat ajoradalla ja vesien ohjaaminen on hankalaa.

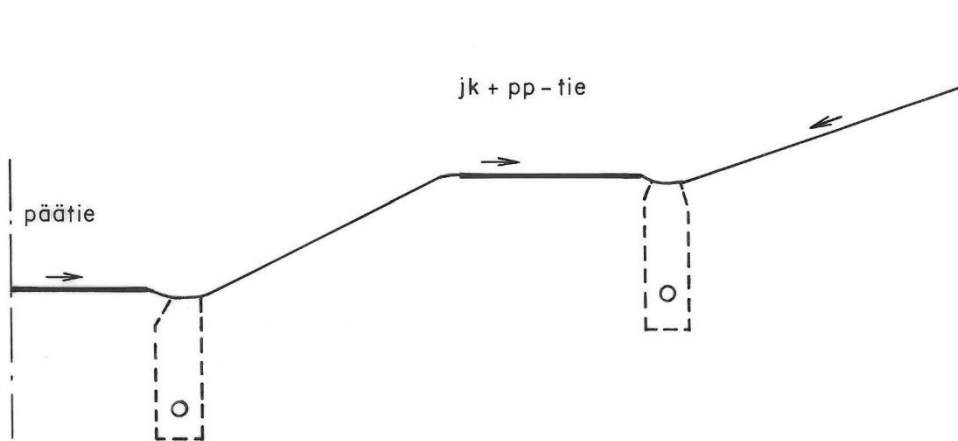


Kuva 16. Esimerkki alikulkukäytävän pintakuivatusjärjestelystä

Alittavan tien tasausviiva tulee pyrkiä tekemään sillasta poispäin kaltevaksi, jolloin tien alimmat kohdat sijoittuvat 10...15 m etäisyydelle sillan päästä varsinaisen alitusosan ulkopuolelle, ks. kuva 16. Suunnittelussa on huolehdittava, että viemäroinnin mahdollinen jäätyminen tai tukkeutuminen ei saa tehdä alikulkua käyttökelttomaksi. Viemärikaivot sijoitetaan tämän vuoksi alittavan tien reunasta 2...3 m ulospäin, jolloin mahdollinen lätäköityminen ei heti haittaa liikennettä. Kaikissa tapauksissa on pinnan kaltevuuksilla varmistettava valuvien vesien ohjautuminen kaivoihin. Kaivojen sijoitusta ajoradalle tulisi välttää syntyvien epätasaisuuksien ja korjaustoimenpiteiden aiheuttamien kaivutöiden takia.

Painanteeseen sijoitetuissa kaivoissa tulisi käyttää kupukantta, joka ei tukkeudu yhtä helposti kuin tavallinen ritiläkansi. Kupukantisen kaivon ympärille tehdään kivetys, jotta nurmikkoa ei tarvita leikata sen vierestä ja leikkaaja näkee kaivon jo etäältä. Kansistoihin voidaan asentaa myös lämmityskaapelit jäätymisen estämiseksi.

Alittava tie on suositeltavaa tehdä kaksipuoliseen sivukaltevuuteen, jolloin sulamisvesi ei virtaa ajoradan yli eikä haittaa liikenneturvallisuutta. Nousuramppien pintavedet johdetaan matalissa (0,2...0,3 m) painanteissa sadevesikaivoihin. Kun samassa leikkauksessa kulkee päätiestä ylempänä jalankulku- ja pyöräilyväylä, sen sivukaltevuus tulisi tehdä yksipuolisesti kaltevaksi päätiestä poispäin, jolloin luiskista valuvat vedet kootaan ylempänä olevaan sadevesiviemäriin (kuva 17).



Kuva 17. Kuivatusjärjestelyt tapauksessa, kun jalankulku- ja pyöräilyväylä on päätiestä ylempänä.

Jalankulku- ja pyöräilyväylien alikulkujen ja risteyssilltojen alittavien teiden syväkuivatus tehdään kuten muillakin tien leikkausosuuksilla. Salaojituksen tarve riippuu lähinnä pohjavesipinnan tasosta ja pohjamaan routivuudesta. Pohjavesisuojausten yhteydessä tulee ottaa huomioon, ettei salaojitusjärjestelmällä imeytetä suojausten avulla talteen otettuja vesiä pohjaveteen. Yleensä tämä edellyttää erillistä salaoja- ja hulevesijärjestelmää.

Salaojat ovat erittäin tärkeitä silloin, kun pyörätie läpäisee vettä johtavia maakerroksia muuten routivassa pohjamaassa ja laskeutuu sillan alle. Kaivutyön yhteydessä todetaan salaojien tarve lopullisesti ja tarvittaessa suunnitelmaa tulee tarkistaa. Työnaikainen tilanne voi edellyttää luiskiin lisäsalaojitusta luiskasortumien ehkäisemiseksi, jos maalaji on eroosioherkkää ja suotautuvat vesimäärät todetaan suuriksi. Kun suunnittelu sisältää myös toteutuksen, pitää tiesuunnitelmassa varautua salaojiin sen hetkisen arvion mukaan.

Alikuluissa voi salaojien tarkastuskaivojen väli olla kohdassa 6.5.3 esitetystä poiketen enintään 50 m.

Salaojien tekniset vaatimukset on esitetty *InfraRYL* kohdassa 14300.

4.5 Tien sivu-, leikkaus- ja laskuojat

4.5.1 Yleistä

Tienkuivatuksen avouomia ovat sivuojat, laskuojat, niskaojat, keskialue- ja välialueojat sekä erilaiset kourut. Näitä kaikkia käytetään ensi sijassa pintakuivatukseen. Sivuojat soveltuvat alemman luokan teillä ja jalankulku- ja pyöräilyväylillä myös syväkuivatukseen, mutta korkealuokkaisilla teillä ja erityisesti taa-jama-alueilla on syvien (0,6 m) sivuojien käyttö rajoitettava mahdollisimman vähiin (esim. ympäröivän maaston kuivatuksen vaatiessa syvempää ojaa).

Kun tienkuivatuksen vesimäärät ovat laskuojia lukuun ottamatta yleensä pieniä, tarvitaan muiden ojien tai kourujen hydraulisia mitoituslaskelmia harvoin. Uomien suunnittelu ei sen vuoksi keskity vain koon määrittelyyn, vaan myös kustannusten minimointiin ja toisaalta uoman välillisten vaikutusyhteyksien huomiointiin. Näitä ovat luotettava toiminta, helppo kunnossapidettävyys, uoman muotoilu ja muu ulkonäkö sekä vaikutus liikenneturvallisuuteen ja viereiseen maankäyttöön.

Sivuojan tehtävänä on koota tiealueen pintavedet ja johtaa ne laskuojaan tai muuhun purkukohtaan. Sivuojan huolellinen suunnittelu on tärkeätä siksi, että vedenpoiston lisäksi sivuoja vaikuttaa olennaisesti tien ulkonäköön, liikenneturvallisuuteen, tarvittavaan tiealueeseen, massakustannuksiin ja kunnossapitoon.

Suunnittelussa ratkaistaan seuraavat seikat:

1. Sivuojan tarve
2. Sivuojan sijainti tien poikkileikkauksessa
3. Sivuojan syvyys ja pituuskaltevuus (pituusleikkaus)
4. Sivuojan luiskat sekä muu muotoilu ja verhoilu

Ojien eroosiosuojauksista on kerrottu kohdassa 4.6.

Tien poikkileikkauksen suunnittelu- ohjeessa on esitetty mm.

- keskialueen vähimmäisleveys mitoitus ja luiskien muotoilu suistumisturvallisuuden kannalta,
- sivuojien ja luiskien muotoilu suistumisturvallisuuden kannalta

4.5.2 Sivuojan tarve

Sivuoja tarvitaan seuraavissa tilanteissa:

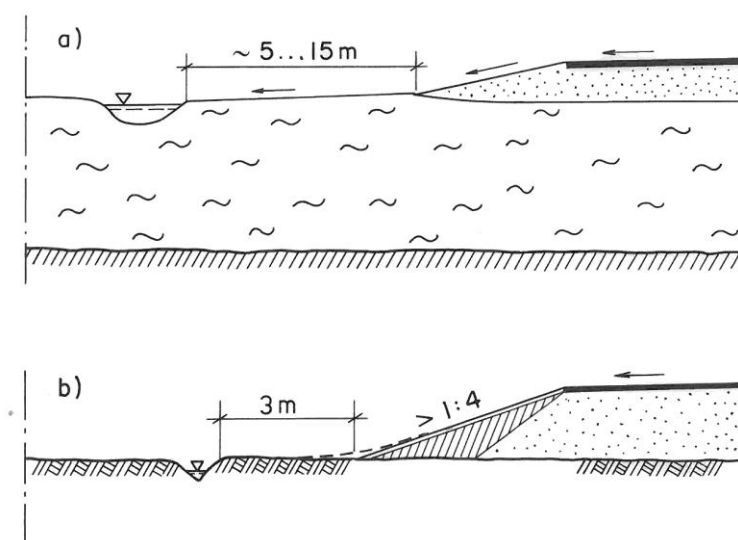
- Kaikilla leikkausosuuksilla.
- Matalilla penkereillä; ei kuitenkaan silloin, kun maa viettää selvästi tiestä poispäin ja tieltä ja/tai luis- kasta valuvien sade- ja sulamisvesien sallitaan imeytyvän maastoon
- Korkeammilla pengerosuuksilla, jos ympäröivä maasto viettää tielle päin tai ympäristö vaatii kuiva- tusjärjestelyjä esim. pellon tai metsän ojituksen vuoksi.

Tien ympäristörakenteet, kuten melusteet tai maisemanhoidolliset täytöt sekä istutusalueet, voivat silti vaatia omia ojajärjestelyjä.

Esimerkiksi tievesiä voidaan johtaa pihojen tai yksityistieliittymien ohi käyttämällä upotettuja reunakiviä, soralla täytettyjä kaivantoja jne. Matalaa oja-painannetta voidaan käyttää vedenjakajien tai tiehen läheis- sesti rajautuvien pih-alueiden kohdalla, kun hulevesiä kertyy hyvin pieneltä alueelta.

4.5.3 Sivu- ja reunaojan sijainti

Sivuoja tulee yleensä tien ulkoluiskan jatkeeksi. Valaistulla tiellä sivuojan pohja ei saa tulla valaisinpylväi- den kohdalle. Erityistä huomiota suunnittelussa tulisi kiinnittää pituussuuntaisen vedenvirtauksen estä- miseen tierungossa.



Kuva 18. Reunaojan sijainti a) pehmeiköllä (mitta geosuunnitelmien mukaan) ja b) korkean penkereen yhteydessä, mikäli tilaa on, mutta luiskaa ei kannata loiventaa.

4.5.4 Sivuojan syvyys

Sivuojan syvyys määräytyy tienrakennekerrosten kuivatustarpeen perusteella kohdan 6.2.2 mukaisesti, jos rakennekerrosten kuivatusta ei hoideta salaojien avulla.

Kun rakennekerrosten kuivatus hoidetaan salaojalla, sivuojan syvyyteen vaikuttaa:

1. Maaseudulla vilkasliikenteiseen tiehen halutaan usein noin 3 m levyinen sisäluiska, jolloin auratulle lumelle saadaan tila ja lumen sulamisvesille luonnollinen virtaussuunta tiestä poispäin. Sisäluiska on tarpeen myös valaisinpylväiden ja liikennemerkkien sijoittamiseen.
2. Ympäristöstä tulevat tielle johtavien avo-ojien ja peltosalaojien syvyyssyvyys
3. Sivuojarummun vesijuoksun syvyys on peitesyvyys + rummun halkaisija. Sivuojan syvyys ei saisi poiketa tästä kovin paljon. Vedenjakajakohdalla ei tarvita sivuojarumpua.
4. Lisäksi on varmistettava sivuojen vietto tien pituussuunnassa. Myös maantierumpu on otettava huomioon.

4.5.5 Sivuojan muotoilu

Sivuoja muotoillaan ohjeen *Tien poikkileikkauksen suunnittelu* mukaisesti. Nykyistä tietä levennettäessä luiskien tavoitekaltevuuksia tarvitsee noudattaa ainoastaan levennettävällä puolella.

4.5.6 Sivuojan pituuskaltevuus

Sivuojan pituuskaltevuuden tulisi olla vähintään 0,4 % ja poikkeustapauksissakin vähintään 0,1 %. Jos ojan pituuskaltevuus jää tasaisessa maastossa alle 0,4 %, on liettyimis- ja umpeenkasvuvaraa otettava jonkin verran tavallista enemmän.

Jyrkässäkään maastossa ei sivuoille voida määrittää varsinaista enimmäiskaltevuutta vaan ojan eroosiosuojaustarve tarkistetaan kohdan 4.6.1 mukaisesti.

4.5.7 Laskuojat

Alueella, johon tie tai rata suunnitellaan, on tavallisesti ennestään laskuojia pelloilta, metsistä ja soilta. Kun tie rakennetaan risteävän laskuojan yli, rumpu tulisi tehdä vanhan laskuojan lähelle, mutta eri kohtaan kuin nykyinen uoma. Tällöin rummun kohdalle rakennettava siirtymäkiila ulottuu myös vanhan ojan päälle, mikä vähentää vanhan ojan täytöstä aiheutuvia routanousu- ja painumaeroja ja rakentamisen aikainen vesienhallinta on helpompaa. Rummusta tehdään kuitenkin yleensä tietä vastaan kohtisuora. Jos risteävän ojan kohdalle ei rakenneta rumpua, oja tulisi täyttää ympäröivää maata vastaavalla täytteellä siten, ettei vesi pääse tihkumaan täytettyä ojaa pitkin.

Tietä risteävän laskuojan tai puron jyrkät luiskat ja vesi ovat tieltä suistuvalla autolle vaaralliset. Suistuvaan autoon ojaan ja rummun päähän törmäämisestä aiheutuvia vahinkoja voidaan vähentää pidentämällä rumpua, loiventamalla ojan luiskia, sijoittamalla maavalli tai pienpuustoa ojan viereen tai käyttämällä tiekaidetta. Putkisiltojen kohdalla käytetään sillankaidetta. Ohje *Tien poikkileikkauksen suunnittelu* voi vaatia kaiteen myös muun laskuojarummun kohdalle.

Tiensiuntaisia laskuojia tai muita ympäristön kuivattamiseksi tarvittavia syviä oja ei sijoiteta tien viereen kaiteettomilla osuuksilla. Syvä oja on kuivanakin tieltä suistuvalla autolle vaarallinen. Pehmeiköllä tien viereen sijoitettu syvä oja voi heikentää tiepenkereen vakavuutta. Vanhat valtaojat tulisi jättää entiseen paikkaan. Peltojen pirstoutumisen välttämiseksi oja voidaan tarvittaessa siirtää muualle kiinteistöjen tai maankäyttömuotojen rajalle tai se voidaan putkittaa. Laskuojaa ei saa sijoittaa tontille, varastopaikalle, uimarantaan, salaojitetulle pellolle tai vastaavaan paikkaan ilman maanomistajan lupaa. Laskuojaa ei myöskään tulisi sijoittaa pehmeikön heikoimpaan kohtaan.

Laskuojan pituuskaltevuuden tavoitearvo on n. 0,4 %, mutta tasaisessa maastossa on usein tyydyttävä huomattavasti pienempään keskikaltevuuteen. Suuremman lähtökaltevuuden saamiseksi ja kaivupituuden pienentämiseksi sijoitetaan rumpu mahdollisimman korkealle. Loivan laskuojan ja rummun tukkeutumista vähennetään määrittämällä ojan alkuosalle n. 20 m matkalla rummusta lähtien suurempi kaltevuus (0,5...1 %) kuin muulle ojalle.

Laskuoja suunnitellaan kaivettavaksi alavirtaan niin pitkälle, että ojan pohja yhtyy luonnonuomaan. Ellei varsinaista luonnonuomaa ole (esim. ojittamattomalla suolla), laskuoja kaivetaan vain niin pitkälle, että rummun tai ojan liettymistä tien lähellä tai muuta välitöntä haittaa ei ole odotettavissa. Asiasta pitää kuulla maanomistajaa, jotta ei aiheuteta haittaa kolmansille osapuolille.

Kun laskuoja ja siihen liittyvä rumpu hyödyttävät tien lisäksi vaihtelevassa määrin myös ympäröivän maa-alueen kuivatusta, on pyrittävä sellaiseen mitoitukseen (pohjan korkeussijaintiin), joka kokonaisuuden kannalta on mahdollisimman edullinen. Tämä arvioidaan vertaamalla maankuivatuksen edellyttämiä lisäkustannuksia (rakentaminen ja kunnossapito) siihen haittaan, joka maanomistajalle koituu, kun kuivatusjärjestelyt toteutetaan vain tienpidon vaatimusten mukaisessa laajuudessa.

Laskuojauoman kokoa säädellään pohjan leveydellä; vähimmäisleveytenä on n. 0,5 m. Koko laskuoja tulee tarkistaa etenkin taajamissa niin pitkälle, että voidaan varmistua, ettei taajamaan synny laskuojan tai siihen liittyvien rumpujen ja viivytyskeinojen vähyden vuoksi tulvia.

Jos rakenteenparantamissuunnittelun yhteydessä ei tehdä tiesuunnitelmaa, pitää suunnittelijan suunnittelun yhteydessä hankkia laskuojien perkausluvut sekä muut laskuojiin liittyvät luvat sekä tarvittaessa maanomistajien suostumukset.

Epäedullinen kaivuajankohta laskuojilla kuten sivuojillakin on syksyllä tai aivan kesän lopulla. Ojien perkaaminen ja luiskien jyrkentäminen hienorakeisessa maassa lisää luiskan eroosioriskiä, kun toimenpiteen yhteydessä poistetaan luiskaa sitovaa kasvillisuutta. Eroosio on yleensä pahimmillaan perkaamista seuraavana keväänä, kun luiskamateriaalia sitova kasvillisuus ei ole ehtinyt kasvaa ojaluiskaan. Tämän vuoksi perkaus tulisi ajoittaa alkukesään, jolloin uusi kasvillisuus ehtii sitoa luiskan ennen talven tuloa. Eroosiosuojauksilla voidaan ehkäistä luiskien sortumista. Suositeltavaa olisi käyttää kasveja sisältäviä eroosiosuojia, kuten kookosmattoja. Kasvipeite pidättää myös huleveden sisältämiä haitta-aineita.

Kunnossapidossa pitää ottaa huomioon pienvedet ojitusten toimenpiteiden yhteydessä. POP ELYssä käytetään ohjeistuksena urakka-asiakirjoissa: *Ojitusten yhteydessä on n. 20 metriä ennen jokea kaivettava pieni laskeutusallas, joka estää kiintoaineksen kulkeutumisen jokeen. Laskeutusaltaan ja joen välistä sivuojaosuutta ei kaiveta, vaan vanha kasvipeite säilytetään koskemattomana.*

Tie- tai ratasuunnitelman kustannusarviossa on varauduttava siihen, että osa luiskista joudutaan varustamaan eroosiosuojauksilla, vaikka niiden yksityiskohtaista sijaintia ei ole selvitetty. Tie- tai ratasuunnitelmassa tulee laskuoja-alue esittää niin laajana, että ojan kunnossapitotyöt voidaan tehdä osoitetulta alueelta.

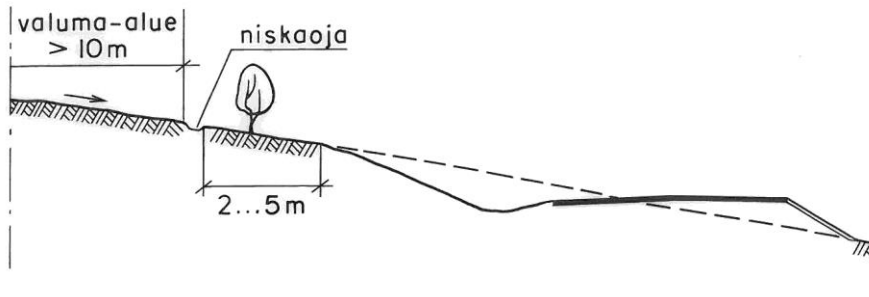
4.5.8 Niskaojat

Niskaojaa käytetään leikkausluiskan yläpuolisessa rinteessä kokoamaan sitä ylempänä olevan valuma-alueen vedet, jotta pintavesi ei syövyttäisi luiskaa. Niskaojaa ei tehdä jokaiseen maaleikkaukseen, vaan sen tarve riippuu lähinnä yläpuolelta valuvan veden määrästä. Niskaoja ei kerää mahdollisen tiiviimmän maakerroksen päällä virtaavaa orsivettä, joka voi aiheuttaa luiskan alaosaan eroosiosuojaustarpeen.

Kallioleikkauksissa ei käytetä niskaojaa, vaan kalliolta valuvat vedet johdetaan tavallisesti suoraan sivuojaan. Jos kallioleikkauksen päällä on puro, sivuojan syvyyttä ja leveyttä pitää tällöin usein suurentaa tien varjoisalla puolella, jotta kallioluiskaan ja ojan pohjaan kertyneet jääkerrokset eivät padota vettä tielle keväällä. Näin toimien saadaan hallintaan myös kallion vaakaraoista valuva vajovesi. Jos kallion päällä on merkittävä puro, on selvitettävä, voidaanko se ohjata maata muotoilemalla tai betonipatoja tekemällä toiseen suuntaan.

Niskaojan vedet puretaan maaston kaltevuuden mukaiseen suuntaan laskuojaan tai viistosti sivuojaan. Niskaojan syvyydeksi riittää 0,2..0,3 m ja pohjaleveydeksi työmenetelmän mahdollisesti edellyttämä vähimmäisleveys, ellei niskaojan koota yläpuolisia vesiä.

Jyrkästi viettäviin niskaojan purkuoihin tarvitaan verhoilu tai kouru. Niskaojan sijoitukseen ja muotoiluun vaikuttaa sen näkyminen tielle tai ympäristöön. Tarvittaessa on niskaoja maisemoitava istutusten avulla.



Kuva 19. Niskaojan sijainti maaleikkauksessa: niskaojat kaivetaan 0,2...0,5 m syviksi ja 0,4... 0,8 leveiksi.

Tunneleiden suuaukoilla joudutaan joskus suunnittelemaan kallioleikkausten yläreunaan betoniset vedenohjauksrakenteet, jotta maastosta valuva vesi ei valu leikkauspintaa pitkin suuaukolle vaan saadaan johdettua hallitusti suuaukon ulkopuolisiin sivuojiin.

Luiskien syöpymsalttius riippuu vedennopeuden suhteesta pintamateriaalin ominaisuuksiin. Syöpyminen torjutaan kohdan 4.6 mukaisesti lähinnä erilaisin verhouksin ja vahvistuksin, useimmiten käyttämällä riittävän tiivistä nurmetusta. Sen lisäksi on tietyissä tapauksissa tarpeen ohjata ja keskittää veden virtausta putkin tai joskus koururakentein. Ennen nurmetuksen juurtumista tarvitaan usein myös tilapäisvahvistuksia.

4.6 Eroosiosuojaus

4.6.1 Eroosiosuojaustarpeen määrittäminen

Eroosiosuojaustarve voi olla sekä sivu- että laskuojissa ja pitkissä penger- ja leikkausluiskissa. Eroosiosuojauksen tarvetta esiintyy:

- laskuojissa, kun vietto on suuri tai maa on eroosioherkkää
- sisäluiskassa tien koverissa taitepisteissä, kun vesi virtaa tieltä sisäluiskan pintaa pitkin
- ulkoluiskassa, kun puro tai vettä johtava maakerros syöttää suuria vesimääriä luiskaan
- sivuojan pohjassa, kun oja johtaa normaalia suurempia vesimääriä tai väylän pituuskaltevuus on normaalia suurempi.

Eroosiota esiintyy muissakin paikoissa juuri valmistuneissa rakenteissa, kun luiskaan tai ojan pohjaan ei ole vielä muodostunut kasvipeitettä.

Suojaustarve tulee määrittää viimeistään rakennussuunnitteluvaiheessa. Vaativista kohteista laaditaan yksityiskohtaiset suunnitelmat. Kohteen vaativuutta arvioitaessa tulee ottaa huomioon suojattavan rakenteen lisäksi mm. mahdollisen eroosion aiheuttamat riskit tien tai radan käyttäjille, muille rakenteille ja ympäristölle. Tavanomaisista pintavesieroosiokohteista riittää eroosiosuojauksen tyyppin ja laajuuden määrittäminen. Ojaluiskissa kannattaa hyödyntää kasvillisuutta, koska juuret sitovat maaperää. Lisäksi kasvit pidättävät hulevesien sisältämää kiintoainesta, johon haitta-aineet ovat sitoutuneet. Myös ojaluiskan kaltevuus vaikuttaa eroosioherkkyyteen.

Alueen eroosioherkkyys tulee selvittää aina kohdekohtaisesti. Yleisesti alueen eroosioherkkyyteen vaikuttaa mm. maalaji, pintavesien valunta alueelle, pohjavedenpinnan korkeus ja virtaama sekä ilmasto-olosuhteet. Usein eroosiosuojauksen tarkempi suunnittelu, kuten materiaalit ja pinnan viimeistely, voidaan jättää rakentamisvaiheeseen, kun pohjavesi- ja maaperäolosuhteet tunnetaan paremmin.

Eroosiota aiheuttavia vauriotyyppejä ovat pintavesieroosio, pohjavesieroosio, virtaus-, aalto- ja jääeroosio. Pintavesieroosiossa pintaveden nopeus ylittää maalajille ominaisen kriittisen virtausnopeuden (kuva 20). Pohjaveden virtaus voi aiheuttaa pohjavesieroosiota luiskaan tai luiskan juureen.

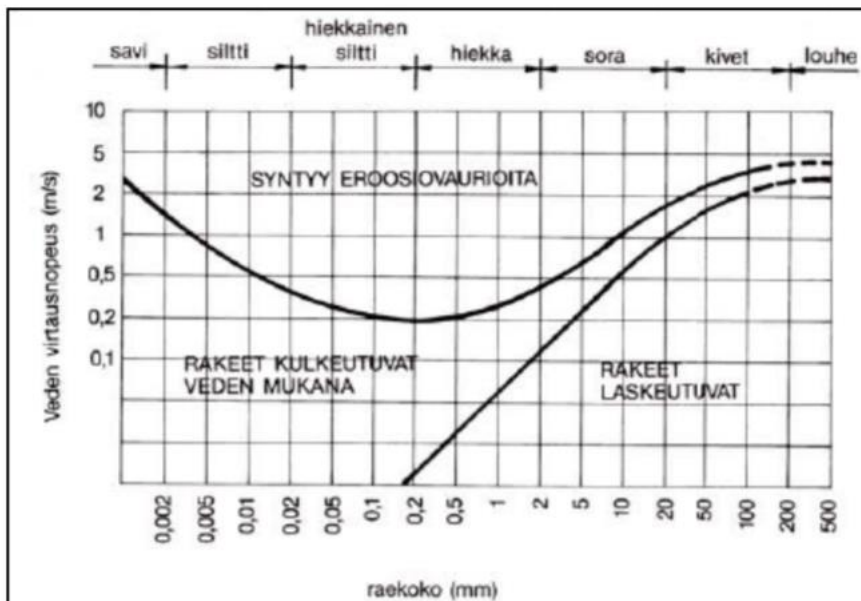
Maalajin eroosioherkkyyteen vaikuttavat maalajin rakeisuus, lajittuneisuus ja tiiviys, rakeiden muoto ja paino sekä rakeiden väliset tartunnat, joita ovat mm. koheesiovoimat. Vesiolosuhteet sekä pintakasvillisuus vaikuttavat myös oleellisesti eroosioherkkyyteen. Pintavesien määrään ja korkeuteen vaikuttavat sääolosuhteet, vuodenajat ja ympäristön rakennustoimenpiteet. Kohteen pinta- ja pohjavesien määrä sekä pohjavedenpinnan korkeusasema tulee selvittää mittauksin tai ne pitää pystyä arvioimaan kohtuullisen tarkasti.

Lajittuneet maakerrokset ovat herkempiä eroosiolle kuin lajittumattomat maalajit kuten moreenit. Moreenit ja saviset moreenit ovat rakenteeltaan tiiviitä ja hyvin eroosiota kestäviä. Vesi ei pääse tarttumaan maarakeisiin ja kuljettamaan niitä pois, sillä näissä maalajeissa ei ole suurta huokostilavuutta maarakeiden välillä.

Eroosiolle herkempiä ovat maalajit, jotka ovat hienorakeisia mutta joissa ei esiinny paljoa koheesiota. Tällaisia ovat mm. hienot hiekat, siltit tai hyvin silttipitoiset maalajit mm. siltimoreenit sekä muut hienoainepitoiset moreenit, ks. kuva 20.

Jos kohteessa esiintyy veden virtausta esimerkiksi luiskan rajoittuessa uoman vedenpintaan tai maaperässä on voimakkaasti vettä johtava kerros, voidaan eroosioaurion tapahtumista arvioida alla olevan kuvan 20 perusteella.

Eri maalajeilla eroosioherkkyys on riippuvainen mm. raeeseen ja veden virtausnopeuden suhteesta. Pohjaan maalaji ja rakeisuus vaikuttavat myös eroosiosuojaukseen käytettävän suodatinkerroksen tai -kanakan oikeaan suunnitteluun ja valintaan.



Kuva 20. Eroosioherkkyys suhteessa veden virtausnopeuteen

4.6.2 Eroosiosuojauksen suunnittelu

Luiskan pinnan eroosiosuojauksella estetään ympäristön valumavesien ja sateiden kuluttava vaikutus. Luiskan pinnan eroosiosuojaus voidaan toteuttaa ojituksen, kasvillisuuden tai pintaverhousten avulla. Ojituksella johdetaan ympäröivän maaston valumavesiä pois ja vähennetään luiskaan pinnalle valuvan veden määrää. Kasvillisuuspeitteellä puolestaan sidotaan pintakerroksia ja estetään niiden huuhtoutuminen valumavesien ja sateiden mukana. Kasvipeite myös puhdistaa ja käyttää osan vedestä hyväkseen, mikä ehkäisee luiskamateriaalin vettymistä sekä tukkeumien syntymistä ojissa. Pintaverhouksella, kuten esimerkiksi kivi- tai murskemateriaalista tehdyllä luiskan verhouksella suojataan eroosioherkät kohteet.

Ohjeessa *Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje* on esitetty eroosiosuojauksen suunnitteluperiaatteet. Materiaalien laatuvaatimukset ja asennustapa on esitetty *InfraRYL* kohdassa 22200 Luiskaverhoukset ja

eroosiosuojaukset. Tarkemmin aiheesta on kohdissa 22220 Kiviheitokset, 22230 Kiviladokset, 22242 Eroosiosuojakankaat, 22250 Luonnonmukaiset eroosiosuojaukset, 22291 Molskotti-, sepeli-, murske- ja soraverhoukset sekä 22292 Kivikoriverhoukset.

Pohjavesieroosiosuojauksella estetään luiskan pinnan syöpyminen, pohjaveden suotoviivan yhtyminen luiskan pintaan ja huokospaineen nousu sekä hienoaineksen pois kulkeutuminen pohjamaasta. Eroosiosuojaurakenne myös kuivattaa luiskaa ja parantaa luiskan vakavuutta. Pohjavesieroosiosuojaus koostuu usein karkearakeisesta pintaverhouksesta ja hiekasta tai kankaisesta suodatinosasta sekä mahdollisesta salaojituksesta. Suojauksessa käytettävien materiaalien tulee täyttää niille *InfraRYL*:ssä esitetyt vaatimukset kohtien 22291.1 Molskotti-, sepeli-, murske- ja soraverhousten materiaalit sekä 22292.1 Kivikoriverhousten materiaalit mukaisesti.

4.6.3 Penkereiden pintakuivatus

Tien tasausviivan notko on usein penkereen kohdalla. Notkokohtaan virtaa silloin ajourissa oleva vesi pitkältikin matkalta kahdesta suunnasta. Jos notkoon viettävät tieosuudet ovat yhteensä vähintään 1000 m pituisia ja penkereen luiska on jyrkkä, voi syntyä luiskaeroosiota. Eroosion voi välttää varmimmin sijoittamalla reunatuen tai kourun penkeren reunaan. Kerätty vesi johdetaan ensisijaisesti hulevesikaivon kautta putkella alhaalla olevaan sivu- tai reunaajaan, kuten siltojen päissä. Ratkaisu edellyttää yleensä penkereen ja päällysteen leventämistä. Toinen vaihtoehto on parantaa luiskan eroosiokestävyyttä. Tällöinkin päällystettä levennetään penkereen reunaan tai ohjeen *Tiekaiteiden suunnittelu* mukaisesti kaiteen etupintaan asti. Luiskaan rakennetun kourun vierus syöpyy helposti rankkasateiden aikana eikä sen jälkeen pysy koossa.

4.6.4 Kourut

Pintavesikouruilla tai reunatuilla (betoninen tai asfaltista tehty) voidaan keskittää veden virtaus jyrkissä luiskan tai uoman kohdissa ja estetään ympäristön syöpyminen. Poikittaiskourua tai putkea käytetään maaleikkausten ulkoluiskassa, jos niskaojan tai yläpuolisen ojan vettä ei voida johtaa sivuojaan asti sekä korkeiden penkereiden sisäluiskassa kohdissa, joihin vettä erityisesti kerääntyy, kuten siltojen päissä ja mäkien alla. Pengerluiskissa kourut korvataan usein hulevesikaivoilla ja putkilla koska eroosio syövyttää kourun vierustan helposti.

Pitkittäistä kourua käytetään sivuojan tai niskaojan purkautuessa jyrkästi laskuojaan ja joskus myös päällysteen reunalla suojaamassa korkeata pengerluiskaa. Kourutyyppiä on esitetty *InfraRYL* kohdassa 22120.

Kourun tai paikallisesti parannetun luiskaverhouksen tarve ilmenee usein vasta rakentamisvaiheessa, kun sama kohta syöpyy toistuvasti. Suunnitelmaan lisätään tämän vuoksi tarpeelliset kourut ja alun perin suunniteltujen kourujen paikat täsmennetään rakennustyön aikana. Joskus jää ja roskat tukkivat tiensuuntaisen kourun helposti.

4.7 Hulevesiviemärit

4.7.1 Yleistä

Tässä ohjeessa annetut putki- ja kaivokoot tarkoittavat nimellishalkaisijaa. Betoniputkille ja -kaivoille ilmoitetaan normaalisti sisähalkaisija ja esimerkiksi muovikaivoille ulkohalkaisija.

Pyöräliikenteen erityiskysymykset kuivatusvalintaan ja kaivojen sijaintiin liittyen on esitetty ohjeessa *Pyöräliikenteen suunnittelu*.

4.7.2 Käyttökohteet

Viemäröinti on yksi tapa hoitaa pintakuivatusta ja sillä saadaan tehostettua myös syväkuivatusta, koska täyttömateriaali on vettä läpäisevää. Tien kuivatuksessa viemäröinti tulee kysymykseen lähinnä seuraavissa tilanteissa:

- kun kohteessa ei ulkonäkösysteistä käytetä tai haluta käyttää avo-ojia

- kaksiajorataisten teiden keskialueella, kun vettä ei haluta (esim. pehmeiköllä) tai voida (esim. leikkauksessa) johtaa riittävän usein tien ali
- kun kuivatusta ei tilan puutteen vuoksi voida hoitaa avo-ojilla
- alikulkukäytävien, alikulkusiltojen ja toisinaan risteyssiltojen yhteydessä
- yksittäiskohteissa, joissa ei saada riittävää pintakaltevuutta tai vesiä ei muusta syystä voida johtaa pois.

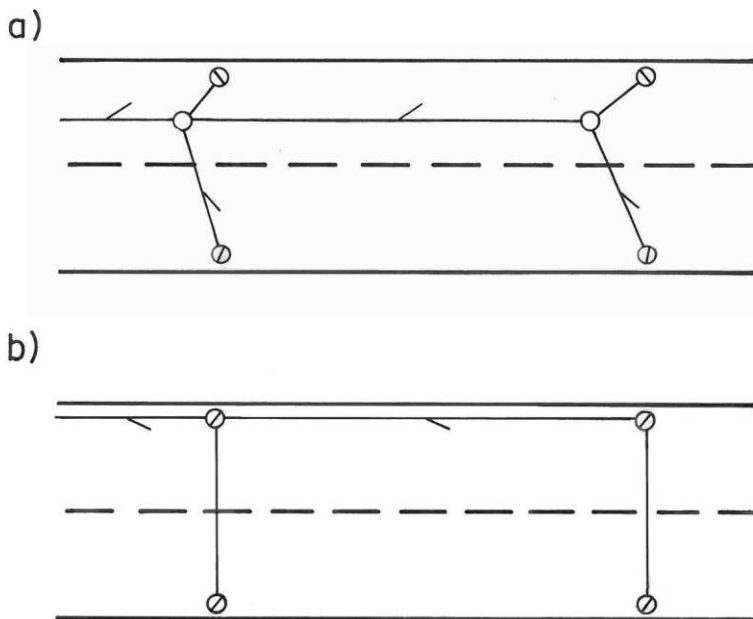
Sadevesiputkien paikka valitaan siten, että kaivon kansista ja putkistojen erilaisista huoltotöistä koituu mahdollisimman vähän haittaa liikenteelle.

4.7.3 Kaivojen ja viemärien sijainti

Sadevesikaivot sijoitetaan tien pituussuunnassa

- ennen suojatietä, jolla taataan mahdollisimman hyvä käytettävyys tien ylittäjille
- tasauksen alimpaan kohtaan reunatuellisessa poikkileikkauksessa
- saarekkeen alapäähän estämään veden virtaus tien yli
- liittyvän tien alapäähän estämään veden virtaus päätielle
- tasauksen alimpaan kohtaan reunatuellisessa poikkileikkauksessa
- pehmeiköllä eniten painuvaan kohtaan tai ennen paalutettua viemäriä tai muuta painumatonta rakennetta
- riittävän etäälle valaisinpylväistä, portaaleista ja muista rakenteista
- siten, että veden virtausmatka on enintään 100 m.

Edellä esitetyn lisäksi on tarkistettava, ettei kaivoa kohti tule yli 600...800 m² päällystettyä pintaa. Vaihtelualueen yläraja koskee tapausta, jossa on suuri pituuskaltevuus tai leveä piennar ja täysikokoinen kaivonkansi.

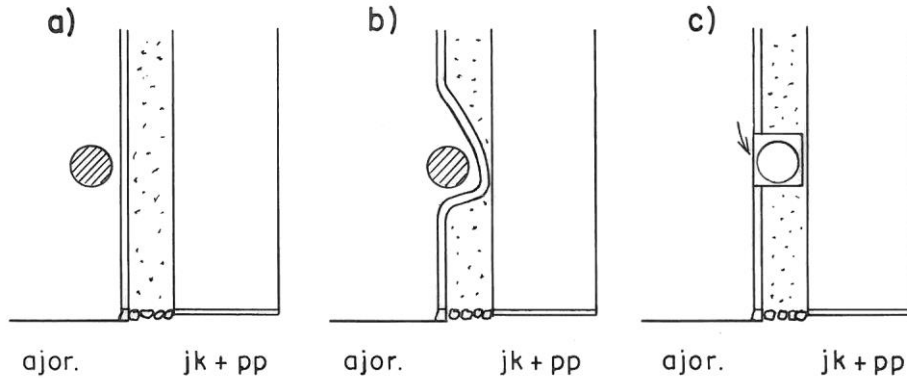


Kuva 21. Hulevesiviemärin runkovaihtoehdot

- Hulevesiviemäri, jossa on erillinen runkolinja ja jossa ei ole hulevesikaivoja umpikantisin kaivoin (suositeltava vaihtoehto).
- Hulevesiviemäri, jonka runkolinjassa on hulevesikaivoja.

Keskialueella vaihtoehdot ovat samat, mutta toinen kaivorivi puuttuu.

Hulevesiviemärin vedet puretaan laajempaan viemäriverkkoon, ojaan tai syöpymiseltä suojattuun luiskaan.



Kuva 22. Kaivon sijainti reunatuellisessa poikkileikkauksessa

- Tavallisesti kaivot sijoitetaan aivan reunatuen viereen. Siinä ne kuitenkin häiritsevät pyöräilijöitä, jos pyöräilylle ei ole omaa väylää. Kapeilla ajoradoilla kaivon yli ajavat autot voivat aiheuttaa melua ja dynaamisia rasituksia kaivoon, tiehen ja pehmeiköillä viereisiin rakennuksiin.
- Jos kaivo sijoitetaan reunatuesta muotoiltuun pussiin, häiriö liikenteelle vähenee. Kaivojen päältä on kuitenkin poistettava kevättalvisin lumi ja jää. Vaihtoehdossa a) kaivot aukeavat normaalin höyläyksen ja suojauksen ansiosta. Reunatuesta muotoiltu pussi voi häiritä tien aurausta.
- Kitakaivolla voidaan välttää vaihtoehtojen a) ja b) ongelmat. Kitakaivo on asennettava betonireunatuen kohdalla niin, että kansiston etureuna on samalla tavalla viisto kuin reunatuessa tai kaivo sijoitetaan niin, että kansiston yläreuna ei jää reunatuen etupintaan nähden ulkonevaksi.

Paksurakenteisilla routamitoitetuilla teillä ja alueilla tai siellä, missä routanousut ja painumat ovat muutoin pieniä, viemäri voidaan sijoittaa vapaasti tien poikkileikkaukseen. Kaivoja ei kuitenkaan pitäisi sijoittaa ajourien kohdalle sellaisiin kohtiin ajorataa, jossa niiden yli ajetaan jatkuvasti (melu, dynaaminen rasitus). Niillä teillä, joilla on riski epätasaiselle routimiselle, viemäri tulisi sijoittaa ajoradan ulkopuolelle, jossa routanousu- ja painumaeroista ei ole niin suurta haittaa.

Kaivojen sijoittamisessa ja rakennevalinnoissa on otettava huomioon tulevat uudelleenpäällystykset: kaivot tulee varustaa teleskooppikansistoilla ja sijoittaa niin, ettei niitä tarvitse siirtää päällystyksen yhteydessä.

4.7.4 Hulevesikaivot

Betonisen hulevesikaivojen halkaisijaksi valitaan yleensä 800 mm, ellei esimerkiksi suuri putkikoko edellytä suurempaa kaivoa. Kaivoon tehdään vähintään 300 litran lietepesä.

Muovisen hulevesikaivon kokovaihtoehdot ovat:

- teleskooppiosan halkaisija vähintään 450 mm, lietepesän sisähalkaisija valmistajakohtainen, lietepesän korkeus vähintään 500 mm ja lietepesän tilavuus 300 litraa
- teleskooppiosan halkaisija vähintään 450 mm, lietepesän sisähalkaisija 500 mm, lietepesän korkeus 500 mm ja lietepesän tilavuus 100 litraa

Pienempi kaivokoko edellyttää useammin toistuvaa lietteen poistoa. Lietepesältään alle 300 litran kaivoja ei tulisi suunnitella ilman kunnossapitäjän suostumusta. Umpikantisiin tarkastuskaivoihin ei laiteta lietepesää.

Alueilla, joilla liikutaan tai saatetaan liikkua ajoneuvoilla, käytetään kansistoja, joiden kuormituskestävyys on D400 (400 kN). Muualla käytettävien kansistojen kuormituskestävyys on vähintään C250 (250 kN). Kannen paksuuden on oltava sellainen, että kansi pysyy tukevasti paikallaan.

Jos hulevesiviemärin putkimateriaaliksi hyväksytään metalli, myös kaivot voidaan tehdä samasta materiaalista.

Tasaisessa maastossa reunatuellisen tien kaivoväliä tihennetään ja kaivojen kohdalla käytetään suurempaa sivukaltevuutta kuin kaivojen välissä. Vaikka tasaus on lähes vaakasuora, saadaan 7 m levyiselle tielle noin 0,5 % pituuskaltevuus, kun kaivoväli on 30 m.

Tarkastuskaivoja tarvitaan putkien haarautumiin, alitusten kumpaankin reunaan, vaaka- ja pystytaitteisiin sekä jyrkkiin alusrakenteen muutoskohtiin. Taitteita ja loivia kaarteita voidaan toteuttaa useilla putkityypeillä ilman kaivoakin, mutta kaivo on suositeltavaa asentaa putken tarkastamista varten suorallakin osuudella 50...100 m välein. Myös tarkastuskaivoihin pitää tehdä lietepesä, jos on olemassa vaara kaivon liettymiselle ja tukkeutumiselle. Syitä voivat olla mm. hulevesien alhaiset virtausnopeudet ja määrät tai alueen kunnossapidon takia putkistoon joutuva runsas hiekoitushiekka. Umpikantiseen tarkastuskaivoon tehdään lietepesä, kun kuivatettavasta kohteesta johdetaan vettä yli 150 m matka hulevesiviemäriin. Tällöin lietepesä tehdään 100...150 m välein.

Pohjaveden luiskasuojauksen kohdalla hulevesikaivojen lietepesän tarve arvioidaan tapauskohtaisesti ottaen huomioon ohje *Pohjaveden suojelu maanteillä*.

Kaikista kaivoista laaditaan kaivokortit, joista ilmenevät putkien tulo- ja lähtösuunnat ja korkeudet. Putkia varten tarvittavat liittymät tehdään yleensä tehtaalla kaivomateriaalista riippumatta.

Imeytyskaivo voi tulla kysymykseen läpäisevällä pohjamaalla tai penkereellä, kun vesien johtaminen muuten on hankalaa. Imeytyskaivoon ei tehdä pohjaa, vaan vesi valuu kaivon alaosaan tehtyyn vähintään 0,5 m paksuiseen sora- tai sepelitäytteeseen ja siitä vähitellen maaperään. Hulevedet tulisi johtaa imeytyskaivoon erillisen hulevesikaivon kautta.

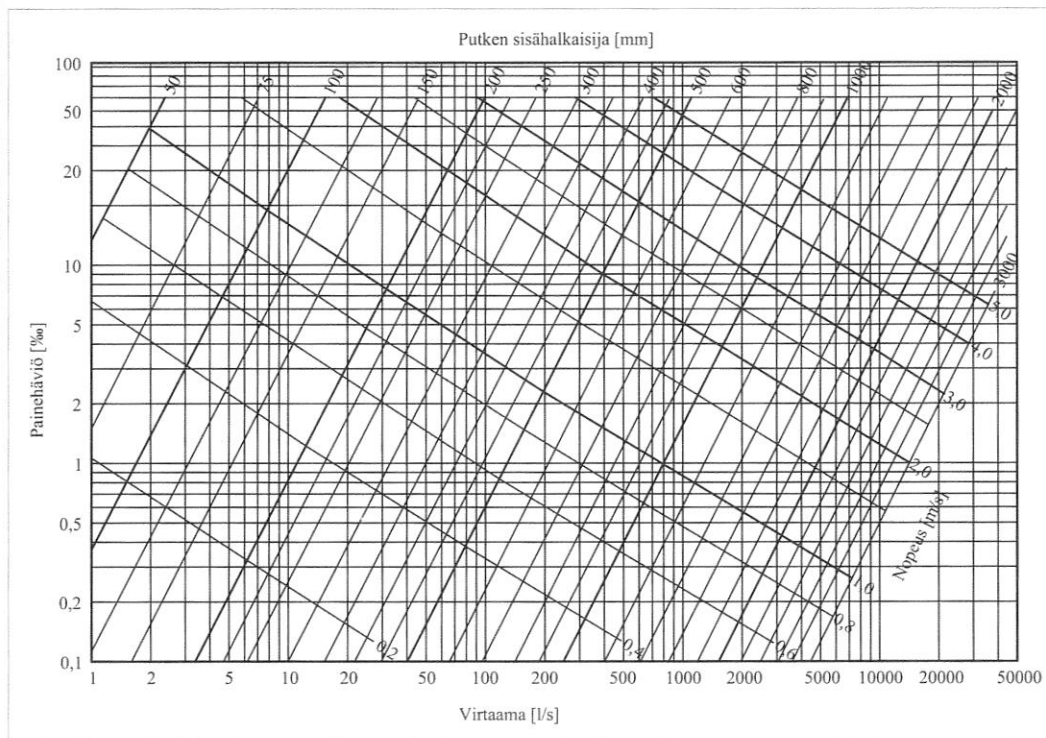
Hulevesiviemäreiden materiaaleista ja asentamisesta on kerrottu tarkemmin *InfraRYL* kohdassa 31200 Hulevesiviemärit, imeytyskaivojen rakenteesta ja toteutustavasta kohdassa 31200.3.2.7.

Kaikkien kaivojen osalta tulee urakka-asiakirjoissa määrittää kaivojen tarkemmittaus sisällytettäväksi urakasta luovutettaviin tiedostoihin.

4.7.5 Hulevesiviemärin mitoitus

Hulevesiviemärin mitoitusvirtaama lasketaan pääsääntöisesti kohdan 3.3 mukaan, sillä rankkasade on taajamissa lähes aina mitoittava. Veden nousu keski- ja välialueille voidaan sallia ajoittain. Hulevesiviemäreitä mitoittaessa on tärkeää varautua viemärin vaikutuspiiriin myöhemmin tuleviin liikenneväyliin ja toimintoihin.

Putken sisähalkaisija mitoitetetaan Colebrookin nomogrammin avulla pituuskaltevuuden perusteella (*RIL 124-1 Vesihuolto I*, kuva 23). Pienimpiä alle 250 mm putkikokoja käytetään vain salaojan jatkeena. Putkikokoja 50 mm ei käytetä niissäkään.



Kuva 23. RIL 124-1 Vesihuolto I, kuva 78, Painehäviö Colebrookin mukaan pyöreässä täydessä putkessa, $k = 1,0 \text{ mm}$

Mitoituksessa on mahdollista käyttää myös Manningin kaavaa tai nomogrammia.

$$Q = \frac{A \times R^{\frac{2}{3}} \times J^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Q	virtaama (m^3/s)
A	Veden poikkipinta-ala (m^2)
R	hydraulinen säde (m)
J	putken pituuskaltevuus (-)
n	uoman seinämän hankauskerroin ($\text{s}/\text{m}^{1/3}$)

Viemäriin pituuskaltevuuden pienin suositeltava kaltevuus ja ehdoton vähimmäiskaltevuus voidaan yleisesti määrittää Kuntaliiton *Hulevesioppaan* taulukon 15-8 perusteella (taulukko 4). Esimerkiksi, kun putken sisähalkaisija on 300 mm, tulisi viemäriin pituuskaltevuuden olla vähintään 0,3 %. Suositeltava pituuskaltevuuden enimmäisarvo voidaan määrittää ohjeellisen täyden putken suurimman virtausnopeuden 5 m/s mukaan. Tietyn valmistajan putkikokojen vähimmäiskaltevuudet saadaan valmistajien laatimista nomogrammeista (jotka perustuvat Colebrookin-kaavaan), kun valitaan virtausnopeudeksi 1 m/s. Ehdoton virtausnopeuden vähimmäisarvo on 0,8 m/s.

Taulukko 4. Kuntaliiton Hulevesiopus, taulukko 15-8 (s.212), Pienimmät ja suurimmat kaltevuudet.

Putkikoko	Suosittelava mini- mikaltevuus	Suosittelava maksimi- kaltevuus
mm	‰	‰
200	4,5	120
300	3,0	70
400	2,5	50
500	2,0	40
600	1,6	30
800	1,0	20
1200	1,0	15
1600	1,0	10

Putkimateriaalit ja niiden laatuvaatimukset on käsitelty tarkemmin julkaisussa *InfraRYL* kohdassa 31200 Hulevesiviemärit. Pohjavesisuojausalueella edellytetään sadevesiviemäreiltä vesitiiviyyttä.

4.7.6 Hulevesiviemäriin asennussyvyys

Sadevesiviemäriin asennussyvyys valitaan pääsääntöisesti siten, että viemäri ei jäädy. Sijainti voi olla myös routarajan yläpuolella, jos jäätyminen estetään lämpöeristein. Jos roudattomaan asennussyvyteen on mahdotonta päästä, saa viemäri jäätyä, mikäli jäätymisestä keväällä aiheutuva tulvahaitta on vähäinen.

Jos viemäri ei saa jäätyä, on putken pienin asennussyvyys (= etäisyys maanpinnasta putken pohjaan) lumesta vapaana pidettävillä alueilla sama kuin siirtymäkiilasyvyys. Asennussyvyys vaihtelee siten eri osissa Suomea välillä 1,20...2,20 m, jos maaperä on kosteutta pidättävää hiekkaa. Muissa maa-aineksissa asennussyvyys saadaan seuraavien kertoimien avulla:

- louhe, karkea sora: 1,2 (...1,4)
- siltti, silttimoreeni: 0,85
- savi: 0,7.

Kallioleikkauskohteet suunnitellaan tapauskohtaisesti. Viemäriin syvyysijainnin voi määrätä myös purkuviemäriin tai mahdollisten salaojien korkeustaso.

Täysi lumipeite pienentää tarvittavaa asennussyvyyttä seuraavasti:

- Etelärannikko: 0,25 m, Porvoo–Vaasa-väli
- Etelä- ja Keski-Suomi: 0,40...0,50 m,
- Pohjois-Suomi: 0,50...0,70 m

Täysi lumipeite tulee kysymykseen tien luiskissa sekä väli- ja keskialueilla, jos putkilinjan vaakaetäisyys paljaaseen tien pintaan on vähintään 1,2...2,0 m (Etelärannikko 1,2 m, Pohjois-Suomi 2,0 m). Putkilinjan ja paljaan tienpinnan välisen etäisyyden tulee kuitenkin aina olla vähintään sama kuin lumesta vapaalla alueella vaadittu asennussyvyys.

Tärkeissä kohteissa routarajan yläpuolelle sijoitettu sadevesiviemäri eristetään käyttäen *InfraRYL*:ssä esitettyjä materiaaleja. Vaakasoran eristeen leveyden on tällöin oltava 2,0 m ja sen yläpinta sijoitetaan liikennöitävillä alueilla 0,7 m:n syvyyteen tien pinnasta. Lämpöeristeen reuna ei saa kuitenkaan aiheuttaa haitallisia routanousueroja tien pintaan.

Esimerkki 4

Kajaanissa sijaitseva sadevesijohto sijoitetaan lumesta vapaalla alueella 1,0 m:n syvyyteen. Maaperä on silttimoreenia. Kuinka paksu solumuovieriste tarvitaan?

Ilman eristettä olisi siirtymäkiilan vähimmäissyvyys hiekassa 1,9 m. Kun maaperä on silttimoreenia, tulee asennussyvyudeksi $0,85 \cdot 1,9 \approx 1,65$ m. Korvattavan maakerroksen paksuus on $1,65 - 1,00 = 0,65$ m, mitä vastaa solumuovieristeen paksuutena 1/10 eli 65 mm.

4.7.7 Hulevesiviemäreiden materiaalivalinta

Tilaaajan suunnitelmassa ilmoitetaan viemäri- ja kaivomateriaalit, joilla yhteensovitus on varmistettu. Suunnittelija valitsee kaivon koon siten, että suunnitellut putket mahtuvat kaivoon. Suunnitelma- tai hankinta-asiakirjoissa tulisi ilmoittaa, saako tilaaajan suunnitelmassa esitettyä materiaalia muuttaa. Yleensä materiaalia ei saa vaihtaa, kun kysymyksessä ovat nykyiseen hulevesiverkkoon tehdyt täydennykset ja kuntien hoitoon jäävät järjestelmät, kun kunnossapidon kannalta pidetään tärkeänä, että materiaalit ovat yhtenäisiä. Jos esimerkiksi on suunniteltu betoniset hulevesiviemärit ja muutetaan muoviin, niin uusi liete-pesä suunnitellaan ohjeen mukaan.

Betoniputkina käytetään putkiluokan Br mukaisia putkia, jos peitesyvyys ei muuta edellytä.

Muoviputkena käytetään polyeteenista (PE) tai polypropeenista (PP) valmistettuja putkia.

Hulevesiviemäreissä käytetään vesitiiviitä liitoksia, joiden toimivuus osoitetaan *InfraRYL* kohdan 31200.4 mukaisella ilmanpaineokeella. Koetta ei kuitenkaan vaadita pohjaveden suojausalueiden ulkopuolella, jos samasta liitostavasta on alle 3 vuotta vanhoja hyväksyttäviä tuloksia. Jos viemäriin päällä tai vieressä oleva tie painuu epätasaisesti tai putken kameratarkastuksessa todetaan putken painumista, ilmanpaineoke on kuitenkin tehtävä.

Vesitiiviin sijaan voidaan hyväksyä hiekkatiivis liitos liitettäessä uusi viemäri vanhaan, jos yhteensopivia tuotteita ei saada, eikä kohde ole pohjaveden suojauksen alueella.

Peitesyvyysvaatimukset ovat samat kuin vastaavasta materiaalista olevilla rummuilla. Jäätymisen estämiseksi hulevesiviemäriin asennussyvyys on kohdan 4.7.6 mukainen.

Metallisten (alumiini tai suojattu teräs) hulevesiviemäreiden käytön mahdollisuus arvioidaan tapauskohtaisesti ja se vaatii aina tilaaajan hyväksynnän.

4.8 Pumppaamot

4.8.1 Yleistä

Hulevesipumppaamon tarve määritetään maastonmuotojen, hulevesimäärien ja riskitarkastelun avulla. Ennen pumppaamon rakentamista selvitetään maaperäolosuhteet ja pohjaveden pinnan taso, jotta voidaan tarkistaa kaivannon tuentatarve sekä rakentamisen aikainen veden poisto kaivannosta ja pohjalaa-tan mitoitus nostetta vastaan.

4.8.2 Mitoitus

Pumppaamo mitoitetaan rankkasateen aiheuttaman mitoitusvirtaaman perusteella. Mitoitussateen rankkuus, kesto aika ja toistuvuus valitaan sen mukaan, miten tärkeä kohde on kyseessä ja minkä verran voidaan tulvimista sallia. Sateen toistumisaika on yleensä 2...10 vuotta ja kesto aika valuma-alueen koon mukaan yleensä 5...10 minuuttia. Pohjavesivirtaaman osuus on yleensä alle 10 % mitoitusvirtaamasta. Jos pumppaamoon johdetaan vesiä esim. tien tai radan sivuojista, voidaan ko. vesien virtaamaa pumppaamoon rajoittaa padottamalla vedet sivuojiin ja rajoittamalla pumppaamoon johtavan putken kokoa. Pado-tusta suunniteltaessa tulee ottaa huomioon mm. tie- ja ratarakenteiden kuivatus ja pohjavesisuojausalueilla suojausrakenteet.

Tyypillisessä alikulussa virtaama on suuruusluokkaa 100...150 l/s, mikä voidaan hoitaa tavanomiasilla pumppaamoratekaisuilla. Laajemmissa notkelmissa virtaamat ovat suurempia.

Mitoitusvirtaaman laskenta on esitetty tarkemmin kohdassa 3.3.

4.8.3 Sijoittaminen

Pumppaamo ja sen viereen tuleva keskus sijoitetaan yleensä alimman viemärikaivon lähistölle siten, että yläpuolinen laskuojaan johtava viettoviemäri tai poistoputki muodostuu suhteellisen lyhyeksi. Pumppaamoon pääsyn täytyy huoltoon varten olla helppoa, rakenteet eivät saa muodostua näkemäesteiksi eivätkä ne saa hallita maisemaa. Pumppaamo pyritään sijoittamaan maanpinnan suhteen mahdollisimman matalalle sekä routasuojan että ulkonäön vuoksi (ei "pumppaamokukkulaa"). Pumppaamon perustustyöt pitää suunnitella samalla, kun suunnitellaan sillan perustukset. Perustamista varten laaditaan selvitykset siitä, kuinka pumppaamo on mahdollista perustaa kyseiseen paikkaan.

Sadevesipumppaamo sijoitetaan tieleikkauksessa joko leikkauksen pohjalle, luiskaan tai luiskan yläpuolelle. Sijoitukseen vaikuttavat kunnossapidolliset, maisemalliset ja geotekniset näkökohdat. Eri sijoitustapojen hyviä ja huonoja puolia ovat mm:

- Leikkauksen pohjalla kaivon korkeus on pienin ja geotekninen vakavuus on hyvä. Tulvimistilanteessa laitteisto voi jäädä veden alle ja siksi ohjauskeskus tulee sijoittaa ylemmäs erilliselle jalustalle.
- Luiskaan sijoitettaessa kaivon korkeus on kohtuullinen ja jos huoltoyhteys voidaan tehdä luontevasti, voi sijoitus olla perusteltu. Huonoissa pohjaoloissa toispuoleinen maanpaino voi joskus aiheuttaa pumppaamon kallistumista.
- Lähinnä kunnossapitäjän vaatimuksesta pumppaamo voidaan sijoittaa luiskan yläpuolelle. Kaivon korkeus kasvaa tällöin huomattavasti.

4.8.4 Pumppaamon varusteiden vähimmäisvaatimukset

Pumppaamon yksityiskohdat suunnitellaan yhteistoiminnassa tilaajan asiantuntijan sekä laitteiden valmistajien kanssa. Apuna voi käyttää julkaisua *Viemäriveden pumppaamoiden suunnitteluohjeet* (RIL 102). Alla on listattuna tiehankkeeseen soveltuvan pumppaamon ominaisuuksia, jotka tulee sisällyttää hankinta-asiakirjoihin.

Pumppaamoiden pitää sisältää vähintään seuraavat varusteet:

Pumppaamojen rakentamisessa huomioon otettava:

- keskukselta lähtevät kaapelit varustetaan vedonpoistoilla
- keskuksen ja kaivon väliset aukot tiivistetään
- pumppaamolle järjestetään huoltotie ja vähintään 30 m pitkille teille pakettiautolle soveltuva kääntöpaikka
- pumppaamo ja putkisto puhdistetaan ennen luovutusta tilaajalle
- loppupiirustukset sähkökuvista pumppaamon keskukseseen
- loppupiirustukset putkistojen ja kaivojen sijainnista pumppaamon keskukseseen
- sähkönsyötölle UPS-varmennus sähkökatkojen varalta
- pumppaamojen ja hälytyslaitteiden käyttöönotto ja testaus.

Pumppaamojen varusteet:

- pumput varustetaan uppoliittimin (varmennetaan liittimen nimitys)
- pumppujen kilvet kiinnitetään ohjauskeskuksen oviin
- pumppaamot ja keskuksat lukitaan lukkosarjalla
- pumppaamo varustetaan ulkopuolelle asennettavalla numerotunnuksella
- pumppaamo varustetaan hälytysjärjestelmällä (ala-asema)
- pumppaamo varustetaan kaukovalvontaan sopivalla pinnankorkeussäätimellä
- pumppaamo varustetaan kaukovalvontaa sopivalla ohjausyksiköllä
- pumppaamo varustetaan ylärajan pintavipalla
- pumppaamo varustetaan kiinteällä valaisimella
- pumppaamo varustetaan 1-vaihe- ja 3-vaihepistorasiolla (16/32 A)
- sähkökeskuksen tulee olla al-rakenteinen ja se varustetaan kiinteällä tuulihaalla sekä pitkäsulkiinjalla
- sähkökeskus varustetaan sinkki-oksidi-ylijännitesuojilla ja mahdollisella lämmittimellä
- portaat/välitasot
- punainen hälytysvalo
- padotusventtiilit tarvittaessa

Pumppaamoissa käytetään aina uppopumppua ja pumppaamoille tehdään käyttöönottotarkastus ennen tilaajalle luovutusta.

5 Rummut

5.1 Yleistä

Rumpu on vapaalta aukoltaan alle 2 m levyinen putkirakenne, jonka avulla tie tai rata ylittää vesiuoman. Jos aukon leveys on ≥ 2 m, nimityksenä on silta ja tarkemmin putkisilta.

Sijainnin mukaan rummut jaetaan kolmeen pääryhmään:

- maantierummut: suunniteltavana tai parannettavana olevan tien alittava rumpu, vesiuomana tavallisesti laskuoja
- ratarummut (tatorakennerekisterissä): radan alittava rumpu
- sivuojarummut: maantiehen liittyvän tien alittava rumpu, vesiuomana sivuoja.

Tien ja radan kuivatusta suunniteltaessa on rumpujen osalta selvitettävä:

- rummun tarve ja sijoitus,
- rummun materiaali,
- rummun päiden muotoilu,
- rumpuaukon koko ja pohjan korkeusasema.

ELY-keskusten ympäristö ja luonnonvarat -vastualueet antavat lausuntoja vesilain mukaisena valvontaviranomaisena vesiluvan hakemisen tarpeellisuudesta. Lausuntopyyntö ja vesiluvan hakemisesta on kerrottu tarkemmin kohdassa 1.4.6.

Lausunnossa voidaan antaa suosituksia sillan tai rummun rakenteesta ja rakentamisesta. Siltojen ja rumpujen vesiaukkojen mitoituksia voivat tehdä henkilöt, joilla on riittävä koulutus ja jotka ovat perehtyneet vesiaukkojen mitoituksiin ja vedenvirtauslaskentaan. Alueelliseen kuivatukseen vaikuttavista rummuista tehdään aina lausunto.

Tarvittaessa on kuultava maanomistajia, kuntaa yms. sidosryhmiä. Ojitusyhteisö ei kuitenkaan saa estää maan kuivattamista, sillä suunnittelussa tulee ottaa huomioon ja vähentää yläpuolisten alueiden pado-tushaittoja. Taajamissa erityisesti kaava-alueella on kunnan kanssa selvitettävä tausta-alueiden kuivattustarpeet, jotka voivat vaikuttaa rummun kokoon ja korkeustasoon. Tie- ja rataviranomainen teettää ja hyväksyy kaikki rumpusuunnitelmat ja vastaa suunnitelmissa esitetyistä ratkaisuksista hyväksynnän jälkeen. Mahdollisista haitoista ja niiden korvaamisesta on sovittava maanomistajan kanssa jo suunnitteluvaiheessa. Tien ja radan ja sen ympäristön väliset mahdolliset erisuuntaiset näkökohdat tarkastellaan punnitsemalla riskien ja kustannusten suhdetta.

Rumpuputkien materiaalit on kuvattu *InfraRYL* kohdassa 14350.

Koottavat aallotetut teräspuutket on kuvattu julkaisussa *Teräspuutkisillat - Suunnitteluohje*.

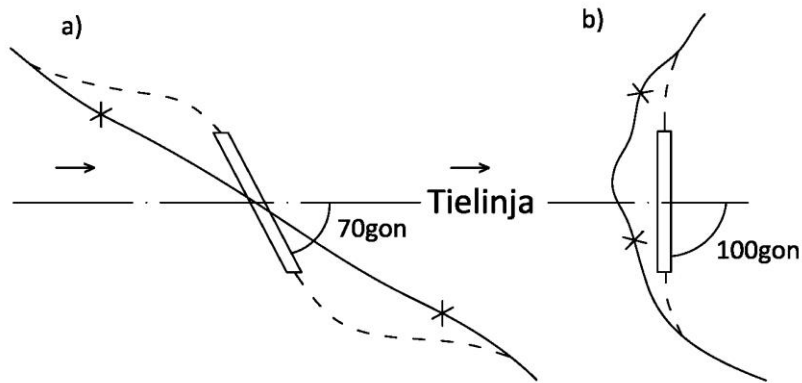
5.2 Rumpujen tarve ja sijoitus

Maantierumpua käytetään, kun tielinja ylittää laskuojan tai muun vesiuoman, tai maastonotkelman edellyttäessä sivuojavesien purkauttamista tiealueen ulkopuolelle. Maantierumpu tarvitaan silloinkin, kun sivuoja joudutaan katkaisemaan tien toisella puolella rakennuksen, suojeltavan kasvillisuuden, kallion tai muun esteen vuoksi. Tällöin vesi ohjataan ennen estettä tien toisella puolella olevaan sivuojaan. Maantierumpuja käytetään myös ohjaamaan vesi keski- tai välialueelta sivuojaan. Laskuoja ja siihen liittyvät rummut suunnitellaan samanaikaisesti kohdan 4.5.8 mukaisesti.

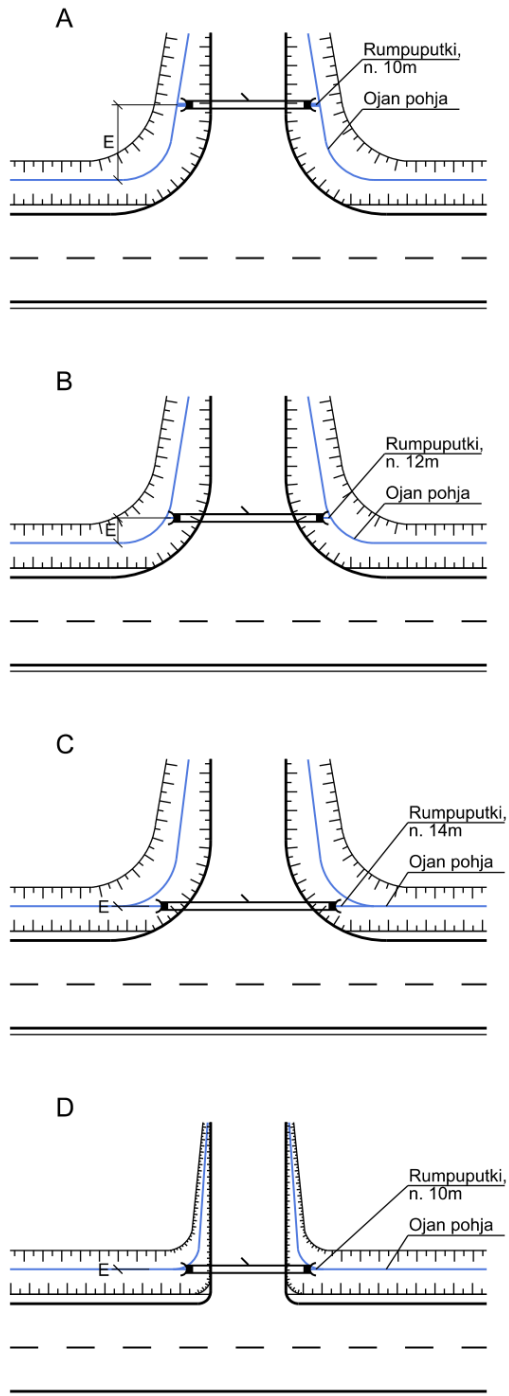
Rummun tarvetta ja paikkaa harkittaessa pyritään selviämään mahdollisimman harvoilla rummuilla. Joskus rummun rakentaminen voidaan välttää uoman siirrolla, pienten painanteiden muotoilulla tai sivuojarjestelyin.

Maantierumpu sijoitetaan maaston alimpaan kohtaan tai lähelle vanhaa uomaa siten, että rummun suunta ja sen perustaminen muodostuvat mahdollisimman edullisiksi. Rumpu sijoitetaan yleensä kohtisuoraan tielinjaa vastaan. Rumpu voidaan sijoittaa 70–130 gonin kulmaan tielinjaan nähden, jos maasto tai muut olosuhteet niin vaativat.

Pehmeikköalueella rummun sijoittamiseen vaikuttavat mm. pohjamaan laatu, tiepenkereen perustamistapa, työnaikainen kuivatus ja nykyiset laskuojat. Sijoituskohtaa valittaessa on myös otettava huomioon mahdollisista uusista laskuojajärjestelyistä aiheutuvat kustannukset ja ympäristövaikutukset sekä vaikutukset tiepenkereen vakavuuteen. Ilman pohjanvahvistusta olevalla pehmeiköllä on usein edullista siirtää rumpu kantavalle pohjalle pehmeikön reunaan tai kohtaan, jossa pehmeikön syvyys on mahdollisimman pieni. Samoin kannattaa menetellä yleensä myös silloin, kun penkereen painumista nopeutetaan ylipenkeren tai pystyjoituksen avulla tai kun pehmeiköllä suoritetaan massanvaihto pengertämällä tai osittain kaivamalla. Jos massanvaihto suoritetaan kaivamalla kantavaan pohjaan saakka, ei pohjamaa tai rakennustapa aiheuta rajoituksia rummun sijoitukseen.



Kuva 24. Rummun sijoitus vinoon tai mutkaiseen uomaan. Suuntakulmana käytetään yleensä 70, 100 tai 130 gonia. Jos rumpua siirretään, rummun siirtymäkiila ulotetaan myös täytetyn ojan kohdalle. Ratarumpu tulee sijoittaa lähtökohtaisesti kohtisuoraan eli käyttäen suuntakulmaa 100 gonia.



Kuva 25. Liittymärummun sijoittaminen (esimerkkikuvissa liittyvän tien leveys on 6 m). Tyyppin D liittymiä ei enää rakenneta.

- A. Avaraksi muotoiltu liittymä, jossa suhteellisen lyhyt rumpuputki on sijoitettu ($E=$) 4...6 m poispäin tien sivujojalinjasta. Ratkaisu mahdollistaa ajoneuvon kääntymisen ja on suistuvalla ajoneuvolle kohtuullisen turvallinen, koska rummun pää ja siihen liittyvä jyrkkä luiska on kaukana tiestä. Kun liittyvä tie viettää voimakkaasti poispäin maantiestä, tarvitaan joskus vaihtoehto B, jotta vedet saadaan ohjatuksi sivujojarumpuun.
- B. Avaraksi muotoiltu liittymä, jossa pitkä rumpuputki on sivujojan jatkeella. Ratkaisu mahdollistaa ajoneuvojen kääntymisen, mutta ei ole suistuvalla ajoneuvolle yhtä turvallinen kuin A, koska rummun pään kohdalla luiskaa on jyrkennettävä. Vaihtoehdossa B rummusta tulee vaihtoehtoa A pidempi.

- C. Rumpuputki on sijoitettu sivuojalinjaan. Rumpuputken on oltava merkittävästi pidempi kuin muissa vaihtoehdoissa.
- D. Liittymässä ei ole liittymäkaarteita. Perävaunullisella ajoneuvolla ei pääse kääntymään oikealle edes koukkaamalla vastaantulevan liikenteen kaistan kautta. Liittyvän tien luiska on päätieltä suistuvalla vaarallinen, kun tien nopeustaso on 80 km/h tai korkeampi. Ratkaisu pitäisi muuttaa vaihtoehdon A...C mukaiseksi, kun KVL ylittää 1000 ajon/vrk ja nopeustaso on 80 km/h tai korkeampi, tai kun liittymää käyttävät myös perävaunulliset yhdistelmät.

Vaihtoehdoissa A...C liittymä on riittävän avara kuorma-autojenkin kääntymiseen. Rumpuputken etäisyys sivuojan pohjasta (tai tien reunasta) määrää putken pituuden. Vaihtoehdot A ja B ovat päätieltä suistuvan kannalta turvallisempia kuin C. Vaihtoehdossa D rumpuputki on sijoitettu sivuojalinjaan ja sen päissä on päätieltä suistuvan kannalta vaarallisen jyrkkä tukimuuri. Kuorma-auto ei mahdu kääntymään käyttämättä tieliikennelain vastaisesti vastakkaisen suunnan ajokaistaa. Myös vaihtoehdossa C auto voi törmätä rummun päähän, mutta luiska on loivempi. Vilkasliikenteisillä maanteilla sivuojarummut sijoitetaan kuvan 25 A mukaisesti: Ojaan suistunut auto ei törmää siinä rummun pään kohdalla olevaan jyrkkään luiskaan. Lisäksi liittymästä voidaan tehdä avara sivuojarumpua pidentämättä ja voidaan tarvittaessa avartaa myöhemminkin. Ahtaissa paikoissa ja maantielle viettävän yksityistien tapauksessa voidaan kuitenkin käyttää myös kuvan 25 B ratkaisua.

Kuvan 25 C tapauksessa maantien loivaluiskaiseen sivuojaan suistunut auto törmää rummun pään jyrkkään luiskaan, mikä on hyvin vaarallista, kun tien nopeustaso on yli 70 km/h. Ratkaisu voidaan kuitenkin sallia, kun maantien sivuojat ovat jyrkkäluiskaisia (1:1,5 tai 2) ja kapeita (< 2 m) ja tien nopeustaso on enintään 70 km/h.

Jos tasaisessa maastossa rumpu saa vettä eri aikoina sulavilta alueilta, rummun tulisi olla sula mahdollisimman aikaisin keväällä. Esimerkiksi valuma-alueen käsittäessä peltoa ja metsää tulisi rummun mieluiten sijaita pellon kohdalla.

Sivuojarumpua käytetään, kun sivuojan virtaama (valuma-alue) ja maaperä sitä edellyttävät. Läheskään kaikki liittymät eivät tarvitse rumpua. Sivuojarumpua ei tarvita liittymässä, joka sijaitsee sivuojan vedenjakajapaikoissa tai aivan sen läheisyydessä. Tarvittaessa sivuojan vedenjakaja voidaan sijoittaa eri paikkaan kuin maantien vedenjakaja muuttamalla hiukan ojien viettosuuntia. Liittymään suunnitellaan rumpu niissä tapauksissa, jolloin maantiellä on sivuoja ja lisäksi sen valuma-alue on hyvin läpäisevässä maaperässä (Hk, Sr) vähintään 0,5...5 ha ja huonosti läpäisevässä maaperässä (Sa, Si, Mr) vähintään 0,1...0,5 ha. Näiden rajakokojen välialueella rummun tarve määräytyy veden varastoitumisaltaan suuruuden ja mahdollisen padotushaitan perusteella. Epävarmoissa tilanteissa on rumpu syytä rakentaa, mutta mahdollisimman pieniauukkoisena.

5.3 Rumpujen pituus ja rakenne

5.3.1 Pituus ja päätyviisteet

Rummun pituudella tarkoitetaan ensisijaisesti putken pohjan keskilinjan pituutta (alapituus). Viistetyillä putkilla laen pituus (yläpituus) on pienempi. Rummun pituus määritetään yleensä sovittamalla rumpuputki inframallin poikkileikkaukseen, joka on samassa suunnassa kuin rumpu. Pituudeksi valitaan tavallisesti tasamitta metreinä niin, että rummusta ei varmuudella tule liian lyhyt.

Rummun kohdalla luiskaa täytetään siten, että rummun yläreuna näkyy 0,3 (\pm 0,1) m:n matkalta. Suurempi mitta huonontaa ulkonäköä ja auto voi tieltä suistuessaan törmätä rumpuun. Luiskan täyttö aloitetaan 5 m ennen rumpua.

Viistämättömän rummun pään kohdalla on käytettävä jyrkkää luiskaa, mikä edellyttää yleensä tukemista latomalla luiskaan kiviä tai heinikkoisesta maanpinnasta leikattuja juuriston sitomia maalaattoja tai vastaavia. Viistetyn pään kohdalla voidaan käyttää myös murskepintaista luiskaa.

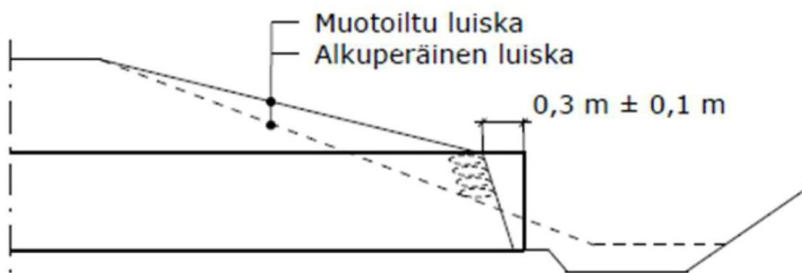
Suistumisturvallisuuden perusteella rummun pää viistetään, kun halkaisija on vähintään

- 600 mm, kun alkuperäinen luiska on 1:5 tai loivempi
- 800 mm, kun alkuperäinen luiska on 1:2,5...4
- 1000 mm, kun alkuperäinen luiska on 1:2 tai jyrkempi

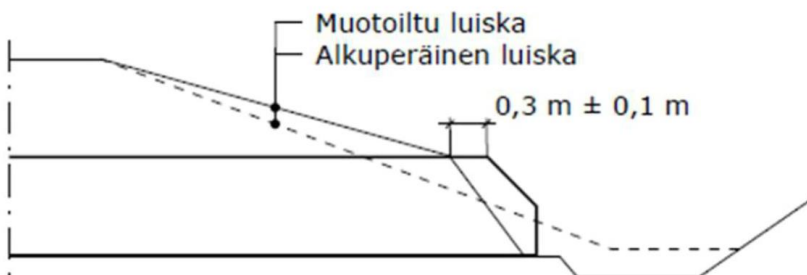
Alkuperäinen luiska tarkoittaa kuvan 26 pistekatkoviivaa. Suistumisturvallisuuden vuoksi ei tarvita viistettä, jos rummun päähän ei voi törmätä vilkasliikenteiseltä tieltä (KVL > 1000 ajon/vrk ja nopeustaso vähintään 80 km/h). Viistettä voidaan käyttää myös luiskan verhoilun helpottamiseksi tai ulkonäön vuoksi taajamassa.

Viistettä ei aloiteta putken pohjasta, vaan noin kolmanneskorkeudesta pohjan yläpuolelta.

Viistämätön rummunpää



Viistetty rummunpää



Kuva 26. Luiskan muotoilu maantie- ja sivuojarummun kohdalla. Jyrkkä luiskanosa toteutetaan latomalla sopivia kiviä ja juuriston sitomia maalaattoja, jos suunnitelmassa ei ole muuta määrätty.

Aallotettuja koottavia teräsrumpuja suunniteltaessa lasketaan tai määritellään ne tiedot, joita tilauslo-make (*Teräsputkisillat*) edellyttää. Muista rummuista määritellään vastaavat, rumpuluettelossa tai rumpupiirustuksissa tarvittavat tiedot. Aukoltaan vähintään metrisen rummun perustiedot merkitään vedenkestävällä merkinnällä rummun yläreunaan sisäpuolelle (aukon koko, yläpituus ja teräsputkilla myös materiaalivahvuus).

5.3.2 Korroosio-olosuhde

Rumpupaikan korroosio-olosuhdeluokka määritetään *InfraRYL* kohdan 14350 mukaan maan happamuuden ja tien suolauksen perusteella. Olosuhde määrittää, mitkä *InfraRYL*:n korroosioluokat kohteeseen soveltuvat.

5.4 Rummun mitoitus ja korkeusasema

5.4.1 Mitoituksen tavoitteet

Rumpujen mitoitus käsittää seuraavat osatehtävät:

- rummun pohjan korkeuden määrittäminen
- rummun pituuskaltevuuden määrittäminen
- rumpuaukon koon määrittäminen
- rummun aiheuttaman padotuksen määrittäminen

Rumpuputkien tekniset laatuvaatimukset on esitetty *InfraRYL* kohdassa 14350.

Rumpujen ja siltojen hydrologisen mitoituksen yleiset tavoitteet ovat:

- Silta tai rumpu ei saa aiheuttaa tulvanvaaraa yläpuoliselle alueelle eikä olla esteenä yläpuolisen alueen maankuivatukselle.
- Silta tai rumpu ei saa supistaa uomaa niin, että padotus aiheuttaa eroosiota uomassa tai väylien rakenteissa.
- Silta- ja rumpurakenteet ovat toimivia ja turvallisia myös suurten tulvien aikana.
- Silta- tai rumpurakenne ei saa estää kalojen tai muun eliöstön kulkua eikä vesiliikennettä tai muuta vesistön käyttöä.
- Mitoituksessa ja rakentamisessa otetaan huomioon ympäristönsuojelu, maisema ja luonnonmukaisen vesirakentamisen periaatteet.
- Sillan ja rummun vesiaukko suunnitellaan aina siten, että sen kunnossapito on mahdollista.

Kun eliöstön kulkuun halutaan kiinnittää erityistä huomiota, kannattaa rumpujen sijasta suosia siltoja tai maapohjaisia rumpuja (kohta 5.8).

Jos rumpu- tai silta-aukokokoa määritettäessä on tiedossa mitoitukseen vaikuttavia muutoksia sillan tai rummun yläpuolisella valuma-alueella (esim. vettä läpäisemättömien alueiden osuuden lisääntyminen), nämä pitää ottaa huomioon vesiaukon mitoituksessa.

5.4.2 Rummun pohjan korkeuden määrittäminen

Rummun ja putkisillan korkeussijainti ilmaistaan kummankin pään sisäpohjan korkeuslukemana. Rumpuluettelossa ja rumpu- tai laskuojapiirustuksessa pitää esittää lisäksi pehmeiköllä tarvittava keskiosan korotus.

Pohjan korkeussijainti valitaan ottaen huomioon seuraavat tekijät:

- tarvittava peitesyvyys tien pinnan ja rummun laen välissä
- yläpuolisen maaston kuivatustarve
- rummun riittävä pituuskaltevuus sekä laskuojan (sivuojarummuilla sivuojan) korkeussuhteet
- eliöstön kulku ja optimaalinen virtauksen poikkiala (rummun vesijuoksu sijoitetaan $0,1 \times D$ verran sivuojan pohjan alapuolelle, missä D on rummun sisähalkaisija). Tarkemmat ohjeet eläinten huomioon ottamisesta on esitetty kohdassa 5.8.

Maanteiden rumpujen peitesyvyyden raja-arvot eri rumputyypeille on esitetty julkaisun *InfraRYL* kohdissa 14351.3 Betoniputkirumpujen tekeminen, 14352.3 Teräsrumputen asentaminen ja 14353.3 Muoviputkirumpujen tekeminen.

Laskuojan pohjan korkeus ja putken korkeus suunnitellaan samanaikaisesti. Uoman ollessa tarpeeksi syvä rumpu asennetaan niin, ettei pohjan korkeus ylitä uoman pohjan (tasausviivan) korkeutta. Jos uoma ei ole tarpeeksi syvä ja putki joudutaan esim. yläpuolisen maaston tulevan kuivatustarpeen, eliöstön liikkumisen turvaamisen tai virtausalan suurentamisen vuoksi sijoittamaan huomattavasti ojan pohjaa syvemmälle, putken laki saa kevätyliveden (HW) aikana peittyä veden alle, ellei poikkeustapauksessa vesiliikenne muuta vaadi. Putken pää on kuitenkin verhoiltava erityisen huolellisesti.

Rummun korkeussijaintia valittaessa on otettava huomioon yläpuolisen maaston kuivatustarve ja mahdolliset tulevat kuivatushankkeet. Salaojitettu pelto edellyttää 1,4 m:n kuivatussyvyyttä, avo-ojitettu pelto noin 1,2 m ja metsämaa 0,9 m (taulukko 5). Lukemiin tulee normaalisti lisätä vielä 0,3 m:n liettymisvara sekä mahdollinen maan painuminen. Jos uoman läheisyydessä sijaitsevan alavan pellon korkeus ei nouse, kuivatussyvyyteen on lisättävä sivusuuntaisen etäisyyden mukaan 0,2 m/100 m.

Taulukko 5. Rummun pohjan tavoitesyvyys tulevan ojituksen varalta.

Ojitettavan maaston tyyppi	Rummun pohjan syvyys maanpinnasta (m)
Pelto / viljelty maa	1,4...1,9
Niitty tai laidun	1,0...1,4
Metsä tai suo	0,8...1,3

Jos rummun yläpuolinen alue on jo ojitettu, määräytyy rummun pohja valtaojan pohjatason mukaan, kuten muissakin laskuojissa (ota huomioon tarvittaessa vesistöuoman vaikutus rummun upotuksessa). Jos rummun yläpuolisen alueen ojitus on todennäköinen, määräytyy rummun pohja tulevan, rummun kautta purkautuvan valtaojan pohjatason mukaisesti. Tämä arvioidaan lisäämällä tulevan salaojituksen imuoja-syvyyteen (tai vastaavaan avo-ojasyvyyteen) kokoojaojien ja valtaojan kaltevuuden vaatimat korkeuserot, laskuaukon sijainti 0,2 m valtaojan pohjan yläpuolella sekä mahdollinen painumavara.

Kuivatussyvyyden vaatimuksen on täyttyvä jatkossakin, sillä myös myöhemmissä ojitushankkeissa on rummun korkeus väylänpitäjän vastuulla. Epävarmojen kuivatustarpeiden noudattaminen sellaisenaan tuo usein tuntuvia haittoja ja lisäkustannuksia muulle väylänpidolle (rummun rakentaminen ja kunnossapito on kalliimpaa, laskuojan ja sivuojien kaivumäärä saattaa lisääntyä olennaisesti). Tämän vuoksi on rummun korkeussijainnin tuottamia hyötyjä ja kustannuksia vertailtava koko laajuudessaan.

Jos maankuivatuksen hyöty on pieni verrattuna ojitus- ja rumputöiden tuomiin lisäkustannuksiin, on harkittava rummun sijoittamista korkeammalle ja haittakorvauksen maksamista maanomistajalle.

5.4.3 Rummun pituuskaltevuuden määrittäminen

Riittävällä rummun pituuskaltevuudella (0,5...1 %) vähennetään liettymisvaaraa. Poikkeustapauksissa voidaan käyttää pienempää kaltevuutta. Ylisuurella 1...5 % kaltevuudella voidaan vähentää liettymis- ja jäätymistukoksia sekä painuvilla ja routivilla paikoilla putkien liikkeistä aiheutuvia haittoja. Tällöin on varmistettava, ettei kasvava virtausnopeus estä vesieliöstön liikkumista tai nopeuta putkipinnoitteen eroosiota. Yli 2 % kaltevuutta ei suositella pinnoitetuille teräsputkille eikä paikkoihin, joissa on suojeltavia vesieläimiä, jotka eivät pysty kulkemaan voimakkaassa virrassa. Eniten liettymistä vähennetään riittävällä laskuojan vietolla ja lietealtaalla rummun yläpäässä. Putkisillat sijoitetaan olosuhteiden sallimaan kaltevuuteen. Kuitenkin vesistöuomaan sijoitettavilla rummuilla suositeltava pituuskaltevuus on enimmillään 0,5 % ja vain poikkeustapauksissa 1 %.

Vanhan laskuojan kaltevuus on usein tavoitearvoa (n. 0,4 %) pienempi. Ellei oja tarvitse kauttaaltaan syventää, sijoitetaan rummun yläpää likimain laskuojan pohjan tasoon ja sekä rummulle että laskuojalle rummun alapäästä lähtien n. 20 m matkalla annetaan 0,5...1 % vähimmäiskaltevuus. Tästä eteenpäin laskuojaa perataan vain niin pitkälle, että ojan pohja yhtyy vanhaan uomaan 0,1 % kaltevuudella. Näitä vähimmäiskaltevuuksia ei kuitenkaan voida soveltaa vesistörummuissa, jotka vaativat normaalia pienemmän kaltevuuden.

Esimerkki 5

Valtaojan pituuskaltevuus on 0,3 %. Sekä 16 m pitkälle rummulle että sen jälkeiselle laskuojaosuudelle 20 m:n matkalla pyritään antamaan 1,0 %:n kaltevuus. Kuinka pitkälle laskuojaa on perattava, jos rummun yläosa sijoitetaan laskuojan pohjan tasoon?

Ennen kaivutöitä on ojan pohja rummun alapäästä 20 m eteenpäin

$$\frac{1,0 - 0,3}{100} \cdot 36 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$$

(0,25 m) tavoitetasoa ylempänä. Jos tästä eteenpäin tyydytään esim. 0,15 % kaltevuuteen, tavoittaa perattava uoma alkuperäisen uoman 170 m:n päässä.

$$\frac{100}{0,3 - 0,15} \cdot 0,25 \text{ m} = 170 \text{ m}$$

Sivuojarumpujen pituuskaltevuus on sama kuin sivuojalla. Rummun sisäpohja yhtyy yleensä ojan pohjaan tai se voidaan vaihtoehtoisesti sijoittaa tätä 0,0...0,20 m alemmaksi lisäpeitesyvyyden saamiseksi. Leikkausosuudella tai sivukaltevan maaston ylärinteessä sijaitsevista liittymistä pyritään mahdollisimman pieneen rumpukokoon ja peitesyvyyteen, jotta sivuojan syvyys pysyisi kohtuullisena. Jos tällaisissa tapauksissa sivuoja joudutaan tekemään syväksi, saattaa leikkauskustannukset ja haitat lisääntyä niin paljon, että kaivojen ja sukellusjohdon käyttö voi muodostua edullisemmaksi.

5.4.4 Rumpujen vähimmäiskoko

Rumpuputkien minimikoko määräytyy yleensä kunnossapitonäkökohtien mukaan. Minimikoot (sisähalkaisijat, johon sallitaan 10 % alitus) ovat eri tapauksissa taulukon 6 mukaiset.

Taulukko 6. Rumpuaukon vähimmäiskoko tien tai liittymän mukaan.

Tien tai liittymän tyyppi	Rummun Ø (mm)
laskuoja kaksiajorataisen tien ali	800
kaksiajorataisen tien toisen ajoradan alittava (vain keskialueen vedet johtava rumpu)	500
laskuoja leveään tien (rummun pituus > 10 m)	600
laskuoja kapean tien tai jalankulku- ja pyörätien ali (rummun pituus ≤ 10 m)	400
sivuojarummut, kun rummun pituus > 8 m tai kun liittyvä tie on maantie tai siihen verrattava	400
sivuojarummut, kun rummun pituus ≤ 8 m sekä pelkästään välialueelta tulevia vesiä johtava rumpu	300

Seuraavissa tapauksissa voidaan harkita edellä esitettyä pienempiä kokoja:

- Hyvin pienet valuma-alueet
- Parannettavilla teillä, kun kokemus osoittaa pienemmän koon riittävän eikä laskennallinen 20 %:n vesimäärän kasvukaan edellytä rumpukoon suurentamista.
- Rumpua korjattaessa, kun vanhan rummun sisään sujutetaan pienempi muovi- tai teräsputki, rumpuaukon koko saa pienentyä, jos nykyisin rummun läpi virrannut vesimäärä mahtuu uudestakin aukosta. Tarvittaessa rummun viereen tehdään mahdollisesti tunkkaamalla uusi toinen rumpu.
- Tulvaputket
- Peltosalaojituksen tien alitusputket

Rummun koko tarkistetaan aina valuma-alueen koon mukaisen mitoitusvirtaaman perusteella. Rakentamattomilla alueilla (perusmaantiejakso) hydraulinen mitoitus tehdään kohdan 5.4 mukaan. Taajamissa valuma-alue voi käsittää päällystettyjä alueita, jolloin mitoitusvirtaamat on laskettava myös rankkasateen perusteella alueen todellisia valumiskertoimia käyttäen kohdan 3.4 ohjeita noudattaen.

Rummun sisähalkaisija esitetään tasalukuna 300 mm, 400 mm jne. Suunnitelmassa annetusta rummun sisähalkaisijasta voidaan poiketa kaikilla putkimateriaaleilla alaspäinkin rummun koosta riippuen seuraavasti:

DN/ID < 400 mm	-10...+25 %,
400 ≤ DN/ID < 600 mm	-3...+10 %,
600 ≤ DN/ID < 2000 mm	-3...+3 %.

Syitä poikkeamiin ovat mm:

- rummun mitoitus perustuu erittäin karkeaan laskelmaan tai arvioon,
- markkinoilla olevien muoviputkien sisähalkaisija on yleisesti n. 6 % betoni- ja teräsputkia pienempiä,
- muoviputki ei jäädy niin tiukasti ja kunnossapidettävyyks on joskus helpompaa kuin muilla materiaaleilla.

5.4.5 Rumpuaukon koon mitoitus

Jos tulevan uoman vieressä ei ole asutusta ja mitoituksessa käytettävän ylivirtaaman toistuvuus aika ei ole suurempi kuin 20 vuotta, rumpuaukko valitaan tavallisesti suoraan taulukosta 6 tai 7 silloin, kun valuma-alueen koko on enintään 20 ha tai kun mitoitus perustuu lumen sulamiseen.

Vesistörumpujen kohdalla kalojen ja muiden vesieläinten kulkumahdollisuudet on arvioitava ja otettava toteutuksessa huomioon.

Rummun ja siihen välittömästi kummallakin puolella liittyvän laskuojaosuuden pituuskaltevuudella on varsin tuntuva merkitys aukon koolle. Suurehko kaltevuus on kuitenkin vielä enemmän tarpeen jatkuvan kunnossa pysymisen vuoksi.

Taulukon 7 lähtökohtana on lumen sulamisesta aiheutuva kevätylivirtaama (vrt. kohdan 3.4.2 ja 3.4.3. taulukko A1 ja kuva 5) ja sen keskimääräinen 1/20-esiintymistäajuus. Lisäksi on edellytetty, että mitoitustilanteessa rumpuputki on enintään 3/4-korkeudeltaan täynnä vettä ja että rummun yläpään padotus ei nouse haitallisen suureksi. Taajamissa rankkasade edellyttää päällystetyillä alueilla suuremman rummun. Jos alueella on olemassa olevia rumpuja, voidaan niiden koko mittaamalla ja tulvimisherkyys selvittämällä tehdä päätelmät ja tarkistukset uuden rummun mitoitusta varten (kokemusperäinen mitoitus).

Taulukko 7. Maantien alittavan rummun aukon mitoitus uusilla teillä valuma-alueen koon ja uoman kaltevuuden (J) funktiona. Mitoitusperusteena lumen sulaminen ja kevätylivirtaaman keskimääräinen 1/20 esiintymistäajuus. Maastoluokat selitetään kohdassa 5.7 Pienten vesistösiltojen mitoitus.

Valuma-alueen koko (km ²)			Rummun sisähalkaisija d (mm)
Uoman kaltevuus J = 0,1...0,3 % (maastoluokka I)	Uoman kaltevuus J = 0,4...0,7 % (maastoluokka II)	Uoman kaltevuus J ≥ 0,8 % (maastoluokka III)	
< 0,2	< 0,5	< 0,7	500 ¹⁾
0,2...0,5	0,5...0,8	0,7...1,2	600
0,5...1,0	0,8...1,8	1,2...2,5	800
1,0...2,0	1,8...3,0	2,5...4,0	1000
2,0...3,0	3,0...4,2	4,0...5,5	1200
3,0...4,2	4,2...5,5	5,5...7,0	1400
4,2...5,5	5,5...8,0	7,0...11	1600
5,5...8,0	8,0...11	11...16	1800

Moottoriväylillä sekä valta- ja kantateillä on pyöreiden rumpujen vähimmäiskoko d rummun pituudesta riippuen 600...800 mm.

Rummun aiheuttama padotus (ks. kohta 5.4.6) pitää tarkistaa etenkin silloin, kun valuma-alueen sijainnin tai suuren metsäojituksen tai peltoalan osuuden vuoksi mitoituvirtaama muodostuu suureksi (ks. kohta 3.5.3).

Jos matalan tiepenkereen tai matalan uoman vuoksi käytetään kahta rinnakkaisrumpua tai matalarakenteista rumpua, on kaksoisputken tarvittava halkaisija 70...80 % korvattavan putken halkaisijasta. Esim. yksi d = 1,0 m putki on korvattavissa kahdella d = 0,8 m putkella, yksi d = 1,2 m putki kahdella d = 1,0 m putkella jne. Rinnakkaisputket voivat sijaita eri korkeudella, mutta virtausalan tulee olla yhtä suuri kuin alkuperäisessä putkessa.

Matalissa runsasvetisissä uomissa putki sijoitetaan "ylisyvään", jotta virtauspinta-ala saadaan suureksi. Matalarakenteinen rumpu saa laakeissa uomissa edullisen muotonsa vuoksi olla poikkileikkausaltaan n. 10...20 % pienempi kuin pyöreä putki. Esim. $d = 1,6$ m aallotettu teräspankki ($A = 2,00 \text{ m}^2$) on korvattavissa $1,8 \times 1,2$ m matalalla putkella ($A = 1,78 \text{ m}^2$). Rumpuvalmistajien tuoteselosteista voidaan tarkistaa soveltuva rumpukoko ja tyyppi.

Taulukko 7 edellyttää, että valuma-alueen järvisyys on 1 %. Jos järvisyys on yli 1 %, se suurentaa jokaisen rumpukoon valuma-alueella samalla tavoin kuin kohdan 5.7 (Pienten silta-aukkojen mitoitus) esimerkeissä lähemmin esitetään.

Taulukko 8. Sivuajarummun aukon mitoitus valuma-alueen koon funktiona, kun valuma-alueen järvisyys on ≤ 1 %.

Valuma-alueen koko (ha)	Sivuajarummun sisähalkaisija d (mm)
< 1 ¹⁾	200...400 ²⁾
1..3 ¹⁾	300...400 ²⁾
3...10	400
10...50	500
50...100 ³⁾	600

Aivan pieneltä alueelta vesi voi suotautua pois ilman rumpuputkia.

Valinta tapahtuu liittymän ympäristön ja rummun pituuden mukaan. Jos rumpunotkelma on väljä ja rumpu lyhyt (≤ 8 m), valitaan pienempi vaihtoehto, samoin yleensä välikaistoilla taajamissa. Jos liittyvä tie on yleinen tie tai siihen verrattava, minimikoko on 400 mm.

Jos sivuoja on luonnon uoma, jonka valuma-alue ylittää n. $0,5 \text{ km}^2$, rumpu mitoitetaan kohdan 5.4.6 Rummun mitoituspadotuksen määrittäminen taulukon 9 avulla.

5.4.6 Mitoituspadotus ja rummun aiheuttaman padotuksen määrittäminen

Rumpu tai silta kaventaa yleensä uoman poikkileikkausta, mikä aiheuttaa padotusta ylävirran puolelle ja lisää virtauksen nopeutta. Asettamalla padotukselle tietyt mitoitusarvot pyritään estämään kasvaneen virtausnopeuden aiheuttama syöpyminen. Vesiaukkojen mitoituspadotukset ovat yleensä niin pieniä, että ne eivät aiheuta uoman tulvimista.

Vesiaukon suositeltava mitoituspadotus määritellään ylävirranpuoleisen maankäytön sekä uoman kaltevuuden perusteella taulukossa 9 esitetyn mukaisesti. Sen mukaan mitoitettaessa virtausnopeudet pysyvät yleensä niin pieninä, ettei uoman syöpymisvaaraa ole, vaikka maaperä olisi eroosioherkkää. Pitkäaikainen vedenpintojen korkeusero vesiaukon kohdalla on tiepenkereen suotautumisen ja eroosiovaikutuksen kannalta haitallisempi kuin hetkellinen suuri padotus.

Taulukko 9. Mitoituspadotus enintään (m) maankäytön, uoman koon ja kaltevuuden mukaan

Kaltevuus	< 0,0002	0,0005	0,001	0,002	0,005	> 0,01
Pelto, taajama tai merkittäviä rakennuksia						
Oja	0,02	0,02	0,03	0,04	0,06	0,10
Puro	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Joki	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Iso joki MQ > 5m ³ /s	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04
Metsämaa tai luonnonalueet						
Oja	0,02	0,03	0,04	0,06	0,08	0,15
Puro	0,02	0,03	0,04	0,05	0,07	0,10
Joki	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,05
Iso joki MQ > 5m ³ /s	0,01	0,02	0,03	0,03	0,04	0,04

Ojien mitoituspadotukset ovat 20...150 mm riippuen maankäytöstä ja uoman kaltevuudesta. Vastaavasti jokien mitoituspadotukset ovat 10...50 mm.

Padotus lasketaan kaavalla ([6]):

$$h = D \cdot \frac{1}{2 \cdot g} \left[\left(\frac{Q}{k \cdot A_r} \right)^2 - \left(\frac{Q}{A_u} \right)^2 \right]$$

jossa

- h padotuksen korkeus rummun yläpäässä (m)
D padotuskerroin, ks. taulukko 9,
g maan vetovoiman kiihtyvyys = 9.81 m/s²,
Q mitoitusvirtaama (m³/s),
A_r rummun virtausala (m²) mitoitusvirtaamalla Q ilman padotusta
A_u yläpuolisen uoman virtausala (m²) mitoitusvirtaamalla Q, padotuksen oletettu suuruus mukaan luettuna,
k vastuskerroin taulukosta 9.

Taulukko 10. Padotuskerroin D ja vastuskerroin k riippuvat aukkosuhteesta A_r/A_u ja k lisäksi virtaamasta Q seuraavasti:

Aukkosuhde A _r /A _u	Padotuskerroin D	Vastuskerroin k	
		Q = 2m ³ /s	Q = 10 m ³ /s
0,3	0,79	0,67	0,71
0,4	0,72	0,70	0,74
0,5	0,65	0,73	0,77
0,6	0,58	0,77	0,81
0,7	0,51	0,80	0,84
0,8	0,43	0,83	0,87
0,9	0,34	0,86	0,90

5.5 Rumpuluettelot ja putkimateriaalit

5.5.1 Hankintamenettely

Tilaajan suunnitelma

Laki julkisista hankinnoista ja käyttöoikeussopimuksista 1397/2016 edellyttää 71§:ssä pääsääntönä, että tilaajan laatuvaatimuksissa käytetään toimivuusvaatimuksia. Tuotenimen käyttö tilaajan laatuvaatimuksissa on sallittu vain silloin, kun toimivuusvaatimuksia ei voi käyttää. Tällöinkin on selvästi esitettävä, että myös muut vastaavat tuotteet hyväksytään.

Nykyinen tulkinta on, että tilaaja saa määrittellä putkimateriaalin, kun kyseiselle materiaalille on useita toimittajia. Väylävirasto ei kuitenkaan suosittele materiaalin määrittelemistä silloin, kun Väyläviraston laatuvaatimusten ja *InfraRYL*:n perusteella useampi kuin yksi materiaali soveltuu kohteeseen. Tällöin käytetään toimivuusvaatimuksia kohdan 5.5.1 mukaisesti.

Rumpua jatkettaessa tai korjattaessa otetaan huomioon käsiteltävä rumputuote. Jatkettavan rummun materiaalin ei tarvitse olla sama kuin alkuperäisen, jos sopivia liitososia löytyy.

Kun hanke sisältää sekä suunnittelun että rakentamisen (KUK, ST, STk tai Allianssi), tilaajan suunnitelmassa esitetään, miltä osin tilaajan suunnitelma on sitova ja miltä osin alustava. Palveluntuottajan suunnitelmassa esitetään vähintään rumpuluettelon toteutum tiedot -osio, josta tiedot saadaan Velhon rekisteriin.

5.5.2 Rumpuluettelo

Tilaajan suunnitelma (rakentamissuunnitelma)

Rumpuluettelo laaditaan rakentamissuunnitelmassa. Tiesuunnitelmassa toimitaan *Tiesuunnitelma - Toimintaohjeet VO 7/2022* mukaan. Tilaajan tulee esittää KU-urakoihin tehtävissä rakentamissuunnitelmissa rumpujen yksityiskohtaiset tiedot mm. nimellissisähalkaisija, pituus, korroosioluokka, liitostyyppin luokka.

Rumpuluettelossa annetaan rummulle numerotunnus. Sijaintina ilmoitetaan väylän tunnus ja putken sijaintipaalu väylällä. Sivuohjarummun sijainti ilmoitetaan pääväylän paalulukeman mukaan, lisäksi ilmoitetaan, sijaitseeko rumpu pääväylän vasemmalla vai oikealla puolella. Vesijuoksun korkeus on putken kummankin pään sisäpohjan korkeuslukema ja putken kokonaispituus on putken pohjan keskilinjän pituus. Rumpuluetteloon merkitään rummun pään viisteen tarve ohjeen kohdan 5.3 mukaan.

Tyyppi (rumpuputkityyppi)

Maantiehen ja Velhorekisteriin kuuluvia rumpuputkityyppejä ovat Maantierumpu (M=rpt01), Jkpv-rumpu (J=rpt02), Sivuohjarumpu (S=rpt03), Muu rumpu (U=rpt04), Pieneläinputki (P=rpt05). Maantierummuilla tarkoitetaan maantien alittavaa rumpua. Jkpv-rumpu tarkoittaa jalankulku- ja pyöräilyväylän alittavaa rumpua. Muu rumpu alittaa meluvallin, meluseinän, vastapenkereen tai muun rakenteen ja on osa maantietä. Pieneläinputkissa ei erotella, alittaako rumpu maantien, liittyvän tien tai muun pengerrakenteen. Merkintä ratkaisee, mitä *InfraRYL* kohdan 14350 vaatimustasoa noudatetaan. Suunnitelmassa käytetään kirjaintunnuksia ja Velho-rekisterissä numerotunnuksia.

Sivuohjarummulla tarkoitetaan maantien sivuojaan tehtyä, liittyvän tien rumpua. Muut liittyvän tien rummut eivät ole sivuohjarumpuja, vaan katurumpuja (K) ja yksityistierumpuja (Y). Nämä esitetään rakentamissuunnitelman rumpuluettelossa, mutta ei Velho-rekisterissä, jos ne eivät kuulu maantien pitäjän kunnosapidettäväksi. Suurempaan maantiehen liittyvän maantien kaikki rummut ovat maantierumpuja.

Halkaisija, Putken nimellissisähalkaisija

Rummun halkaisijaksi ilmoitetaan putken sisähalkaisija 100 mm tarkkuudella riippumatta putkimateriaalista. Sisähalkaisijan sallitut poikkeamat on ilmoitettu *InfraRYL*:n vaatimuksissa. Tulvapatkissa voidaan käyttää myös 250 mm sisähalkaisijaa.

Suunniteltu putkimateriaali

Tilaaajan suunnitelmassa ilmoitetaan putkimateriaali vain, jos se halutaan erityisestä syystä määrittää. Muutoin putkimateriaalin valinta jää rakentajalle rumpuluettelossa annettujen olosuhdetietojen perusteella. Heikoimmin korroosiosuojattujen teräputkien käyttöä rajoittaa yleisimmin korroosio-olosuhde. Muoviputkien käyttöä rajoittaa yleisimmin pieni peitesyvyys. Betoniputkien käyttöä rajoittaa yleisemmin routivan tai painuvan ympäristäytteen edellyttämä liitosluokka. Materiaalien tunnuksukset ovat B, M, T = Aallotettu teräsputki, MT = Sileäseinäinen työntämällä asennettava massiiviteräsrumppu.

Putken päät (rumpuputken-paa)

Rumpuputken-paa esitetään Suora (S tai tyhjä = rpp01) tai Viistetty (V=rpp02).

Yli 600 mm putkien päihin esitetään yleensä viisteet törmäysturvallisuuden parantamiseksi.

Korroosioluokka, Korroosio-olosuhde

Teräsrumppujen korroosiokestävyysluokka valitaan kohteen olosuhteiden perusteella. Olosuhteet määräytyvät tie- tai katuluokan ja suolauksen perusteella. Suolaamattomaksi kohteeksi määritellään sorapäälysteiset ja kevytasfalttibetonipäälysteiset (PAB) tiet. Voimakkaasti suolatuksi tieksi luokitellaan kaikki moottori- ja moottoriliikennetiet sekä eteläisen Suomen (Keski- ja Etelä-Pohjanmaa, Pirkanmaa, Päijät-Häme, Kymenlaakso ja Etelä-Karjala sekä niiden länsipuoliset maakunnat) valta- ja kantatiet, joiden liikennemäärä KVL on >6000 ajoneuvoa/vrk. Muut tiet ja kadut ovat lievästi suolattuja. Tilaaaja voi määrittää myös PAB-päälysteisen tien suolattavaksi, jos liikennemäärän perusteella on luultavaa, että tielle tehdään myöhemmin AB-päälyste suolaamisen mahdollistamiseksi.

Korroosio-olosuhde valitaan *InfraRYL* kohdan 14350 taulukon T1 ja kohdan 14350.1.2 Rummun korroosioluokan valinta mukaan. Luokan K1 putkimateriaalia saa käyttää vain suolaamattomissa kohteissa tai lievästi suolatuilla alempiluokkaisilla teillä happamuudeltaan neutraaleissa olosuhteissa. Voimakkaasti suolatuille teille valitaan aina vähintään luokan K3 materiaali.

InfraRYL:ssä esitetyt korroosioluokat ovat K1, K2, K3, K4. Luokissa K3 ja K4 on muuten sama korroosio-olosuhde, mutta luokka K4 tulisi vaatia, jos veden virtaus on nopea ja vedessä on hiekkaa.

Liitostyyppin luokka

Tilaaajan tulisi esittää suunnitelmassa vaadittu liitosluokka ainakin KU-urakoissa. Urakoitsija voi kuitenkin muuttaa luokkaa *InfraRYL*:n mukaisesti, jos ympäristäyttö muuttuu putken routanousua vähentäväksi tai putken painuma torjutaan pohjarakenteilla.

Rumpujen sallitut liitostavat eri olosuhteissa tierakenteissa on esitetty *InfraRYL* kohdan 14350 taulukossa T3. Liitosluokat ovat L2 (betonin kiintotiiviste, muovin ja teräksen hiekkatiivis muhvi) ja L3 (sidotut betoniputket, muovi- ja teräsputken pitkä holkki ja yhtenäiset putket). Liitostyyppin luokka L3 hyväksytään aina käytettäväksi. Liitostyyppin luokkaa L2 voidaan käyttää routimattomissa ja painumattomissa rakenteissa (päätillä laskennallinen kokonaispainuma alle 30 mm, muille teille ja sivuojarummuille ei ole asetettu tarkempia vaatimuksia). Painuvilla ja routivilla rakenteilla liitostyyppin luokka L2 on toissijaisesti hyväksyttävä putkityyppi ja se on normaalisti sallittu suunnitelma-asiakirjojen mukaan.

Pituus

Rummun pituus määritetään ohjeen kohdan 5.3 mukaan. Muovi- ja teräsrumppujen pituudet suunnitellaan 0,1 m tarkkuudella, betonirumppujen 0,5 m. Suunnitelmassa on varmistettava peitesyvyys ja luiskakaltevuudet sekä vinous tiehen nähden. Putken suunta (vinous) tiehen nähden on otettava huomioon inframallissa.

Vesijuoksun korkeus z

Vesijuoksun korkeus suunnitellaan rummun alapäässä niin, että laskuojaan tai luonnon puroon ei synny kalojen vaellusta estävää putousta.

Jos nimellispeitesyvyys tulee pienemmäksi kuin yleisesti markkinoilla olevissa tuotteissa, vesijuoksujen korkeuksia tulisi alentaa.

Peitesyvyys, Nimellispeitesyvyys

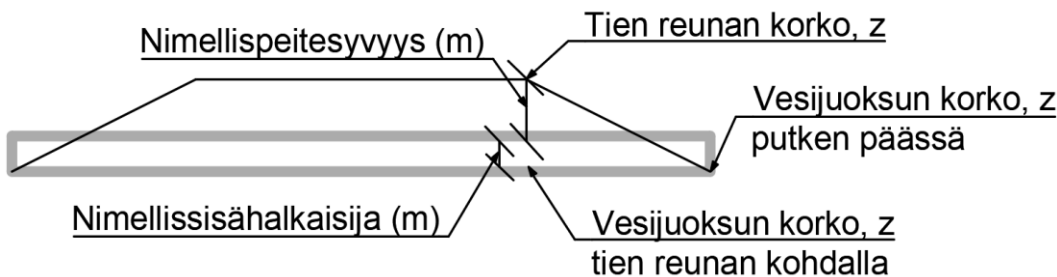
Nimellispeitesyvyys lasketaan siitä tien reunasta, jossa peitesyvyys on pienin.

Nimellispeitesyvyys = Tien reunan Z – vesijuoksun Z tien reunan alla – Nimellissisähalkaisija (m).

Jos sisäluiska ei ole leveä (yli 4 metriä), voidaan rakenteen parantamiskohteissa käyttää myös kaavaa

Nimellispeitesyvyys = Tien reunan Z – vesijuoksun Z rummun päässä – Nimellissisähalkaisija (m).

Nimellispeitesyvyyttä tarvitaan tuotetta valittaessa. Rumputuotteen sallittu peitesyvyys ei saa olla pienempi kuin *InfraRYL* kohdassa 14350 tai valmistajan käyttöohjeessa sallittu peitesyvyys. Erillisillä jalankulku- ja pyöräilyväylillä sovelletaan sivuojarumpujen peitesyvyyksiä. Vaiheittain rakennettavat päällystekerrokset otetaan huomioon seuraavasti: Jos sallittu peitesyvyys on alle 0,5 m, niin liikenteelle avattaessa sallitusta peitesyvyydestä saa puuttua enintään 50 mm päällysteitä. Jos sallittu peitesyvyys on vähintään 0,5 m, niin liikenteelle avattaessa sallitusta peitesyvyydestä saa puuttua enintään 110 mm päällysteitä.



Kuva 27. Rummun nimellispeitesyvyys

Pohjamaa

Leikkauksessa ja nollatasauksessa käytetään alusrakenneluokkaa, jonka mukaan päällysrakenne on mitoitettu. Penkereen ja massanvaihdon kohdalla esitetään pengertäytteen tai massanvaihdon alusrakenneluokka, jos täyte ulottuu vähintään yhden metrin rummun alapuolelle. Muussa tapauksessa esitetään pohjamaan alusrakenneluokka. Alusrakenneluokat on määriteltä ohjeessa Tierakenteen suunnittelu.

Arina

Esitetään arinan paksuus: routivalla alustalla yleensä vähintään 0,3 m. Jos arina on siirtymäkiilasyvyyden yläpuolella ja pohjamaa on erittäin routivaa (Si, SiMr) tai pehmeää, arinan paksuus on vähintään 0,5 m. Alusrakenneluokassa A (louhe) tai E (hiekkä) tasauskerros on 0,15 m. Kun rakennetyyppi on C4 tai alusrakenne on B tai C, solut jätetään tyhjäksi. Jos solut jätetään tyhjäksi, urakoitsija valitsee arinapaksuuden *InfraRYL* kohdan 13311 kuvan K2 mukaan.

Toimivuusluokka

Tilaajan suunnitelmaan merkitään KU-urakoissa massalaskennassa käytetty rakennetyyppi sekä *InfraRYL* kohdan 14350 taulukon T2 mukainen toimivuusluokka. Maantierummuissa toimivuusluokka on yleensä I (Päätierummut normaalitapaus) ja sivuojarummuissa III (Sivuojarummut, kun sallitaan putken routaheitto, mutta ei putken pysyvää nousua). Normaalisti urakoitsija voi kuitenkin muuttaa rakennetyypin toimivuusluokan ja maaperäolosuhteiden sallimissa rajoissa taulukon T2 perusteella.

Sorapäällysteisillä maanteillä myös toimivuusluokka II tulee kysymykseen.

Erillisillä jalankulku- ja pyöräilyväylillä toimivuusluokka on yleensä I.

Alustava rakennetyyppi

Valitaan pohjamaan ja toimivuusluokan perusteella *InfraRYL* kohdan 14350 taulukon T6 mukaan (C1, C2, C3, C4 tai C5).

Lämmityskaapeli, Jäätymiskosten esto

Sulatusletku (SU=01), tulvapatki (TU=02), talviputki (TA=03), lämmityskaapeli (LÄ=04), päiden peittäminen muovilla (PM=05), päiden peittäminen eristelevyllä (PE=06), sisäpuolinen lämpöeriste (SE=07). Sulatusletku asennetaan putken sisään niin, että keväällä letkuun voidaan johtaa tuotua vettä tai ojassa virtaavaa vettä, joka vähitellen sulattaa letkun ympärillä olevaa jäätä. Tulvapatki on varsinaisen rumpuputken yläpuolelle asennettu pienempi rumpuputki, josta vesi keväällä virtaa, kun vesi nousee jään tukkiman rumpuputken yläpuolelle. Talviputki on varsinaisen rumpuputken alapuolelle sijoitettu pienempi rumpuputki, jossa vesi virtaa talvella jääkannen alla. Lämmityskaapeli sijoitetaan rumpuputkeen. Virtalähde mainitaan huomautussarakkeessa ja tallennetaan Velho-rekisteriin.

Lisätiedot

Merkitään esim. pohjanvahvistustapa (massanvaihto, paalulaatta jne.), sähkölämmityksen lämmön saanti tai jos rumpu jatkuu tien reunassa olevan melukaiteen tai meluseinän alitse.

Toteutumatiiedot

Rumpuluettelo täydennetään toteutusvaiheessa, kun on valittu käytettävät putkimateriaalit ja materiaalin toimittajat.

Vesijuoksun koordinaatit

Toteutuneen rummun vesijuoksun koordinaatit on mitattava aina.

Sijainti (paalulukema)

Paikka, jossa rummun vesijuoksu leikkaa mittalinjan. Toteuttaja saa muuttaa tätä, kun kuivatuksen kokonaistoimivuus ja yhteensovitus muun rakentamisen kanssa varmistetaan muutetulla ratkaisulla.

Tuotteen nimi

Valmistajan käyttämä tuotteen nimi, joka voi sisältää myös valmistajan nimen.

Tarkennettu materiaali

Toteutumatiiedoissa ilmoitetaan putkimateriaali ja putken sisä- ja ulkohalkaisijat. Peitesyvyyden ja putkimateriaalin perusteella valitaan putken lujuusluokka *InfraRYL* kohdan 14350 mukaan.

Tarkennettu materiaali on esitettävä Velhon tiedot (Rumpuputkimateriaali-tarkennettu) seuraavasti: Betoninen uurreputki (rpmt01), Betoninen kiintotiivisteputki (rpmt02), Massiiviseinäinen muovi (rpmt03), Kevennetty muovi (rpmt04), Aallotettu teräs (rpmt05), Aallotettu muovipintainen teräs (rpmt06), Massiiviseinäinen teräs (rpmt07), Aallotettu alumiiniputki (rpmt08), Komposiittiputki (rpmt09).

Kuormitusluokka

Kuormitusluokka on esitettävä seuraavasti (Velho-rekisterin luokka):

Betoniputkille: B, Br tai Dr

Muoviputkille ilmoitetaan rengasjäykkyysluokka: SN4 (kl03), SN8 (kl04), SN16 (kl05)

Teräsputkille ilmoitetaan seinämän jäykkyys eli EI-arvo (kNm). Yleensä enintään 500 mm putkilla 0,8–0,9 kNm ja suuremmilla 1,7–40 kNm halkaisijasta ja peitesyvyydestä riippuen.

Putken päät (rumputken-paa)

Ilmoitetaan toteutunut putken pää.

Valitun putken korroosioluokka

Ilmoitetaan valitun putken korroosioluokka. Jos toteutuksen aikana selvitetään tarkemmin korroosio-olosuhde, voidaan sopia tilaajan kanssa korroosio-olosuhteen muutoksesta tilaajan suunnitelmassa. Putken korroosioluokat on esitetty *InfraRYL*:ssä.

Valitun putken korroosioluokka on usein selvästi parempi kuin suunnitelmassa esitetty olosuhdeluokka edellyttäisi. Muovi-, komposiitti- ja betoniputket kuuluvat parhaaseen luokkaan K4 ja käyvät korroosiokestävyyssominaisuuksiensa puolesta kaikkiin kohteisiin. Paksulla polymeerillä pinnoitettu teräsputki kuuluu luokkaan K3 ja käy korroosiokestävyyssominaisuuksiensa puolesta kaikkiin kohteisiin. Luokan K1 putkimateriaalia, pelkällä sinkillä pinnoitettua terästä saa käyttää vain suolaamattomissa kohteissa tai lievästi suolatuilla alempiluokkaisilla teillä happamuudeltaan neutraaleissa olosuhteissa. Luokan K2 putkea saa käyttää suolaamattomilla tai lievästi suolatuilla alempiluokkaisilla teillä ja suolaamattomilla pääteillä ja kaduilla kaikissa olosuhteissa (neutraalit ja happamat).

Valitun putken liitosluokka

Ilmoitetaan valitun putken liitosluokka. *InfraRYL*:n mukaiset liitosluokat on esitetty edellä kohdassa Liitosluokan tyyppi.

Jos toteutuksen aikana muutetaan rummun pohjarakenteita tai arinaa ja ympäristäyttyä niin, että *InfraRYL* ei enää vaadi luokkaa L3, voidaan sopia tilaajan kanssa liitosluokan muutoksesta tilaajan suunnitelmassa (L3 -> L2).

Pituus

Toteutunut pituus vesijuoksun kohdalla. Toteuttaja voi muuttaa rummun pituutta, kun toimivuus muutetulla pituudella on varmistettu.

Elementtipituus

Elementin hyötypituus.

Tuotteen pienin sallittu peitesyvyys sisähalkaisijasta tienpintaan

Vaaditut peitesyvyydet on esitetty betoniputkille *InfraRYL* kohdan 14351 taulukoissa T1, T2 sekä teräs- ja alumiiniputkille kohdan 14352 taulukoissa T1 ja T2 sekä muoviputkille kohdan 14353 taulukoissa T2 ja T3. Komposiittiputkelle sovelletaan valmistajan asennusohjetta.

Toteutunut peitesyvyys sisähalkaisijasta tienpintaan

Toteuttajan on varmistettava, että toteutunut peitesyvyys on vähintään tuotteen peitesyvyyksivaatimuksen mukainen. Suurilla peitesyvyyksillä (esim. rumpu meluvallin alta) on varmistettava, että valitun rumputuotteen maksimipeitesyvyys ei ylity.

Pohjamaa

Rakentaja varmistaa pohjamaan rummun kohdalla. Jos pohjamaa eroaa tilaajan suunnitelmassa esitetystä, se täytyy ottaa huomioon Arinan ja Rakennetyyppien valitsemisessa.

Arina

Ilmoitetaan toteutunut arinatyyppi. Arinatyyppi voi poiketa tilaajan suunnitelmasta, jos pohjamaa on toteutettu erilaiseksi.

Rakennetyyppi

Ilmoitetaan toteutunut rakennetyyppi, joka on valittu tilaajan suunnitelmassa esitetyn toimivuusluokan ja pohjamaan perusteella.

5.6 Nykyisen rummun uusiminen

Uusittaessa nykyisen tien rumpua korjaaminen voidaan tehdä

- A. sujuttamalla uusi rumpuputki vanhan sisään, kun virtaamamitoitus sallii aukon pienemisen 40 %:lla tai rummun viereen työnnetään toinen rumpuputki
- B. sujuttamalla teräsputken sisään halkaistu aallotettu teräsputki, kun mitoitus sallii aukon pienemisen 20 %:lla
- C. sujuttamalla teräsputken sisään aallotetun teräsputken puolikas syöpyneen alaneljänneksen kohdalle
- D. tunkkaamalla tai poraamalla uusi putki penkereen läpi, jolloin vanha putki voidaan purkaa tai täyttää
- E. rumpu uusitaan auki kaivettuun kaivantoon.

Menetelmä A soveltuu, kun nykyinen rumpuputki on vaurioituminen tai sitä pitää jatkaa. Sitä voidaan käyttää silloin, kun halkaisijan pienentäminen on tehtyjen selvitysten ja tarvittaessa laskentojen perusteella mahdollista tai viereen tehdään rinnakkaisputki. Pienentämisen perusteina voivat olla esimerkiksi rinnalla kulkeva tie, jonka pienemmät rummut on todettu riittävän kokoisiksi.

Menetelmä B soveltuu ruostuneille teräputkille. Sujutukseen valitaan samankokoinen tai hiukan pienempi aallotettu teräsputki, jonka sivu leikataan auki niin, että putki voidaan osin kokoon puristettuna sujuttaa rumpuun. Asennuksen jälkeen putkien väliin tulee polyuretaanivaahtoa, kun rako on päistä tulpattu. Sujutetun putken avoin reuna tulee vesijuoksun kohdalle ja se täytetään betonilla. Menetelmä vaatii melko suuren kaivannon rummun jatkeena.

Menetelmä C soveltuu alaneljänneksestä ruostuneelle melko suurihalkaisijaiselle teräsputkelle. Sujutetun putkenpuolikkaan yläreunat tarttuvat alkuperäiseen rumpuun hitsattuihin kiinnikkeisiin, kun putkien väli on täytetty betonilla.

Menetelmä D sopii muihin kuin louhepenkereisiin. Työntö- ja porausmenetelmät, niille soveltuvat maalajit, rumpumateriaalit sekä työtilan tarve on kuvattu ohjeessa *Vesihuoltoverkostot ja maantiet ja InfraRYL* kohdissa 14350 ja 16500.

Menetelmä E aiheuttaa aina merkittävää haittaa liikenteelle. Jos rumpu tai sen peitesyvyys on suuri, tien liikenne on usein katkaistava kokonaan. Muissa tapauksissa työ voidaan tehdä puoli tietä kerrallaan.

Kun liikennemäärä ylittää 3000 ajon/d tai rummun koko tai peitesyvyys, on ainakin selvitettävä mahdollisuus käyttää menetelmiä A...D.

Jos rummussa on ollut usein jäätymistukoksia, syynä voi olla rummun yläpuolelle johdettu salaoja, joka syöttää vettä rumpuun myös kovilla pakkasilla.

5.7 Pienten vesistösiltojen mitoitus

Sisähalkaisijaltaan suuremmat tai yhtä suuret kuin 2,0 m putkisillat (aallotetut teräsputket) suunnitellaan ohjeen *Teräsputkisillat - Suunnitteluohje* mukaisesti.

Rakenneratkaisu riippuu yleensä uoman suuruudesta, vesistön käyttömuodosta, virtaaman suuruudesta, perustamisolosuhteista ja maisemallisista näkökohdista. Rakenteeksi valitaan yleensä silta silloin, kun ylitetään joki tai salmi tai tehdään rakenne jyrkkiin uomiin, kuten koskiin. Putkisilta tehdään tavallisesti ojaan ja pieneen puroon. Puroon soveltuu kuitenkin silta putkisiltaa paremmin. Putken vesiaukko tukkeutuu puunrunkojen ja veden kuljettamien esineiden ja irtoaineisten takia ja nostaa haitallisesti yläpuolista vedenpintaa siltaa herkemmin.

Sillan rakentaminen yleisen vesikulkuväylän yli vaatii vesiluvan, jonka myöntää Aluehallintovirasto. Luvan tarpeellisuuden voi varmistaa ELY-keskukselta. Sillan hydraulinen mitoitus tehdään tämän ohjeen mukaisesti. Soveltuvien osin noudatetaan lisäksi ohjejulkaisua *Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje*.

Putkisilloissa pyritään kustannusten vuoksi yleensä niin pieneen kokoon kuin hydraulisesti käy riittävällä varmuudella päinsä (tulva- ja padotushaitat). Kokoa asetettaessa otetaan tarvittaessa huomioon mahdollinen sujuttaminen, jotta alkuperäisen putken tultua käyttöön loppuun putki voidaan uusia ilman auki-kaivua. Tien tasausviivan korkeus suhteessa vesijuoksun tasoon voi kuitenkin rajoittaa tällaisen ylimitoituksen käyttöä, jos tasausviivaa ei voi nostaa.

Suorakaiteen muotoisissa silta-aukoissa saattaa tulla kysymykseen vähimmäismittaa suurempi aukon leveys, mikäli vesiliikenne, siltamaisema tai sillan rakenteelliset tekijät tätä puoltavat eivätkä kustannukset nouse kohtuuttomasti. Erityisesti asutuksen lähellä ym. näkyvissä kohteissa on myös putkisiltojen koko ja muoto valittava maisematekijät huomioon ottaen.

Haittojen ja vahinkojen arvioinnissa otetaan huomioon tulvan tai padotuksen peittämä maa-ala, tulvan kesto-aika, todennäköinen toistuvuus (yleensä kerran 20 vuodessa) ja rahalliset tai muut tulvasta syntyvät menetykset.

Silta-aukon määrittäminen perustuu valuma-alueen suuruuteen, minkä lisäksi otetaan huomioon siltapaikan kaltevuus- ja korkeussuhteet eli maastoluokka. Maastoluokkia on kolme seuraavasti:

Maastoluokka I: Maasto on tasaista ja siltapaikan yläjuoksulla uomaan liittyy alavia viljelysmaita. Sallittu padotus mitoitustilanteessa on 0,03...0,08 m, jolloin putkisillan kaltevuus on yleensä 0,0...0,3 %.

Maastoluokka II: Maasto on loivaa, mutta vedellä on kesäaikanakin havaittava virtaus. Sallittu padotus mitoitustilanteessa on 0,08...0,20 m. Putkisillan kaltevuus on yleensä 0,1...0,5 %.

Maastoluokka III: Maasto on kumpareista tai jokiuoma sijaitsee syväkässä notkossa. Sallittu padotus mitoitustilanteessa on yli 0,15 m. Putkisillan kaltevuus on vähintään 0,4 %.

Taulukko 11. Pyöreän tai lievästi elliptisen putkisillan aukon valinta valuma-alueen suuruuden ja siltapaikan maastoluokan funktiona. Järvisyysprosentti on = 0. Jos mitoitustilanteessa uoman vesisyvyys on alle 60 % putken halkaisijasta, pyöreä putki korvataan yleensä kahdella tai yhdellä elliptisellä matalarakenteisella putkella.

Valuma-alueen koko (km ²)			Pyöreän tai elliptisen teräsaaltolevyputken sisähalkaisija (mm)
Maastoluokka I: alava	Maastoluokka II: loiva	Maastoluokka III: kumpareinen	
7...10	10...14	15...20	2000
10...13	14...19	20...29	2300
13...17	19...27	29...40	2600
17...23	27...36	40...55	2900
23...30	36...47	55...71	3200
30...38	47...60	71...90	3500
38...48	60...75	90...115	3800
48...58	75...92	115...140	4100
58...70	92...110	140...165	4400
70...83	110...130	165...200	4700
83...98	130...155	200...235	5000
98...115	155...180	235...270	5300
115...130	180...210	270...310	5600
130...150	210...240	310...340	5900

Kun valuma-alueen suuruus ja siltapaikan maastoluokka on määritelty, saadaan taulukosta 11 pyöreiden tai elliptisten putkien ohjekoot. Saatavissa olevien putkien nimellismittat voivat poiketa taulukon mitoista, mutta tällöin valitaan se koko, joka on lähinnä taulukon osoittamaa mitta.

Erytisen syöpymäältätiissa vesiuomissa (vanha uoma syöpynyt) saattaa suurempikin putkikoko tulla kysymykseen virtausnopeuden pienentämiseksi. Vertailu suoritetaan geoteknisen selvityksen perusteella.

Uoman ollessa niin laakea, että pyöreän putken täyttöaste jää alle 55...60 % halkaisijasta, putki on padotuksen pienentämiseksi edullista korvata kahdella rinnakkaisella tai yhdellä elliptisellä matalarakenteisellä putkella. Nämä vaihtoehdot on selvitettävä myös suunnittelukohteen sijaitessa tasaisessa maastossa, jossa tien tasausviivaa jouduttaisiin sillan vuoksi nostamaan enemmän kuin 0,2 m.

Kaksoisputken tarpeellinen halkaisija on n. 70...80 % taulukon 11 mukaisesta yksittäisputken halkaisijasta. Matalarakenteisen putken koko puolestaan valitaan siten, että sen poikkileikkausala on n. 10...20 % pienempi kuin taulukon 11 mukaisen pyöreän putken.

Putkisillan aiheuttama padotus lasketaan kohdan 5.4.6 kaavan 6 mukaisesti. Padotuslaskelma tarvitaan taulukon 11 täydennyksenä etenkin silloin, kun putken täyttöaste on mitoitustilanteessa pienehkö. Jääpadot ja jäiden lähtö eivät yleensä aiheuta lisäselvitystarvetta.

Putkisillan pohja sijoitetaan vesiuomaan pohjan tasoon tai sitä 0,0...0,8 m alemmaksi silloin, kun tämä on tarpeen padotuksen pienentämiseksi tai tien tasausviivan vuoksi. Huomioon on otettava myös vesistön mahdollinen perkaus, joka saattaa osaltaan pienentää padotusta.

Suorakaiteen muotoisen silta-aukon leveys määritetään myös siten, että padotus ei muodostu keväällä liian haitalliseksi. Pienten siltojen (vapaa-aukko 6 m) vähimmäisleveytenä pidetään samaa mitta, joka taulukon 11 mukaan tarvitaan pyöreän putken sisähalkaisijaksi. Tämä riittää hydraulisesti, mutta lisäksi on selvitettävä, onko muiden syiden, kuten vesistön käytön tai maisematekijöiden vuoksi edullista suurentaa aukkoa.

Suorakaiteen muotoisen silta-aukonkorkeus määritetään siten, että jäiden lähtö ei aiheuta sillalle haitallista lisäkuormitusta. Tämän takia tulee sillan päällysrakenteen alapinnan sijaita tason HW_{20} yläpuolella. Jos uomassa on olennaista soutu liikennettä, vapaan korkeuden tulisi sekä suorakaiteenmuotoisilla että putkisilloilla ulottua tasoon $HW_{20} + 0,5$ m, jolloin hankkeeseen tarvitaan yleensä vesioikeuden lupa.

Jos valuma-alueen järvisyysprosentti (järvipinnan osuus koko valuma-alueesta) on suurempi kuin 1 %, tällä on huomattava vaikutus sulamisvirtaamiin. Mitoitusvirtaama ja tarvittava silta-aukko pienentyvät ja tiettyä putkikokoa vastaava valuma-alue suurentuu. Taulukon 10 mukaisia valuma-alueita suurennetaan järvisyysprosentista riippuvalla kertoimella k_F , joka esitetään taulukossa 12.

Taulukko 12. Tiettyä putkikokoa vastaavan valuma-alueen suurennuskertoimen järvisyysprosentin funktiona. Väliarvot interpoloidaan suoraviivaisesti.

Järvisyysprosentti (%)	Kerroin k_F
1	1,0
5	1,4
10	2,4
15	3,4
20	4,4

Jos valuma-alueesta vähintään 20 % on metsäoijitusta tai vähintään 50 % on peltoa tai alue sijaitsee Pohjois-Suomessa, saattaa putken suurentaminen taulukon 11 mukaisesta koosta olla tarpeen. Mitoitus tehdään mitoitusvirtaaman (kohta 3.5) ja sallittujen padotusten arvioinnin avulla (kohta 5.4.6).

Esimerkki 6

Valuma-alueen suuruus on 74 km² ja järvisyysprosentti on 4. Kuinka suuri aaltolevyputki tarvitaan, jos silta paikan maastoluokaksi arvioidaan = II?

Taulukosta 7 saadaan interpoloiden järvisyysprosenttia 4 vastaavaksi suurennuskertoimeksi $k_F = 1,3$. Taulukko 12 antaa II maastoluokassa mm. seuraavat valuma-alueet:

Valuma-alue, km ²	Putken halkaisija, mm
1,3 · (27 ... 36) = 35 ... 47	2900
1,3 · (36 ... 47) = 47 ... 61	3200
1,3 · (47 ... 60) = 61 ... 78	3500

Valuma-alueelle, 74 km², riittävä putkikoko on d = 3500 mm. Tien korkeussijainnin ym. olosuhdetekijöiden nojalla tutkitaan lisäksi matalarakenteisen tai kahden rinnakkaisrummun käyttötarvetta.

Esimerkki 7

Lähtötiedot:

Keski-Suomessa sijaitsevan laskuojan valuma-alue siltapaikalla on 54 km². Alueen järvisuusprosentti = 0, pellon osuus on n. 30 %, metsäojitusta on alle 10 %. Siltapaikan yläpuolinen maasto on loivaa (maastoluokka II).

Laskuojan mitoitus on seuraava:

- uoman pohjan leveys 3,0 m
- ojaluisien kaltevuus 1:2
- pohjan pituuskaltevuus J = 0,2 % = 0,002.

TEHTÄVÄ 1. Mikä on laskuojan ylittävän putkisillan hydraulisesti riittävä mitoitus, kun putki perustetaan uoman pohjantasoon?

Ratkaisu:

Ohjeen taulukon 11 mukaan on valuma-aluetta 54 km² ja maastoluokkaa II vastaava pyöreän putken halkaisija d = 3500 mm. Pyöreän putken sijasta voidaan käyttää elliptistä matalarakenteista putkea, jonka poikkileikkausala on n. 10...20 % pienempi kuin pyöreän putken, tai kahta rinnakkaisputkea, joiden halkaisija on n. 70 % yksittäisputken halkaisijasta. Putkivaihtoehtoiksi saadaan alustavasti

Pyöreä putki d = 3500 mm, poikkileikkausala 9,62 m².

Elliptinen matalarakenteinen putki esim. B/H = 4090/2570 mm, poikkileikkausala 8,30 m².

2 x d = 2500 mm, poikkileikkausala 2 x 4,91 = 9,82 m².

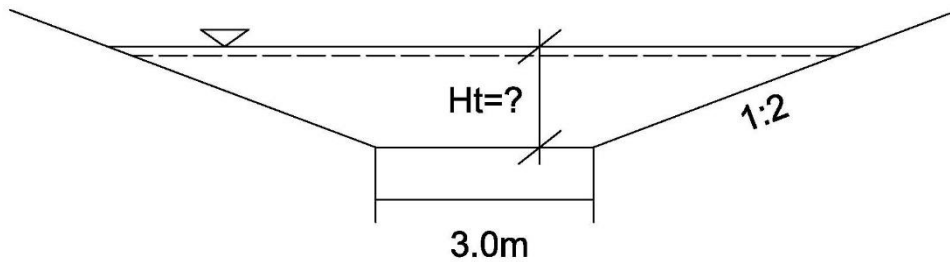
Tarkistuslaskelmat:

Tarkistetaan putkivaihtoehtojen mitoitus laskemalla mitoitusvirtaamalla putken täyttöaste ja syntyvä p-adotus.

Lumen sulamisesta aiheutuva mitoitusvirtaama, kun toistumisaika on 20 vuotta, saadaan kohdan 3.5 mukaan:

$$\begin{aligned}
 Q &= k_J \cdot k_M \cdot k_P \cdot F \cdot H_q \\
 &= 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 54 \cdot 205 \\
 &= 11\,070 \frac{l}{s} = 11,1 \frac{m^3}{s}
 \end{aligned}$$

Veden syvyys laskuojassa mitoitusvirtaaman aikana:



Kuva 28. Veden syvyys H_t määritetään kokeilemalla kohdan 4.2.1 kaavalla.

$$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}}{n}$$

Kun maaperä on savea, otetaan hankauskertoimen n arvoksi 0,030.

Arvolla $H_t = 1,41$ m saadaan virtaamaksi

$$Q = \frac{8,2 \cdot 0,88^{\frac{2}{3}} \cdot 0,002^{\frac{1}{2}}}{0,030} = 11,2 \frac{m^3}{s}$$

$$H_t = 1,41 \text{ m}$$

Putken täyttöasteeksi vaihtoehdossa 1 tulee $1,41 / 3,50 = 40\%$, joten pyöreä yksittäisputki ei lopullisesti tule kysymykseen. Myös vaihtoehdoissa 2 ja 3 täyttöaste jää mitoitustilanteessa alhaiseksi (n. 55%), joten syntyvä padotus on syytä tarkistaa laskelmin.

Padotus

Padotus lasketaan kokeilemalla kohdan 5.4.6 kaavalla

$$h = D \cdot \frac{1}{2g} \left[\left(\frac{Q}{k \cdot Ar} \right)^2 - \left(\frac{Q}{Au} \right)^2 \right]$$

Koe a)

Maastoluokassa II on suurin sallittu padotus 0,08...0,20 m. Otaksumalla putken padotuksen arvoksi 0,15 m, jolloin uoman vedensyvyys $H_t + h = 1,41 + 0,15 = 1,56$ m, antaa yllä oleva kaava padotuksen h arvoiksi eri putkivaihtoehdoille seuraavat:

2: $h = 0,13$ m → lähtöotaksuma liian suuri

3: $h = 0,18$ m → lähtöotaksuma liian pieni

Koe b)

Otaksumaan padotukseksi eri vaihtoehdoille

2: $h = 0,12$ m

3: $h = 0,20$ m.

Padotuskaava antaa tulokseksi

2: $h = 0,13 \text{ m}$

3: $h = 0,20 \text{ m}$.

Kummankin tarkastellun vaihtoehdon padotukset pysyvät sallituissa rajoissa ($h = 0,13 \text{ m}$ ja $h = 0,20 \text{ m}$), joskin vaihtoehdon 3 padotus on aivan sallitun ylärajalla. Jos näin suurta padotusta ei voida sallia, tulee putken kokoa suurentaa.

Valinta hydraulisesti samanarvoisten (padotus sama) putkivaihtoehtojen välillä tehdään rakennuskustannusten perusteella ottaen huomioon myös vaikutukset tien tasausviivaan, ulkonäön yms. tekijät.

Tässä esimerkkitapauksessa pyöreän yksittäisputken $d = 3500 \text{ mm}$ padotukseksi tulee $n. 0,8 \text{ m}$, jos putken pohja on uoman pohjan tasossa, ja $n. 0,3 \text{ m}$, jos putken pohja asennetaan $0,8 \text{ m}$ uoman pohjan alapuolelle. Syynä sallittua tuntuvasti suurempiin padotuksiin on laakeasta uomasta aiheutuva alhainen täyttöaste. Pyöreä yksittäisputki tulee kysymykseen lähinnä verrattain syvässä uomassa.

Tarkistus voidaan tehdä myös siten, että määritetään tiettyä padotusta vastaava putken virtausalan vaadittava koko A_r . Laskelmat tehdään kokeilemalla padotuskaavan avulla.

Jos esim. sallituksi padotukseksi otetaan maastoluokan II alaraja $h = 0,08 \text{ m}$ ($\rightarrow H_t+p = 1,41 + 0,08 = 1,49 \text{ m}$, $\rightarrow A_u = 8,9 \text{ m}^2$), on vaadittava virtausala $A_r = 6,20 \text{ m}^2$. Tätä vastaavat siltavaihtoehdot ovat esim.

kaksoisputki $2 \times d = 2800 \text{ mm}$
($A_r = 2 \times 3,11 = 6,21 \text{ m}^2$)

elliptinen matalarakenteinen putki $B/H = 5050$
 $\text{mm}/3100 \text{ mm}$ ($A_r = 6,30 \text{ m}^2$)

silta, vapaan aukon leveys
 $6,20 \text{ m}^2 / 1,41 \text{ m} = 4,4 \text{ m}$.

Jos sallituksi padotukseksi otetaan maastoluokan II yläraja $h = 0,20 \text{ m}$ ($H_t+p = 1,41 + 0,20 = 1,61 \text{ m}$, $\rightarrow A_u = 10,0 \text{ m}^2$), on vaadittava virtausala $A_r = 5,20 \text{ m}^2$. Tätä vastaavat siltavaihtoehdot ovat esim.

kaksoisputki $2 \times d = 2300 \text{ mm}$
($A_r = 2 \times 2,67 = 5,34 \text{ m}^2$)

matalarakenteinen putki $B/H = 4090/2570 \text{ mm}$
($A_r = 2,24 \text{ m}^2$, = edellä tarkasteltu vaihtoehto 3)

silta, vapaan aukon leveys

$$\frac{5,20}{1,41} = 3,7 \text{ m}.$$

TEHTÄVÄ 2. Mikä on edellisen kohdan putkivaihtoehtojen 2 ja 3 padotus, jos putki asennetaan siten, että putken pohja on $0,2 \text{ m}$ uoman pohjan alapuolella?

Ratkaisu:

Kun putken pohja sijoitetaan jonkin verran uoman pohjan alapuolelle, putken virtausala kasvaa ja padotus pienenee. Vaihtoehdossa 2 ($2 \times d = 2500 \text{ mm}$) virtausalaksi tulee $A_r = 2 \times 3,16 = 6,32 \text{ m}^2$ ja vaihtoehdossa 3 ($B/H = 4060/2570 \text{ mm}$) $A_r = 5,52 \text{ m}^2$. Padotuskaavalla kokeilemalla saadaan padotuksen arvoiksi seuraavat:

- vaihtoehto 2: $h = 0,07 \text{ m}$
- vaihtoehto 3: $h = 0,15 \text{ m}$.

Verrattuna tilanteeseen, jossa putken pohja on uoman pohjan tasossa, padotus pienenee vaihtoehdon 2 tapauksessa 0,06 m ja vaihtoehdon 3 tapauksessa 0,05 m. Asennussyvyydellä on siten tuntuva vaikutus padotuksen suuruuteen etenkin silloin, kun putken täyttöaste on pienehkö.

Esimerkki 8

Lähtötiedot

Vanha painorajoitettu puusilta korvataan teräsputkisillalla.

Silta sijaitsee Etelä-Suomessa. Valuma-alue on n. 8,5 m², josta pellon osuus on hieman yli 50 %. Alueen järvisyysprosentti on n. 3. Välittömästi sillan yläpuolella on alavaa peltoa.

Nykyinen laskuoja on hyvässä kunnossa, sen luiskat ovat suhteellisen tasaiset ja ruohottuneet. Uuden sillan suunnittelu voidaan tehdä nykytilanteen pohjalta.

Tientasaus viiva on sillan kohdalla lähes vaakasuora. Siltaa uusittaessa tulisi tasausviiva mieluummin säilyttää entisellään tai korottaa enintään 0,3 m.

TEHTÄVÄ

Mitkä ovat siltavaihtoehdot, kun uoma säilyy entisellään?

Ratkaisu

Putkivaihtoehdoiksi saadaan kohdan 5.5 ja taulukon 12 mukaan (maastoluokka I) alustavasti seuraavat

Pyöreä putki $d = 2000$ mm
($A = 3,14$ m²)

Kaksoisputki $2 \times d = 1400$ mm
($A = 2 \times 1,54 = 3,08$ m²)

Elliptinen matalarakenteinen putki esim. $B/H = 2210/1610$ mm
($A = 2,90$ m²)

Perustamissyvyys: Nykyisen ojanpohjan korkeus sillan kohdalla on +21,2 eli muuta ojanpohjaa korkeammalla. Jotta ojanpohjan myöhempi ruoppaus olisi mahdollista, tulee putken pohja sijoittaa tätä alemmaksi, korkeustasoon n. +20,8. Tällöin ojan pohja sillan yläpuolella voidaan perata n. 0,05 % kaltevuuteen. Sillan uusimisen yhteydessä laskuojaan ei kuitenkaan perata, joten jonkin ajan kuluttua uoma liettyy sillan kohdalla entiselleen eli n. tasoon +21,2. Tämä pienentää putken virtausalaa, joten se on padotusta laskettaessa otettava huomioon.

Tarkistuslaskelmat

$$Q = k_j \cdot k_M \cdot k_P \cdot F \cdot H_q$$

$$= 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 8,5 \cdot 270 = 2,1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

Veden syvyys H_t (vedenpinnan korkeus HW) mitoitusvirtaaman aikana sillan kohdalla (pl 0 + 00):

- uoman pohjan korkeus: +21,2
- uoman pohjan keskimääräinen pituuskaltevuus: $J = 0,00045$
- arvioitu hankauskerroin: $n = 0,050$.

Otaksumalla, että $H_t = 1,40$ m, saadaan virtaamaksi kaavalla

$$Q = \frac{A \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot J^{\frac{1}{2}}}{n} = \frac{6,0 \cdot 0,76^{\frac{2}{3}} \cdot 0,00045^{\frac{1}{2}}}{0,050} = 2,1 \frac{\text{m}^3}{\text{s}}$$

→ $H_t = 1,4$ m ja $HW = +22,6$.

Täyttöasteeksi putkelle $d = 2000$ mm tulee $1,4/2,0 = 70$ %, joten pyöreäkin putki tulee kysymykseen.

Suunnittelun alussa kannattaa tiedustella ELY:stä, minkälaista vanhaa uomaa koskevaa tietoa siltä on saatavissa. Näitä voivat olla esim. valuma-alue, virtaamat, HW, vanhan uoman aikoinaan tehty perkausmitoitus (pohjan korkeus ja kaltevuus siltapaikalla, uoman poikkileikkaus) sekä mahdolliset uomaa koskevat, laaditut tai tekeillä olevat suunnitelmat ja niiden toteuttamisaika jne.

Padotus

Maastoluokassa I suurin padotus on 0,08 m. Tällöin $H_t + p = 1,40 + 0,08 = 1,48$ m ja $A_u = 6,6$ m², Padotuskavalla kokeilemalla voidaan todeta, että virtausalan A_r tulee olla n. 2,15 m², jotta padotus ei ylittäisi 0,08 m. Jokainen edellä mainituista putkivaihtoehdoista täyttää tämän ehdon.

Putkivaihtoehtojen padotukseksi saadaan

oletus $h = 0,05$ m →

$$\rightarrow h = 0,72 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} \left[\left(\frac{2,1}{0,70 \cdot 2,53} \right)^2 - \left(\frac{2,1}{6,4} \right)^2 \right]$$

$$= 0,05 \text{ m}$$

oletus $h = 0,04$ m →

$$\rightarrow h = 0,71 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} \left[\left(\frac{2,1}{0,70 \cdot 2,59} \right)^2 - \left(\frac{2,1}{6,3} \right)^2 \right]$$

$$= 0,04 \text{ m}$$

oletus $h = 0,08$ m →

$$\rightarrow h = 0,77 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} \left[\left(\frac{2,1}{0,67 \cdot 2,16} \right)^2 - \left(\frac{2,1}{6,6} \right)^2 \right]$$

$$= 0,08 \text{ m}$$

Kaikkien putkivaihtoehtojen padotus pysyy sallituissa rajoissa, joskin vaihtoehdossa 3 padotus on sallitun ylärajalla (putken upottaminen pienentää virtausalaa tuntuvasti). Tien tasausviiva ei aseta rajoituksia putkitypin valinnalle, joten valinta tehdään lähinnä rakennuskustannusten ja ulkonäön mukaan.

5.8 Luonnonvaraisten eläinten huomioon ottaminen rumpujen sijoitusta ja rumpuaukkojen kokoa määritettäessä

5.8.1 Yleistä

Eläinten kulkujärjestelyt suunnitellaan tie- tai ratasuunnitelman yhteydessä ensisijaisesti silloin, kun yleissuunnitelmassa tai esisuunnittelussa on havaittu tarve eläinten liikkumisen sekä kulkureittien turvaamiselle ja pitää pyrkiä estämään eläinten joutuminen rakennettavalle tielle tai radalle. Tie- tai ratasuunnitelmassa osoitetaan toimenpiteet, joilla uuden väylälinjan tai parantamisen aiheuttamat haitalliset vaikutukset eläimistöille saadaan mahdollisimman pieniksi. Eläinten liikkumista voidaan helpottaa vain maaeläimille tai vesieläimille tarkoitetuilla ratkaisulla tai kulkujärjestelyillä, jotka soveltuvat kummallekin eläinryhmälle.

Eläimistöselvityksen kautta saadaan kokonaiskuva hanketta ympäröivän alueen luonnosta ja eläimistöä sekä voidaan määrittää paikat, joihin eläimistön liikkumista edistäviä rakenteita tarvitaan.

5.8.2 Luonnonvaraisten eläinten kulkujärjestelyt väyläalueen poikki

Liian suuri virtausnopeus voidaan korjata jälkikäteen mm. sijoittamalla rummun pohjalle virtausta hidastavia rakenteita. Vastaanottavan puronuoman vedenpintaa voidaan nostaa sijoittamalla pohjapatoja rummun alapuolelle. Alimitoitettu rumpu saattaa estää pienuudellaan myös joidenkin vedenpintaa pitkin lentämällä suunnistavien selkärangattomien hyönteisten vaellusmuuton ja eksyttää ne reitiltään rummun kohdalla.

Mikäli varsinaista siltaa ei voida rakentaa, tulee virtausnopeuden rummussa olla tulva-aikanakin sovellettu alkuperäisiin vallinneisiin virtausnopeuksiin, ja vesisyvyys on oltava riittävä alivirtaamakausiinkin. Eri kalalajeilla on erilaisia vaatimuksia veden syvyyden suhteen (lohi 30 cm, taimen 10...15 cm). Hyvä yleissääntö on, että syvyys ei koskaan saisi alittaa 20 senttimetriä eikä virtausnopeus ylittäisi 0,8 m/s.

Mitä pidempi rumpu on, sitä avarampi sen tulee olla ja sitä vähäisempi virtaus rummussa. Tavallisin syy vaellusesteelle on rummun purkuaukon sijoitus liian korkealle puron pohjaan verrattuna, jolloin syntyy ylitsepääsemätön putous. Rummun alaosan ja vastaanottavan vesistön välille ei saa syntyä putousta, sillä jo 5...10 cm pudotus saattaa aiheuttaa esteen kalojen nousulle vähän veden aikaan. Rumpu tulee kaivaa uoman pohjaan ja täyttää kivimateriaalilla alkuperäisen puron pohjan tasoon saakka.

Umpipohjainen rumpu on huonoin vaihtoehto eläinten tärkeillä kulkureiteillä. Pyörörumpujen sijasta kannattaa rakennusvaiheessa valita varsinainen silta tai levyrakenteinen holvisilta, jossa luonnollinen maapohja säilyy. Tällöin vaellusesteongelma vältetään lähes aina, ja avarammilla luonnonmukaisilla siltarakenteilla saattaa olla jopa eläimistön viihtyvyyttä lisääviä vaikutuksia. Kun eliöstön kulkuun halutaan kiinnittää erityistä huomiota, kannattaa rumpujen sijasta suosia siltoja. Silta-aukon pohja voidaan rakentaa luonnonmateriaalista ja siten edesauttaa eläinten liikkumista.

On varmistettava, ettei uoma pääse syöpymään rummun alapäässä virtausnopeuteen nähden liian hienojakoisen pohjan takia. Syöpymisestä aiheutuva putous estää kalojen ja pohjaeläinten nousun rumpuun.

Nykyisille teille ja radoille voidaan parantamishankkeiden yhteydessä tehdä eläimistön liikkumista helpottavia rakenteita, esimerkiksi kuivahyllyjä maantie- ja ratarumpuihin. Erityisesti tiesuunnittelun kannalta EU:n luontodirektiivin lajit asettavat sellaisia vaatimuksia, jotka vaikuttavat sitovalla tavalla paitsi uusien teiden linjausvaihtoehtoihin myös olemassa olevien teiden parantamiseen. Erityisen tärkeää on säilyttää alikulun tai rummun lähiympäristö mahdollisimman luonnontilaisena, jolloin rakentamisen jälkeen eläimille tarjoutuu suojainen yhteys rakenteelle, joiden kautta ne voivat siirtyä tien alitse tai ylitse. Vesistösiltojen alustat ja isot maantierummut ovat saukoille tärkeitä viestintäpaikkoja. Liikkuessaan vesistöissä ne jättävät hajumerkkinsä siltojen alla olevalle kuivalle maalle tai kiville.

Vihersiltojen, eläinalikulkujen, vesistösiltojen, pieneläinputkien ja tierumpujen toiminta edellyttää, että ne pidetään kunnossa. Tierummut saattavat ensimmäisinä vuosina liettyä lähes tukkoon, vesistösiltoja puolestaan tukkivat puunrungot ja vihersilta saattaa ääri-ilmastoloosuhteissa jäädä vaille suojaavaa kasvilisuutta. Kaikkia osapuolia tulee ohjata siten, että he tietävät eläimistörakenteiden merkityksen ja hoidon tavoitteet. Yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi suositeltavaa on laatia rakennekohtainen hoitosuunnitelma.

Eläinten huomioon ottamisesta lisää julkaisussa *Eläinten kulkujärjestelyt tiealueen poikki*.

6 Tien syväkuivatuksen suunnittelu

6.1 Yleistä

Syväkuivatuksella tarkoitetaan päällysrakenteen ja alusrakenteen kuivatusta.

Päällysrakenteeseen päässeet vedet poistetaan kantavuuden säilyttämiseksi. Paksun päällysrakenteen alaosa ei kuitenkaan aina kuivateta, sillä kosteus hidastaa roudan etenemistä. Kapillaarisen veden nousun katkaisu ja pohjaveden alentaminen syväkuivatuksella ei ole käytännössä mahdollista savimaalla, silttimoreenilla tai siltillä (julkaisu *Vähäliikenteisten teiden kuivatus, ominaispiirteet ja kunnostaminen*).

Pohjamaata ei yleensä kuivateta. Pohjamaan kuivattamisella voidaan tosin parantaa kantavuutta jonkin verran. Pohjaveden pinnan alentaminen kapillaarisen nousun ja samalla routimisen vähentämiseksi on yleensä tehoton, kallis ja ympäristölle haitallinen keino. Sen sijaan pohjaveden virtauksen katkaisemisella voidaan vähentää routavaurioita.

Maanteissä päällysrakennekerrosten kuivana pysymiseen käytetään seuraavia keinoja:

- Raskaasti kuormitetuilla teillä käytetään paksuja suhteellisen vesitiiviitä päällysteitä.
- Kantava kerros ja sen alapuolinen kerros (jakava tai louhe tai kalliolla irtilouhinta) tehdään materiaalista, jonka hienoaainespitoisuus on niin pieni, että vesi pääsee vajoamaan alaspäin ainakin päällysrakenteen yläosasta. Liika hienoaainespitoisuus tai veden poistumisen estäminen kerryttää kantavaan kerrokseen vettä ja jäätä talvella. Keväällä vettynyt kerros deformatuu ja menettää kantavuuttaan. Rakenteen parantamisessa kantavan kerroksen alla oleva vanha päällyste on tästä syystä poistettava tai rikottava.
- Myös jakavan kerroksen alla tulisi olla vettä johtava kerros, mikäli mahdollista. Alemmista kerroksista veden tulisi päästä vapaasti sivuojiin, salaojaan tai pohjamaahan.
- Paksuissa rakennekerroksissa, kuten louheella tai karkealla hiekalla täytetyssä maalaatikossa, vesi voi virrata osin myös rakenteen alaosissa, kun se tapahtuu hallitusti, eikä aiheuta maapohjan eroosiota tai routimista. Vesi ei pääse imeytymään ylempiin rakennekerroksiin. Hienorakeisella materiaalla täytetyt maalaatikot on kuivatettava salaojin.
- Sivuojat tai salaojat eivät saa syöttää vettä rakennekerroksiin. Aiheutta on käsitelty myös ohjeessa *Tierakenteen suunnittelu*.

Nykyistä tietä parannettaessa tien taseaus voi olla niin matalalla, ettei ojia ole mahdollista purkaa eikä pohjamaan kantavuus riitä taseausnostoon. Tällöin mahdollinen ratkaisu on käyttää lisättäviin rakennekerroksiin sellaista mursketta, jolla on katkaistu käyrä eli hienoainespää on poistettu. Tällainen materiaali kantaa hyvin eikä roudi, vaikka vesipinta nousisikin tierakenteessa.

6.2 Vajovedet

6.2.1 Yleistä

Tierakenteeseen pääsee vajovettä päällysteen halkeamista sekä pientareen ja luiskien läpi.

Vajovesien pääsyä tierakenteeseen ei voida kokonaan estää. Vajovesien määrää voidaan kuitenkin vähentää käyttämällä vesitiivistä luiskatäyttöä silloin, kun syväkuivatus ei perustu sivuojiin. Tämän vuoksi ojia ei pitäisi tehdä tarpeettoman syviksi.

Ajoradan kummallekin puolelle tarvitaan yleensä avo-oja, salaoja tai penkereen luiska, johon vesi pääsee tierakenteesta. Toispuoleinen syväkuivatus riittää kuitenkin usein

- paksussa (> 1 m) routamitoitetussa rakenteessa, kun vesimäärät eivät ole erityisen suuret ja kun alusrakenteen pinta on oikeaan suuntaan kalteva,
- ohuemmassa rakenteessa vedenjakajakohtien lähellä, kun alusrakenteen pinta on oikeaan suuntaan kalteva, ellei paikkaan virtaa vettä leikkausluiskista,

- louherakenteessa.

Tien routamitoituksesta on kerrottu tarkemmin ohjeessa *Tierakenteen suunnittelu*. Uusien ja vanhojen kuivatusrakenteiden liittäminen toisiinsa on esitetty julkaisussa *Rakenteen parantamisen suunnittelu*.

Vajovedet on poistettava kantavuusmitoituksen vaatimista rakennekerroksista. Poikkeuksena riittää 0,5 m kuivatussyvyys, kun kantavuusmitoituksessa otetaan huomioon E-moduuli. Kuivattamattomissa rakennekerroksissa olevan hiekan, soran ja murskeen E-moduuli pienenee 30...50 % normaalista, kerrokset eivät kuitenkaan saa olla veden kyllästämiä. Sen sijaan louheen ja karkean sepelin E-moduulia vesi ei pienennä.

Kun routamitoitus vaatii paksumman rakenteen kuin kantavuusmitoitus, riittää, että kantavuusmitoituksen vaatimat kerrokset kuivatetaan. Routamitoituksen vaatimat lisäkerrokset voidaan riskienarvioinnin tuloksena jättää kuivattamatta. Siirtymäkiilaa ei tarvitse kuivattaa pohjaan asti, kun

- siirtymäkiila tulee maalaatikon yläpään,
- kiila tulee penkereelle,
- kiila tulee rumpujen ja johtojen kohdalle.

Poikkileikkauksen kuivatussyvyyden alapuolelle jäävistä kerroksista vesi poistuu vähitellen tien pituussuunnassa tai pohjamaahan imeytymällä, kun pohjamaan hienoainespitoisuus on alle 50 %. Imeytys ei onnistu, jos pohjavesi on korkealla. Jos tien tai radan vettä pidättävä leikkauspohja viettää kohti suojattavaa pohjavesialuetta, on suojaamattomalta alueelta kulkeutuvien vajovesien imeytyminen pohjaveteen estetävä esim. patoamalla ja johtamalla vedet suojausalueen ulkopuolelle.

Maalaatikkorakenteissa on kuitenkin usein vaarana, että päällysrakenteen alaosaan kertyy haitallisen suuria vesimääriä. Kun avo-ojan pohja on päällysrakenteen pohjan yläpuolella, on estettävä veden virtaus ojasta luiskan läpi tierakenteeseen hienoainespitoisella luiskatäytteellä. Louhetäytteen maalaatikon kohdalla luiskatäytteen variseminen louheeseen veden mukana on estettävä suodatinkankaalla.

6.2.2 Sivuojan ja salaojan syvyys

Kun loivaluiskaisen tien syväkuivatus hoidetaan sivuojilla, ojassa pitkäaikaisesti oleva vesimäärä otetaan huomioon seuraavasti:

1. vedenjakajapaikoilla ja siitä 200 m matkalla ojan pohja voi olla kuivatettavien kerrosten tasossa.
2. yli 300 m etäisyydellä vedenjakajapaikasta ojan pohja on tavallisesti 0,2 m kuivatettavien kerrosten alapuolella.
3. jos ojassa on melkein jatkuvasti enemmän kuin 0,2 m vettä, ojasta tehdään vesikerroksen paksuuden verran syvempi.

Ojan pohjaan ei tarvitse tehdä ylimääräisiä taitepisteitä em. luettelon perusteella, vaan luettelon arvoja sovelletaan ohjeellisina tavanomaisia taitepisteitä suunniteltaessa.

Sivuojarummut tai veden johtaminen pituussuunnassa tai tieympäristö kuivatus voi vaatia syvemmän sivuojan.

Jyrkkäluiskaisilla luiskakaltevuudeltaan yli 1:2 teillä ojaan tulisi jättää liettymisvaraa. Salaojan pohja tulee vähintään 0,2 m kuivatussyvyyttä alemmas lukuun ottamatta siirtymäkiiloja, joissa kuivatussyvyys harkitaan tapauskohtaisesti.

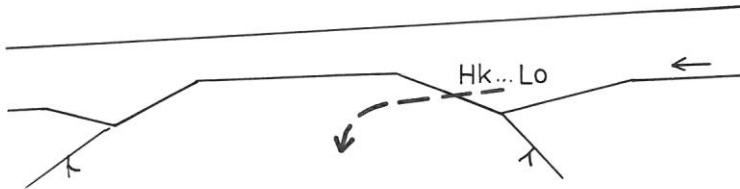
Paksujen tierakenteiden (maalaatikoiden) kuivatussyvyyttä on käsitelty kuvassa 29.

Ohjeessa *Tierakenteen suunnittelu* on todettu, miten kuivatussyvyys vaikuttaa rakennekerros materiaalien E-moduuleihin. Edellä mainitussa ohjeessa on myös määritelty, kuinka tiheästi vesitiiviiseen luiskatäyttöön on tehtävä purkuaukko päällysrakenteesta tai pengerrakenteesta purkautuvalle vedelle.

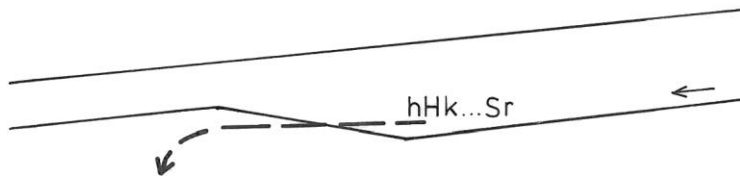
Vedenjakajakohdalla ja varsinkin pienipiirteisessä maastossa, jossa vedenjakajakohdan jatkeena on selvästi viettävä osuus, ojan syvyydeksi riittää 0,40 m tien reunasta.

Rinteestä valuvan pohjaveden reitti tierakenteeseen katkaistaan syväsalaojalla.

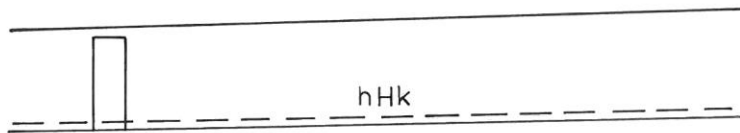
1. Kalliioleikkauksen yläpään siirtymäkiila



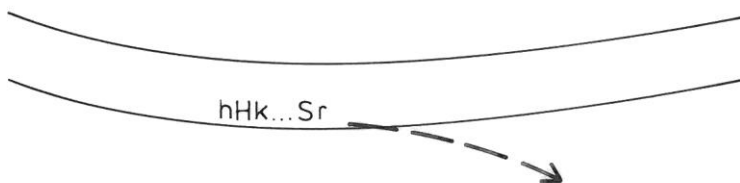
2. Maalaatikon alapää, kun vettä voi kertyä pitkältä matkalta



3. Hieno hiekka maalaatikossa



4. Vettä keräävä notko



Kuva 29. Routamitoituksen vuoksi paksunnettu rakenne kuivatetaan pohjaan asti vettä keräävissä paikoissa. Kalliioleikkauksen yläpään kiilassa vesi voi kerätä lietettä tai aiheuttaa suuren routanousun kiilan vieressä. Muissa tapauksissa suuri vesimäärä voi aiheuttaa kantavuusongelmia. Jos pohjamaan hienoainespitoisuus on alle 20 %, vesi imeytyy riittävän nopeasti pohjamaahan, eikä salaojaa tarvita.

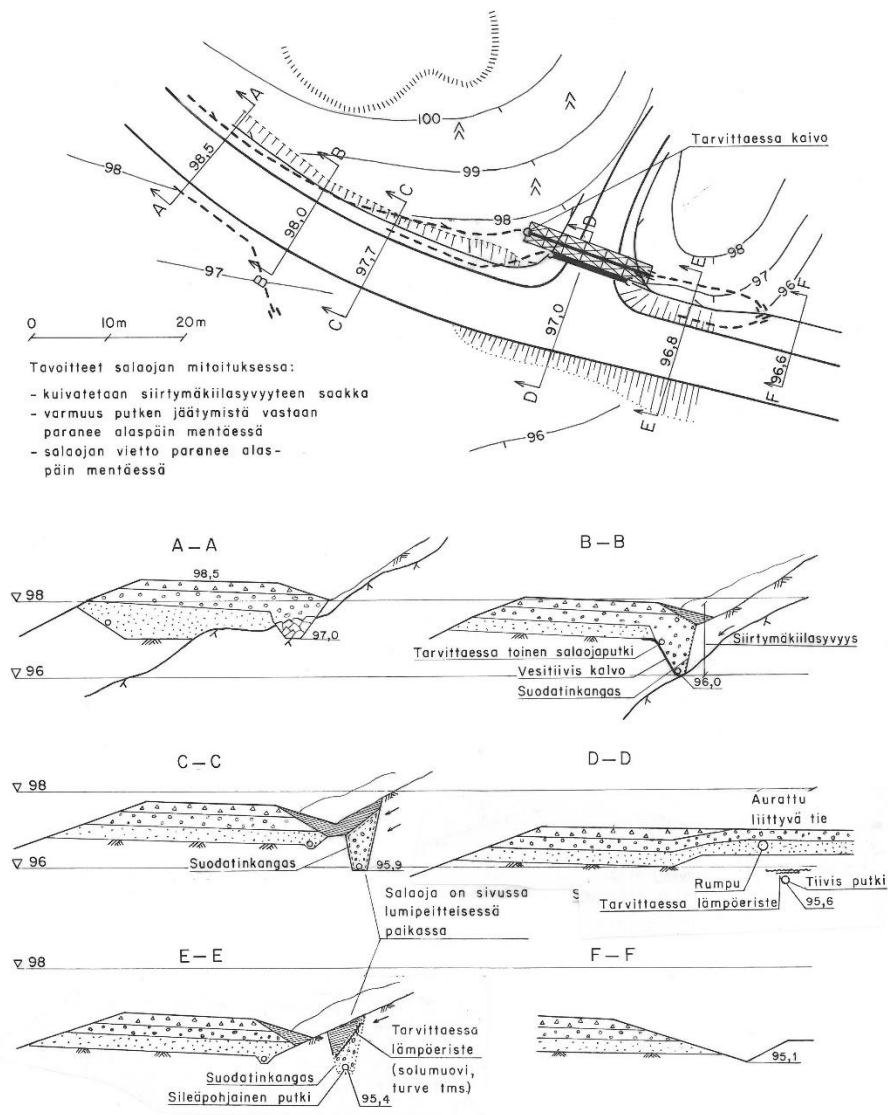
6.3 Pohjavedet

Pohjaveteen on syväkuivatuksella puututtava seuraavissa tapauksissa:

- pohjavettä virtaa tierakenteen alle,
- pohjaveden pinta on liian lähellä tasausviivaa.

Pohjaveden virtaukset saattavat aiheuttaa paikallisia routavaurioita, leikkausluiskien syöpmistä ja liiallista paannejään muodostumista. Haitallista pohjaveden virtausta esiintyy useimmin poikkisuuntaisena varsinkin sivukaltevaan maastoon tehdyissä leikkauksissa sekä pituussuuntaisena alikulkujen ym. leikkauksissa, kun tien pituuskaltevuus on suuri. Poikkisuuntaiset virtaukset katkaistaan tien sivuun tehdyllä salaajalla tai salaajilla, joita pitkin vedet johdetaan pois. Pituussuuntaiset virtaukset ohjataan tien sivuun kaltevilla hyvin vettä läpäisevillä rakennekerroksilla ja tästä edelleen sala- ja suoto-ajalla.

Jos ongelmana ovat routavaurioita aiheuttavat syvällä virtaavat pohjavedet, kuivatussyvyytenä on tavallisesti siirtymäkiilasyvyys tien pinnasta. Pienempi kuivatussyvyys riittää, jos pohjamaassa on vesitiivis maakerros tai ehjä kallio, jonka alapuolella virtausta ei esiinny. Kuivatusjärjestelmää ei myöskään sijoiteta niin alas, ettei vesiä kyetä johtamaan pois. Jos riittävän luotettavaa kuivatusta ei saada taloudellisesti aikaan, on routavauriot torjuttava maalaatikkoo tai lämpöeristeitä käyttäen. Myös tasausviivan nostamista voidaan harkita.



Kuva 30. Pohjavesivirtauksen katkaiseminen sivukaltevassa maastossa

Jos maaleikkauksen luiskasta purkautuva pohjavesi aiheuttaa luiskan eroosiota, käytetään vettä keräävää salaojaa kuvan 31 mukaisesti tai tehdään luiskaan riittävä eroosiosuojaus. Jos kallioleikkauksen halkeamista vuotaa runsaasti vettä kallioleikkaukseen, sivuojiin syntyy helposti paannejää. Jos tiedetään, että kallioleikkauksen päältä virtaa vettä tielle, kallioleikkausta voidaan levittää tai ojaa muuten syventää niin, että jää mahtuu.



Kuva 31. Luiskasalaoja, joilla torjutaan luiskien syöpymistä.

Alusrakenteen routimista ei yleensä voida vähentää pohjaveden pinnan alentamisella. Vain silloin, kun pohjaveden pinnan vaihtelut syksystä talveen ovat erityisen suuret, pohjaveden pinnan laskemisesta saattaa olla hyötyä. Tällöin kuivatussyvyuden pitäisi olla siirtymäkiilasyvyys + 1 m. Päinvastainen tapaus on silloin, kun järvi tai suo toimii lämpövarastona ja pitää pohjaveden pinnan vakaana. Tällöin alusrakenteen jäätyminen ja routiminen saattaa estyä kokonaan, jos pohjavesi ulottuu paksun päällyrakenteen alaosaan joka syksy ja talvi.

6.4 Ojatyypin valinta

Kuivatussyvyydestä ja muista olosuhteista riippuu, hoidetaanko syväkuivatus avo-ojin vai suoto- tai sala-ojin.

Kallioleikkauksissa syväkuivatus hoidetaan irtilouhinnalla tehdyllä suoto-ojalla, pitkissä, yli 500 m, leikkauksissa tarvittaessa salaojalla. Kallioleikkausten suoto-ojat tehdään sisäluiskan alle tai kapeassa kallioleikkauksessa (sisä- ja ulkoluiskan yhteisleveys 3 m) vaihtoehtoisesti pystyn (7:1) leikkausluiskan jatkeeksi louhinnan helpottamiseksi. Myös syvälle kallioon porattua salaojaa tai viemäriä voidaan käyttää.

Syvissä maaleikkauksissa käytetään tavallisesti leikkausmassojen vähentämiseksi salaojaa. Matalissa maaleikkauksissa vajovesien keräämiseen voidaan käyttää avo-ojaa tai suoto-ojaa. Valinnassa on otettava huomioon seuraavat seikat:

- Tavallisimmat ojasyvyydet vajovesien keräämisessä ovat 0,8...1,0 m tasausviivasta, paksuissa rakenteissa tätä syvempi.
- Jos ympäristön kuivatus tai pintavesien johtaminen vaatii syvän avo-ojan, ojaa voidaan käyttää myös tierakenteen kuivatukseen.
- Pehmeiköillä ja tasaisella alueella salaojien suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapito on vaativaa. Painuma-altiissa rakenteissa sivuojasta saadaan toimivampi kuin salaojasta. Sen sijaan pituuskaltevassa paikassa varsinkin lyhyet suoto- ja salaojat on helppo saada hyvin toimivaksi.
- Syvä jyrkkäluiskainen avo-oja pengerluiskan juuressa on suistuvalla ajoneuvolle vaarallinen. Tämä on otettava huomioon erityisesti suistumisaltiissa tienkohdissa ja teillä, joilla käytetään suuria nopeuksia.
- Routamitoitetussa rakenteessa salaojalla on helpompi toteuttaa oikea kuivatussyvyys.
- Avo-ojat tarvitsevat enemmän tiealuetta kuin sala- tai suoto-ojat. Tästä syystä rakennetussa ympäristössä on joskus tarpeen toteuttaa avo-ojien sijasta hulevesiputkiin perustuva järjestely.
- Syvä avo-oja on yleensä epäesteettinen eikä välttämättä sovi ympäröivään alueeseen.
- Miten avo-ojan syvyys vaikuttaa liittymien ja rumpujen suunnitteluun.

Pitkissä syvissä leikkauksissa ja pohjavedenpinnan alapuolelle ulottuvissa leikkauksissa joudutaan tierakenteeseen aina yleensä kuivattamaan salaojilla. Jos kuivattaminen ei ole mahdollista esimerkiksi vieressä olevan järven tai suon takia, tien veden alle jäävä rakenne tehdään louheesta.

Myös sadevesiviemärointiin perustuvissa ratkaisuissa pintavesiä johdetaan avo-ojissa (painanteissa) kaivojen kautta sadevesiviemäriin. Pintaveden vaatimien ojien koon ja muodon määrittämiseen vaikuttavat luomitus, näkemävaatimukset ja pituuskaltevuus.

Pohjavesivirtausten katkaisemiseen ja pohjavedenpinnan alentamiseen käytetään salaojia, joita nimitetään syväsalaojiksi erotukseksi tierakenteen vesiä keräävistä salaojista.

Penkereillä vajovedet johdetaan luiskiin. Jos penkereen luiskatäyttö johtaa huonosti vettä, ohje *Tierakenteen suunnittelu* vaatii, että luiskatäyttöön on tehtävä hiekasta poistumistie vedelle 20...100 m välein. Matalilla penkereillä saatetaan toisinaan tarvita samanlaisia ratkaisuja kuin matalissa leikkauksissa.

6.5 Sala- ja suoto-ojat

6.5.1 Sala- ja suoto-ojan rakenne

Sala- ja suoto-ojat ovat maan sisäisiä oja. Viemäristä ne eroavat siinä, että ne keräävät vettä koko pituudeltaan. Sala ja suoto-ojassa on oltava vettä läpäisevä yhteys kuivatettavaan kohteeseen, tavallisesti tierakenteeseen.

Sala- ja suoto-ojan yläpuolinen luiska ja ojan pohja verhoillaan vesitiiviiksi kivettömällä silttimoreenilla, siltillä tai savella siten, etteivät pintavedet virtaa sala- tai suoto-ojaan. Vesitiivis peite jätetään pois, jos salaojaa käytetään poikkeuksellisesti pintavesien imeyttämiseen. Esimerkiksi kahden lähekkäisen tontti-liittymän välistä voidaan pintavedet imeyttää salaojaan soratäytettä pitkin, jos sivuoja on niin matala, ettei kunnollisia rumpuja saada mahtumaan.

Sorasta, kivistä tai sepelistä ja suodatinkankaasta tehtyä suoto-ojaa voidaan käyttää alle 100 m matkoilla, kun pituuskaltevuus on vähintään 2 % ja johdettava vesimäärä on melko pieni. Hiekkaisella suoto-ojalla voidaan johtaa vain erittäin pieniä vesimääriä.

Tarvittava kuivatustaso ja veden purkutaso määrittävät salaojan korkeustason.

Vajovesiä keräävä salaoja voidaan sijoittaa suoraan suodatinkerrokseen tai maalaatikkoon ilman erillistä ympärystäytettä, jos rakennekerrosten materiaali on ympärystäytettä vastaava niin, ettei ole riskiä salaojan tukkeutumiselle.

Salaojaputken sijasta käytetään tiivistä viemäriputkea, kun salaoja johdetaan poikittaisen ojan tai tien ali. Jos salaoja johdetaan puun tai pensasaidan juuriston läpi, käytetään tiivistä muoviputkea. Tältä osuudelta vedet johdetaan salaojaan salaojasoraa pitkin.

Aluesalaojien materiaalivaatimukset on esitetty *InfraRYL* kohdassa 14311.1.

Jos salaoja tulee erilliseen kaivantoon, ympärystäyttyöön on käytettävä *InfraRYL* kuvassa 14311:K1b esitetyn mukaista salaojasoraa.

6.5.2 Salaojan sijainti

Salaojan syvyyttä on käsitelty kohdassa 6.2.2.

Salaojan sijainti riippuu ensisijaisesti siitä, millaisia vesiä ojalla kerätään.

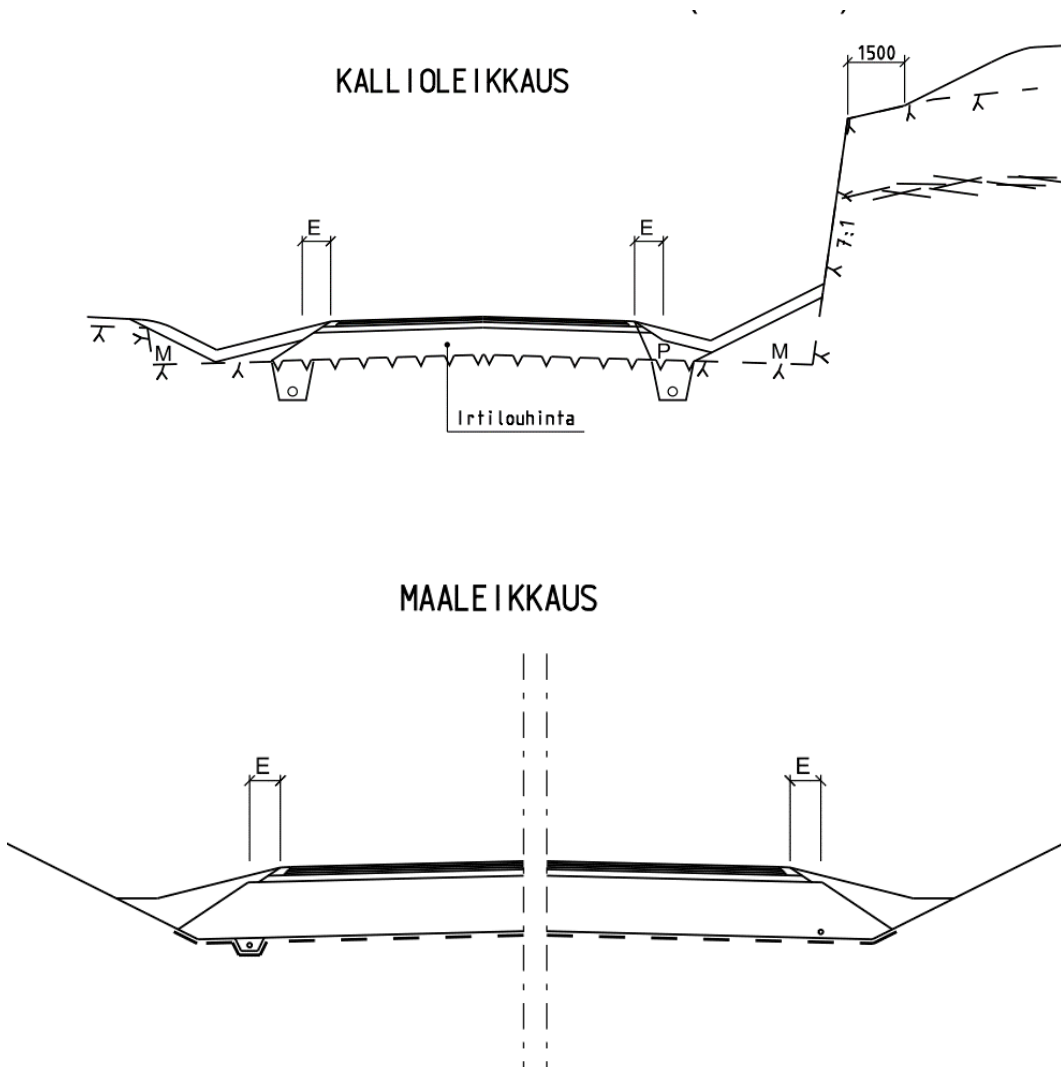
Salaojan sijoittamista ajoradan alle vältetään, koska salaoja saattaa aiheuttaa epätasaista routanousua tai painumia. Jos tien poikkisuuntaista salaojaa jostakin syystä tarvitaan, on varmintä tehdä siirtymäkiila salaojan kohdalle.

Tiensuuntaiset salaojat sijoitetaan yleensä luiskan alle 0,5...1,5 m etäisyydelle tien reunasta. Pohjavettä keräävä salaoja tai salaojat sijoitetaan kauemmas, jolloin voidaan varmimmin estää vesien virtaus salaojakaivannon läpi tierakenteeseen. Lisäksi salaoja saadaan lumipeitteisen luiskan alle suojaan jäätymiseltä. Salaojat on sijoitettava myös niin, että tielle tulevat valaisinpylväät, tiekaiteet, opastinmerkit ja liikennemerkkit perustuksineen voidaan rakentaa rikkomatta salaojia.

Salaoja sijoitetaan kohdassa 6.2 mainittuun kuivatussyvyyteen, ellei jäätymistukosten vaara, työmaaliikenne tai muu syy vaadi tätä suurempaa syvyyttä. Salaojaa ei myöskään sijoiteta syvemmälle kuin mistä vesi pystytään johtamaan pois. Poikkeuksena ovat upposalaojat, jotka sijoitetaan purkutasoa syvemmälle. Niitä tulee käyttää rautapitoisilla pohjavesialueilla.

Salaojaputken ympäristyksen rakeisuusvaatimukset eri käyttökohteissa on esitetty *InfraRYL* kohdassa 14311.1.3.

Salaojan pituuskaltevuuden ei tarvitse välttämättä seurata tien tasausta. Liettymisen vähentämiseksi olisi suotavaa, että salaojan pituuskaltevuus kasvaisi vähitellen laskuaukkoa kohti mentäessä. Tapauskohtaisesti on myös mahdollista suunnitella salaojaputki viettämään lyhyen matkaa vastakkaiseen suuntaan tien tasaukseen nähden.



Kuva 32. Salaojan sijoittaminen kallioleikkaukseen ja maalaatikkorakenteeseen

Kallioleikkauksessa kuvassa 32 esitetty salaoja sijoitetaan tavallisesti ($E =$) 0,5...1,5 metrin päähän tien tai kaidetilan reunasta. Valaistulla tiellä salaoja tulee yleensä pylväiden etupuolelle ($E = 0,5$ m). Kallioleikkauksen ulkoluiskan täyttö tehdään maatäyttönä ($=M$), joka helpottaa kaapeleiden ja liikennemerkkien sijoittamista ja tien leventämistä.

Salaojan yläpuolinen täyttö tulisi toteuttaa pienlouheella ($=P$).

Maalaatikkorakenteessa salaoja sijoitetaan tavallisesti ($E =$) 1,0...1,5 metrin päähän tien tai 0,5...1,0 m kaidetilan reunasta. Valaistulla tiellä salaoja tulee yleensä pylväiden etupuolelle ($E = 0,5$ m).

Yksityiskohtaiset ohjeet mm. salaojan sijoittamisesta on esitetty ohjeessa *Tien poikkileikkauksen suunnittelu*.

6.5.3 Laskuputket ja kaivot

Salaojavedet puretaan pengerluiskaan, sivuojaan, laskuojaan tai sadevesiviemäriin (myös kosteikot ja laskeutusaltaat soveltuvat purkautumisalueiksi). Talvella purkautuvat salaojavedet voivat aiheuttaa paannejääongelmia purkukohdassa. Kiintoaineksesta puhtaat vedet voidaan johtaa ja imeyttää sorasta tai karkeasta hiekasta koostuvaan pohjamaahan tai louhepenkereeseen ilman erillisiä puhdistustoimenpiteitä.

Purkukohdassa salaojan laskuputki tulee luiskan läpi vähintään 45° kulmassa purkuun käytettävään avouomaan nähden. Suurempi kulma lyhentää matkaa, jonka purkausputki on lähellä luiskan pintaa alttiina pakkaselle. Salaojaputken sijasta purkukohdassa käytetään laskuputkena rei'ittämätöntä mieluimmin polyeteenistä valmistettua muoviputkea. Laskuputken alle tulee vähintään 150 mm routimatonta sora tai hiekkaa, routivassa pohjamaassa 300 mm. Laskuputken päästä pitää näkyä n. 0,3 m ja laskuaukon tulee olla vähintään 0,2 m avouoman pohjaa ylempänä. Laskuputkeen sijoitetaan syöpymätön, ulospäin aukeava läppä tai verkko, joka estää pienten eläinten pääsyn putkeen. Purkuaukon ympäristö verhoillaan tarvittaessa. Purkuaukot merkitään esimerkiksi ulkoluiskan ulkoreunaan sijoitetulla paalulla tai muulla vesakonraivauksen ja muun kunnossapidon sallivalla merkintätavalla.

Salaojassa tarvitaan lietekaivo, kun vettä johdetaan maan alla vähintään 100 m matka. Tällöin kaivo tehdään 50 m välein. Jos pituuskaltevuus on jatkuvasti vähintään 1 %, riittää kaivoväliksi 60...80 m. Huuhtelukaluston letkun maksimipituus on 100 m, joten kaivoväli saa olla enintään 80 m, jotta huuhtelukalusto pääsee kohtuullisen lähelle. Lietekaivo tulisi sijoittaa erityisesti sellaisiin paikkoihin, joissa virtausnopeus pienenee pituuskaltevuuden muuttumisen, mutkan tai muun syyn vuoksi.

Tarkastuskaivoja ja huoltoputkia tarvitaan vaativissa kuivatuskohteissa lietekaivojen lisäksi salaojan toiminnan seuraamista, mahdollista putkiston huuhtelua tai muuta huoltoa varten. Laskuputki liitetään salaojaan kaivolla, jossa ei tarvita lietepesää. Purkukohdassa salaojan laskuputki tulee sijoittaa, kuten *Infra-RYL* kohdassa 14311.3.1 Salaojien asentaminen kuvataan.

Laskuputken kallistuksen tulee olla vähintään 0,4 % kaivojen välillä.

6.5.4 Jäätymiskosten torjunta

Salaoja saattaa jäätyä, kun talvella johdetaan vettä lämpimämmästä paikasta kylmempään. Pohjaveden virtauskohdassa maa on yleensä sula, kun vastaavalla syvyydellä oleva maa muuten on jäässä. Auratun tai muuten lumettoman paikan alapuolella routa ulottuu syvemmälle kuin muualla. Sivuojan kohdalla maapeite on ohut. Aurinkoiset kohdat sulavat hiukan aikaisemmin ja jäätyvät hiukan myöhemmin kuin varjoiset. Turve eristää lämpöä paremmin, sora ja kallio huonommin kuin muut maalajit.

Salaojan jäätymisestä ei tarvitse välittää, jos salaojaan ei tule vettä talvella. Tällainen tilanne on yleensä tierakenteen vajovesiä keräävässä salaojassa. On kuitenkin suositeltavaa sijoittaa purkuaukko aurinkoiseen kohtaan. Salaojaa ei myöskään turhaan kannata johtaa pitkiä matkoja aivan maan pinnan tuntu-massa tai lumettoman kohdan alapuolella.

Pohjavesiä keräävässä salaojissa on talvisinkin vettä. Tällaiset salaojat eivät saisi jäätyä. Suurin jäätymisvaara ei ole imeytyskohdassa, jossa virtaava pohjavesi pitää putken sulana, vaan imeytyskohdan ja purkuaukon välillä. Salaojassa virtaavan veden lämpöä voidaan käyttää hyväksi, jos virtaus on talvellakin jatkuvaa.

Jos salaojaan imeytetään pintavesiä, on estettävä myös salaojan yläpuolisen suotautumistien jäätyminen.

Keinot salaojan jäätyksen estämiseksi ovat:

- sijoitetaan putki riittävän syväälle,
- ei johdeta salaojia ympäristöä selvästi kylmemmistä (aurattu, varjoinen) kohdista,
- käytetään lämpöeristettä: vesitiivis tai vettäläpäisevä solumuovi, kevytsora, turve, sahanpuru,
- lämmitetään johtoa, tarvittaessa myös yläpuolista suotautumistietä sähköllä,

- myös kasvipeitteisten pintojen on todettu ehkäisevän jäätymistä.

6.5.5 Ruostetukosten torjunta

Rauta- tai mangaanipitoinen pohjavesi muodostaa suuren kuivatusongelman Perämeren ja Selkämeren rannikkoalueilla sekä paikallisesti myös muissa osissa Suomea. Kun rautapitoinen vesi joutuu kosketukseen ilman kanssa, rauta saostuu ja muodostaa ruostetukkeumia. Suuri rautapitoisuus vaarantaa usein jo työnaikaisen kuivanapidon tukkimalla pohjaveden alennusputkia, salaojia ja kaivoja.

Pohjaveden rauta- ja mangaanipitoisuus tulisi aina selvittää, kun

- on kyse huomattavasta pohjavedenalennuksesta,
- suotovesimäärät ovat suuret,
- kuivatuksen toimivuus on erityisen tärkeää,
- ollaan alueella, missä rautapitoisuutta saattaa esiintyä.

Alustavan tiedon rautapitoisuudesta saa tarkkailemalla lähialueen peltosalaojien, kaivojen ym. kuivatusrakenteiden purku-uomia, joista voi löytää viitteitä rautapitoisuudesta. Pohjaveden rautapitoisuus selvitetään pohjavesiputkesta otettavasta vesinäytteestä.

Keinoja rautasaostumien vähentämiseksi ovat mm.

- Upposalaojat, jotka suunnitellaan siten, että ne ovat jatkuvasti veden täyttäminä. Padotuksessa käytetään hajulukon tapaisia liitoksia ja putkien korkeuksia porrastetaan kaivoissa.
- Salaojien määrän ja ympäristäytön määrän lisääminen normaalista.
- Salaojasoran korvaaminen muilla täyttömateriaaleilla mm. sahanpuru, kuorijäte, mikä ei kuitenkaan sovi upposalaojiin.
- Tilavat lietekaivot ja kaivoväli on enintään 50...60 m. Salaojat huuhdellaan riittävän usein lietekaivojen ja huuhteluhaarojen kautta.

Salaojamateriaalin tulee kestää usein toistuvat huuhtelut ja olla ominaisuuksiltaan mahdollisimman vähän sakkaa keräävä. Tiilisalaojan ja suurireikäisen ja sisäpinnaltaan sileän muoviputken on todettu keräävän vähemmän rautasakkaa kuin tavallinen muoviputki.

6.5.6 Peltosalaojien järjestely

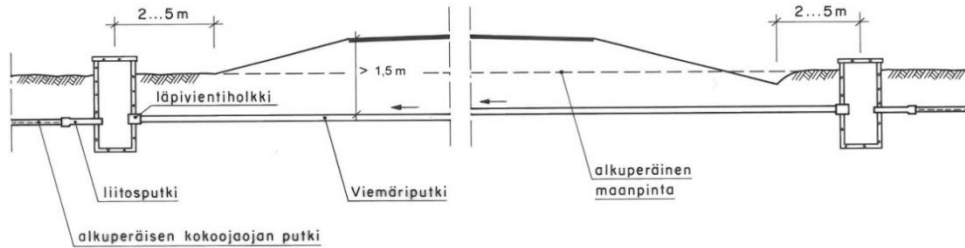
Kun tielinja ylittää salaojitetun pellon, hankitaan salaojitukseen muutos- tai korjaussuunnitelma. Muutossuunnitelma tarkoittaa vielä toteutumattoman salaojitussuunnitelman muuttamista ja korjaussuunnitelma jo toteutetun salaojituksen muuttamista. Suunnitelmat teetetään salaojasuunnittelijalla tie- tai rataverkon haltijan tilauksesta ja kustannuksella. Salaojasuunnittelijan tekemä peltosalaojien muutos- tai korjaussuunnitelma liitetään osaksi suunnitelmakokonaisuutta joko kuivatusosioon tai kolmansien osapuolten laitteiden siirto- ja suojaussuunnitelmiin.

Korjaussuunnitelman periaatteena on, että kumpikin tielinjan kahteen osaan jakamasta peltoalueesta muodostaa oman ojastonsa, joiden vedet puretaan erikseen valtaojaan. Jos tielinja risteää imuojia, ylemmän peltoalueen imuojat yhdistetään uuteen kokoojaojaan, joka suunnitellaan likimain tielinjan suuntaiseksi. Alemman peltoalueen imuojien yläpäät tukitaan päätetulpilla lietteen putkiin kulkeutumisen estämiseksi, mutta uutta kokoojaojaa ei alemmalta peltoalueella yleensä tarvita. Salaojavesien purkamisen avo-ojaan juuri ennen rumpua, saattaa aiheuttaa rummun jäätyminen umpeen, jos avo-ojassa ei virtaa talvisin muuta vettä. Tästä syystä peltosalaojan kokoojaojaa pitäisi johtaa tien ali omassa putkessaan. Menettelyssä on sekin etu, ettei rummun tarvitse olla salaojan määräämässä syvyydessä.

Uutta kokoojaojaa ei tarvita ylemmälläkään peltoalueella, jos tielinja ylittää pellon likimain imuojien suunnassa. Tällöin on mahdollista, että vanha kokoojaoja joudutaan viemään tien alitse.

Milloin tielinja erottaa salaojitetusta pellostä vain pienen lohkon, ei tien alitusta kannata tehdä, vaan purkautus järjestetään olosuhteiden mukaan. Ääritapauksissa viljelylohko jätetään pois käytöstä ja sovitaan haittakorvauksesta maanomistajan kanssa.

Jos tielinja risteää imuojia, tarvitaan uusi kokoojaoja tiealueen ulkopuolelle. Kokoojaoja johdetaan tien ali yleensä omassa putkessaan.



Kuva 33. Peltosalaoituksen kokoojaoja tien alituksessa. Tien ja sivuojen alapuolella salaojaputki korvataan halkaisijaltaan yhtä suurella viemäriputkella. Alempaa kaivoista ei tarvita, jos kokoojan purkuaukko on niin lähellä (<10 m) ja laskuputki niin suora, että mahdolliset tukokset voidaan poistaa tätä kautta. Routimattomalla pohjamaalla alempi kaivo tarvitaan vain pääteillä. Pehmeiköillä on varauduttava tien painumiseen.

Rakenteenparantamishankkeissa peltosalaojen sijainnit selvitetään, kun RP-toimenpiteet ulottuvat sala-ojitetulle pellolle tai tiealue levenee. Tällaisia tilanteita ovat esimerkiksi ojan korkeussijainnin muutos, murskekorotus ja tien levitys.

6.5.7 Salaojakaivojen ja salaojen materiaalivalinta

Salaojaputkina käytetään PE- tai PP-putkia. Salaojan pienin koko on DN 100. Salaojaputken materiaalivaatimukset ovat *InfraRYL*:n mukaiset.

Salaojakaivon kokovaihtoehdot ovat:

1. sisähalkaisija 550 mm, lietesäsen korkeus vähintään 200 mm ja lietesäsen tilavuus 55 litraa,
2. sisähalkaisija 360 mm, lietesäsen korkeus 200 mm ja lietesäsen tilavuus 20 litraa.

Alle kahden metrin syvyisissä salaojakaivoissa voidaan käyttää pienempää kaivoa (2), muuten käytetään suurempaa (1).

Salaojakaivot tehdään PE- tai PP-muovista ja niissä on valmiit putkiliitosten kohdat. Lietesäsen korkeus on vähintään 200 mm lukuun ottamatta pohjaveden luiskasuojauksen päälle tehtyjä salaojia, joissa lietesäsen korkeus on enintään 15 mm, jotta kaivon kohdalle ei tule läpivientä tiivistekerrokseen. Kaivossa on pohja. Kaivon sisähalkaisija on vähintään 360 mm. Luiskissa olevien kaivojen kansistoina käytetään lapion avulla helposti löydettävää betoni- tai ruostumatonta metallikantta, joka kestää niitossa käytettävän traktorin painon, kun kannen päällä on 100–250 mm maata. Kaivon korkeus valitaan niin, että lietesäsen ja kannen asennussyvyyttä koskevat korkeusvaatimukset ja suunniteltu salaojan vesijuoksun korkeus toteutuvat.

Ajokaistan, pientareen sekä enintään neljän metrin levyisen väli- tai keskialueen kohdalla kaivot tehdään samalla tavalla teleskooppirakenteisena kuin hulevesiviemäreiden kaivot ja niihin tulee valurautainen kansisto.

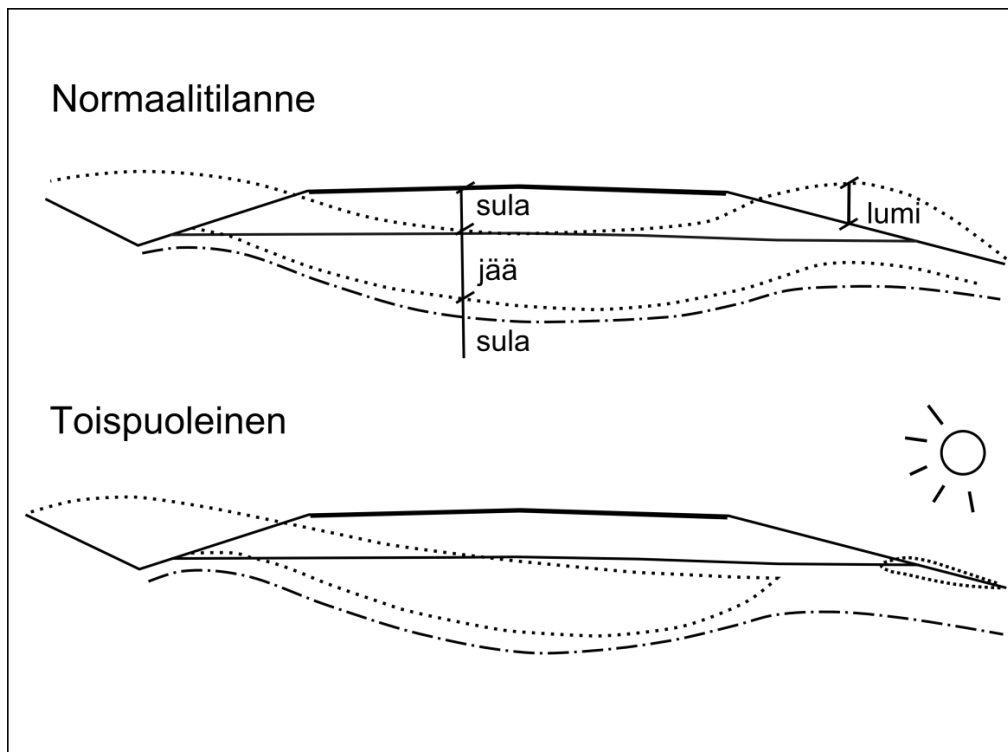
Ajokaistan, pientareen sekä enintään neljän metrin levyisen väli- tai keskialueen kohdalla käytetään kansistoja, joiden kuormituskestävyys on D400 (400 kN). Muualla käytettävien kansistojen kuormituskestävyys on vähintään C250 (250 kN). Kannen paksuuden on oltava sellainen, että kansi pysyy tukevasti paikallaan.

7 Lumen ja roudan vaikutus tien kuivatuksen toimivuuteen

7.1 Yleistä

Lumena tai räntänä tuleva osuus vuosisadannasta on Suomessa keskimäärin n. 30...50 %. Rankkasateiden esiintymisen vuodenaikaisvaihtelun on ennustettu tulevaisuudessa hieman tasoittuvan, sillä sateet runsastuvat talvella kesää enemmän. Lumen sulaminen on vesisateen ohella toinen pintakuivatuksen mitoitustavaksi aiheuttaja. Lumivallien huomioonotto kuuluu myös yhtenä lähtökohdana kuivatuksen suunnitteluun, sillä lumen varastointi talvella vaatii tien luiskilta, välikaistoilta ja liikennesaarekkeilta ja muilta reuna-alueilta tietyt vähimmäismitat.

Suunnittelun tavoitteena on, että mahdollisimman vähän sulamisvesiä pääsee tien pinnan läpi ja että vajovedet etenevät riittävän nopeasti sivulle päin. Jäälinssiä ei uusilla teillä muodostu niin korkealle, että niiden sulaminen vaatisi erityisiä kuivaustoimia. Kantavuuden alentuminen otetaan huomioon päällysrakenteen mitoituksessa. Kevään vesihaittojen minimointi edellyttää myös säännöllistä ennalta ehkäisevää kunnossapitoa (reunapalteiden ja virtausesteiden poisto syksyllä, lumivallien leikkaus ja sohjo-ojien teko kevättalvella). Myös lumen hetkelliset varastointialueet tulisi osoittaa, sillä esimerkiksi biosuodatusalueiden kuivatus toiminta heikkenee, mikäli niille ajetaan lunta. Myös huoltoputkien toimivuus tulee tarkistaa syksyisin ja keväisin ennen tulvia ja mieluiten tulvien jälkeen.



Kuva 34. Tierakenne jäätyy yleensä kuvassa esitetyn mukaiseen routarajaan (pistekatkoviiva). Keväällä tierakenne sulaa lähtien yläpinnasta, sulaminen tapahtuu hitaimmin niissä kohdissa, missä on lumipeitettä eristeenä. Alkukevällä jää voi muodostaa lähes vesitiiviin kaukalon (pisteviiva), joka estää veden pääsyn avo- tai salaojaan. Kaukalon reuna yhtyy tavallisesti lumivallin reunaan. Toispuolisesti aurinkoisella paikalla lumivalli ja jääpato voi kuitenkin sulaa toisesta reunasta yhtä nopeasti kuin keskietie.

7.1.1 Maan jäätyminen vaikutus tien kuivatuksessa putkien syvyysijaintiin

Rummut: Roudan syvyyttä ei oteta huomioon rummun korkeussijaintia valittaessa. Routarajan yläpuolelle sijoitettu rumpu voi nousta ja taipua roudan vaikutuksesta, jos ympäristäyttö on routivaa. Routarajan alapuolelle sijoitettu rumpu tai sen routimaton ympäristäyte pienentävät tienpinnan routanousua rummun kohdalla, mistä aiheutuu haitallinen painanne talvella, jos tien routanousu on muuten suurehko.

Sadevesiviemärit: Pääsääntöisesti viemäriputket sijoitetaan routarajan alapuolelle. Lyhyt, hyvin viettävä tai pitkä, jäätymiseltä suojattu viemäri voidaan sijoittaa routarajan yläpuolelle.

Salaojat: Roudan syvyyttä ei tarvitse yleensä ottaa putken sijoituksessa huomioon, vaan salaoja saa sijaita routarajan yläpuolella. Salaoja ei saisi kuitenkaan putken rikkoutumisvaaran vuoksi jäätymä täynnä vettä. Tämä tilanne voi toisaalta syntyä vain opposalaojissa tai pienellä kaltevuudella ja jonkin putkituksen vuoksi.

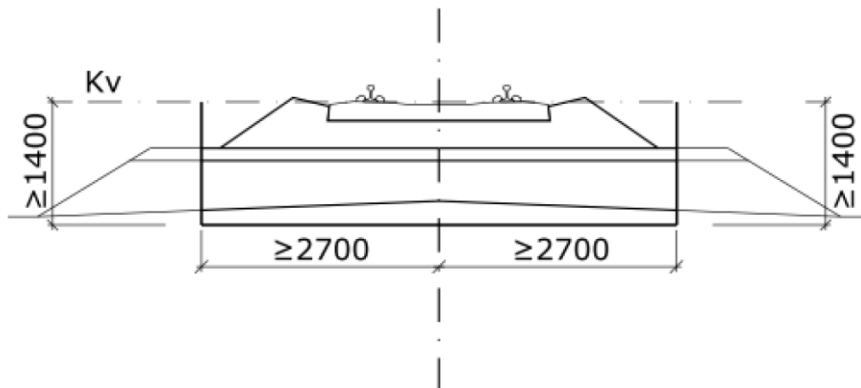
7.2 Rumpujen aukipitäminen sulamisvaiheessa

Keväällä lumen nopean sulamisen aikaan on varauduttava pitämään rummut riittävän hyvin auki sulattamalla tai muilla keinoin niin, ettei vesi vahingoita pengertä tai muita rakenteita. Sulamisvaiheen aiheuttamat eroosioauriot on korjattava rumpuun rajoittuvan uoman osalta.

8 Rautatiealueet

8.1 Ratarakenteen kuivatus

Radan suunnittelussa tulee ottaa huomioon, että radan alittavia rakenteita ei suunnitella alueelle, joka ulottuu 2,7 m raiteen keskilinjasta sivulle ja 1,4 m syvyydelle korkeusviivasta.



Kuva 35. Alitusrakenteista vapaa alue

8.1.1 Kuivatussyvyys

Rakenteen kuivatuksella tarkoitetaan rakennekerrosten kuivatusta. Normaali ratarakenteen kuivatussyvyys on lähtökohtaisesti rakenteen alapinta tai kallioleikkauksissa *rakenteen alapinta*–500 mm. Poikkeuksia ovat mm seuraavat tapaukset:

- Radan korkeusviiva on viereiseen vesistön vedenpintaan tai suojeltavaan pohjavedenpinnan tasoon nähden niin alhaalla, että rakennekerroksista osa joutuu vedenpinnan alapuolelle.
- Kuivatustasoa ei voida toteuttaa ilman laajoja ja ympäristölle haittaa aiheuttavia laskuojajärjestelyjä.

Olemassa olevilla radoilla tulee selvittää radan rakennepaksuudet ja kerrosmateriaalien rakeisuudet. Vaikka rakennekerrokset eivät täyttäisi *InfraRYL* vaatimuksia tai rakennekerrosten kokonaispaksuus on pienempi kuin routimattoman radan rakennekerrosten kokonaispaksuus, on kuivatussyvyys sama kuin routimattoman radan rakennekerrosten kokonaispaksuus, ks. *RATO 3* liitteen 1 kartta.

Jos koko rakennekerrospaksuuden kuivataminen ei ole teknisesti ja taloudellisesti tarkoituksenmukaista olemassa olevilla raiteilla, voidaan käyttää alennettua kuivatussyvyyttä. Taso valitaan alusrakenneluokan ja -materiaalin perusteella seuraavan taulukon mukaan.

Taulukko 13. Kuivatussyvyyden vähimmäisvaatimukset olemassa olevilla raiteilla

Rakenteen tyyppi	Alusrakenneluokat 0 ja 1			Alusrakenneluokat 2,3 ja 4		
	Penger	Maaleikkaus	Kallioleikkaus	Penger	Maaleikkaus	Kallioleikkaus
Hyvälaatuinen alusrakennemateriaali Täyttää InfraRYL rakeisuusvaatimukset	kv-1,2 m	kv-1,5 m	kv-1,4 m	kv-1,4 m	kv-1,7 m	kv-1,4 m
Huonolaatuinen alusrakennemateriaali Ei täytä InfraRYL rakeisuusvaatimuksia	kv-1,4 m	kv-1,7 m	Kuivatus louhintatasoon asti	Normaali kuivatussyvyys		Kuivatus louhintatasoon asti

8.1.2 Radan hulevesien hallinta

Sivuoja sijoitetaan luiskakaltevuuksien sallimissa rajoissa mahdollisimman lähelle rautatiealueen rajaa. Tällöin mahdolliset alueen ulkopuolelta virtaavat vedet saadaan hallintaan heti alueiden rajalla ja toisaalta estetään rautatiealueelta ympäristöön valuvien vesien haitat. Leikkauksissa on tarkastettava pintavalunnan mahdollisesti aiheuttama eroosio, ks. *Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje* ja kohta 4.6.

Radanpitäjä vastaa siitä, että rautatiealueella olevan rummun koko ja korkeusasema eivät ole esteenä rummun yläpuolisen metsä- ja peltoalueiden kuivatukselle. Asia on käsitelty tarkemmin kohdissa 8.1.3 ja 5.

Hulevesien johtamista on käsitelty tarkemmin laitureiden, ratapihojen ja kuormausalueiden osalta kohdissa 8.2.1, 8.2.2. ja 8.2.3.

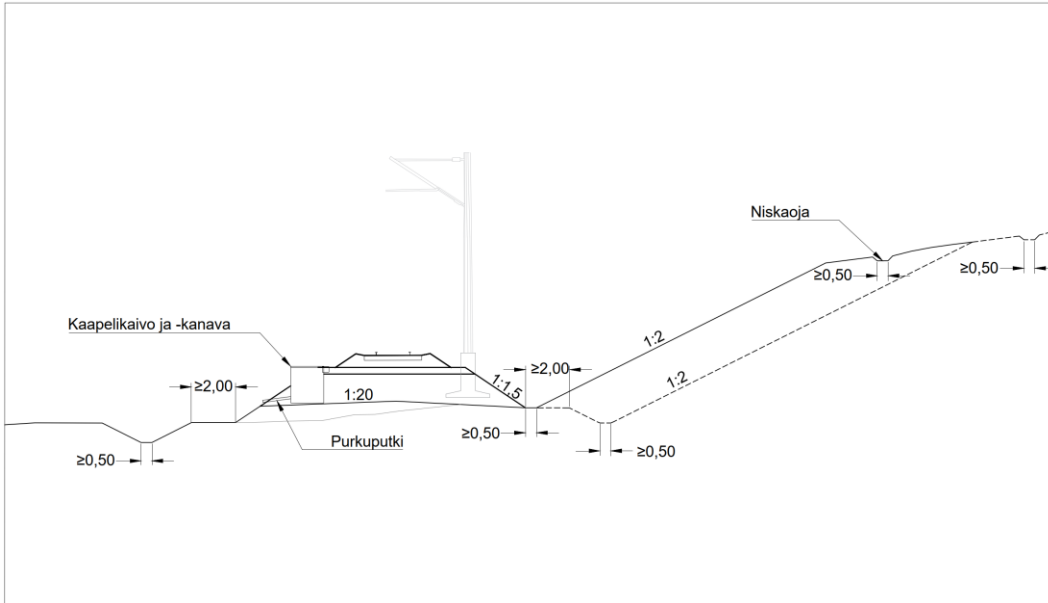
8.1.3 Kuivatusrakenteet

Rakenteen kuivatusrakenteita ovat avo-ojat, sala- ja suoto-ojat sekä rummut ja hulevesiviemärit. Rakenteen kuivatus pyritään ensisijaisesti toteuttamaan avo-ojilla. Sala- ja suoto-ojia joudutaan toisinaan käyttämään tilansäästön, ulkonäköseikkojen tai turvallisuuskäytökohtien vuoksi. Avo-oja voidaan edellä mainitun perusteella myös putkittaa osan matkaa.

Avo-ojat

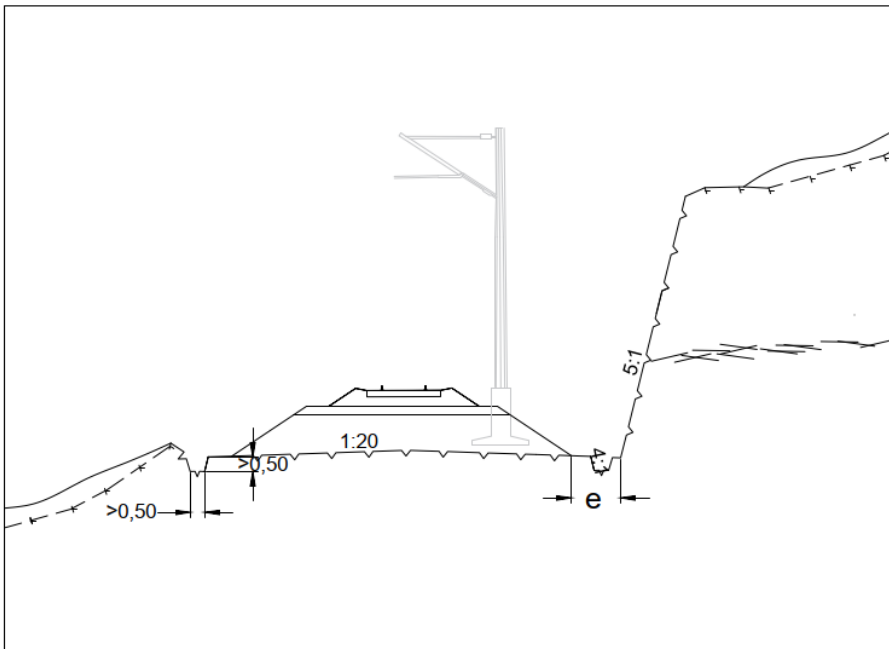
Avo-oja on kuivatuksen toimivuuden kannalta varmin ja ylläpitokustannuksiltaan edullisin ratkaisu. Ojalle on varattava riittävästi tilaa jo ratasuunnitelmavaiheessa. Ojan sijoitukselle on esitetty vaatimukset *InfraRYL* kohdassa 14340. Sivuojen luiskien kaltevuus on 1:2 ellei suunnitelma-asiakirjoissa muuta esitetä. Pehmeikköalueilla ojan sallittu syvyys ja luiskakaltevuudet on tarkastettava vakavuuslaskelmin. Laskelmien tuloksena voidaan avo-oja joutua korvaamaan salaojalla, sivuojarummulla tai muulla rakenteella.

Ratarakenteissa pengerialueen ja sivuojaluisen välillä jätetään vähintään 2 m:n levyinen tasanne. Myös maaleikkauksessa tasanne tarvitaan, jos ojan pohja ulottuu alusrakenteen alapinnan alapuolelle.



Kuva 36. Sivuojen sijoitus maaleikkauksessa ja maapenkereellä

Maaleikkauksuiskun yläreunaan voidaan tarvittaessa tehdä niskaoja. Niskaoja on erityisen tärkeä, jos maanpinta viettää luiskin päällä rataa kohti tai pohjamaan kerrosrakenteen radan alla on sivukalteva rataan päin. On kuitenkin huomattava, että vesi voi virrata maaperän kerrosrakenteesta johtuen syvemmällä tiiviin maakerroksen tai kallion pintaan pitkin. Luiskin ja ojan eroosiosuojaukset suunnitellaan tapauskohtaisesti, ks. kohta 4.6. Kaapelikaivojen kuivatus toteutetaan purkuputkella kohti sivuojaa.



Kuva 37. Sivuojen sijoitus kallioleikkauksessa ja penkereellä

Kuvan 37 mitta e on vähintään 1,5 m (radan luiskin tasanne + ojan leveys), kuitenkin vähintään RATO 3 normaalipoikkileikkauksen mukaisesti.

Jos kallioleikkauksessa on vaarana, että yläpuoliset vedet eivät mahdu purkautumaan sivuojaa pitkin, on ensisijaisena keinona leventää kallioleikkausta ja sivuojan pohjaa 1...2 m. Kallion päälle louhittava niskaoja

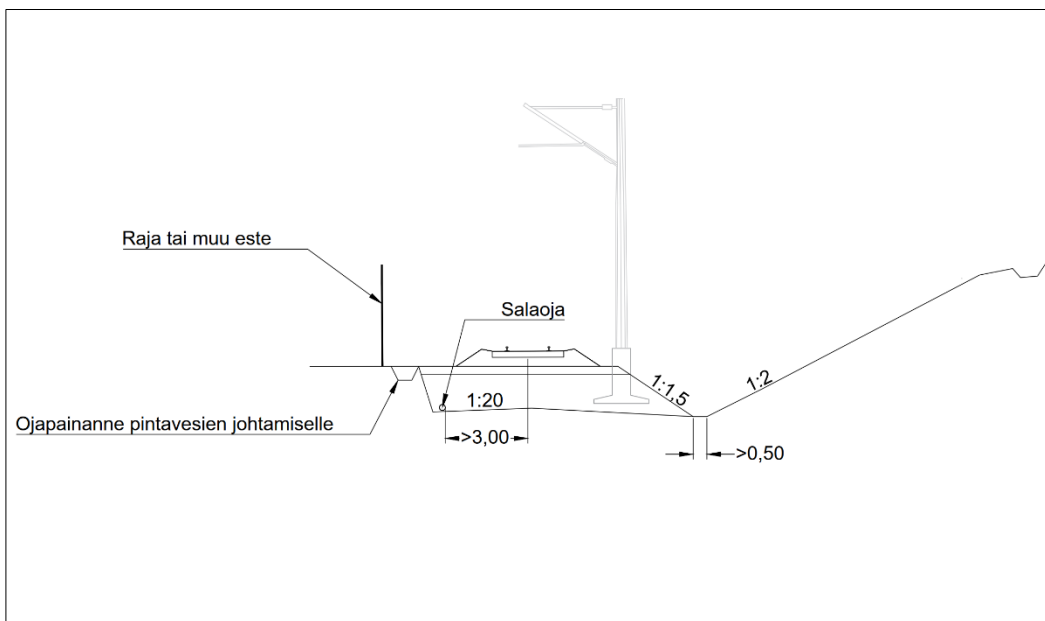
voi aiheuttaa kallioluiskan sortuman, joten louhinta ja mahdollinen lujitus tulee suunnitella. Kallion päälle voidaan tarvittaessa tehdä pato betonista estämään veden valuminen kallion pintaa pitkin rataleikkaukseen. Korkeusviivan kuperassa taitteessa, kun radan korkeusviivan pituuskaltevuus on pitkällä matkalla lähes 0,0 %, sivuojan vieton järjestämiseksi sivuojan syvyyttä joudutaan paikoin suurentamaan kuvassa 37 esitetystä, jolloin mitta e vastaavasti kasvaa.

Radan sivu- ja maaleikkausojien pituuskaltevuus on vähintään 0,4 % ja poikkeustapauksissakin vähintään 0,1 %. Kallioleikkauksessa leikkausojan pienin sallittu pituuskaltevuus on 0,3 % (poikkeuksellisesti 0,2 %). Kallioleikkauksessa ojan raiteen puoleisen luiskakaltevuuden ohjearvo on 4:1.

Avo-ojan eroosiosuojaus suunnitellaan kohdan 4.6 mukaan.

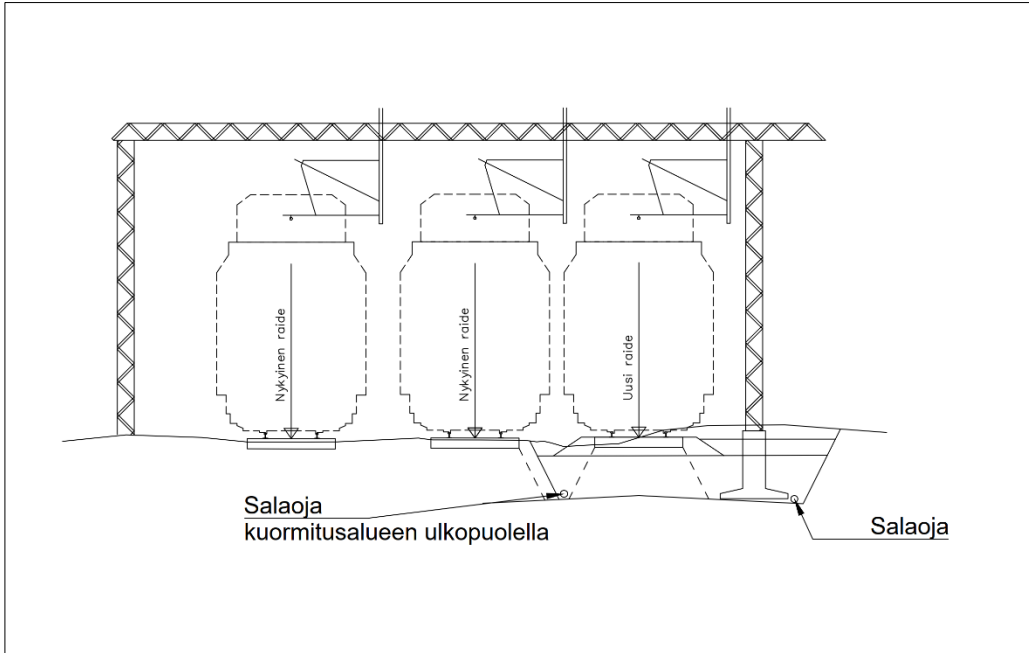
Salaojat

Salaojien vähimmäisetäisyys raiteen keskilinjasta on 3 m, jotta tarkastuskaivot eivät tule kuivatusrakenteista vapaana pidettävään radan osaan. Salaojat tulisi sijoittaa vähintään 4 m etäisyydelle raiteen keskilinjasta silloin, kun ne ovat samalla puolella kuin sähköratapylväät. Tällä vältetään pylväsperustusten ja salaojien törmääminen sekä helpotetaan salaojien huoltoa. Jos salaojan pituuskaltevuus on pienempi kuin 0,4 % tai pituus yli 200 m, on käytettävä yhdistettyä salaoja- sadevesiviemäriä. Yli 400 m pituisissa salaojissa käytetään lisäksi erillistä sadevesiviemäriä. Salaojat varustetaan tarkastusputkilla tai -kaivoilla vähintään 50 m välein. Materiaalivaatimukset salaojaputkille ja kaivoille on esitetty *InfraRYL*:ssä.



Kuva 38. Salaoja kapean rautatiealueen vuoksi

Kuvaa sovellettaessa on varmistettava, ettei viereiseltä kiinteistöltä johdeta vettä ratarakenteisiin.



Kuva 39. Uusi raide maalaatikkotyypillä. Salaojen sijoitus suhteessa sähkörataan.

Rummut

Radan suunnitelmiin liittyvien rumpujen aukkomitoitus tehdään luvun 5 mukaan. Ratarummuilla pienin sallittu sisähalkaisija on 800 mm, mutta kunnossapitosyistä suositeltavin pienin halkaisija on 1000 mm. Uudet ratarummut tulee suunnitella siten, että niiden peitesyvyys on vähintään 1400 mm. Erityisesti kaivamalla asennettaessa tulee varmistaa, että rataan ei synny haitallista epäjatkuvuuskohtaa. Epäjatkuvuutta voidaan pienentää siirtymäkiilojen rakentamisella. Siirtymäkiilojen syvyydet, kaltevuudet ja kii-loissa käytettävät materiaalit on esitetty *InfraRYL*:ssä.

Radan sivuojaan tehdään sivuojarumpu niille kohdille, joissa on tarve päästä radalle, esimerkiksi turvalaittekaapeille.

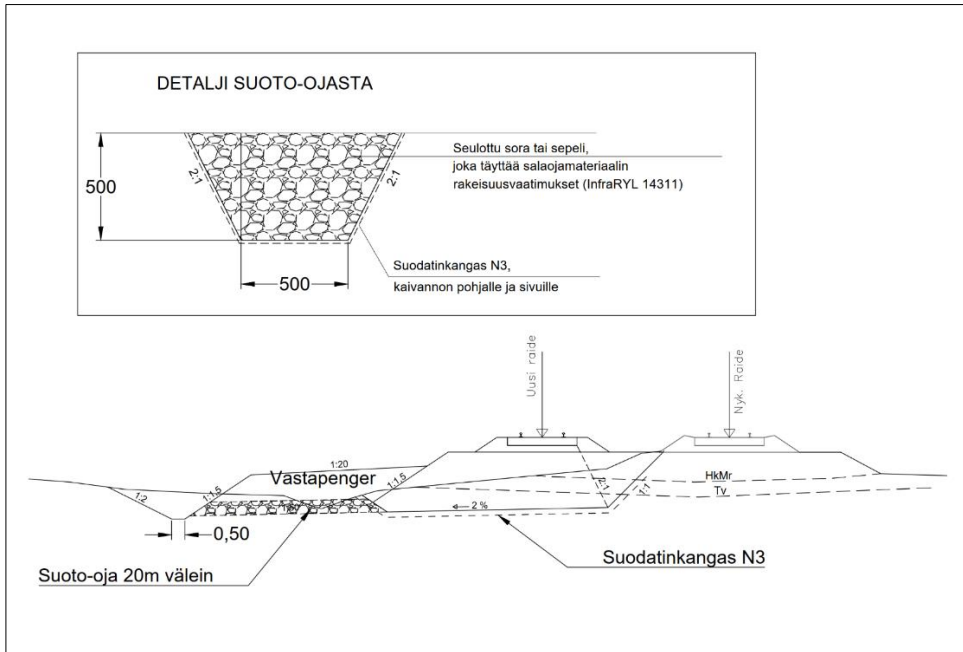
Ratarakenteissa sallitut rumpumateriaalit ja vaatimukset on kuvattu *InfraRYL*:ssä.

8.1.4 Kaapelireitit ja -kaivot

Kaapelikaivot ovat usein täynnä vettä erityisesti ratapihoilla, koska kuivatussuunnittelua ja kaapelireitti-suunnittelua tekevät usein eri tahot eikä yhteensovittamista välttämättä tehdä. Kaapelikouruja pitkin sade- ja sulamisvedet pääsevät helposti kulkeutumaan kaapelikaivoihin, josta ei ole järjestetty vedelle poistumisreittiä. Kaivon sijaitessa penkereen reunassa tulee siihen asentaa purkuputki sivuojaan. Purkuputken päähän asennetaan verkko, jonka silmäkoko on 10x10 mm tai herkästi ulospäin aukeava läppä, jolloin jyr-sijät eivät pääse niin helposti kaivoon aiheuttamaan tuhoa kaapeleille. Keskellä raiteistoa sijaitsevat kai-vot tulisi liittää salaojiin niin, että veden kulkusuunta on pois päin kaivosta.

8.1.5 Vastapengeralueet

Ratarakenteen kuivatuksesta tulee huolehtia myös vastapengeralueella. Kun vastapenger ulottuu raken-nekerrosten tasolle, on vastapenger rakennettava vettä läpisevästä materiaalista tai vaihtoehtoisesti vastapenger poikki on tehtävä 20 m välein suotosalaojia tai vastaava rakenne, jota kautta ratapenger pääsee kuivattumaan. Jos vastapenger on radan molemmilla puolilla, suunnitellaan suoto-ajat niin, että ne eivät ole vastakkain vaan 10 m välein vuorotellen molemmin puolin rataa.



Kuva 40. Periaatekuva suoto-ojasta vastapenkereen alueella

8.2 Alueiden kuivatus

8.2.1 Ratapihojen kuivatus

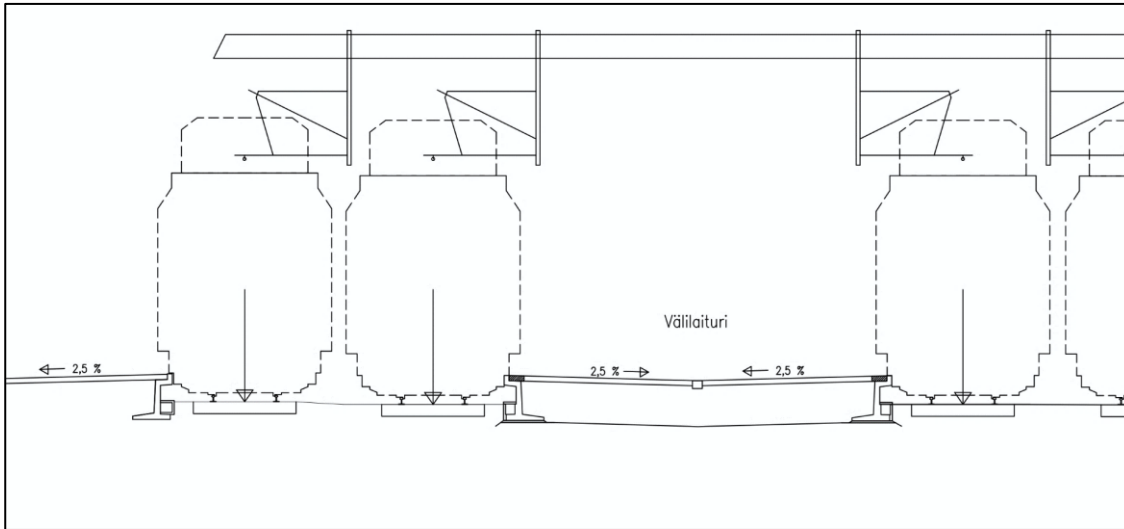
Ratapihojen kuivatus joudutaan yleensä toteuttamaan salaojituksella ja hulevesiviemäröinnillä, koska avo-ojille ei ole tilaa.

Kuivatuksen suunnittelussa tulee ratapihoille varata lumitilaa ja suunnitella sulamisvesien poistumisreitit. Lumen varastointialueilla voidaan tarvita sulamisvesiä kerääviä ritiläkantisia hulevesikaivoja. Muualla ratapihoilla ei normaalisti tarvita erillistä hulevesiä keräävää järjestelmää, koska pintakerrokset ovat lämpäisevää materiaalia. Suunnittelussa tulee kiinnittää huomiota salaojien huollettavuuteen ahtaissa ratapihaolosuhteissa.

VAK-ratapihoilla tulee kuivatusjärjestelmä suunnitella niin, että onnettomuustapauksissa sammutusvedet ja mahdolliset salaojiin päässeet haitta-aineet voidaan kerätä erilliseen altaaseen, josta ne voidaan tarvittaessa pumpata loka-autoilla asianmukaiseen käsittelyyn. Tarvittaessa VAK-raiteille tehdään pohjavedensuojusrakenne. Tiiviin kerroksen voi tehdä esim. vesitiiviistä asfalttibetonista kantavalle pohjamaalle. Tiiviin kerroksen korkeusasema valitaan tapauskohtaisesti.

8.2.2 Laiturit

Väyläviraston ohje *RATO 16* vaatii, että laitureiden pintakuivatus toteutetaan kallistamalla laiturin pinta pois päin radasta. Pintavedet johdetaan kaivojen tai linjakuivatuskourun kautta hulevesiviemäriin.



Kuva 41. Laiturin yläpinnan kallistus.

Hissikuilut ja alikulkujen portaikkojen perustukset kuivatetaan salaojilla, joista vedet johdetaan hulevesiviemäriin. Jos painovoimainen poisto ei ole mahdollista on vedet johdettava pumppaamoon.

8.2.3 Puunkuormausalueiden kuivatus

Taustaa

Puunkuormausalueen ajoväylien ja varastokenttien pintakuivatuksen järjestäminen on haastavaa, sillä ratageometrian vuoksi alueiden täytyy olla lähes vaakasuoria eikä isoa sivukaltevuutta voida käyttää myöskään ajoväylillä, etteivät puutavara-autot luisu talvella ajoväylän sivuun. Puunkuormausalueiden kuivatusjärjestelmien toimivuutta häiritsee puutavarasta irtoava kuoriroska, joka tukkii kuivatusjärjestelmät ja aiheuttaa ajoväylien pehmenemistä sekä urautumista ja näin heikentää pintakuivatusta.

Murskepintaisten alueiden ongelmana on se, että puunkuoriroska ja murske sekoittuvat helposti keskenään ja alueen pintakerros pehmenee, menettää kantavuuttaan ja tulee kuivatuksen kannalta hyvin epätasaiseksi. Pintakerros pitäisi vaihtaa säännöllisesti, eikä poistetulle materiaalille ole helppo löytää käyttökohteita. Tältä kannalta päällystetty kuormausalue tai ainakin päällystetty ajoväylästä on suositeltavampi kuin murskepintainen. Päällystäminen edellyttää paksut rakennekerrokset sekä kantavuuden että routakestävyyden kannalta. Mitoitusohjeet on esitetty ohjeessa *Tierakenteen suunnittelu*. Päällystäminen helpottaa myös pintavesien poistamista, koska pinta on tasainen. Päällystetyiltä pinnoilta kulkeutuu hiekkaa ja soraa kuivatusjärjestelmään hyvin vähän. Purkuvesissä on usein kuoriaineksen lisäksi myös puun kuoresta erottunutta mänty- ym. öljyä. Virtaushuippujen tasaamiseksi ja vesien epäpuhtauksien erottamiseksi voidaan tarvita luvussa 2 kuvattuja keinoja eli mm. selkeytystä ennen hulevesien johtamista vesistöön.

Kuivatuksen suunnitteluperiaatteita

Kun kuivatus suunnitellaan toteutettavaksi hulevesikaivoilla, on kiinnitettävä huomiota hulevesikaivojen riittävään määrään sekä tarkoituksenmukaiseen sijoitteluun. Asfalttipäällysteisellä alueella tulee olla vähintään yksi kaivo 600 m² kohti, murskepintaisten alueella kaivo / 1000 m². Kaivojen ja putkiston tukkeutumisen estämiseksi tulee kiinnittää huomiota järjestelmän kunnossapidettävyyteen ja huollettavuuteen. Raiteet kuivatetaan salaojilla, jotka liitetään hulevesikaivoihin. Kuivatusjärjestelmään tarvitaan öljynerotuskaivo, jotta puutavarasta irtoava mäntyöljy ja pihka voidaan erotella hulevesistä.

Sala- tai suoto-ojiin perustuvassa kuivatusjärjestelmässä suunnitellaan kuormaustien pituussuuntaiset sala- tai suoto-ojat, jotka yhdistetään kuormausalueen poikki tehtäviin sala- tai suoto-ojiin. Poikittaiset ojat puretaan sivuojaan. Myös sala- ja suoto-ojien kunnossapidettävyyden ja huollettavuuden tulee ottaa huomioon suunnitelmaratkaisuissa. Kuormausraiteen kuivatus voidaan yhdistää alueen kuivatusjärjestelmään tai suunnitella toimivaksi erillisenä.

Herkässä ympäristössä alueelta poisjohdettavat hulevedet tulee suodattaa tai selkeyttää viivytyksrakenteen avulla.

8.3 Radan kuivatuksen parantaminen

Kun olemassa olevalla radalla on todettu esiintyvän toistuvia ongelmia kuivatuksessa, on ensin selvitetävä, mistä ongelmat johtuvat. Selvitysvaiheessa on tehtävä kattava maastotarkastus ja kartoitettava radan sivuojat ja laskuojat riittävän pitkältä matkalta sekä tarkastettava alueen rumpujen ja mahdollisten salaojien kunto kokonaiskuvan muodostamiseksi.

Toimenpiteenä kuivatuksen parantamiseksi riittää usein ojien perkaus ja salaojien huuhtelu. Jos kuivatuksen toimimattomuuden syynä on ratapenkereeseen kiinni rakennettu vastapenger tai tie, voidaan ratapenkereen kuivatusta parantaa rakentamalla radansuuntainen salaoja tai suotosalaojia tukkivan rakenteen poikki kohdan 8.1.5 mukaisesti.

8.4 Parannettavan radan kuivatus

Radan parantamistoimenpiteillä tarkoitetaan tässä yhden tai useamman lisäraiteen rakentamista, pohjanvahvistusten rakentamista tai radan päällysrakenteen uusimista kunnossapidon tai akselipainon tai nopeuden noston yhteydessä.

Radan parantamistoimenpiteillä ei saa heikentää ratapenkereen kuivatusta. Ensisijaisesti on toimenpiteet suunniteltava niin, että kuivatus voidaan sekä nykyisellä että uusilla raiteilla toteuttaa avo-ojilla rakennekerrosten alapinnan tasoon. Läpäisevällä pohjamaalla ojituksen korkeustasosta voidaan poiketa. Jos alue on laajasti tasaista suoaluetta tai vastaavaa ja luonnollinen pohjavedenpinta on korkealla rataa nähden, ei ratarakenteen kuivatus tavoitekuivatussyvyyteen ole mahdollista. Jos koko rakennekerrospaksuuden kuivattamien ei ole teknisesti ja taloudellisesti mahdollista tai tarkoituksenmukaista, ks. kohta 8.1.1.

9 Viereisen maankäytön seuranta ja kaavalausunnnot

Väylänpitäjän tulee seurata maankäytön kehittymistä ja tarvittaessa keskustella siitä kaavoittajan kanssa.

Esimerkiksi seuraavat maankäytön muutokset voivat lisätä veden virtaamaa, erityisesti tulvahuippuja, tien sivuojissa ja rummuissa:

- tien lähistölle sijoitetaan kauppakeskus, liikenteen palvelualue, bussivarikko tai muu suurehko päällystetty alue, jonka vedet aiotaan johtaa ilman viivytyrakenteita tien kuivatusjärjestelmiin
- katu on suunniteltu viettämään maantielle päin niin, että tulvan sattuessa vedet virtaisivat maantielle
- uudessa kaavassa ei ole kaavamääräyksissä riittävästi varauduttu rankkasadevirtaamiin ja tulviin: viivytyksaltaiden varastotilavuus ei ole riittävä, vaan virtaamat edellyttävät olemassa olevan väylän rumpukoon kasvattamista
- tien läheinen suo tai metsä ojitetaan, ja vedet johdetaan ilman viivytyrakenteita tien kuivatusjärjestelmiin.
- kauempana väylästä (suunnittelualueen ulkopuolella) on nähtävissä muutoksia nykytilanteessa, joiden takia hulevesien määrä on kasvamassa ja hulevedet ovat purkautumassa väylää kohden
- laskuoja, johon maantien vedet johdetaan, putkitetaan maankäytön muutoksen vuoksi, jolloin putken alimitoitus johtaisi veden nousuun tielle

Väylänpitäjän on tärkeää osallistua kaavan ehtojen laatimiseen jo kaavoituksen alkuvaiheessa, jotta lain tavoitteisiin päästään väylänpitäjän kannalta mahdollisimman edullisesti ja tehokkaasti:

- kaavavaatimuksissa ei esitetä ääriolosuhteiden mukaista mitoitusta rummuille, vaan otetaan huomioon, miten olemassa olevien väylien kuivatusrakenteet ovat toimineet ja ovatko ne olleet mitoitukseen riittäviä.
- optimoidaan väylien ja väyliin liittyvien kuivatusrakenteiden tilantarve
- optimoidaan kuivatukseen tarvittavien rakenteiden ja laitteiden rakennus- ja käyttökustannukset suhteessa mahdollisen tulvimisen aiheuttamiin riskeihin
- hulevesiselvitys tehdään kaavoitusvaiheessa riittävällä tarkkuudella, josta selviää kaavan mukaisen tilanteen vaikutukset ja nykyisten kuivatusjärjestelmien riittävyys.

10 Tutkimukset, rakentamisajankohta, hankinnat ja dokumentointi

10.1 Kuivatussuunnittelun maastotutkimukset ja -selvitykset

Kuivatussuunnittelun kenttätutkimukset liittyvät läheisesti väylähankkeen muihin maastotutkimuksiin. Suurten rakenteiden osalta (esim. pehmeikköjen vahvistukset, alikulkukäytävät) kuivatus vaikuttaa yhtenä tekijänä tien suuntauksen täsmentämiseen. Useimpien kuivatusjärjestelyjen olosuhde- ja maastotietojen hankinta ajoittuu kuitenkin siihen vaiheeseen, jolloin suuntaus on jo lopullisesti määrätty ja kysymys on enää yksityiskohtien suunnittelusta.

Kenttätutkimusten ajoitukseen vuodenaika vaikuttaa mm. siten, että kevätajan runsasvetisyyttä käytetään hyväksi erityisesti vanhojen teiden kuivatuksen parantamistarvetta arvioitaessa. Uusilla teillä kevät on edullinen lähinnä vedenkorkeuksien havaitsemisessa (sekä pohjavedet että avovesistöt). Muut kenttätutkimukset voidaan yhtä hyvin suorittaa muuna sulana vuodenaikana.

Kuivatussuunnittelulle ominaisia kenttätutkimuksia ja selvitettäviä lähtötietoja ovat seuraavat:

- valuma-alueiden koon määrittäminen (kohta 3.2)
- maaston laadun (valuntakertoimen) määrittäminen alueilla, joilta kertyvä sadevesivirtaama saattaa muodostua mitoittavaksi (kohta 3.3.2 taulukko A₁)
- niskaojien tarpeen arviointi ja sijainnin määrittäminen (kohta 4.5.8)
- pohjavesitutkimukset (pohjavesipinta ja virtauksen suuruusluokka) tulevilla leikkausosuuksilla ja sivukaltevissa maastonkohdissa sekä alavilla tielinjan kohdilla
- tien läheisyydessä olevien talousvesikaivojen selvitys (veden antoisuus ja laatu, ennen ja jälkeen rakentamisen)
- salaojien ja viemäreiden purkautumiskohtien täsmentäminen, mikäli maasto on suhteellisen tasaista
- lähde-esiintymien kartoitus (saattavat olla suojeltavia tai vaatia väylän kuivatuksessa erityisratkaisuja)
- rumpujen tarpeen arviointi (kohta 5.2)
- rumpupaikkatutkimukset ja pienten siltojen siltapaikkatutkimukset
- laskuojakartoitukset (riittävältä matkalta sekä ylä- että alajuoksuun suuntaan)
- maaperän vedenläpäisevyyden määrittäminen tilanteissa, jolloin syväkuivatuksen tarve on epävarma syväkuivatusratkaisun valinnan lähtötiedoksi
- maaperän tiedot kaivantojen vakavuuksien varmentamiseksi kaivettavuustutkimukset todennäköisten salaoja- ja viemäriinjien sekä syvien laskuojien kohdilla, elleivät nämä sisälly muihin maaperätutkimuksiin.
- alueen eroosioherkkyyden arviointi
- hulevesien hallintamenetelmien ja -järjestelmien, kuten biosuodatusalueiden sekä viivytys- ja neutralointialtaiden toimivuuden toimintaan liittyvien tutkimusten tekeminen mm. veden laadun ja määrän tarkkailun avulla

Suurten siltojen siltapaikkatutkimukset ($F > 200 \text{ km}^2$) suoritetaan niiden laajuuden vuoksi yleensä erillis-selvityksinä (kohta 4.4.2).

Tutkimusten määrä riippuu lähinnä siitä, tarjoavatko tulokset mahdollisuuden vaihtoehtoisiin ratkaisuihin. Esimerkiksi korkeilla penkereillä ei salaojitukseen liittyviä tutkimuksia kannata tehdä. Kaikissa maaleikkauksissa taas on pohjavesipinta, sen aleneminen ja suotovesimäärä on selvitettävä leikkausluiskien vahvistustarpeen määrittämiseksi. Suunnittele ja toteuta -hankkeissa tutkimukset tulee tehdä jo tiesuunnitteluvaiheessa. Jos hankkeessa tehdään rakennussuunnitelma, voidaan osa selvityksistä jättää tähän suunnitteluvaiheeseen.

10.2 Rakentamisen vaikutus suunnitteluun

Kuivatuksen yksityiskohtien suunnittelussa on otettava mahdollisuuksien mukaan huomioon rakentamisen olosuhteet kuten maaperästä, vuodenajasta ja töiden järjestyksestä riippuvat tekijät. On myös varauduttava rakennustyön aikana ilmaantuviin kuivatuksen muutos- ja täydentämistarpeisiin. Rakentamisen aikaiset hulevedet sisältävät paljon kiintoainesta ja ravinteita sekä muita haitallisia aineita. Työmaiden hulevesien hallintaan ja puhdistamiseen tulee kiinnittää erityistä huomiota jo suunnitteluvaiheessa.

Maaperäolosuhteet saattavat erityisesti pehmeiköillä aiheuttaa vielä työn aikana muutoksia seuraavien seikkojen osalta:

- sivuojien sijainti ja muoto (kohta 4.5.3),
- laskuojien luiskien kaltevuus ja verhoustarve,
- rumpujen sijaintipaikkojen täsmentäminen,
- rummun tai viemäriin painumisesta aiheutuva tarve suurentaa putken pituuskaltevuutta,
- tierungon painumisesta aiheutuva tilapäisojien tarve.

Rakentamisajankohdalla on merkitystä lähinnä siten, että pehmeiköllä ja juoksevilla maalajeilla (Si, SiMr) rakentamisolosuhteet voivat keväällä tai suurten syyssateiden aikana olennaisesti vaikeutua ja vaatia lisäojia tai muita tilapäisjärjestelyjä. Rakennusaikainen tilanne voi edellyttää mm. salaojituksen määrän lisäämistä.

Rakentamisen ajallinen työjärjestys otetaan kuivatuksen suunnittelussa huomioon siten, että ylimääräistä työtä ja tilapäisjärjestelyjä sekä erikoiskalustoa tarvitaan mahdollisimman vähän. Tämä koskee erityisesti salaojitus- ja viemärintitöitä ja toisaalta tien päällystämävaihetta.

Tien rakennusaikainen kuivanapito edellyttää riittävän suurta (3 %) sivukaltevuutta jokaisessa työvaiheessa. Löyhien luiskien syöpyminen veden kerääntymiskohdissa voidaan torjua esim. soran, kiviheitokkeen tms. tilapäisverhouksen avulla ennen lopullisia kourujärjestelyjä.

Työmaan alueella ja sen läpi virtaavien vesien hallinta kuuluu työmaan tehtäviin. Väylien rakennussuunnitelmissa on suunniteltu lopputilanteen mukaiset kuivatusjärjestelyt. Työn ajaksi saatetaan joutua rakentamaan tilapäisiä ojastoja ja rumpuja työmaan läpi rakentamisen aikana virtaavien vesien hallitsemiseksi. Nämä toimenpiteet suunnitellaan ja toteutetaan työmaan vaiheistukseen ja toimintaan sekä muihin järjestelyihin sovittaen urakoitsijan toimesta.

Jos tie rakennetaan vaiheittain, saattaa olla edullista toteuttaa seuraavat kuivatusjärjestelyt jo ensi vaiheessa lopulliseen sijaintipaikkaansa ja laajuuteensa:

- kaikki viemärit ja muut johdot, jotka vaativat myöhemmin rikkomaan tien päällysrakenteen,
- pehmeikölle sijoitettavat rummut, mikäli myöhempää kuormitusta vastaava pengerrys saadaan myös lopulliseen leveyteen,
- pengerosuuksille mahdollisesti tulevat suurehkot sivuojat.

Varattavissa tiealueissa ja maa-ainesten sijoitusalueissa pitää ottaa huomioon mahdollisten vesienhallinnan erityisratkaisujen (mm. viivytys- ja neutralointialtaat sekä vesien johtaminen niihin, öljynerotusjärjestelmät, juurakkopuhdistamot, tunneleiden hulevesien sekä palo- ja pesuvesien keräilyjärjestelmät) sekä niiden tarvitsemien huoltoyhteyksien tilantarve tiesuunnitelmavaiheessa.

10.3 Kuivatusjärjestelmän loppudokumentointi

Toteutetut kuivatusrakenteet tulee tarkemmitata ja päivittää mahdolliset muutokset suunnitelmiin. Näin tehty suunnitelmat tallennetaan Väyläviraston arkistointiohjeen mukaisesti. Toteumatietoja tarvitaan kunnossapidossa ja myöhemmin korjaus- ja muutossuunnittelun yhteydessä.

Kuivatussuunnittelu tulee mallinnuksen osalta tehdä noudattaen Yleisiä inframallivaatimuksia. Projekti-kohtaisesti voidaan sopia tarkoituksenmukaisesta mallinnustarkkuudesta.

Inframalliaineiston dokumentaatio on tärkeä ja oleellinen osa mallinnusprosessia sekä laadunvarmistusta ja luovutusaineistoa. Dokumentaation tarkoituksena on kuvata ja selkeyttää inframalliaineiston jälleenkäyttöä. Dokumenteissa kuvataan sisältöä, laatua, lähtöaineiston metatietoja sekä muuta hankkeen kannalta oleellista inframalleja käsittävää tietoa kuten esim. liittyvien hankkeiden yhteensovituksen tasoa, jos hankkeet ovat ajallisesti eri vaiheessa.

Kaikissa inframallihankkeissa tulee laatia tiedonhallintasuunnitelma, lähtöaineistoluettelo, aineistoluettelo, tietomalliselostus sekä dokumentoitu itselleluovutus. Dokumentit voidaan hankkeen koosta ja luonteesta riippuen myös yhdistää osin tai kokonaan samaan dokumenttiin. Suuremmissa hankkeissa isojen tietomäärien hallinnan ja ymmärtämisen kannalta on hyvä laatia erilliset dokumentit, kun vastaavasti pienemmissä hankkeissa tietomalliselostus ja dokumentoitu itselleluovutus voidaan esittää samassa dokumentissa. Dokumentaation tarkoituksena on helpottaa aineiston jatkokäyttäjää ymmärtämään aineiston sisältöä ja mahdollisia poikkeuksia alan yleisiin ohjeisiin tai vaatimuksiin.

Suunnitelmat arkistoidaan Väyläviraston Velho-järjestelmään kyseisen rekisterin ohjeistusta noudattaen. Rautatierumpujen tiedot talletetaan myös taitorakennerekisteriin.

10.4 Kuivatussuunnittelu eri prosessivaiheissa

10.4.1 Maankäytön seuranta

Edellä luvussa 9 on esitetty, miten maankäytön muuttuminen väylän ympäristössä tulee ottaa huomioon kuivatusrakenteiden suunnittelussa. Ohjeet ovat sovellettavissa myös rautatieympäristöön. Uutta rataa suunniteltaessa ympäröivien alueiden maankäytön vaikutukset kuivatukseen on selvitettävä. Kun olemassa olevan radan läheisyydessä rakennetaan tai muuten muutetaan kuivatusolosuhteita, on kyseisen toimenpiteen toteuttajan vastuulla selvittää vaikutukset rataan. Ensisijainen yhteystaho on rataisännöitsijä.

Lähdeluettelo

- Etelä-Pohjanmaan ELY-keskus 2016. Silta- ja rumpurakenteiden aukkomittoitus. Opas 4/2016. ISBN 978-952-314-430-9
- Kuntaliitto 2012. Hulevesiopus. Helsinki 2012. ISBN 978-952-213-896-5.
- Liikennevirasto 2010. Tiepenkereiden ja -leikkausten suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 9/2010. Helsinki 2010. ISBN 978-952-255-028-6.
- Liikennevirasto 2010. Rataverkon pohjavesialueiden riskienhallinta. Helsinki 2010. ISBN 978-952-255-596-0.
- Liikennevirasto 2011. Maastotietojen hankinta, toimintaohjeet, maaperätiedot. Liikenneviraston ohjeita 23/2011. Helsinki 2011. ISBN 978-952-255-085-9.
- Liikennevirasto 2013. Tien poikkileikkauksen suunnittelu Liikenneviraston ohjeita 29/2013. Helsinki 2013. ISBN 978-952-255-335-5.
- Liikennevirasto 2013. Tien suuntauksen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 30/2013. ISBN 978-952-255-340-9
- Liikennevirasto 2014. Teräspuutkissat suunnitteluohje. Liikenneviraston ohjeita 10/2014. Helsinki 2014. ISBN 978-952-255-428-4.
- Liikennevirasto 2014. Taitorakenteiden suunnittelun lähtötieto-ohje. Liikenneviraston ohjeita 21/2014. Helsinki 2014. ISBN 978-952-255-469-7.
- Liikennevirasto 2018. Tierakenteen suunnittelu. Liikenneviraston ohjeita 38/2018. Helsinki 2018. ISBN 978-952-317-632-4.
- Liikennevirasto 2018. Rata tekniset ohjeet (RATO) osa 3. Radan rakenne.
- Liikenneviraston ohjeita 13/2018. 978-952-255-454-3.
- Rakennustieto. InfraRYL Net tietopalvelu. www.rakennustieto.fi
- Ratahallintokeskus 2006. Rumpujen korjausohje (RUMKO). Helsinki 2006.
- Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry 1993. Viemäriveden pumppaamoiden suunnittelu- ja hankintaohje. RIL 102-1994.
- Suomen Rakennusinsinöörin Liitto RIL ry 2003. RIL 124-1 Vesihuolto I. Vammala 2003. ISBN 978-951-758-503-3.
- Suomen ympäristökeskus 2008. Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU). Suomen ympäristö 31/2008. Helsinki 2008. ISBN:978-952-11-3211-7.
- Tiehallinto 2001. Reunaympäristön pehmentäminen. TIEH 2100005-01. Helsinki 2001. ISBN 951-726-685-5.
- Tiehallinto 2003. Eläinten kulkujärjestelyt tiealueen poikki. TIEH 3200824. Helsinki 2003. ISBN 951-803-103-7.
- Tiehallinto 2005. Rakenteen parantamisen suunnittelu. TIEH 2100035-05. Helsinki 2006. ISBN 951-803-555-5.
- Tiehallinto 2005. Vähäliikenteisten teiden kuivatus, ominaispiirteet ja kunnostaminen. TIEH 3200979-v. Helsinki 2005. ISBN 951-803-652-7.
- Väylävirasto 2020. Tie- ja rataleikkausten suunnitteluohje. Väyläviraston ohjeita 35/2020. Helsinki 2020.
- Väylävirasto 2020. Pohjaveden suojele maanteillä. Väyläviraston ohjeita 19/2020. Helsinki 2020
- Väylävirasto. Siltojen korjaus (SILKO).



Väylävirasto
Trafikledsverket