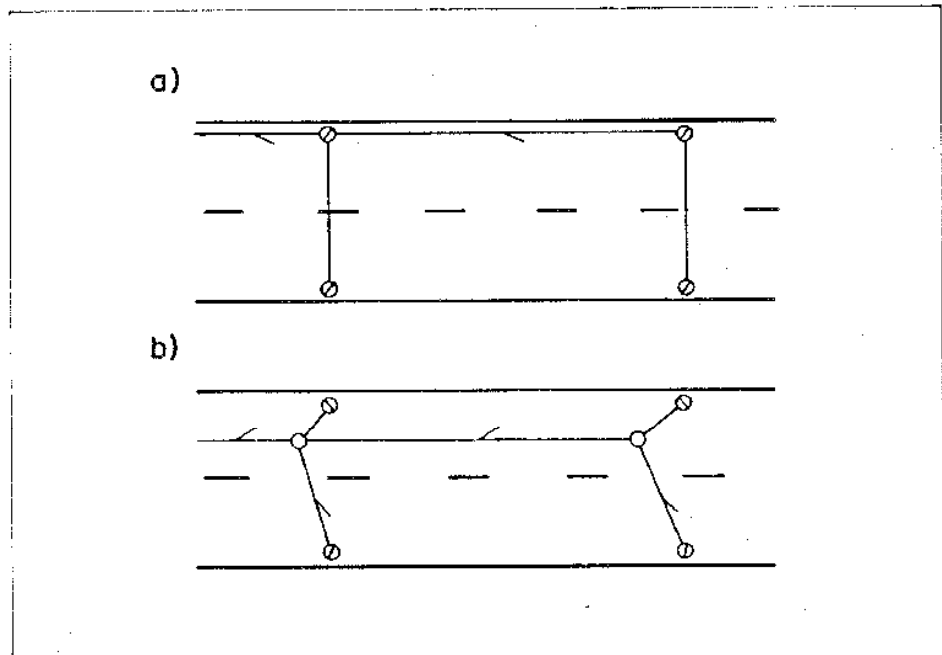
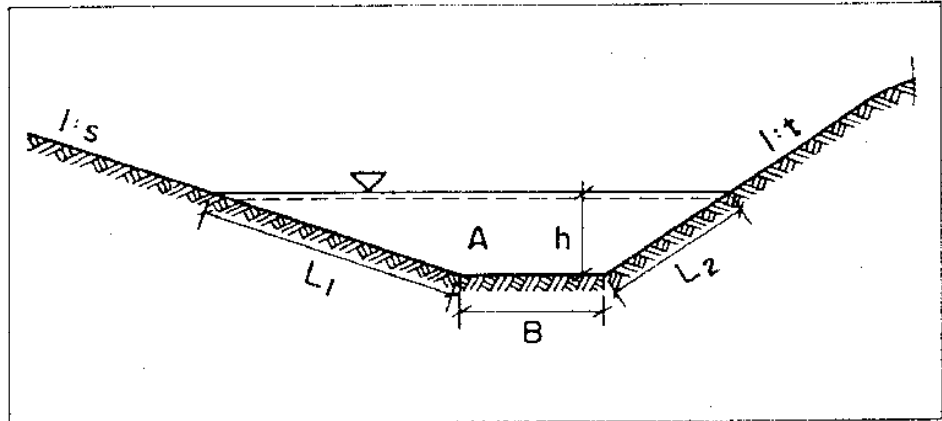




Tielaitos

# Kuivatus



Tietekniikka

Helsinki 1993

Kehittämiskeskus

**Teiden suunnittelu IV. Tien rakenne 4**

# **Kuivatus**

**Tielaitos**  
Kehittämiskeskus

Helsinki 1993



Tielaitos

MUU OHJAUS

1.6.1993

93/20/Th-527

1056/93/20

Asiaryhmä 21

Tiepiirit

Säädösperusta

Korvaa

TEIDEN SUUNNITTELU, IV Tien rakenne, osa 4 Kuivatus

10.4.1979 ja 16.9.1985

Kohderyhmät

Voimassa

15.6.1993 - TOISTAISEKSI

Asiasanat

TIERAKENNE, KUIVATUS, SUUNNITTELUPERUSTEET

---

## TEIDEN SUUNNITTELU, KUIVATUS

Julkaisu **Kuivatus** (TIEL 2140005) kuuluu **Teiden suunnittelu**-ohjeiden osaan IV Tien rakenne (kansio B).

Suurimmat muutokset vanhaan ohjeeseen ovat

- muoviputken sisähalkaisija sai ennen olla 20...30 % pienempi kuin muiden materiaalien. Nyt eroa ei ole, vaan kaikilla materiaaleilla sisähalkaisija saa olla 10 % pienempi kuin suunnitteluhalkaisija.
- putkimateriaalit ja peitesyvyydet on käsitelty julkaisussa **Kuivatustarvikkeet**, TIEL 2140006.
- on estettävä veden kertyminen hiekkatäyteen maalaatikon alapäähän, kallioleikkauksen yläpään siirtymäkiilaan ja hienohiekkaiseen maalaatikkoon.
- taajamien kuivatustilanteita käsitellään perusteellisemmin kuin ennen.
- parannettavien teiden kuivatus käsitellään osassa **7. Rakenteen parantaminen**.

Muilta osin on tehty vain vähäisiä muutoksia.

Johtaja

  
Erkki Koskinen

Apulaisjohtaja  
Tiehallinto

  
Aulis Nironen

---

LISÄTIETOJA  
Kari Lehtonen  
Tielaitos, Kehittämiskeskus  
puh. (90) 1487 2317

JAKELU/MYYNTI  
Tielaitos, hallinnon palvelukeskus,  
painotuotevarasto  
Opastinsilta 12 A, PL 33  
00521 HELSINKI  
fax (90) 1487 2698  
puh. (90) 1487 21

## Sisältö

### NORMIN KUVAILULEHTI SISÄLLYSLUETTELO

4.0	Yleistä	6
4.1	Kuivatuksen hydrologiset perusteet	7
4.10	Yleistä	7
4.11	Pintaveden valuma-alue	7
4.111	Valuma-alueen määrittäminen	8
4.112	Maan pinnan valumaominaisuudet	8
4.12	Maansisäinen vesi	8
4.121	Tien rungon ja maaperän vesien esiintymismuodot	8
4.122	Pohjavesi ja kapillaarisuus	9
4.123	Maaperän veden läpäisevyys	9
4.13	Lumen ja roudan vaikutus tien kuivatukseen	10
4.2	Pintakuivatuksen suunnittelu	11
4.20	Yleistä	11
4.21	Pintaveden mitoitusvirtaamat	11
4.210	Yleistä	11
4.211	Rankkasateen virtaama	12
4.212	Lumen sulamisvirtaama	15
4.213	Avouomien hydraulinen mitoitus	16
4.22	Tien pintakaltevuuksien järjestely	17
4.221	Ajoradan ja pientareen kaltevuudet	17
4.222	Liittymien kaltevuusjärjestelyt	18
4.223	Kevyen liikenteen tiet	19
4.224	Tien käyttäjiä palvelevat alueet	19
4.23	Tien sivuojat	20
4.230	Yleistä	20
4.231	Sivuojan tarve	20
4.232	Sivuojan sijainti	21
4.233	Sivuojan syvyys	21
4.234	Sivuojan luiskat	22
4.235	Sivuojan pituuskaltevuus	22
4.24	Muut avouomat	23
4.241	Laskuojat	23
4.242	Niskaajat, kourut ja luiskasyöpymien torjunta	24
4.25	Kevyen liikenteen tien kuivatus ja välikaistat	26
4.251	Kevyen liikenteen tiet	26
4.252	Keski- ja välikaistan kuivatus	27
4.26	Sadevesiviemärit	29
4.261	Käyttökohteet	29
4.262	Kaivojen ja viemärin sijainti	29
4.263	Kaivot	30
4.264	Sadevesijohdon mitoitus	31
4.265	Sadevesiviemärin syvyys	32

---

4.27	Siltoihin liittyvä kuivatus	33
4.270	Yleistä	33
4.271	Siltapaikkojen tutkimukset	33
4.272	Penger	33
4.273	Alittava tie	34
4.28	Pumppaamot	35
4.281	Mitoitus	35
4.282	Sijainti	36
4.283	Osat	36
4.3	Syväkuivatuksen suunnittelu	37

---

4.30	Yleistä	37
4.31	Vajovedet	37
4.32	Pohjavedet	40
4.33	Ojatyypin valinta	42
4.34	Sala- ja suoto-ojat	42
4.341	Sala- ja suoto-ojan rakenne	42
4.342	Salaojan sijainti	44
4.343	Laskuputket ja kaivot	45
4.344	Jäätymiskosten torjunta	45
4.345	Ruostetukosten torjunta	46
4.346	Peltosalaojien järjestely	46
4.4	Rummut	49

---

4.40	Yleistä	49
4.41	Rumpujen tarve ja sijoitus	49
4.42	Putken pohjan korkeussijainti	50
4.43	Rumpujen pituus ja päätyviisteet	52
4.44	Rumpujen vähimmäiskoko	53
4.45	Rumpuaukon hydraulinen mitoitus	54
4.46	Pienten silta-aukkojen mitoitus	56
4.5	Kuivatussuunnittelun yhteistoiminta ja ennakkoselvitykset	65

---

4.50	Yleistä	65
4.51	Kuivatuksen suunnittelussa tarvittava yhteistoiminta	65
4.52	Kuivatussuunnittelun kenttätutkimukset	67
4.53	Rakentamisen vaikutus suunnitteluun	68

## 4.0 Yleistä

Tien kuivatuksen tarkoituksena on poistaa liikenteelle tai tien rakenteelle haitallinen vesi tien pinnalta, rakenteen sisältä tai tien lähiympäristöstä.

Kuivatus on osa tien rakenteen suunnittelua. Kuivatus suunniteltaessa on huolehdittava siitä, että geotekniikkaan, siltoihin sekä laitteiden ja johtojen sijoitukseen ja siirtoihin liittyvät kysymykset tulevat riittävän ajoissa selvitettyiksi. Pintakaltevuuksilla sekä avo-ojien luiskilla ja muotoilulla on tärkeä merkitys myös tien liikenteellisiin ominaisuuksiin, liikenneturvallisuuteen ja ulkonäköön.

Laajoissa suunnitteluhankkeissa on selvittävä alueellisen kuivatussuunnitelman tarpeellisuus. Siinä tutkitaan eri osapuolten hankkeita, esimerkiksi taajaman osan tonttien kuivatusta tai pellon salaojitusta. Tällöin voidaan saavuttaa kokonaiskustannuksissa merkittäviä säästöjä, kun rinnakkaiset kuivatusjärjestelyt voidaan välttää.

Kuivatuksen suunnittelu on periaatteessa optimointitehtävä, jossa kuivatusjärjestelyjen kokonaiskustannuksia (rakentaminen ja kunnossapito) sekä mahdollisia haittoja verrataan saavutettavaan hyötyyn. Liiallista varmuutta esim. hyvin harvinaisten poikkeustapausten varalta on vältettävä. Milloin vaihtoehtoisia rakennetarkaisuja on, tulee sekä hyötyjen että haittojen arvioinnissa ottaa kaikki kustannukset ja muut näkökohdat huomioon, myös ne, joita ei voida välittömästi mitata rahana (liikenneturvallisuus, ulkonäkö, kunnossapidon helppous).

Tien kuivatus jaetaan pintakuivatukseen ja syväkuivatukseen. Pintakuivatuksella pyritään poistamaan tiealueen pinnalla oleva sekä mahdollinen ulkopuolelta tuleva sade- ja sulamisvesi. Syväkuivatus koskee tienrakenteesta tai alusrakenteesta poisjohdettavaa vettä. Pintakuivatus voidaan toteuttaa avo-ojituksella, sadevesiviemäroinnillä ja eräissä tapauksissa imeyttämällä. Syväkuivatustapoja ovat avo-ojitus, suoto- ja sala-ojitus.

Tieleikkauksien ja alikulkujen rakentaminen voi alenuttaa pohjaveden pintaa. Pohjaveden alenemisen mahdolliset haitat ja riskit ympäristöön on arvioitava riittävän luotettavien pohjatutkimusten perusteella. Pohjaveden alenemisen vaikutuksia voivat olla mm. kaivojen kuivuminen, rakennusten painuminen sekä vaikutus vedenottamoihin ja vaikutus kasvillisuuteen

Jos havaitaan kuivatusolosuhteiden muutoksille erityisen alttiita kasvustotyyppisiä, ne on otettava huomioon syväkuivatuksen suunnittelussa.

Usein tieleikkauksista pumpattavat pohjavesimäärät ylittävät lain mukaisen määrän. Vesilain 9. luvun 7 §:n mukaan "sellaisen pohjavedenottamon tekemiseen, joka on suunniteltu vähintään 250 m<sup>3</sup>/vrk vesimäärän ottamiseen, on haettava vesioikeuden lupa".

Jäljempänä annettujen ohjeiden lisäksi on otettava huomioon, mitä lainsäädäntö määrää kuivatusjärjestelyjen ulottamisesta toisen maalle sekä maanomistajalle aiheutetun vahingon korvaamisesta.

## 4.1 Kuivatuksen hydrologiset perusteet

### 4.10 Yleistä

Tärkeimmät hydrologiset käsitteet ovat seuraavat:

**Sadanta** on aikayksikössä tietyllä alueella sataneen veden määrä, yksikkönä mm/h (tai mm/vrk, mm/v). Lumena tuleva sadanta ja tietyn ajankohdan lumipeite muunnetaan millimetreiksi vesiarvon avulla; vesiarvo ilmaisee montako mm vettä tietty lumikerros vastaa.

**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.

**Valunta** on se osa sadannasta, joka purkautuu vesiuomiin, yksikkönä mm/h (tai mm/vrk, mm/v). Muu osa sadannasta haihtuu kasveista ja maan pinnalta tai lisää maaperän kosteutta.

**Valuma** on 1 sekunnissa tietyltä alueelta valuvan veden määrä pinta-alayksikköä kohti, yksikkönä l/s ha tai l/s km<sup>2</sup>. Valunta 1 mm/h vastaa 2,78 l/s ha.

**Ylivaluma** tarkoittaa jonkin ajanjakson, esim. 1 vuoden suurinta valumaa. Merkintä H<sub>q</sub> 1/10 tarkoittaa tietyllä alueella keskimäärin 1 kerran 10 vuodessa esiintyvää ylivalumaa.

**Valuma-alue** on se maastoalue, jolta vedet kerääntyvät tiettyyn uoman kohtaan, yksikkönä ha tai km<sup>2</sup>. Valuma-alueen rajoina ovat vedenjakajat.

**Virtaama** on vesiuomassa 1 sekunnissa virtaava vesimäärä, yksikkönä l/s tai m<sup>3</sup>/s. Virtaama lasketaan kertomalla valuma valuma-alueen pinta-alalla. Ylivirtaama tarkoittaa jonkin ajanjakson suurinta virtaamaa ja esim. merkintä HQ 1/5 tarkoittaa tietyssä uomankohdassa keskimäärin 1 kerran 5 vuodessa esiintyvää ylivirtaamaa.

### 4.11 Pintaveden valuma-alue

Tietoja valuma-alueen suuruudesta tarvitaan seuraavissa tiealueen kohdissa:

- kun sivuoja purkaa rumpuun tai laskuojaan
- kun sivuojan valuma-alue on yli 5 ha, selvitetään miten tasaisesti valuma-alueen vedet purkautuvat tarkasteltavaan kohtaan (tulvahuiput)
- jokaisen päätie- ja liittymärummun sekä silta-aukon kohdalla
- taajamissa viemäroitävän alueen purkukohdassa ja viemäriverkon laajuudesta riippuen myös ylemmillä osuuksilla. (Taajamissa mitoituksessa varaudutaan päällystettyjen pintojen aiheuttamiin virtaaman lisäyksiin)
- pumppaamoihin johdettavien tieleikkausten ja alikulkujen osalta tehdään tarkat virtaamalaskelmat kuivatusrakenteiden mitoitusta varten.

Erilaisin kouruin tai niskaojin hoidettavat kuivatustilanteet, 2-ajorataisten teiden keskikaistaojat sekä välikaistaojat eivät yleensä edellytä valuma-alueen määrittämistä.

#### 4.111 Valuma-alueen määrittäminen

Valuma-alueet voidaan määrittää, kun tielinjan lisäksi tunnetaan rumpujen sijainti sekä tien tasausviiva siltä osin kuin se vaikuttaa sivuosiin. Viemäriverkosta on tunnettava putkiston yleissijainti. Valuma-alue määritetään seuraavin vaihtoehtoisin menetelmin:

**Hyvin suurten valuma-alueiden eli vesistöalueiden** (pinta-ala  $F$  suurempi kuin  $100 \text{ km}^2$ ) tiedot saadaan useimmiten vesi- ja ympäristöpiiristä. Muiden **suurten valuma-alueiden** ( $F = 1..100 \text{ km}^2$ ): pinta-ala määritetään peruskartan 1:20 000 avulla. Tietoja saa joskus myös vesi- ja ympäristöpiiristä.

**Pienten valuma-alueiden** ( $F = 1..100 \text{ ha}$ ): pinta-ala määritetään maastokartan 1:2 000...1:10 000 avulla, mikäli sellainen on käytettävissä, tai stereokuvien ja etenkin tasankoalueilla maastotarkastuksin.

**Hyvin pienten valuma-alueiden** ( $F < 1 \text{ ha}$ ): pinta-ala todetaan silmämääräisesti maastossa tai suunnitelmaportaan avulla.

Valuma-alue määritetään kartan avulla seuraavassa järjestyksessä:

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

Valuma-alueen suuruuden määrittämisessä riittää yksinkertainen pinta-alalaskelma esim. viivoittimen avulla.

#### 4.112 Maan pinnan valumaominaisuudet

Maanpäällisen valunnan osuus esitetään kertoimella  $\psi$  (psii; vaihteluväli  $0..1$ ), joka yksinkertaistaen ilmaisee, kuinka suuri osa maahan sataneesta vedestä on otettava huomioon pintakuivatusta suunniteltaessa eikä imeydy maahan. Valumakerroimen suuruus riippuu ensisijaisesti valuma-alueen pinnan vedenläpäisevyydestä ja sileydestä, mutta myös alueen kosteusvajauksesta sateen alkaessa sekä sateen kestoajasta ja rankkuudesta. Näistä syistä valumakerroin ei ole vakio vaan vaihtelee samallakin alueella ja toisaalta samankin sadekuuron aikana. Mitoituksessa varaudutaan kuitenkin epäedullisiin tilanteisiin, jolloin maaperä on jo mahdollisimman märkä tai keväällä vielä osittain jäässä. Suunnittelussa käytettävät valumakerroimen lukuarvot esitetään kohdassa 4.211.

Valumakerrointa käytetään vain vesisateesta aiheutuvaan valumaan laskettaessa. Lumen ja rännän sulamisesta syntyvä ylivaluma määritetään suoraan valuma-alueen koon perusteella kohdan 4.212 mukaisesti.

#### 4.12 Maansisäinen vesi

##### 4.121 Tien rungon ja maaperän vesien esiintymismuodot

**Vajovesi** on maahan imeytynyt, lähellä pintaa sijaitseva painovoiman alainen vesi, joka painuessaan alapäin muuttuu vähitellen pohjavedeksi.

**Pohjavesi** on maanpinnan ja vajoveden alapuolella sijaitseva maahuokoset täyttävä vesi, joka useimmiten muodostaa yhtenäisen, maanpinnan muotoja mukailevan kerroksen. Jos maakerrokset ovat kaltevia, pohjavesi liikkuu purkautumispaikkoja kohti (avovesistöt, lähteet).

**Maavesi** on yhteisnimitys pohjaveden pinnan yläpuolisille vesille, jotka kostuttavat maa-ainesta ja ovat sitoutuneet siihen siten, että painovoima ei vaikuta niiden liikkeisiin. Hienojakoisissa maalajeissa pohjavedestä nouseva kapillaarivesi on fysikaalisesti sitoutunut maavettä.



Vajovettä ja pohjavettä sekä kaikkia pintavesiä nimitetään yhdessä **vapaiksi vesiksi**. Maavesi on **sidottua vettä**, eikä siihen voida vaikuttaa mekaanisin kuivatusjärjestelyin, kuten kaltevin rakennekerroksin tai avo- ja salaojin.

#### 4.122 Pohjavesi ja kapillaarisuus

Pohjaveden pinta sijaitsee Suomessa keskimäärin 1...3 m:n etäisyydellä maanpinnasta. Etäisyys on alavilla mailla tätä pienempi ja kukkuloiden laella suurempi eikä kaikkialla ole pohjavettä jatkuvasti lainkaan. Tavanomainen vuodenaikavaihtelu on lisäksi n. 0,5...2 m.

Pohjavesi virtaa maakerrosten kaltevuuden ja pienimmän vastuksen (suurimman vedenläpäisevyyden) suuntaan. Virtausta esiintyy eniten harjuissa, mutta näissä yleensä niin syvällä, että se ei vaikuta tien kuivatukseen muuten kuin syvissä leikkauksissa.

**Orsivesi** sijaitsee vettäläpäisemättömän maalajin pinnalla varsinaisen pohjaveden yläpuolella.

**Salpavettä** on paineellinen pohjavesi vettäläpäisemättömän maalajin alla; purkautuu arteesisena lähteenä.

**Rakovesi** sijaitsee kallion raoissa ja halkeamissa seisova tai liikkuva vesi.

Kapillaarista vettä sisältävä vyöhyke syntyy pohjaveden yläpuolelle ja sen paksuus riippuu lähinnä maa-aineksen rakeisuudesta. Kapillaarivyöhykkeen vesipitoisuus pienentyy hitaasti ylöspäin tultaessa ja kapillaarivyöhyke vaihtuu ilman äkillistä muutoskohtaa vajovesivyöhykkeeksi.

#### 4.123 Maaperän veden läpäisevyys

Vedenläpäisevyys ilmaistaan vedenläpäisevyyskerroksina  $k$  (mm/s tai m/vrk). Se tarkoittaa veden virtausnopeutta maa-aineksessa, kun hydraulinen putous (veden alku- ja loppuaseman korkeusero jaettuna etenemismatkalla) = 1 eli vesi vajoaa pystysuoraan alaspäin.

Mittayksikkö  $1 \text{ mm/s} = 86,4 \text{ m/d}$  ja  $1 \text{ m/d} = 0,0116 \text{ mm/s}$ .

Maa-aineksen vedenläpäisevyys riippuu lähinnä rakekoostumuksesta ja lisäksi myös tiiviysasteesta. Pienikin hienoainesmäärän vaihtelu aiheuttaa suuren muutoksen vedenläpäisevyyteen. Esim. hiekan vedenläpäisevyyskerroin  $k$  vaihtelee n. välillä 0,5...50 m/d, moreenien n. 0,001...1 m/d ja siltin n. 0,0001...0,1 m/d.

Vedenläpäisevyyden tarkempi määrittäminen tulee kysymykseen lähinnä silloin kun on epäselvää, tarvitaanko tiettyyn syväkuivatuskohteeseen (maaleikkaukseen tai matalaan penkereeseen) salaoja vai ei. Vedenläpäisevyys voidaan määrittää maanäytteistä laboratoriotutkimuksella tai likimääräisesti arvioida maalajin rakekoostumuksen perusteella. Maastossa saavutettava vedenläpäisevyys poikkeaa usein huomattavasti (0,1...1000 kert.) laboratoriossa saadusta vedenläpäisevyydestä, koska laboratoriossa näyte on usein häiriintynyt tai erityisesti tiivistetty tai maastossa routa tai kuivuminen aiheuttaa rakoilua tai muita muutoksia. Jos maaperä on epähomogeenista ja kuivatustilanne erityisen vaativa, voidaan vedenläpäisevyys määrittää itse kohteessa koepumppauksin tai yksinkertaisemmalla avoputkimenetelmällä (ks. TVH 732660, osa I, s. 270-271).

### 4.13 Lumen ja roudan vaikutus tien kuivatukseen

Lumena tai räntänä tuleva osuus vuosisadannasta on Suomessa keskimäärin n. 30...50 %. Lumen sulaminen on vesisateen ohella toinen pintakuivatuksen mitoitusvirtaaman aiheuttaja. Lumivallien huomioon otto kuuluu myös yhtenä lähtökohtana kuivatuksen suunnitteluun, sillä lumen varastointi talvella vaatii tien luisilta, välikaistoilta ja liikennesaarekkeilta tietyt vähimmäismitat.

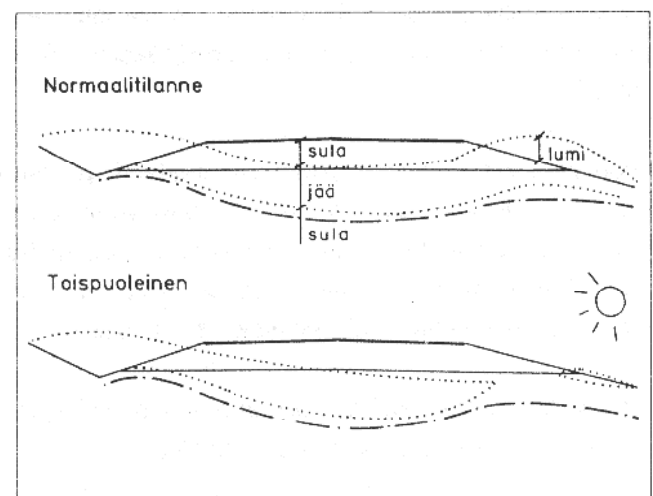
Suunnittelun tavoitteena on, että mahdollisimman vähän sulamisvesiä pääsee tien pinnan läpi ja että vajo vedet etenevät riittävän nopeasti sivulle päin. Jäälinssejä ei uusilla teillä muodostu niin korkealle, että niiden sulaminen vaatisi erityisiä kuivatustoimia. Kantavuuden alentuminen otetaan huomioon päällysrakenteenmitoituksessa. Kevään vesihaittojen minimointi edellyttää myös säännöllistä ennalta ehkäisevää kunnossapitoa (reunapalteiden ja virtausesteiden poisto syksyllä, lumivallien leikkaus ja sohjo-ojien teko keväällä).

Maan jäätyminen vaikuttaa tien kuivatuksessa esiintyvien putkien syvyysijaintiin seuraavasti:

**Rummut:** Roudan syvyyttä ei oteta huomioon rummun korkeussijaintia valittaessa. Routarajan yläpuolelle sijoitettu rumpu voi nousta ja taipua roudan vaikutuksesta, jos ympärystäyttö on routivaa. Routarajan yläpuolelle sijoitettu rumpu tai sen routimaton ympärystäyte 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 jäätyä täynnä vettä. Tämä tilanne voi toisaalta syntyä vain opposalaojissa tai pienellä kaltevuudella ja jonkin putkituksen vuoksi.



*Kuva 41:1 Tierakenne jäätyy yleensä kuvan alimpien pistekatkoviivojen mukaiseen routarajaan. Keväällä tierakenne sulaa yläpinnasta alkaen, hitaimmin lumipeitteen alta. Alkukeväällä jää voi muodostaa pisteviivan mukaisen lähes vesitiiviin kaukalon, joka estää veden pääsyn avo-ojaan tai tien reunan salaojaan. Kaukalon reuna yhtyy tavallisesti lumivallin reunaan. Toispuolisesti aurinkoisella paikalla lumivalli ja jääpato voi kuitenkin sulaa toisesta reunasta yhtä nopeasti kuin keskite.*

## 4.2 Pintakuivatuksen suunnittelu

### 4.20 Yleistä

Pintakuivatuksella poistetaan vedet tien pinnalta ja estetään veden keräytyminen tien viereen. Käytettävät keinot ovat tien pinnan sivukaltevuus ja sivuojien vieto.

Ympäristön kuivatus ei samalla saa huonontua tai vaikeutua. Pintavesien poisto edellyttää riittävän suurta suunnittelukaltevuuksia, koska päällysteen kuluminen, 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 koneistettuun kunnossapitoon.

Pohjaveden suojaus suunnitellaan julkaisun **Pohjaveden suojaus tien kohdalla** (TIEL 2140001) mukaisesti.

Kaikki routimattomat maalajit, myös ohuen savikerroksen peittämät, sekä jotkut moreenimäet ovat mahdollisia pohjavesialueita. Suojaustarve määräytyy vesi- ja ympäristöpiirien tekemän luokituksen perusteella.

### 4.21 Pintaveden mitoitusvirtaamat

#### 4.210 Yleistä

Vesimäärän maksimi eli pintaveden mitoitusvirtaama lasketaan joko kesäkauden rankkasateen tai lumen kevät sulamisen perusteella.

Jos valuma-alue on hyvin pieni (< 1 ha), uoman mitoitus ei perustu virtaamaan vaan mahdolliseen ympäristön kuivatustarpeeseen sekä työtekniikkaan ja helppoon kunnossapidettävyyteen. Lisäksi on otettava huomioon uoman ulkonäkö ja vaikutus liikenneturvallisuuteen.

Taulukko 42:1 Mitoitusvirtaaman valinta valuma-alueen koon perusteella.

Valuma-alueen ala (ha)	Mitoitusvirtaaman aiheuttaja
< 10	rankkasade
10...100	joko rankkasade tai lumen sulaminen
> 100	lumen sulaminen, poikkeuksena rakennetut ja viemäröidyt alueet

Virtaamislaskelmia tarvitaan tien sivuojien yhteydessä noin 5 ha, laskuojien ja rumpujen yhteydessä n. 20 ha valuma-alueesta alkaen. Viemäröinnin yhteydessä ovat laskelmat tarpeen n. 0,5 ha valuma-alueesta alkaen.

Valuma-alueen ollessa n. 10...100 ha vertaillaan sekä sateesta että sulamisesta syntyvää virtaamaa ja näistä suurempi otetaan mitoitusperusteeksi.

#### 4.211 Rankkasateen virtaama

Lyhytaikaisen sateen aiheuttama virtaama lasketaan kaavalla:

$$Q = \psi \cdot F \cdot i$$

jossa

- Q = virtaama (l/s),  
 $\psi$  = valumakerroin (-)  
 F = valuma-alueen pinta-ala (ha)  
 i = mitoitussateen rankkuus (l/s · ha).

Valumakerroin osoittaa, kuinka suuri osa sadannasta on avo- tai putkiuomia mitoitettaessa otettava huomioon. Taulukossa 42:2 esitetään valumakerroimen ohjearvoja erilaisia pintoja varten, kun sadetta on tullut jo jonkin verran (muutama mm).

Taulukko 42:2 Erilaisten pintojen valumakerroimia

Pinnan tyyppi	Valumakerroin $\psi$
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 42:2 lukuarvojen vaihtelualuetta käytetään siten, että suhteellisesti pienimmät arvot esiintyvät lyhytaikaisissa sateissa (kesällä) ja alueilla, joiden kaltevuus on pieni, mutta pinta sisältää notkoja ja muita epätasaisuuksia. Vastaavasti valumakerrointa suurentaa alueen kaltevuus ja sileäpintaisuus, jolloin maan imee vähemmän vettä sisäänsä. Etenkin metsämaastossa vaihtelut ovat suuret.

Jos valuma-alue koostuu olennaisesti erilaisista osista, lasketaan keskimääräinen valumakerroin pinta-alojen mukaan painotettuna keskiarvona kuvan 42:1 esimerkin mukaisesti. Valuma-alueen määrittäminen esitetty kohdassa 4.111.

Mitoitussateen rankkuus  $i$  saadaan kuvasta 42:1 sadekuuron kestoajan ja tilastollisen esiintymistäajuuden perusteella. Mitä pitempi on sateen kesto aika, sitä pienempi on sen keskimääräinen rankkuus. Kesto aika valitaan siten, että valuma-alueen laidoillekin satanut vesi ehtii purkautumiskohtaan; kesto aika suurenee siten valuma-alueen koon kasvaessa. Kuvan 42:1 taulukossa A annetut mitoitussateen kestoajat ovat ohjeellisia.

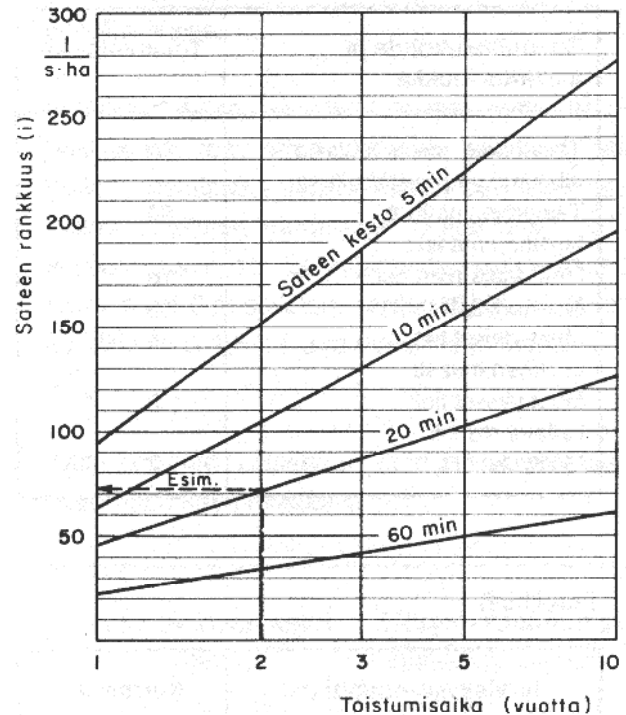
Mitoitussateen todennäköinen esiintymistäajuus vuosissa laskien valitaan periaatteessa siten, että kustannusten ja haittojen suhteen päästään optimiin. Laskentaperusteeksi ei oteta tilastojen suurimpia saderankkuuksia vaan yleensä 1...10 vuoden toistumisaikaväli, tien merkityksen ja mitoitussateen ylityksestä syntyvän haitan mukaan. Kuvan 42:1 taulukossa B esitetyt sateen esiintymistäajuuden arvot ovat ohjeellisia. Mitoitusvirtaaman laskemiseen on esitetty tarkkoja menetelmiä mm. Kaupunkiliiton julkaisussa B 63 "Vesijohtojen ja viemäreiden suunnittelu". Ne ottavat huomioon valuma-alueen muodosta riippuvan viipymän ja varastoitumisen.

Taulukko A

Valuma-alue F (ha)	Mitoitussateen kesto-aika (min)
< 2	5
2...5	10
5...20	20
20...100	60

Taulukko B

Suunnittelukohte	Toistumisaika
Tienkohdat, joissa tulvasta aiheutuu ympäristöhaittoja	10 vuotta
Taajamien päätiet tai -kadut (viemäröinti)	10 "
Taajamien sivutiet tai -kadut (viemäröinti)	5 "
Moottoriväylät	5 "
Muut yleiset tiet, tulvasta välitöntä haittaa (esim. alikulkukäytävät, risteys sillat)	2...5 "
Muut yleiset tiet, tulvasta ei välitöntä haittaa	1 "
Yksityiset tiet	1 "



$$\text{Mitoitusvirtaama } Q = \psi \cdot F \cdot i$$

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

Arvioidaan sekametsän valumakertoimeksi  $\psi_1 = 0,07$  (taulukko 1; maaston tasaisuus pienentää valumakerrointa) ja pellon  $\psi_2 = 0,15$ . Keskimääräinen valumakerroin on silloin:

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

Mitoitussateen kestoajaksi otetaan pinta-alan perusteella 20 min. Tien luokan ja vähäiseksi arvioidun tulvahaitan perusteella otetaan toistumisajaksi 2 vuotta. Kuvasta saadaan mitoitusateen rankkuudeksi  $i = 73$  l/s · ha. Virtaaman suuruudeksi muodostuu:

$$Q = 0,09 \cdot 18 \cdot 73 \text{ l/s} = 120 \text{ l/s.}$$

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

Taulukko A

Suunnittelukohte ja maaston luokka	Toistumisaika
Tienkohdat, joissa tulvasta aiheutuu ympäristöhaittoja	20 vuotta
Taajamien päätiät tasainen maasto	20 "
Muut taajamien tiät	10 "
Moottoriväylät	10 "
Muut yleiset tiät, tasainen maasto	5...10 "
Muut yleiset tiät, kalteva maasto	2 "
Yksityiset tiät	2 "

Taulukko D

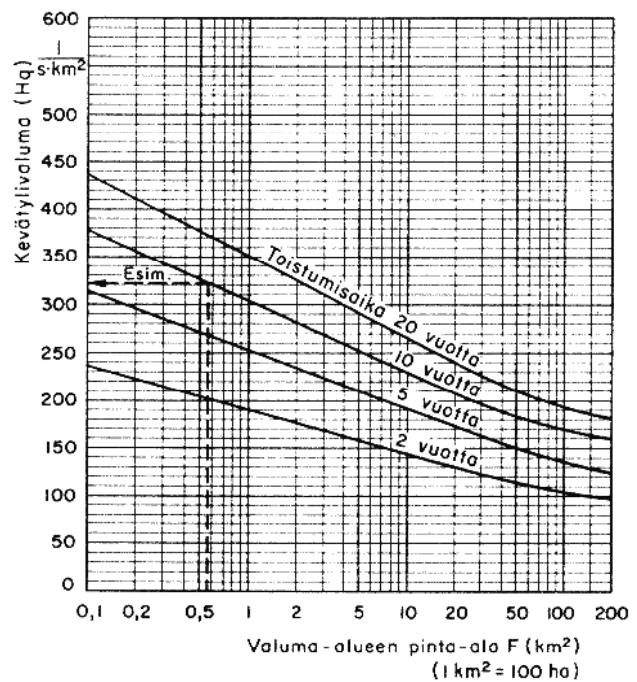
Pellon osuus koko valuma-alueesta (%)	Kerroin $k_p$
< 50	1,0
50	1,1
60	1,2
70	1,3
80	1,4
90	1,5
100	1,6

Taulukko B

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

Taulukko C

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



Etelä- ja Keski-Suomessa  $H_q$  saadaan suoraan kuvasta, Pohjois-Suomessa (piirit Kn, O, L) kuvan antama  $H_q$  kerrotaan tekijällä 1.3.

$$\text{Mitoitusvirtaama } Q = k_j \cdot k_m \cdot k_p \cdot F \cdot H_q$$

#### 4.212 Lumen sulamisvirtaama

Lumen sulamisen tuottama ylivirtaama on mitoitettava yleensä aina kun valuma-alue on suurempi kuin 100 ha (1 km<sup>2</sup>), lukuun ottamatta rakennettujen alueiden viemäröintiä. Jos alueen valumakerroin on pieni (esim. metsämaastossa), voi mitoitusvirtaama syntyä lumen sulamisesta jo huomattavasti alle 100 ha pinta-alalla.

Lumen sulamisen tuottama ylivirtaama lasketaan seuraavalla kaavalla:

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

Jossa

- Q = virtaama (l/s),
- k<sub>J</sub> = järvisyyskerroin (-),
- k<sub>M</sub> = metsäojituskerroin (-),
- k<sub>P</sub> = peltoisuuskerroin (-),
- F = valuma-alueen pinta-ala (km<sup>2</sup>),
- H<sub>q</sub> = kevätylivaluma (l/s · km<sup>2</sup>)

Valuma-alue F määritetään kohdan 4.111 mukaisesti ja sen pinta-ala ilmaistaan käytännöllisemmin km<sup>2</sup>:na.

Kevätylivaluma H<sub>q</sub> määritetään kuvan 42:2 avulla ottamalla huomioon valuma-alueen koko ja ylivaluman todennäköinen esiintymistaajuus. Kun mahdollinen kevättulva aiheuttaa pitempiaikaisen ja usein suuremman haitan kuin kesän rankkasade, otetaan kevätylivalumalle pitempi toistumisaikaväli. Se voi olla tien ja sen ympäristön merkityksestä riippuen 2...20 vuotta kuvan 42:2 taulukon A mukaisesti. Putkisiltoja ja tärkeitä päätierumpuja mitoitettaessa käytetään yleensä toistumisaikaa 20 vuotta kohdan 4.442 mukaisesti.

Jos valuma-alueen järvisyysprosentti (järvipinnan osuus koko valuma-alueesta) on suurempi kuin 1 %, kevätylivaluma pienentyy kuvan 42:2 taulukossa B esitetyn järvisyyskerroimen k<sub>J</sub> mukaisesti. Jos alueella on tai sille on suunniteltu metsäojituksia, joiden hyötyala käsittää vähintään 10 % koko valuma-alueesta, kevätylivaluma suurentuu kuvan 42:2 taulukossa C esitetyn metsäojituskerroimen k<sub>M</sub> mukaisesti. Jos valuma-alueesta vähintään 50 % on peltoa, kevätylivaluma suurentuu kuvan 42:2 taulukossa D esitetyn peltoisuuskerroimen k<sub>P</sub> mukaisesti.

#### Esimerkki 42:1

*Pohjois-Suomessa sijaitsevan järvettömän peltoalueen valtaojan valuma-alue on tielinjan kohdalla suuruudeltaan 0,55 km<sup>2</sup>. Kumpi aiheuttaa mitoitusvirtaaman, lumen sulaminen vai kesän rankkasade?*

*Lumen sulamisen ylivaluma saadaan kuvasta 42:2, kun toistumisajaksi otetaan pellon tasaisuuden vuoksi 10 vuotta: H<sub>q</sub> = 1,3 · 320 = 420 l/s · km<sup>2</sup>. Ylivirtaama lasketaan kaavalla :*

$$\begin{aligned} Q &= k_J \cdot k_M \cdot k_P \cdot F \cdot H_q \\ &= 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,6 \cdot 0,55 \cdot 420 \text{ l/s} \\ &= 370 \text{ l/s} \end{aligned}$$

*Rankkasateen toistumisajaksi voitaneen sallia pienempien haittojen vuoksi 2 vuotta ja kun kestoajaksi otetaan pinta-alan perusteella 60 min, saadaan kuvasta 1 sateen rankkuudeksi i = 34 l/s · ha. Valumakerroimeksi arvioidaan taulukosta 1: ψ = 0,15. Sateen tuottamaksi ylivirtaamaksi muodostuu:*

$$Q = \psi \cdot F \cdot i = 0,15 \cdot 55 \cdot 34 \text{ l/s} = 280 \text{ l/s}$$

*Näissä olosuhteissa mitoitusvirtaama syntyy lumen sulamisesta. Lähtöotaksumat vaikuttavat tuntuvasti kummankin virtaamalajin lukuarvoihin.*

### 4.213 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 4.210 mukaisesti.

Hydraulinen mitoitus tapahtuu kaavalla

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

jossa

Q = virtaama (m<sup>3</sup>/s)

A = veden poikkipinta-ala (m<sup>2</sup>)

R = hydraulinen säde (m)

J = uoman pituuskaltevuus (-)

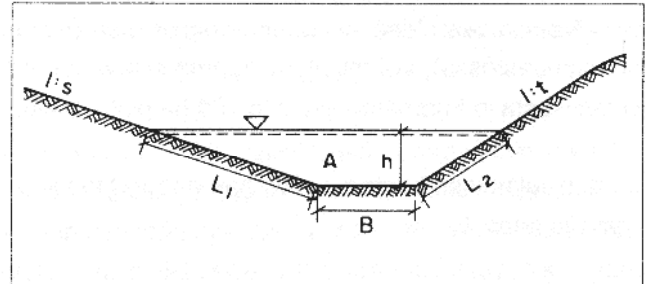
n = uoman seinämän hankauskerroin (-).

Hankauskerroin n riippuu uoman seinämien sileydestä ja tasaisuudesta sekä veden syvyydestä. Laskelmissa voidaan käyttää taulukon 42:3 mukaisia likimääräisarvoja. Hankauskerroin on sitä suurempi, mitä karkeampi on uoman pinta ja mitä pienempi on sen vesisyvyys

*Taulukko 42:3 Virtauslaskelmissa käytettäviä hankauskerrointen arvoja.*

Uoman laatu	Hankauskerroin
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-ala jaettuna märällä piirillä = A/P. Aivan matalassa uomassa, esimerkiksi tien pinnalla hydraulinen säde vastaa likimain veden syvyyttä.



Kuva 42:3 Hydraulisen säteen (R) laskeminen avouomassa.

$$\text{Hydraulinen säde } R = \frac{A}{P}$$

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

$$\text{Jos } B = 0 \text{ ja } t = s, \text{ saadaan } R = \frac{s \cdot h}{s\sqrt{1+s^2}}$$

Märkä piiri 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  $v = Q/A$ .



### Esimerkki 42:2

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

#### Ratkaisu:

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

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

Hydraulinen säde  $R = A/P = 0,48 \cdot h$

1. koe:

Otaksutaan  $h = 0,30$  m. Tällöin  $A = 0,36$  m<sup>2</sup> ja  
 $R = 0,14$  m.

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

Laskettu virtaama on liian suuri,  $h$  täytyy pienentää.

2. koe:

Otaksutaan  $h = 0,20$  m. Tällöin  $A = 0,16$  m<sup>2</sup> ja  
 $R = 0,096$  m.

$Q = \frac{0,16 \cdot 0,096^{2/3} \cdot 0,015^{1/2}}{0,050} = 0,082$  m<sup>3</sup>/s.

Laskettu virtaama on hiukan liian pieni.

3. koe ja lopputulos:

Interpoloiden saadaan  $h = 0,21$  m, jolloin laskettu  
virtaama  $Q \approx 0,090$  m<sup>3</sup>/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 heh-  
taarien suuruista valuma-aluetta.

## 4.22 Tien pintakaltevuuksien järjestely

### 4.221 Ajouradan ja pientareen kaltevuudet

Tien pintakaltevuuksien järjestelyllä pyritään satava tai  
sulava vesi poistamaan välittömästi yli tien reunojen  
siten, että syntyvä vesikalvo ei muodostu haitallisen  
paksuksi. Kuivatuksen tulisi säilyä tyydyttävänä myös  
vuosien mittaan päällysteen raiteistuessa ja tien pin-  
nan painuessa.

Suoralla tien osalla käytetään eri päällystetyypeillä  
taulukon 42:4 mukaisia sivukaltevuuksia.

Taulukko 42:4 Ajouradan sivukaltevuus suoralla tiellä.

Päällystetyyppi	Sivukaltevuus %
Asfalttibetoni, bitumisora ja bitumihiekka	3,0
Valuasfaltti	3,0
Pintaukset	3,0
Öljysora	4,0
Sora	5,0

Pehmeikköosuuksilla tai muissa kohdissa, joissa tien  
tuntuva painuminen on todennäköinen, käytetään  
0,5...1,0 prosenttiyksikköä suurempia sivukaltevuuk-  
sia kuin taulukossa 42:4. Tämä lisäys ei kuitenkaan  
koske öljysora- ja sorateitä.

Tietä uudelleen päällystettäessä voidaan käyttää  
0,5...1,0 prosenttiyksikköä pienempiä sivukaltevuuk-  
sia kuin taulukossa 42:4, mikäli tämä pienentää mas-  
samenekkiä tai tuottaa muuta olennaista hyötyä.

Sivukaltevuuden määrittäminen kaarreosuuksilla sekä oh-  
jeet pientareen sivukaltevuudesta on esitetty suun-  
tauksen suunnitteluohjeissa.

Niissä kohdissa, joissa ajoradan kuivatus on lähinnä pituuskaltevuuden varassa, kuten kaarevuuden käänne-  
pisteissä sekä reunatuen kohdalla, on pituuskalte-  
vuuden tavoiteltava vähimmäisarvoa 1,0 %, poikkeuk-  
sellisesti 0,5 %. Tasaisessa maastossa reunatuellisen  
tien kaivoväliä tihennetään ja kaivojen kohdalla käytetään  
suurempaa sivukaltevuutta kuin kaivojen puolivälissä,  
keskiviivaltaan vaakasuorallekin 7 m levyiselle  
tielle saadaan noin 0,5 % pituuskaltevuus tien reu-  
naan, kun kaivoväli on 30 m.

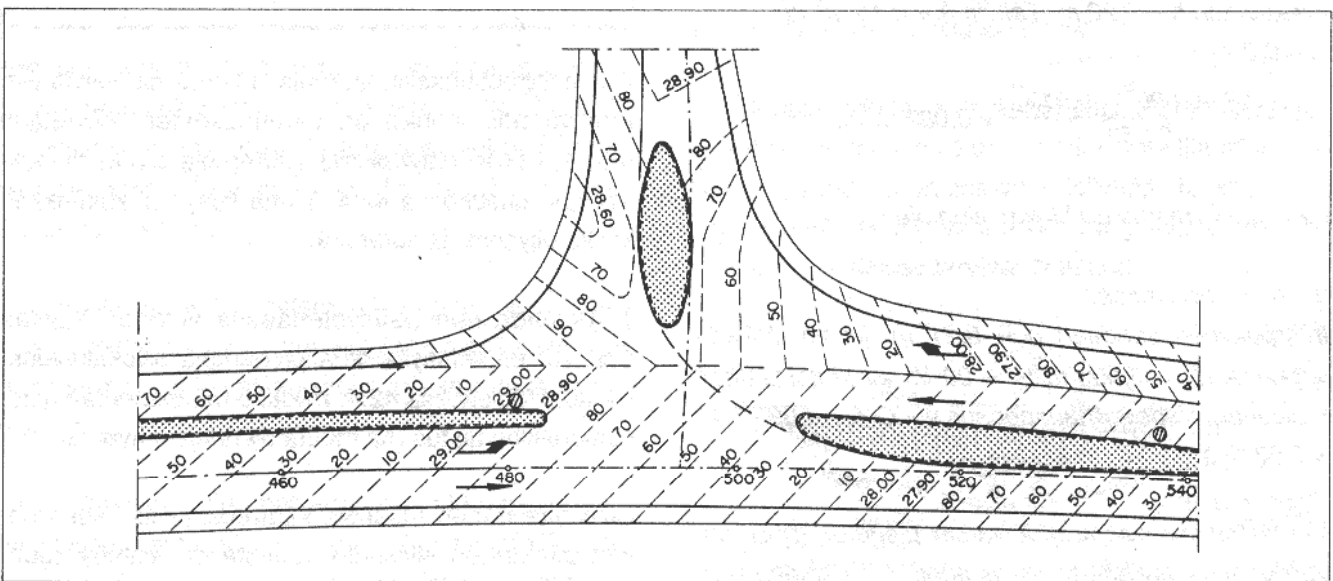
#### 4.222 Liittymien kaltevuusjärjestelyt

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

Jos liittymäalue on laaja, selvitetään pintakuivatusti-  
lanne tarvittaessa korkeusviivojen avulla (kuva 42:4).  
Ajouradan pinnan korkeusviivat merkitään liittymäpiir-  
rustukseen 0,1 m pystyvällein. Jos kaltevuudet ovat  
hyvin pieniä, merkitään viivat 0,05 m välein. Veden  
valumissuunta on kohtisuoraan korkeusviivoja vas-  
taan. Korkeusviivojen vaakaetäisyys osoittaa vietto-  
kaltevuuden suhteellisen suuruuden ja mahdolliset  
kuivatusvaikeudet.

Kanavoiduissa liittymissä on erityistä huomiota kiinni-  
tettävä 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  
päätieltä alempana. Jos sivutie viettää päätielle päin,  
pyrkii lumen sulamisvesi valumaan päätielle lumivalli-  
en estäessä veden poistumisen sivulle. Virtauksen  
katkaisemiseksi voidaan sijoittaa laakea kouru tai lin-  
jakuivatuskouru päätien suuntaisesti sivuajarummun  
kohdalle tai rummun puuttuessa 5...10 m etäisyyteen  
päätien reunasta.



Kuva 42:4 Kaaviokuva korkeusviivojen merkitsemisestä liittymäpiirrustukseen (1:2 000). Jos kaltevuudet ovat hyvin pieniä, korkeusviivat piirretään 0,05 m:n välein.

#### 4.223 Kevyen liikenteen tiet

Taulukon 42:4 arvot sopivat myös kevyen liikenteen teille. Routimattomalla pohjamaalla voidaan käyttää 0,5...1 % pienempää, pehmeikön päällystetyillä teillä 0,5...1 % suurempaa kaltevuutta.

#### 4.224 Tien käyttäjiä palvelevat alueet

Tiehen välittömästi liittyvät tasanteet, kuten linja-autopysäkit ja ilman eristysaluetta olevat pysäköimisalueet kuivatetaan tasannetta ympäröivään sivuojaan. Tasanne tehdään tien keskilinjasta poispäin viettäväksi ja sen sivukaltevuus on yleensä yhtä suuri kuin viereisellä ajokaistalla.

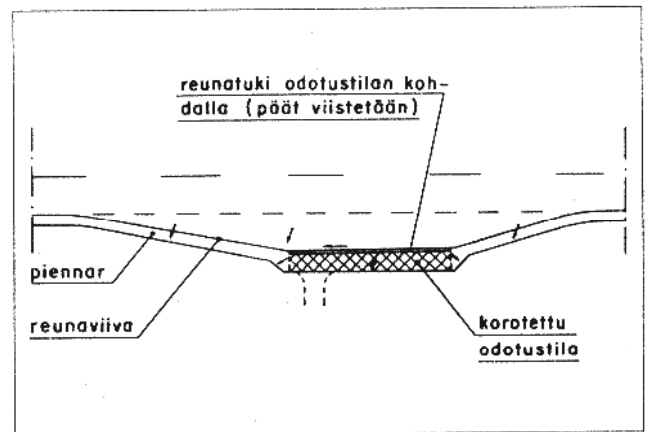
Jos linja-autopysäkin odotustila tehdään korotettuna, reunatuki asennetaan vain odotustilan kohdalle (kuva 42:5). Jos tiessä on korotettu jalkakäytävä, reunatuki jatkuu yhtenäisenä myös pysäkin kohdalla. Viimeksi mainitussa tapauksessa pysäkin pinta tehdään joko ajoradalle tai pientareelle päin kaltevaksi riippuen ajoradan kuivatusjärjestelmästä.

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.

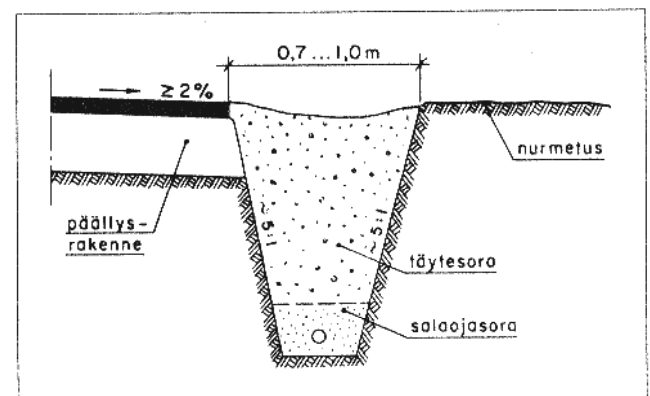
Liitännäisalue erotetaan ajoradasta yleensä välikais-talla, joka tiemaiseman vuoksi muotoillaan loivaluiskai-seksi pintavesiojaksi.

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 kokoavin kouruin (päällysteen levityksen yhteydessä tehtävin lautapainantein).

Jos tienkäyttäjiä palveleva alue sijaitsee ahtaassa leik-kauksessa tai pintavesien johtaminen pois on muusta syystä vaikeata, sijoitetaan liikennöitävän alueen ma-talimpiin kohtiin ritiläkantiset imeytyskaivot. Mikäli alu-teen sisäpuolella tapahtuva purkautus voidaan järjes-tää vähän liikennöitävään kohtaan alueen reunaosiin, käytetään imeytykseen kuvan 42:6 sorasaartoa. So-rasaarron pituus valitaan alueen kuivatustarpeen mu-kaisesti.



Kuva 42:5 Esimerkki korotetulla odotustilalla varustetun linja-autopysäkin pintakuivatuksesta. Nuolet osoittavat veden valumissuuntaa. Taajamassa reunatuki voi kiertää koko pysäkkitaskun.



Kuva 42:6 Päällystettyyn alueeseen liittyvä sorasaarto. Myös täytesoran yläosaan voidaan sijoittaa putki.

## 4.23 Tien sivuojat

### 4.230 Yleistä

Tienkuivatuksen avouomia ovat sivuojat, laskuojat, niskaojat, keskikaista- ja välikaistaajat sekä erilaiset kourut. Näitä kaikkia käytetään ensi sijassa pintakuivatukseen. Sivuojat soveltuvat alemman luokan teillä ja kevyen liikenteen teillä myös syväkuivatukseen, mutta korkealuokkaisilla teillä ja erityisesti taajama-alueilla on syvien (0,6 m) sivuojen käyttö rajoitettava mahdollisimman vähiin (esim. ympäröivän maaston kuivatuksen vaatiessa syvempää ojaa). Milloin syväkuivatusta tarvitaan pelkästään tien vuoksi, se hoidetaan pääsääntöisesti salaojin.

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 huomiointoon. Näitä ovat luotettava toiminta, helppo kunnossapidettävyys, uoman muotoilu ja muu ulkonäkö sekä vaikutus liikenneturvallisuteen ja viereiseen maankäyttöön.

Sivuojan tehtävänä on koota tiealueen pintavedet ja johtaa laskuojaan tai muuhun purkautuskohtaan. Sivuojen huolellinen suunnittelu on tärkeää siksi, että vedenpoiston lisäksi sivuoja vaikuttaa olennaisesti tien ulkonäköön, liikenneturvallisuteen, 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 ja muu muotoilu sekä verhous.

### 4.231 Sivuojan tarve

Sivuoja tarvitaan seuraavissa tilanteissa:

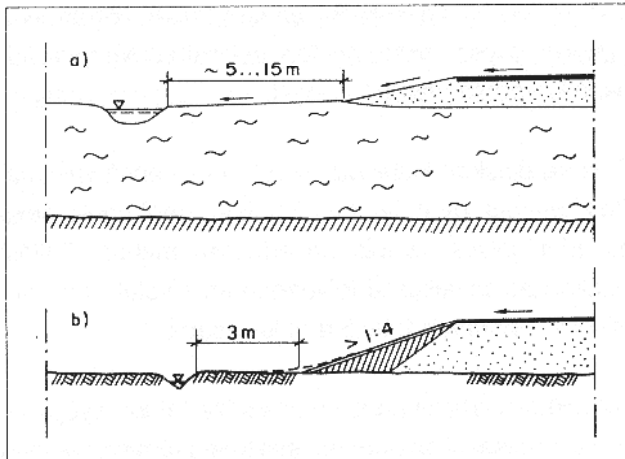
- Kaikilla leikkausosuuksilla.
- Matalilla penkereillä; ei kuitenkaan silloin, kun maa viettää selvästi tiestä pois päin tai penkereen korkeus ylittää tarvittavan ojasyvyyden.
- Korkeammilla pengerosuuksilla, jos ympäröivä maasto viettää tielle päin tai ympäristö vaatii kuivatusjärjestelyjä esim. pellon tai metsän ojituksen vuoksi.

Sivuojaa ei tarvita pengerosuudella, jos vesi virtaa tieltä pois päin maastoon tai jos tieosuus viemäröidään. Tien ympäristö voi silti vaatia sivuojan.

#### 4.232 Sivuojan sijainti

Sivuoja tulee yleensä tien ulkoluiskan jatkeeksi.

Valaistulla tiellä sivuojan pohja ei saa tulla valaisinpylväiden kohdalle.



Kuva 42:7 Sivuojan sijainti a) pehmeiköllä ja b) korkean penkereen yhteydessä, mikäli tilaa on, mutta luiskaa ei kannata loiventaa.

#### 4.233 Sivuojan syvyys

Yleistavoitteena on matalat sivuojat.

Sivuojan syvyyteen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- Tieltä valuvan pintaveden mahtuminen keväällä jäiseen ojaan.
- Tien rakenteen kuivatus, jos sitä ei ole hoidettu esimerkiksi salaojin.
- Ympäröivän maaston kuivatus, jos se hoidetaan teialueen kautta.
- Veden virtauksen järjestäminen ja rumpujen korkeusasema.
- Erikoistapauksissa suuri vesimäärä.

Tien pintavedet mahtuvat yleensä ojaan, jonka syvyys on 0,2 m. Paikoissa, joihin syntyy talvisin korkea lumivalli, tarvitaan 0,5 m syvyinen oja, koska lumi muuttuu keväällä 0,3 m paksuiseksi jääkerrokseksi. Maaseudulla ja pensasistutusten kohdalla tarvitaan lisäksi liettymisvaraa 0,2 m.

Jos tien rakennekerrokset kuivatetaan suoraan sivuojiin, ojan pohja tehdään yleensä 0,25 m kuivatettavan tason alapuolelle. Se sisältää liettymisvaran. Tien toisessa reunassa pohjoispuolella voidaan tällöinkin käyttää matalampaa ojaa, josta pyritään estämään veden virtaus tierakenteeseen. Vedenjakajapaikoilla voidaan käyttää matalampaa ojaa molemmissa reunoissa, jos ojiin ei kerry paljon pintavesiä. Ainakin leikkauksissa tierakenteen kuivatus tulisi pyrkiä hoitamaan salaojin.

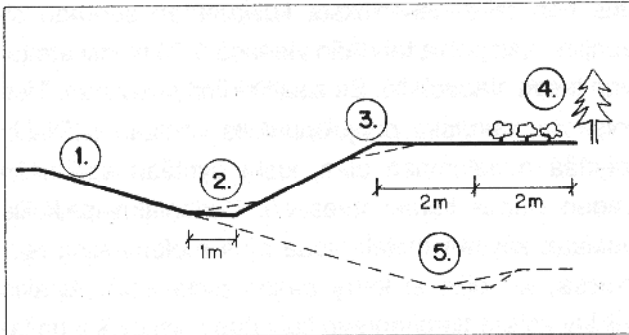
Ympäröivän maaston kuivatus ei edellytä välttämättä sivuojaa. Suuria vesimääriä ei kuitenkaan saa johtaa tieltä pihoilta, pelloille tai metsään. Kuivatetuilla pelloilla, soilla ja metsissä kuivatussyvyys on tavallisesti 0,5...1 m, salaojia käytettäessä 0,8...1,2 m. Vieton järjestämiseksi tarvitaan usein 1...1,5 m syvyinen oja.

Tällaista ojaa ei tulisi tehdä vilkasliikenteisen tien sivuojaksi, koska se on tieltä suistuvalla autolle vaarallinen ja ruma ja vie paljon tilaa.

Riittävän pituuskaltevuuden järjestäminen vaatii joskus ojan syventämistä edellä esitetyistä arvoista. Samoin poikkeuksellisen suuri vesimäärä vaatii syvemmän ojan. Rummut joudutaan usein sijoittamaan ojan pohjaa alemmaksi. Tällöin ojaa syvennetään 5...15 metrin matkalla.

#### 4.234 Sivuojan luiskat

Liikenneturvallisuuden sekä tien maastoon sopeutumisen vuoksi mahdollisimman loivat sisäluiskat ovat yleistavoitteena. Tämä helpottaa usein myös tien kunnossapitoa.



Kuva 42:8 Erityisesti vilkasliikenteisillä teillä (KVL > 2000 ajon/d) on otettava huomioon tieltä suistuvan auton turvallisuus.

1. Sisäluiskan tulisi olla mahdollisimman loiva auton kaatumisen välttämiseksi. Moottoreilla 1:5...6 ja muilla pääteillä 1:4.
2. Ojan pohjaan tehdään 1 m levyinen tasanne, joka pyöritetään. Tasanne ja pyöritys pienentävät auton kaatumisriskiä eikä auto törmää ulkoluiskaan yhtä helposti kuin jyrkässä V-taitteessa.
3. Ulkoluiskan kaltevuus on yleensä 1:2. Ulkoluiskan ylempi taite tulee kuitenkin pyöristää 1...2 m:n matkalla, mikä käytännössä loiventaa ulkoluiskaa. Pyöritys vähentää auton kaatumisriskiä ja varmistaa, että puut, kivet ja kannot raivataan 1...2 m:n etäisyydeltä ojasta..
4. Leveä sivuoja ja raivattu vierialue vähentävät törmäyksiä puihin.
5. Loivapiirteinen sivuoja tarvitaan myös kaiteettomien penkereiden kohdalla, jos etäisyys tien sisäluiskasta on alle 3 m.

Pitkissä kalliioleikkauksissa ojan syvyydeksi tehdään 0,5 m, ellei leikkaukseen valu suuria vesimääriä yläpuolisilta osuuksilta tai paantavaa vettä kalliolta. Ojan pohjaan ei tehdä 1 m:n tasannetta ja sisäluiskan kaltevuus on yleensä 1:4. Tavoitteena on tehdä leveä ja korkea ulkoluiska maasta vähentämään törmäyksiä kallioon. Myös melusteiden kohdalla sivuojaa voidaan kaventaa samasta syystä.

Tien sisäluiskan kaltevuus pidetään yleensä vakiona. Poikkeuksia ovat jyrkkäluiskaiset penkereet sekä osuudet, joissa sivuoja on erityisen matala. Tällöin sisäluiskaa tavallisesti loivennetaan sisäluiskan pitämiseksi vähintään 2 tai 3 m:n levyisenä.

Ojaluiskat verhoillaan nurmetuksella tai jos syöpymisen estämiseksi on tarpeen, sitä kestävämmän pinnan antavalla menetelmällä.

Sivuojen suunnittelu pituus- ja poikkileikkauksineen sekä sijaintitietoineen tehdään ennen tieosuuden lopullista massalaskentaa, jolloin tietokone-laskenta tuostaa oja- ja luiskamassat oikean suuruisina.

#### 4.235 Sivuojan pituuskaltevuus

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

Jyrkässäkään maastossa ei sivuojille ole varsinaista enimmäiskaltevuutta, vaan oja vahvistetaan sopivalla tavalla syöpymistä vastaan.

## 4.24 Muut avouomat

### 4.241 Laskuojat

Alueella, johon tie suunnitellaan, on tavallisesti ennestään laskuojia pelloilta, metsistä ja soilta. Kun tie rakennetaan risteävän laskuojan yli, rumpu tulisi tehdä vanhan laskuojan lähelle. Tällöin rummun kohdalle rakennettava siirtymäkiila ulottuu myös vanhan ojan päälle, mikä vähentää vanhan ojan täytöstä aiheutuvia routanousu- ja painumaeroja. Rummusta tehdään kuitenkin tietä vastaan kohtisuorempi. 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. Suistuvan auton törmäämistä ojan luiskiin voidaan vähentää pidentämällä rumpua, loiventamalla ojan luiskia tai sijoittamalla maavalli tai pienpuustoa ojan viereen. Putkisiltöjen kohdalla voidaan käyttää kaidetta.

Tiensuuntaisia laskuojia tai muita ympäristön kuivattamiseksi tarvittavia syviä ojia ei sijoiteta tien viereen kaiteettomilla osuuksilla. Syvä oja on kuivanakin tieltä suistuvalla autolle vaarallinen. Pehmeiköllä tien viereen sijoitettu syvä oja voi heikentää 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 heikoimpaan pehmeikön 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 voidaan vähentää myös siten, että ojan alkuosalle n. 20 m matkalla rummusta lähtien annetaan 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.

Kun laskuoja ja siihen liittyvä rumpu hyödyttävät tien lisäksi vaihtelevassa määrin myös ympäröivän maan alueen kuivatusta, on pyrittävä sellaiseen mitoitukseen (pohjan korkeussijaintiin), joka kokonaisuuden kannalta on mahdollisimman edullinen. Tämä arvioidaan vertaamalla maankuivatukseen edellyttämiä lisäkustannuksia (rakentaminen ja kunnossapito) siihen haittaan, joka maanomistajalle koituu, kun kuivatusjärjestelyt toteutetaan vain tienpidon vaatimusten mukaisessa laajuudessa. Jos haitta on lisäkustannuksiin nähden pienehkö, se kannattaa korvata rahalla.

Jos taas maankuivatukseen aiheuttama lisäkustannus on vähäinen, tieviranomaisen ei tarvitse periä sitä maanomistajalta. Milloin sitä vastoin lisäkustannus on esim. jatkuvan kunnossapidon vuoksi tuntuva, on syytä sopia kustannusten jaosta maanomistajan kanssa, tai jos hyödynsaajia on useita, on haettava vesilain mukaista ojitustoimitusta.

Laskuojauoman koon tarkistus hydraulisin laskelmin on tarpeen valuma-alueen ylittäessä n. 20 ha. Uoman kokoa säädellään pohjan leveydellä; vähimmäisleveytenä on n. 0,5 m.

Taulukko 42:5 Laskuojan luiskien normaalikaltevuudet.

Maalaji	Luiskan kaltevuus kaivussyvyyden ollessa			
	< 1,0 m	1,0...1,5	1,5...2,0	> 2,0 m
louhikko, kivikko	1:0,8	1:1	1:1	1:1,25
sora, moreeni, maatumaton turve	1:1	1:1,25	1:1,5	1:1,75
hiekkasiltti, kuiva-kuorisavi, turve, maatumuturve	1:1,25	1:1,5	1:1,75	1:2
pehmeä savi, lieju	1:1,5	1:2	1:2,5	1:3

Epäedullinen kaivuajankohta, esim. märkä syksy tai kevät saattaa vaatia pehmeiköillä loiventamaan luiskia alunperin suunnitellusta tai tekemään luiskiin porrasmaisen kevennyksen. Erityisen syöpymissaltiltiissa maa-

perässä (Si, Hk) uoma verhotaan 0,20 m paksuudelta karkealla soralla tai murskeella. Taajamien ulkopuolella verhoustarve päätetään rakennustyön jälkeen.

Jos oja tulee tieltä tai taloista hyvin näkyvälle paikalle, luiskien yläreunat pyöristetään ja luiskat verhotaan nurmetuksella tai kiveyksellä. Kaivumassat eivät saa jäädä rumentamaan maisemaa ja niillä ei saa huonontaa alueen kuivatusta.

Mikäli laskuojan mitoitusvirtaama on pienehkö (< 100 l/s), avo-oja voidaan korvata viljelymailla yhdellä tai kahdella rinnakkaisella putkiojalla. Putkiojan etuna on peltolohkojen säilyminen ehjänä. Putkioja mitoitetaan samalla tavoin kuin sadevesiviemärit.

Tiealueen ulkopuolelle tehtävistä laskuojista ja putkityksistä on aina sovittava etukäteen maanomistajan kanssa ja tarvittaessa selvitettävä maanomistajan osuus työkustannuksista ja tulevasta kunnossapidosta.

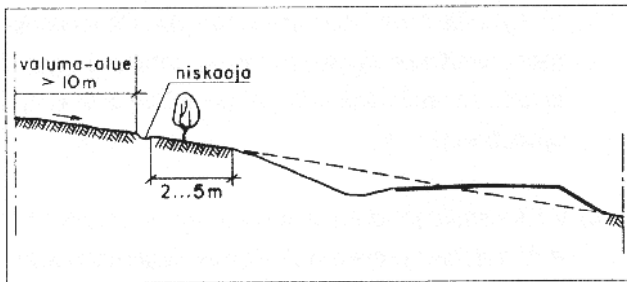
#### 4.242 Niskaojat, kourut ja luiskasyöpymien torjunta

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.

Rinteen on jatkuttava leikkauksen jälkeen tien poikittaissuunnassa ainakin 10...20 m, ennen kuin niskaoja on aiheellinen. Syöpyvä maalaji (siltti, silttimoreeni, hiekka) lisää niskaojan tarvetta. Niskaojan lisatarve on lopullisesti todettavissa usein vasta rakentamisvaiheessa.



Niskaojan vedet purkautetaan maaston kaltevuuden mukaiseen suuntaan laskuojaan tai viistosti sivuojaan. Niskaojan syvyydeksi riittää 0,2...0,3 m ja pohjaleveydeksi työmenetelmän mahdollisesti edellyttämä vähimmäisleveys, ellei niskaojaan 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.

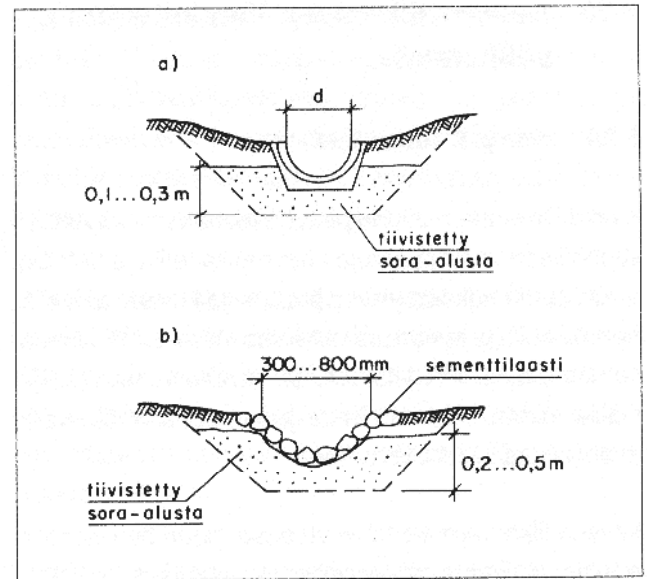


Kuva 42:9 Niskaojan sijainti maaleikkauksessa

Luisien syöpymsaltiluus riippuu veden nopeuden suhteesta pintamateriaaliin. Syöpyminen torjutaan lähinnä erilaisin verhouksin ja vahvistuksin, useimmiten käyttämällä riittävän tiivistä nurmetusta. Sen lisäksi on tietyissä tapauksissa tarpeen ohjata ja keskittää veden virtausta erityisin koururakentein. Ennen nurmetuksen juurtumista tarvitaan usein myös tilapäisvahvistuksia. Leikkausluiskien vahvistamista salaojin käsitellään lisäksi kohdassa 4.32.

Pintavesikouruilla keskitetään veden virtaus jyrkissä luiskan tai uoman kohdissa ja estetään ympäristön syöpyminen. Poikittaiskourua tai putkea käytetään maaleikkausten ulkoluiskassa, jos niskaojan tai yläpuolisen oja vettä ei voida johtaa sivuojaan asti sekä korkeiden penkereiden sisäluiskassa kohdissa, joihin vettä erityisesti kerääntyy, kuten siltojen päissä ja mäkiä alla.

Pitkittäistä kourua käytetään sivuojan tai niskaojan purkauksessa jyrkästi laskuojaan ja joskus myös päällysteen reunalla suojaamassa korkeata pengerialuiskaa.



Kuva 42:10 Poikkileikkaukset a) betonisesta elementtikourusta ja b) kivetystä kourusta. Betonikouru vaatii erityisen huolellisen asennuksen.

Päällysteen reunan sijoitettu kouru voi olla siihen ajaneelle vaarallinen, kun nopeudet ovat suuria. Jää ja roska tukkivat tiensuuntaisen kourun helposti.

Kourun tarve ilmenee usein vasta rakentamisvaiheessa, kun sama kohta syöpyy toistuvasti. Suunnitelmaan lisätään tämän vuoksi tarpeelliset kourut ja alunperin suunniteltujen kourujen paikat täsmennetään rakennustyön aikana.

Kourua voidaan käyttää myös korvaamaan sivuoja esimerkiksi parannettaessa taajamien teitä tai muissa paikoissa.

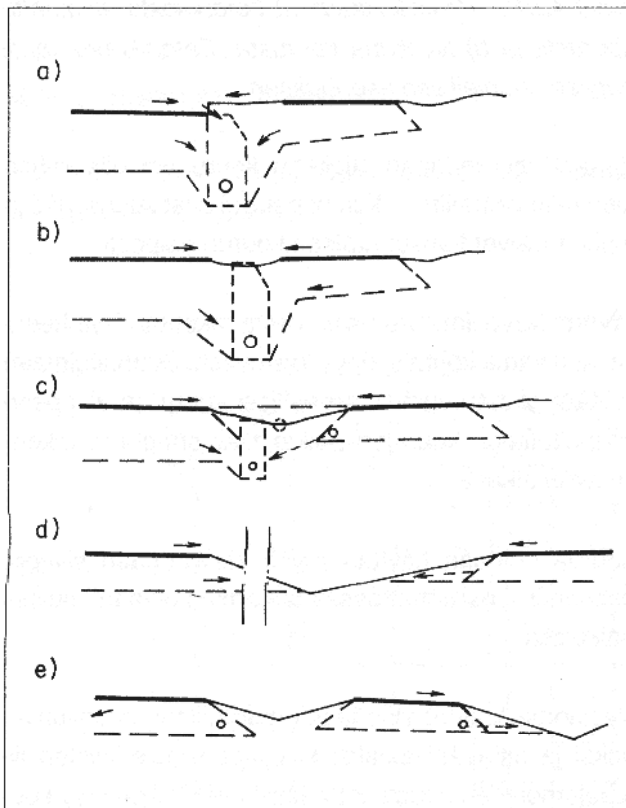
Vesiuoma kourun yläpäässä muotoillaan suppilomaiseksi ja riittävän laajaksi kiveyksen tai erityisten liittoselementtien avulla, jotta kaikki vesi kerääntyy kouruun eikä virtaa maaperää syövyttäen kourun sivulla. Tienpintaan liittyvissä kouruissa voidaan ohjausreunuksena käyttää ns. asfalttimakkaraa veden johtamiseksi kouruun tarvittavalta matkalta.

## 4.25 Kevyen liikenteen tien kuivatus ja välikaistat

### 4.251 Kevyen liikenteen tiet

Kevyen liikenteen teiden pintakaltevuuksina käytetään suunnilleen samoja arvoja kuin muilla teilla: asfalttibeetonilla ja pintauksilla yleensä 3,0 % ja kivituhkalla 4 %. Pehmeiköllä ja koverissa taitteissa kaltevuutta suurennetaan 0,5...1,0 %-yksikköä ja routimattomilla pohjamailla voidaan käyttää hiukan pienempää arvoa. Kaarre ei vaikuta sivukaltevuuteen.

Kevyen liikenteen tie tulee yleensä muun tien viereen, ja niiden kuivatus on suunniteltava yhdessä.



Kuva 42:11 Kevyen liikenteen kuivatusvaihtoehdot.

a) Pintavedet johdetaan korotetulta jalkakäytävältä ja sen tasossa olevalta välikaistalta ajoradan sadevesiviemäriin. Ratkaisu sopii erityisesti taajamiin. Myös tontin reunalta valuu yleensä jonkin verran vesiä jalkakäytävälle, ellei jalkakäytävä ole hiukan tonttia ylempänä. Jalkakäy-

tävän rakennekerroksista vajovedet valuvat viemäriin täyteen läpi salaojan kautta viemäriin.

b) Välikaistalle johdetaan erillisen kevyen liikenteen tien ja autotien pintavedet. Kapeilla ( $\leq 4$  m) välikaistoilla ojanteen syvyys jää pieksi. Tällöin vesi johdetaan pois kaivojen ja viemäriin kautta. Kaivovälistä tulee yleensä niin lyhyt, että tarvitaan viemäri koko matkalle. Rakennekerrokset kuivatetaan viemäriin liitetyllä saloajalla. Lyhyillä tonttiliittymien väliin jäävillä välikaistoosuuksilla pintavedet voidaan johtaa kaivon sijasta sorasilmäkkeellä tai salaojalevyllä salaojaputkeen.

c) Välikaistalle johdetaan sekä kevyen liikenteen että autotien pintavedet. Pintakuivatuksen kannalta 0,5 m syvyinen välikaistan ojanne on hyvä. Tällöin vedet voidaan johtaa tonttiliittymien tai kevyen liikenteen tien ali rummuin (yleensä 300 mm), jos ei haluta käyttää ulkonäkösyistä kaivoa ja viemäriä. Rakennekerrokset kuivatetaan salaojin.

d) Leveälle ( $\geq 10$  m) välikaistalle voidaan tehdä niin syvä oja, että teiden pintavedet ja rakennekerrosten vajovedet voidaan johtaa välikaistalle. Välikaistalta vedet johdetaan rumpujen kautta pois sopivissa kohdissa.

e) Ympäröivien peltöjen kuivatus tai muu syy vaatii usein syvän sivuojan kevyen liikenteen tien viereen. Jos kevyen liikenteen tien ja ympäröivän maankäytön väliin tehdään syvä sivuoja tai penkereen luiska, voidaan autotien pintavedet johtaa reunatuen viereen kuten vaihtoehdossa a tai välikaistalle kuten vaihtoehdoissa b...d. Niistä vesi johdetaan kevyen liikenteen tien ali viemäriin tai rummun kautta. Pienihalkaisijaisen viemäriin pituuskaltevuuden on oltava suuri (3...10 %), jos peitesyvyys on pieni. Muuten putki jäätyy. Kevyen liikenteen tien rakennekerroksista vesi pääsee suoraan sivuojaan. Autotien rakenteesta vesi johdetaan salaojalla kevyen liikenteen tien ali tai autotien toisella puolella olevaan sivuojaan.

Keuyen liikenteen rakennekerrokset kuivatetaan yleensä pohjaan asti. Toisaalta tiehen syntyy roudan vaikutuksesta usein leveitä pituushalkeamia, jos tien molemmilla puolilla on syvät jyrkkäluiskaiset sivuojat. Tästä syystä loivat luiskat ja kuivatus salaojin on eduksi.

Keuyen liikenteen teiden alituksissa rummun halkaisija saa olla 200 mm, jos putki on lyhyt ( $\leq 6$  m) ja pituuskaltevuus on vähintään 3 %. Yleensä suositeltava vähimmäiskoko on 300 mm. Valuma-alueen koko voi vaatia suuremman rummun.

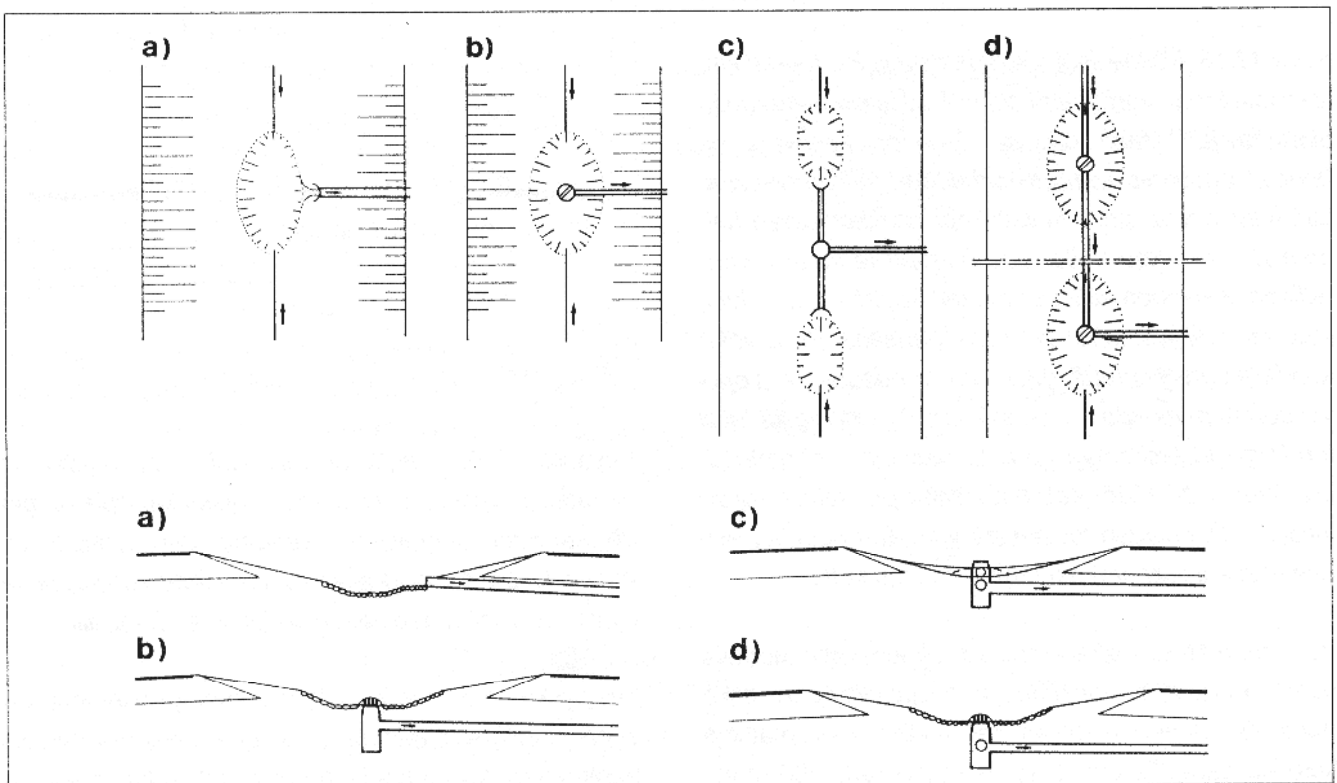
#### 4.252 Keski- ja välikaistan kuivatus

Keskikaistaa käytetään vähentämään kohtaamisonettomuuksia ja jäsentämään nelikaistaisia teitä.

Keskikaistasta on kaksi perustyyppiä: korotettu ja korottamaton.

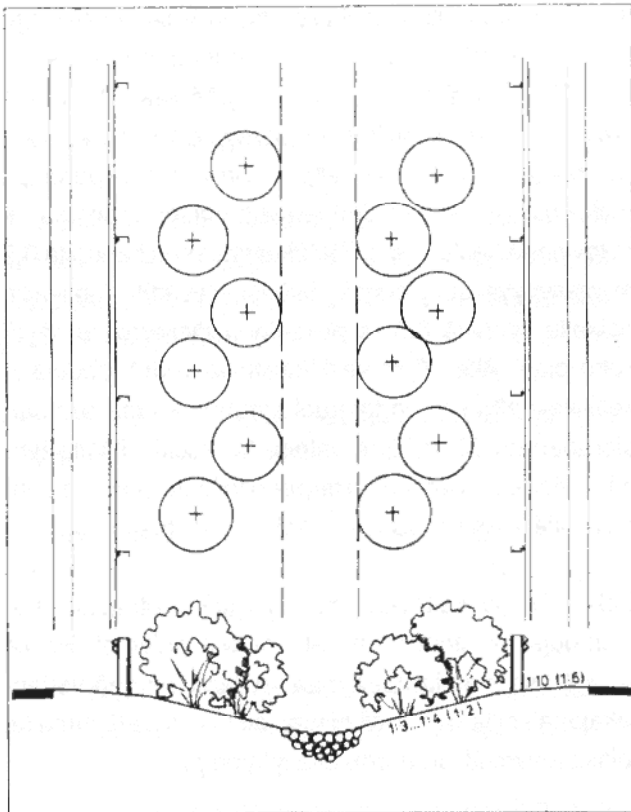
Korottamattomalla keskikaistalla on V-poikkileikkaus. Kaiteettomalla keskikaistalla luiskakaltevuus on 1:4...10. Luiskakaltevuudella 1:4 päästään 0,5 m oja syvyyteen, kun keskikaistan leveys on 4 m. Turvallisuuden ja ulkonäön kannalta 1:6 on kuitenkin parempi, mutta 0,5 m ojasyvyyden saavuttamiseen tarvitaan 6 m levyinen keskikaista. Pintakuivatuksen kannalta 0,5 m ojasyvyys on yleensä riittävä. Keväällä lumivallin paikalle syntyvä 0,3 m paksuinen jääkerros ei täytä koko ojaa. Alle 10 m keskikaistoilla vedet johdetaan keskikaistalta kaivon tai puolirummun kautta suoraan ajoradan ali 50...100 m välein, tai keskikaistalle tehdään viemäri. Viemäri on tarpeen leikkauksissa ja pehmeiköillä, jossa halutaan välttää tien alitusputkia.

Selvästi pituuskaltevilla osuuksilla ja käytettäessä puolirumpuja, poistoputkien väli voi olla pidempi. Edellä suositeltua matalampaa ojaa voidaan käyttää vedenjakaajapaikoilla sekä paikoissa, joihin ei kerätä lunta tai joissa kaivoväli on normaalia lyhyempi.



Kuva 42:12 Veden johtaminen keskikaistalta. Leveältä ( $> 10$  m) keskikaistalta vesi poistetaan rummulla (a). Kapeammilta ( $< 10$  m) keskikaistoilta vesi johdetaan kaivon (b) tai puolirummun (c) kautta.

Leikkauksissa, painuvilla pehmeiköillä ja erittäin kapeilla keskikaistoilla vesi johdetaan tavallisesti viemärillä.



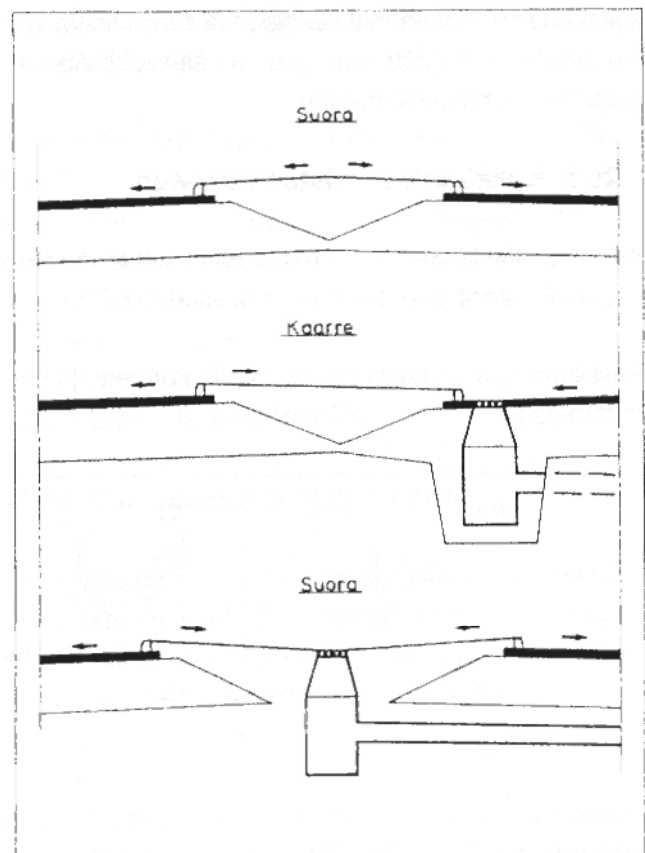
Kuva 42:13 Kaiteellisella keskikaistalla käytetään kai-teen toiminnan varmistamiseksi 1:10 luiskakaltevuutta ajoradan ja kaiteen välissä. Jyrkempi kaltevuus aiheuttaa ongelmia kaiteen korkeuden valitsemisessa. Lumivalli ohjaa autot talvella normaalikorkuisen kai-teen yli. Ylikorkea teräskaide on pienille autoille vaa-rallinen. Kaiteiden välissä voidaan käyttää 1:2...3 luis-kaa, jos keskikaistalle istutetaan pensaita. Pensaiden kohdalle kertyy lietettä ehkä 1 cm vuodessa, eikä ojaa voi perata pensaiden vuoksi. Tästä syystä ojasta tulisi tehdä mahdollisimman syvä. Lisäksi ojan kohdalle tu-lisi jättää vähintään metrin levyinen pensaista vapaa kaistale. Pensaiden leviämistä yritetään rajoittaa esi-merkiksi karkean sepeliverhouksen käytöllä.

Vähintään 10 m keskikaistoilla 1:6 luiskakaltevuudella päästään tarvittaessa lähes 1 m ojasyvyyteen, mikä mahdollistaa veden johtamisen melko pitkiä matkoja keskikaistalla. Tällöin vesi poistetaan 100...500 m vä-lein rummun tai pitkissä leikkauksissa viemäriin kautta. Etäällä poistoputkista käytetään loivempaa luiskaa.

Keskikaistojen kaivoissa käytetään kupukantta. Liete-tilan tulee olla suuri, kun kaivoja puhdistetaan harvoin.

Puolirummuissa keskikaistalle tulevan putken halkaisi-ja on ulkonäön ja turvallisuuden vuoksi 300 tai 400 mm ja pituuskaltevuus 1..5 %. Ajoradan alittavan putken halkaisija on 500 tai 600 mm. Kaivon tai puolirummun pään ympärille kaivetaan 0,2 m syvyinen laakea lie-teallas.

Korotettu keskikaista sopii erityisesti taajamiin.



Kuva 42:14 Korotetulta keskikaistalta vedet virtaavat ajoradoille, yksipuolisesti kallistetuissa kaarteissa vain ulkokaarteeseen puoleiselle ajoradalle. Nurmetetulle tai muulle leveälle korokkeelle voidaan tehdä painanne ja kaivo, joka vähentää vesien valumista ajoradalle.

Imeytyskaivoja voidaan käyttää louhepenkereellä tai vettä johtavassa maaperässä, ei kuitenkaan veden-hankintaan soveltuvalla pohjavesialueella. Imeytys-kaivo on kaksiosainen, ensimmäiseen kerätään liete, toisen pohjan kautta vesi imeytyy alusrakenteeseen.

Tien käyttäjä palveleva alue tai muu liitännäisalue erotetaan ajoradasta yleensä välikaistalla.

## 4.26 Sadevesiviemärit

### 4.261 Käyttökohteet

Sadevesiviemäroinnin (hulevesiviemäroinnin) tarkoituksena on koota ja johtaa pois sade- ja sulamisvedet tiealueelta. Viemärointi liittyy lähinnä pintakuivatukseen, mutta se korvaa myös salaojitusta vettä läpäisevän täyttömateriaalin ansiosta.

Tienkuivatuksessa viemärointi tulee kysymykseen lähinnä seuraavissa tilanteissa:

- kun ulkonäkösyistä ei käytetä avo-ojaa
- kaksiajorataisten teiden keskikaistalla, kun vettä ei haluta (pehmeiköllä) tai voida (leikkauksessa) johtaa riittävän usein tien ali
- kun kuivatusta ei tilanpuutteen vuoksi voida hoitaa avo-ojilla
- alikulkukäytävien ja toisinaan risteyssiltojen yhteydessä
- yksittäiskohteissa, joissa ei saada riittävä pintakalvevuutta tai vesiä ei muusta syystä voida johtaa pois.

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

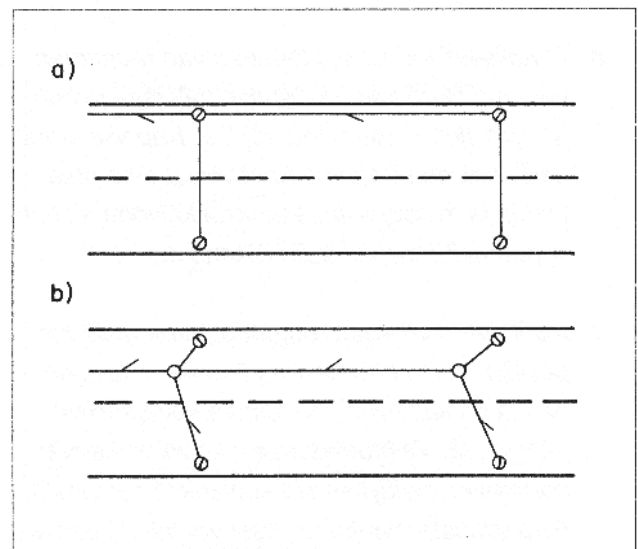
### 4.262 Kaivojen ja viemärien sijainti

Sadevesikaivot sijoitetaan tien pituussuunnassa

- ennen suojatietä
- saarekkeen alapäähän estämään veden virtaus tien yli
- liittyvän tien alapäähän estämään veden virtaus päätielle
- 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 m<sup>2</sup> päällystettyä pintaa. Vaihtelua alueen yläraja koskee tapausta, jossa on suuri pitiuskalvevuus tai leveä piennar ja täysikokoinen kaivonkansi.



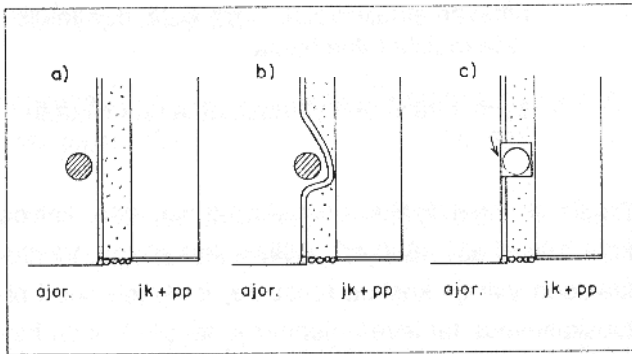
Kuva 42:15 Sadevesiviemärien runkovaihtoehdot.

a) Yksinkertaisessa sadevesiviemärissä tien toisen reunan sadevesikaivot on sijoitettu suoraan viemäriin.

b) Pitkän viemäriin alapäässä sadevesikaivot tulisi sijoittaa erilleen viemäriin, koska sadevesikaivon mahdollinen tukkeutuminen tukkisi koko viemäriin. Menettely edellyttää tarkastuskaivojen käyttöä.

Keskikaistoilla vaihtoehdot ovat samat, mutta toinen kaivorivi puuttuu.

Sadevesiviemäriin vedet lasketaan laajempaan viemäriverkkoon, ojaan tai syöpymiseltä suojattuun luiskaan.



Kuva 42: 16 Kaivon sijainti poikkileikkauksessa.

- a) Tavallisesti kaivot sijoitetaan aivan reunatuen viereen. Siinä kaivo kuitenkin häiritsee pyöräilyä, jos sille ei ole omaa väylää. Kapeilla ajoradoilla kaivon yli ajavat autot voivat aiheuttaa melua ja dynaamisia rasituksia kaivoon, tiehen ja pehmeillä viereisiin rakennuksiin.
- b) 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 suolauksen ansiosta. Reunatuesta muotoiltu pussi voi häiritä tien au-  
rausta.
- c) Kitakaivolla voidaan välttää vaihtoehtojen a ja b ongelmat. Sen ulkonäkö poikkeaa kuitenkin selvästi edellisistä.

Paksurakenteisilla routamitoitetuilla teillä ja alueilla, joissa routanousut ja painumat ovat pieniä, viemäri voidaan sijoittaa vapaasti tien poikkileikkaukseen. Kai-voja ei kuitenkaan pitäisi sijoittaa ajourien kohdalle. Muilla teillä viemäri tulisi sijoittaa ajoradan ulkopuolel-le, jossa routanousu- ja painumaerot eivät haittaa niin paljon.

#### 4.263 Kaivot

Sadevesikaivojen halkaisijaksi valitaan yleensä 800 mm, ellei esimerkiksi suuri putkikoko edellytä suurempaa kaivoa. Esivalmisteiseen 800 mm kaivoon voidaan liittää 600 mm betoniputki. Kaivossa on myös riittävä 300 litran lietepesä. Lietepesältään pienempiä kaivoja ei tulisi suunnitella ilman kunnossapitäjän suostumusta. Pienempi kaivokoko edellyttää usein toistuvaa lietteen poistoa. Erikoistapauksissa pienihalkaisijaisesta kaivosta voi olla etua esimerkiksi pehmeiköllä.

Tarkastuskaivoja tarvitaan putkien haarautumiin, vaa-ka- ja pystytaitteisiin sekä jyrkkiin alusrakenteen muu-toskohtiin. Taitteita ja loivia kaarteita voidaan toteuttaa useilla putkityypeillä ilman kaivoakin, mutta kaivo on suositeltava putken tarkastamista varten suorallakin osuudella 50...100 m välein. Myös tarkastuskaivoihin kannattaa tehdä lietepesä.

Kaikista kaivoista laaditaan kaivokortit, joista ilmenee putkien tulo- ja lähtösuunnat ja korkeudet. Putkia var-ten tarvittavat liittymät tehdään yleensä tehtaalla kai-vomateriaalista riippumatta. Putkistogeometrian ja kai-vokorttien suunnittelu voidaan tehdä myös valmistajien tietokoneohjelmilla.

Imeytyskaivo voi tulla kysymykseen läpäisevällä poh-jamaalla tai penkereellä, kun vesien johtaminen muu-ten on hankalaa. Imeytyskaivoon ei tehdä pohjaa, vaan vesi valuu kaivon alaosaan tehtyyn vähintään 0,5 m paksuiseen sora- tai sepelitäytteeseen ja siitä vähitel-len maaperään. Sadevedet tulisi johtaa imeytys-kaivoon erillisen sadevesikaivon kautta.

#### 4.264 Sadevesijohdon mitoitus

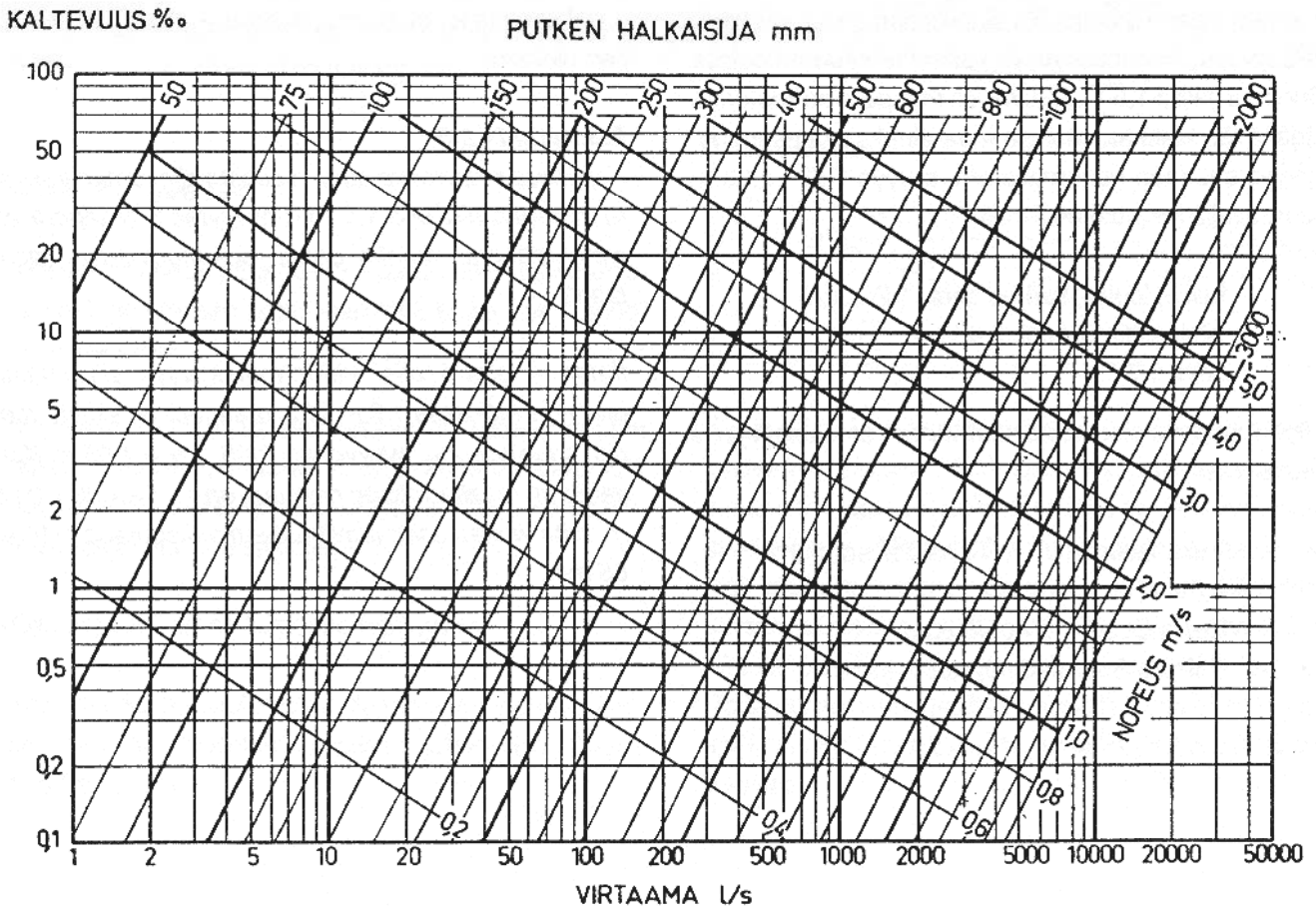
Sadevesijohdon mitoitusvirtaama lasketaan ensin kohdan 4.21 mukaan. Rankkasade on taajamissa lähes aina mitoittava.

Putken halkaisija mitoitetaan kuvan 42:17 avulla pituuskaltevuuden perusteella. Karkeuskertoimeksi k valitaan yleensä 1,0. Suunnitelmassa viemärin sisähalkaisija ilmoitetaan tavallisesti tasalukuna 150, 200, 250, 300, 400 mm jne. Pienimmät koot tulevat kysymykseen lähinnä salaojan jatkeena. Suunnitelmaan merkitystä sisähalkaisijasta voidaan poiketa enintään 600 mm putkilla alaspäinkin putkimateriaalista riippumatta enintään 10 %, koska

- viemärin mitoitus perustuu karkeaan laskelmaan tai arvioon
- markkinoilla olevien muoviputkien sisähalkaisija on yleisesti vajaat 6 % pienempi.

Putkimateriaalit ja niiden laatuvaatimukset on käsitelty tarkemmin julkaisussa Kuivatustarvikkeet (TIEL 2140006).

Viemärin pituuskaltevuuden tulisi olla vähintään 0,4 %, kun putken sisähalkaisija on 300 mm; ehdoton vähimmäiskaltevuus on 0,3 %. Pituuskaltevuudella ei ole enimmäisarvoa. Muiden putkikokojen vähimmäiskaltevuus saadaan kuvasta 42:17, kun valitaan virtausnopeudeksi 1 m/s, ehdoton vähimmäisarvo on 0,8 m/s.



Kuva 42:17 Viemärin halkaisijan määrittäminen Prandtl-Colebrookin kaavalla, kun karkeuskerroin on 1,0. Jos karkeuskerroin on 0,2, sisähalkaisija saa olla 10 % pienempi.

#### 4.265 Sadevesiviemärin syvyys

Sadevesijohdon asennussyvyys valitaan pääsääntöisesti siten, että viemäri ei jäädy. Sadevesijohto voidaan sijoittaa myös routarajan yläpuolelle, jos jäätyminen estetään lämpöeristein.

Jos roudattomaan asennussyvyyteen on vaikea päästä, viemäri saa jäätyä, jos tästä keväällä aiheutuva tulvahaitta on vähäinen.

Syvyysuunnassa viemärin sijainnin voi määrätä myös liittyminen paikalliseen viemäriverkkoon tai se, että tonttialaoja voidaan purkauttaa tien viemäriin.

Jos viemäri ei saa jäätyä, on johdon pienin asennussyvyys (= etäisyys maanpinnasta putken pohjaan) lumesta vapaana pidettävillä alueilla sama kuin siirtymäkiilasyvyys. Asennussyvyys vaihtelee siten eri osissa Suomea välillä 1,50...2,20 m, jos maaperä on kosteutta pidättävää hiekkaa. Muissa maa-aineksissa asennussyvyys saadaan kertomalla em. syvyys 1,50...2,20 m seuraavalla korjauskertoimella:

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

Täysi lumipeite pienentää tarvittavaa asennussyvyyttä seuraavasti:

- Etelä-Suomi (U, T, V rannikkoseudut):  
0,30 m,
- Keski-Suomi : 0,40...0,50 m,
- Pohjois-Suomi (O, L): 0,60...0,70 m.

Täysi lumipeite tulee kysymykseen tien luiskissa sekä väli- ja keskikaistoilla, jos putkilinjan vaakaetäisyys paljaaseen tien pintaan on 1,5...2,0 m (maan eteläosa 1,5 m, pohjoisosa 2,0 m). Milloin tämä etäisyys on pienempi, asennussyvyyden alennus on vastaavasti pienempi. Putkilinjan ja paljaan tienpinnan välisen etäisyyden tulee kuitenkin aina olla vähintään sama kuin lumesta vapaalla alueella vaadittu asennussyvyys.

Tärkeissä kohteissa routarajan yläpuolelle sijoitettu sadevesijohto lämpöeristetään esim. solumuovilla tai kevytsoralla. Tarvittava eristepaksuus mitoitetaan siten, että kevytsorakerroksen tulee olla 1/3 ja solumuovin 1/10 korvattavan maakerroksen paksuudesta. Vaakasuoran 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 42:3**

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

*Ilman eristettä olisi vähimmäissyvyys siirtymäkiilasyvyys 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.*



## 4.27 Siltoihin liittyvä kuivatus

### 4.270 Yleistä

Siltoihin liittyvä kuivatus koskee toisaalta sillan kannen ja muun rakenteen kuivatusta, toisaalta tiealueen kuivatusta sillan vaikutuspiirissä. Varsinaisen sillan kuivatus hoidetaan riittävän pituus- ja sivukaltevuuden sekä sillan päällysrakenteeseen sijoitettavien kuivatusputkien (tippuputkien ja pintavesiputkien) avulla.

Tarkempia ohjeita on julkaisussa Siltojen korjaus (SILKO), 1.601 Sillan ja siltapaikan kuivatus.

### 4.271 Siltapaikkojen tutkimukset

Varsinaisen siltasuunnittelun edellyttämät siltapaikka-tutkimukset laaditaan ohjeen Siltapaikka-asiakirjat (TVH 722054) mukaisesti. Jo selvitysten alkuvaiheessa on syytä tiedustella vesipiiristä tai hydrologian toimistosta mahdollista perusaineistoa (mm. vedenkorkeuksista ja virtaamista). Varsinaisista tutkimuksista, laskelmista ja erilaisten toimenpiteiden vaikutusten arvioinnista vastaa kuitenkin aina ensisijaisesti tielaitoksen suunnittelija.

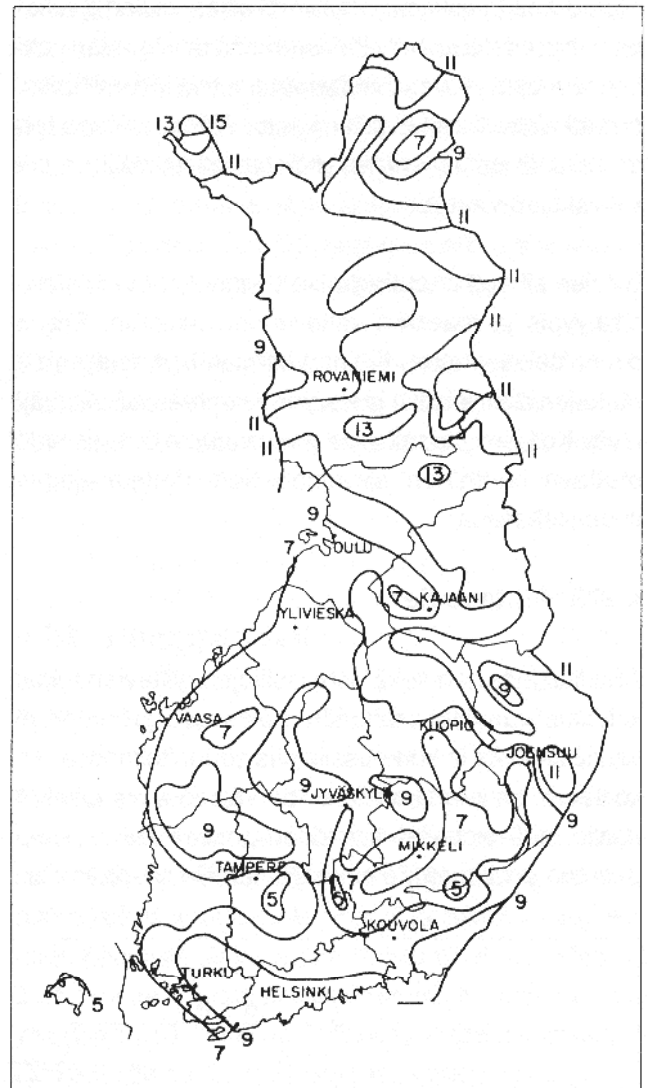
Vesioikeuden lupa on haettava aina kun suunnitellaan siltaa virtaavan vesistön yli, jossa voidaan kulkea sou-tamalla tai jonka keskivirtaama (MQ) on  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  sekä eräissä muissa vesilain 1. luvun 12...15 §:ssä mainituissa tapauksissa. Ellei keskivirtaamaa saada vesipiiristä tai muusta asiakirja-aineistosta, se lasketaan kaavalla

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

jossa

MQ = keskivirtaama ( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  
F = valuma-alueen pinta-ala ( $\text{km}^2$ ),  
Mq = keskivaluma ( $1/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ).

Keskivaluma Mq on Suomen eri osissa n.  $5...13 \text{ l/s} \cdot \text{km}^2$  ja se saadaan kuvan 42:18 kartakkeesta. Keski-virtaama MQ ylittää  $2 \text{ m}^3/\text{s}$  valuma-alueen ollessa suurempi kuin  $150...300 \text{ km}^2$ .



Kuva 42:18 Vuoden keskivaluma  $Mq$  ( $1/\text{s} \cdot \text{km}^2$ ) eri osissa Suomea.

### 4.272 Penger

Silloin, kun tie viettää sillalle päin, on katkaistava veden virtaus tieltä sillalle. Luiskasyöpymien välttämiseksi tämä tehdään yleensä tiekaiteen johteen alle sijoitetulla reunatuella. Reunatuon eteen sijoitetaan kaivot tai vesi johdetaan reunatuista kouruja pitkin luiskaa pitkin alas. Jos sillalle viettävä tieosuus on lyhyt riittää lyhyt (5 m) reunatuellinen osuus ja kouru. Ne tarvitaan myös sillan alapäässä.

Tiensuuntaiset kourut ja kaiteen taakse sijoitettu reunatuki tukkeutuvat helposti jäästä ja roskista, ja niitä on vaikea puhdistaa.

Jos tie viettää jyrkästi (2 %) kohti siltaa, ei tien sivukaltevuus ja edellä esitetty järjestely riitä poistamaan vettä tien reunojen yli, vaan veden virtaus tien kulumisurissa on katkaistava ennen sillan kantta. Tämä voidaan tehdä esim. liikuntasamaan yhdistettävän ritilällisen poikkitaikourun avulla.

Siltojen aiheuttamat tienkuivatusongelmat vaihtelevat siltatyyppin ja maaston kaltevuuden mukaan. Erityisuunnittelua vaativat lähinnä kahden tien risteyssillat, rautatien alikulkusillat ja kevyen liikenteen alikulkukäytävät. Kaikissa tapauksissa on kuivatusmahdollisuudet otettava huomioon alemman tien korkeussijaintia suunniteltaessa.

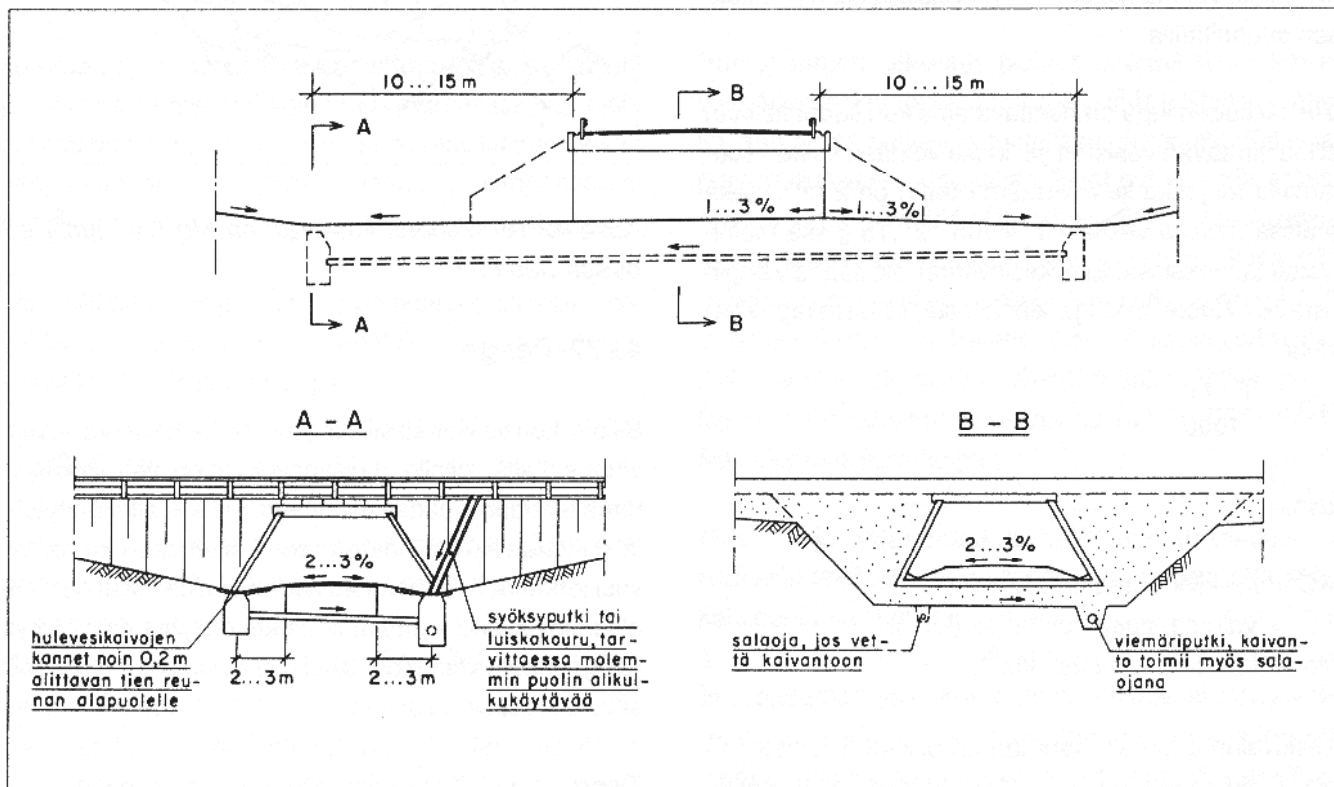
#### 4.273 Alittava tie

Alikulkukäytävien sekä risteyssiltojen alittavien teiden kuivatussuunnittelu tehdään alustavasti jo teiden pituusleikkausta ja korkeussijaintia suunniteltaessa. Tavoitteena on saada alittavan tien tasausviiva niin korkealle, että pintavedet voidaan poistaa ilman pumppaamoa ja avouomille sekä viemäreille saadaan nor-

maalit pituuskaltevuudet. Pumppaamo on tasaisessa maastossa välttämätön, mutta vaihtoehtona se on suositeltava vasta silloin kun sen arvioidut vuotuisenkustannukset (rakentaminen ja käyttö) muodostuvat selvästi pienemmiksi kuin tavanomaisen viettokuivatusjärjestelmän.

Tieleikkaukseen johdettavien vesien valuma-alue pyritään rajaamaan mahdollisimman pieneksi niskaojien, kourujen ja pinnanmuotoilujen avulla. Alittavan tien tasausviiva tehdään sillasta poispäin kaltevaksi, jolloin tien alimmat kohdat sijoittuvat 10...15 m etäisyydelle sillan päästä varsinaisen alitusosan ulkopuolelle. Alikulkujen pituuskaltevuuden tulisi olla 5 %.

Alikulun kuivatusvesien ohjaamiseen käytetään sadevesiviemäröintiä, kouruja ja matalia ojanteita. Matalat ojanteet toimivat useimmissa tilanteissa paremmin kuin reunakivellinen poikkileikkaus, koska reunakiveystä käytettäessä kunnossapito on vaikeampaa, pintavedet virtaavat ajoradalla ja vesien ohjaaminen on hankalaa.

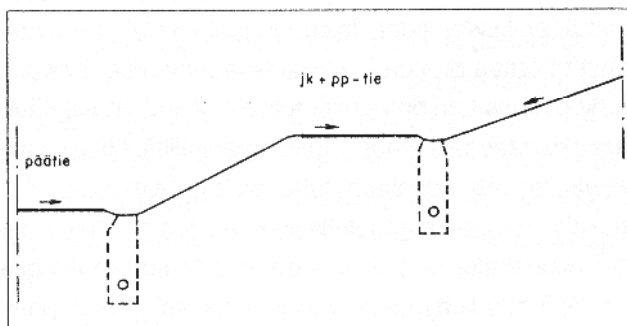


Kuva 42:19: Esimerkki alikulkukäytävän pintakuivatusjärjestelystä.

Sadevesiviemäröinti koostuu lietepesällisistä sadevesi- ja tarkastuskaivoista sekä putkista ja siihen liittyvät myös salaojitukset. Jos viemäröinti voi jäätyä tai tukkeutua, se ei saa tehdä alikulkua käyttökelvottomaksi. Viemärikaivot sijoitetaan tämän vuoksi alittavan tien reunasta 2...3 m ulospäin, jolloin mahdollinen lätköityminen ei heti haittaa liikennettä. Kaikissa tapauksissa on pinnan kaltevuuksilla varmistettava valuvien vesien ohjautuminen kaivoihin. Kaivojen sijoitusta ajoradalle tulisi välttää syntyvien epätasaisuuksien takia.

Painanteeseen sijoitetuissa kaivoissa tulisi käyttää kupukantta, joka ei tukkeudu yhtä helposti kuin tavallinen ritiläkansi. Kansistoihin voidaan asentaa myös lämmityskaapelit jäätyksen estämiseksi.

Alittava tie tehdään kaksipuoliseen sivukaltevuuteen, jolloin sulamisvesi ei virtaa ajoradan yli ja haittaa liiketurvallisuutta. Nousuramppien pintavedet johdetaan matalissa (0,2...0,3 m) painanteissa sadevesikaivoihin. Kun samassa leikkauksessa päätiestä ylempänä kulkee kevyen liikenteen väylä, tulisi sen sivukaltevuus tehdä yksipuolisesti sivukaltevaksi päätiestä poispäin, jolloin luiskista valuvat vedet kootaan ylempänä olevaan sadevesiviemäriin.



Kuva 42:20 Kuivatusjärjestelyt tapauksessa, kun kevyen liikenteen tie on päätiestä ylempänä.

Kevyen liikenteen alikulkujen ja risteyssiltojen alittavien teiden syväkuivatus tehdään kuten muillakin tien leikkausosuuksilla. Salaojituksen tarve riippuu lähinnä pohjavesipinnan tasosta ja pohjamaan routivuudesta.

Salaojat ovat erittäin tärkeitä silloin, kun pyörätie läpäisee vettä johtavia maakerroksia muuten routivassa pohjamaassa laskeutuessaan 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.

Salaojiin tulee suunnitella huuhtelua helpottavat tarkastuskaivot tai -putket. Kaivojen väli voi olla enintään 50 m. Salaojaputkina tulisi käyttää sisäpinnaltaan sileitä ja pituusjäykkiä muoviputkia.

## 4.28 Pumppaamot

### 4.281 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.

Mitoitusvirtaaman suuruusluokka on

- kevyen liikenteen alikulussa 20...50 l/s
- keskisuurella tieleikkauksessa 50...100 l/s
- moottoritien laajassa leikkauksessa tai kun päällystettyjen alueiden osuus on huomattava 100 l/s

Mitoitusvirtaaman laskentaperusteet on esitetty tarkemmin kohdassa 4.21.

#### 4.282 Sijainti

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 huoltoa 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 on syytä suunnitella itse sillan perustusten yhteydessä.

Sadevesipumppaamo sijoitetaan tieleikkauksessa joko leikkauksen pohjalle, luiskaan tai luiskan yläpuolelle. Sijoitukseen vaikuttavat kunnossapito-, maise-malliset 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 ylempäs 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.

#### 4.283 Osat

Pumppaamon pääosat ovat kaivo, pumput, sisäiset ja ulkoiset putkistot sekä mittaus- ja ohjauskeskus.

**Kaivo** kootaan betonirenkaista ( $\varnothing \geq 2$ ) m tai lujitemuovista ( $\varnothing \geq 1,4$  m). Pumppujen ja putkiston vaatimalla määrällä vähimmäishalkaisijan. Veden tuloaltaan (kaivon vesipesän) on oltava  $3 \text{ m}^3$ . Kaivon pohjaan kiinnitetään liittimet uppopumppuja varten. Vesitilavuus määritetään tarkemmin pumppujen sallimien

käynnistystiheyksien ja pysäytysrajan mukaan. Kaivo varustetaan huoltotöitä varten välikannella ja seinämätikkailla. Lukittava kaivonkansi sijoitetaan maanpinnan tasoon tai hiukan sen yläpuolelle.

Jos pumppaamoon tulevat vedet ovat erittäin hiekkaisia, tulisi ennen pumppaamoa sijoittaa yksi ylimääräinen lietepesällinen kaivo.

**Pumput** ovat yleensä uppopumppuja ja niiden tulee olla varustettuja vuorokäynnistimin. Sopiva lukumäärä on tavallisesti 2 pumppua/kaivo. Pumppujen valinta tapahtuu poistoputken mitoituksen yhteydessä valmistajien tehokäyrästä perusteella.

Pumppaamon **sisäisen putkiston** tuloaltaan sekä itse pumppujen mitoituksen määrää veden tulovirtaama ja nostokorkeus painehäviöineen. Periaatteena on, että pumppaamoon johdetaan vain ne vedet, joita ei voi parkauttaa muulla tavoin. Tulovirtaama lasketaan rankasateen perusteella (kohta 4.211). Jos pumppaamo nostaa veden poistoputkeen, on tämän putkikoon valinta keskeinen mitoitustehtävä, joka ratkaistaan taloudellisista vertailuista.

Pumppaamon **ulkoiset putket** suunnitellaan kuten viemärien laskujohtot. Jos purkuputki on lyhyt voidaan käyttää omaa putkea kummallekin pumpulle. Pitkissä purkuputkissa eri pumpuilta tulevat putket yhdistetään ja purkuvirtaus estetään takaiskuventtiilillä. Mikäli poistoputki laskee avo-ojaan, tulee ojan pohjan sijaita  $0,2$  m putken pohjan alapuolella ja avo-ojalla on oltava  $0,4$  %:n pituuskaltevuus. Paineputken virtauksen tulisi olla  $1,5 \dots 2,5$  m/s liettymisen vähentämiseksi. Pitkiin poistoputkiin tehdään tarkastuskaivoja  $100 \dots 150$  m välein. Purkujohto ei saa jäädä.

**Mittaus- ja ohjauskeskus** sijoitetaan suojakaappiin erilliselle jalustalle tai kaivon kanteen siten, että sähkölaitteet eivät kastu.

Pumppaamon yksityiskohdat suunnitellaan yhteistoiminnassa piirin konealan asiantuntijan sekä laitteiden valmistajien kanssa. Apuna voi käyttää julkaisua Viemärivereden pumppaamoiden suunnitteluohjeet (RIL 102).

## 4.3 Syväkuivatuksen suunnittelu

### 4.30 Yleistä

Syväkuivatuksella tarkoitetaan päällysrakenteen ja alusrakenteen kuivatusta.

Päällysrakenteeseen päässeet vedet poistetaan kantavuuden säilyttämiseksi. Paksun päällysrakenteen alaosaa ei kuitenkaan aina kuivateta, sillä kosteus hidastaa roudan etenemistä.

Alusrakennetta ei yleensä kuivateta. Alusrakenteen 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.

### 4.31 Vajovedet

Tierakenteeseen pääsee vettä päällysteen halkeamista sekä pientareen ja luiskien läpi. Näitä vesiä sanotaan vajovesiksi.

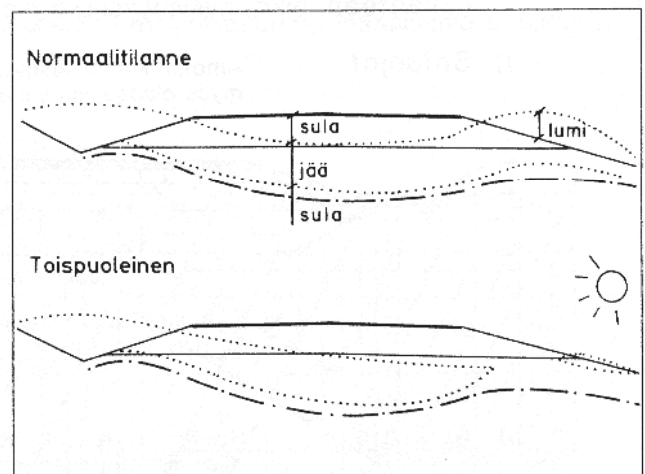
Vajovesien pääsyä tierakenteeseen ei voida kokonaan estää. Vajovesien määrää voidaan kuitenkin vähentää käyttämällä vesitiivistä luiskatäyttöä silloin, kun syväkuivatus ei perustu sivuojiin.

Ojia ei pitäisi tehdä tarpeettoman syviksi.

Ajoradan kummallekin puolelle tarvitaan yleensä avo-oja, salaoja tai penkereen luiska, johon vesi pääsee tierakenteesta.

Toispuoleinen kuivatus riittää kuitenkin usein

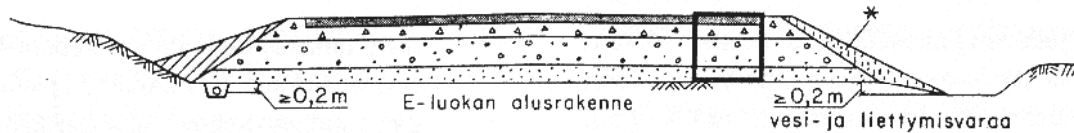
- paksussa (>1 m) routamitoitetussa rakenteessa, kun vesimäärät eivät ole erityisen suuret, eikä alusrakenteen pinta ole väärään suuntaan kalteva,
- ohuemmassa rakenteessa vedenjakajakohden lähellä kun alusrakenteen pinta on oikeaan suuntaan kalteva, ellei paikkaan virtaa vettä leikkausluiskista,
- louherakenteessa.



*Kuva 43:1 Tierakenne jäätyy yleensä kuvan alimpien pistekatkoviivojen mukaiseen routarajaan. Keväällä tierakenne sulaa yläpinnasta alkaen, hitaimmin lumipeitteen alta. Alkukeväällä jää voi muodostaa pisteviivan mukaisen lähes vesitiiviin kaukalon, joka estää veden pääsyn avo-ojaan tai tien reunan salaojaan. Kaukalon reuna yhtyy tavallisesti lumivallin reunaan. Toispuolisesti aurinkoisella paikalla lumivalli ja jääpato voi kuitenkin sulaa toisesta reunasta yhtä nopeasti kuin keskitie.*

1. Routamitoitus ei vaadi kantavuusmitoitusta paksumpaa rakennetta

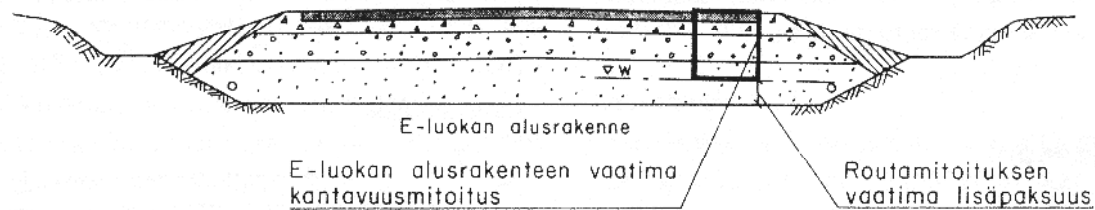
Koko rakenne kuivatetaan (=kantavuusmitoituksen vaatimat kerrokset kuivatetaan).



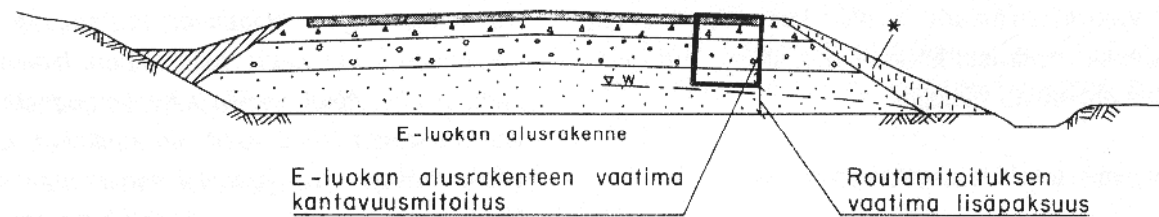
\* Sekalainen luiskatäyte, 0...50m välein 5m matkalle aukko vedelle sorasta, jos rakennekerroksia ei tehdä luiskaan asti.

2. Routamitoitus vaatii kantavuusmitoitusta paksumman rakenteen, eikä kysymyksessä ole kuvan 4l:l tilanne.

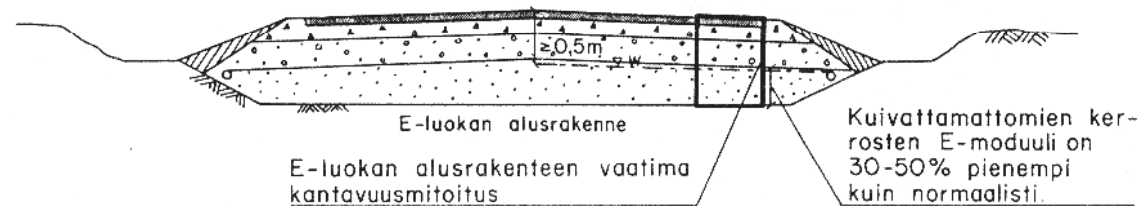
a) Salaojat Ainakin kantavuusmitoituksen vaatimat kerrokset kuivatetaan, myös alaosat, jos vieto sallivat.



b) Avo-oja Routamitoituksen vaatimia lisäkerroksia ei tarvitse kuivattaa; avo-ojat joudutaan kuitenkin usein tekemään niin syviksi, etteivät ojavedet virtaa tierakenteeseen (vain kantavuusmitoituksen vaatimat kerrokset on kuivatettava).



3. Kantavuusmitoituksessa on otettu huomioon veden pienentämä E-moduuli



Kuva 43:2 Kuivatussyvyys päällysrakenteessa

Vajovedet on poistettava kantavuusmitoituksen vaatimista rakennekerroksista kuvan 43:2 mukaisesti. Poikkeuksena riittää 0,5 m kuivatussyvyys, jos kantavuusmitoituksessa otetaan huomioon, että 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. Toisaalta esimerkiksi G-luokan päällysrakenteen alimmissa (0,3 m) kerroksissa ei tarvita suurta E-moduulia.

Kun routamitoitus vaatii paksumman rakenteen kuin kantavuusmitoitus, riittää, että kantavuusmitoituksen vaatimat kerrokset kuivatetaan. Routamitoituksen vaatimat lisäkerrokset voidaan usein jättää kuivattamatta jos se on vaikeaa. Siirtymäkiilaa ei tarvitse kuivattaa pohjaan asti, kun

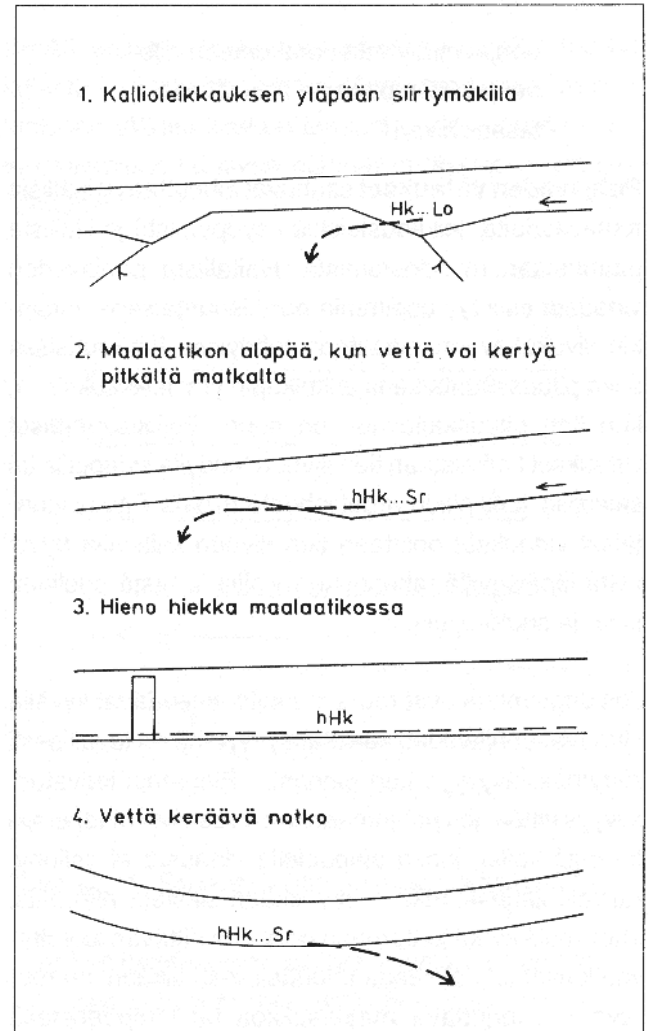
- siirtymäkiila tulee maalaatikon yläpään
- kiila tulee penkereelle
- kiila tulee rumpujen ja johtojen kohdalla

Poikkileikkauksen kuivatussyvyyden alapuolelle jäävistä kerroksista vesi poistuu vähitellen tien pituussuunnassa tai pohjamaahan imeytymällä, kun pohjamaan hienoainepitoisuus on alle 50 %. Imeytys ei onnistu, jos pohjavesi on korkealla.

Kuvan 43:2 tapauksissa on kuitenkin 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. Louherakenteeseen vesi tuo mukanaan lietettä, jos louheen ja hienoainespitoisen luiskatäytteen välissä ei ole suodatinkangasta.

Käytännössä ojat on tehtävä hiukan syvemmiksi kuin kuivatussyvyys. Avo-ojiin jätetään liettemisvaraa sekä tilaa vedelle normaalisti yhteensä vähintään 0,25 m, huonosti viettävissä ojissa 0,3...0,6 m. Salaojan pohja

tulee vähintään 0,2 m kuivatussyvyyttä alemmas. Ojan pituuskaltevuuden järjestäminen saattaa vaatia vieläkin suuremman syvyyden.



*Kuva 43:3 Routamitoituksen vuoksi paksunnettu rakenne kuivatetaan pohjaan asti vettä keräävissä paikoissa. Kallioleikkauksen yläpään kiilassa vesi voi kerätä lietettä tai aiheuttaa suuren routanousun kiilan vieressä. Muissa tapauksissa suuri vesimäärä voi aiheuttaa kantavuusongelmia. Jos pohjamaan hienoainepitoisuus on alle 20 %, vesi imeytyy riittävän nopeasti pohjamaahan, eikä salaojaa tarvita.*

### 4.32 Pohjavedet

Pohjaveteen on syväkuivatuksella puututtava seuraavissa tapauksissa:

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

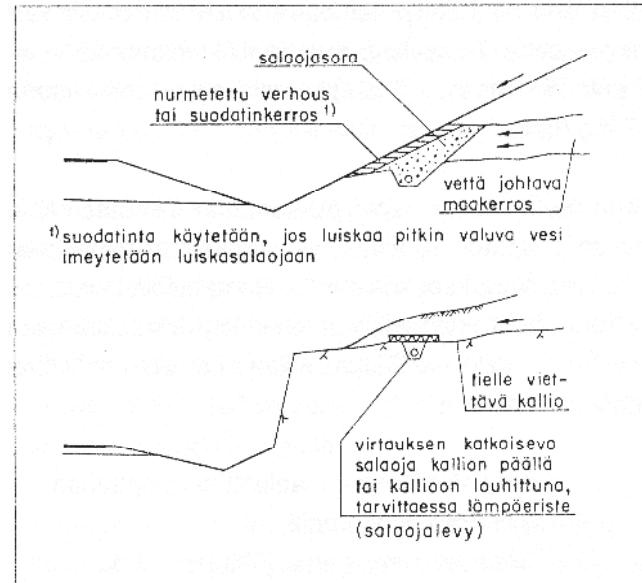
**Pohjaveden virtaukset** saattavat aiheuttaa paikallisia routavaurioita, leikkausluiskien syöymistä ja liiallista paannejään muodostumista. Haitallista pohjaveden virtausta esiintyy useimmin poikkisuuntaisena varsinkin sivukaltevaan maastoon tehdyissä leikkauksissa sekä pituussuuntaisena alikulkujen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

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 maalaatikkoa tai lämpöeristeitä käyttäen. Myös tasausviivan nostamista voidaan harkita.

Kuvassa 43:5 on esimerkki pohjavirtauksen katkaisevasta salaojasta. Esimerkkiin on kerätty useita erilaisia ratkaisuja.

Jos ongelmana on vain luiskien syöpyminen, riittää luiskaan tehty suoto- tai salaoja, joka sijoitetaan vettä läpäisevän maakerroksen kohdalle. Pienet vesimäärät voidaan johtaa sivuojaan luiskaan tehtyä karkeaa suodatinkerroksella varustettua sepeliverhousta pitkin.

Jos ongelmana on paannejää, saatetaan tarvita jäätymiseltä suojattu sala- tai suoto-oja vettä johtavaan maakerrokseen tai kallion päälle. Ojan tarpeellisuus ja sijainti selviää usein vasta rakennusvaiheessa.

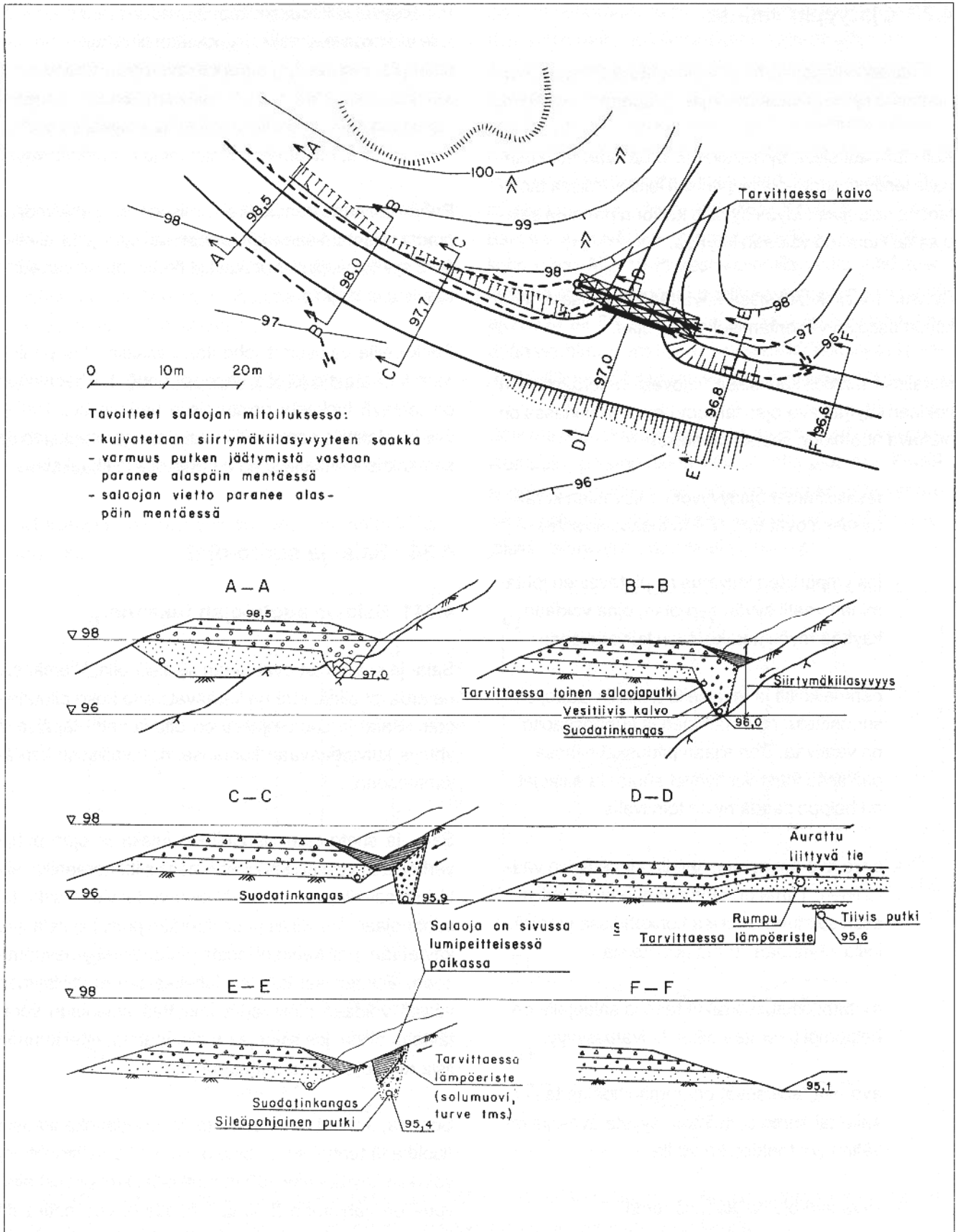


Kuva 43:4 Luiskasalaoja ja kallion päälle tehty nis-kasalaoja, joilla torjutaan paannejäättä tai luiskien syö-pymistä.

Pohjaveden pintaa on alennettava silloin, kun vesi ulottuu päällysrakenteeseen kohdan 4.31 mukaista kuivatussyvyyttä ylemmäs. Joskus alusrakenteen kantavuutta voidaan parantaa pohjavedenpintaa alentamalla.

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 kuivatussyvyyden pitäisi olla siirtymäkiilasyvyys + 1 m tasausviivasta. 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 päällysrakenteen alaosaan joka syksy ja talvi.





Kuva 43:5 Pohjavesivirtauksen katkaiseminen sivukaltevassa maastossa.

### 4.33 Ojatyypin valinta

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

Kallioleikkauksissa syväkuivatus hoidetaan irtilouhinnalla tehdyllä suoto-ojalla, pitkissä leikkauksissa tarvittaessa salaojalla. Myös syvälle kallioon porattua salaojaa tai viemäriä voidaan käyttää.

Syvissä maaleikkauksissa käytetään tavallisesti leikkauksmassojen 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.
- jos ympäristön kuivatus tai pintavesien johtaminen vaatii syvän avo-ojan, ojaa voidaan käyttää myös tierakenteen kuivatukseen.
- pehmeiköillä ja tasaisella alueella salaojen suunnittelu, rakentaminen ja kunnossapito on vaativaa. Sen sijaan pituuskaltevassa paikassa varsinkin lyhyet suoto- ja salaojat on helppo saada hyvin toimivaksi.
- syvä avo-oja on suistuvalla ajoneuvolle vaarallinen. Tämä on otettava huomioon erityisesti suistumisalttiissa 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 avo-ojia on vältettävä tonttien kohdalla.
- syvä avo-oja on yleensä ruma.
- miten avo-ojan syvyys vaikuttaa liittymien ja rumpujen suunnitteluun.

Pitkät syvät leikkaukset ja pohjaveden pinnan alapuolelle ulottuvat leikkaukset joudutaan aina kuivattamaan salaojilla. Pintavedet johdetaan avo-ojissa (painanteissa) kaivojen kautta sadevesiviemäriin. Pintaveden vaatimien ojien koon ja muodon määritykseen vaikuttavat lumitila, näkemävaatimukset ja pituuskaltevuus.

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

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

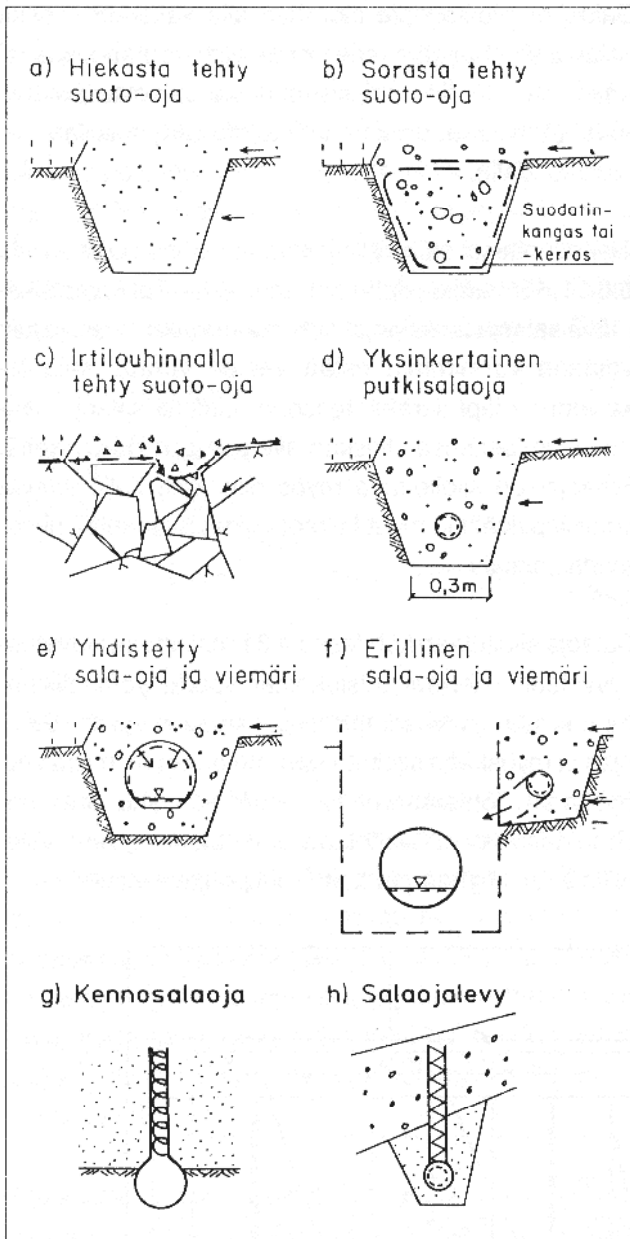
### 4.34 Sala- ja suoto-ojat

#### 4.341 Sala- ja suoto-ojan rakenne

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

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

Sorasta, kivistä tai sepelistä ja suodatinkankaasta (luokka II) tehtyä suoto-ojaa (kuvan 43:6 vaihtoehto b) voidaan käyttää alle 100 m matkoilla, kun pituuskaltevuus on vähintään 2 % ja johdettava vesimäärä on melko pieni. Hiekkaisella suoto-ojalla (a) voidaan johdtaa vain erittäin pieniä vesimääriä.



Kuva 43:6 Erilaisia sala- ja suoto-ojia. Vedenläpäisevyys tavallisesti paranee siirryttäessä vaihtoehdosta a vaihtoehtoon f. Kuvaan ei ole piirretty vaihtoehtoissa d...f mahdollisesti tarvittavaa suodatinkangasta tai kerrosta. Kennosalaojassa on kaksi kuitukangasta, joiden välissä on muoviosia. Salaojalevy on vettä johtavaa solumuovia, joka ei jäädy helposti tukkoon. Salaojalevyä ei käytetä rakenteiden alla.

Kallion kohdalla käytetään irtilouhinnalla saatua suoto-ojaa (c). Yli 60 m pituisissa leikkauksissa saatetaan kuitenkin tarvita lisäksi salaojaputki. Louhitun ojan pituuskaltevuus suunnitellaan kuten muillakin ojilla, vaikka pohja ei olekaan tasainen. Tavallisessa louherakenteessa ei tarvita salaojaputkea.

Yksinkertainen putkisalaoja (d) sopii useimpiin syväkuivatustilanteisiin. Putken halkaisija on tavallisesti 100 mm. Suurempaa halkaisijaa tai kahta putkea tarvitaan poikkeuksellisesti, esimerkiksi runsaiden pohjavesivirtausten kohdalla. Putkisalaojan vähimmäiskaltevuus on 0,4 %.

Yhdistetty salaoja-sadevesiviemäri (e) voi olla profiilitaan joko pyöreä tai sileäpohjainen ja se on halkaisijaltaan tavallista salaojaa suurempi. Sitä tai erillistä sadevesiviemäriä (f) tarvitaan, kun vettä kuljetetaan maan alla yli 400 m.

Lyhyemmilläkin matkoilla viemäriä saatetaan tarvita, kun pituuskaltevuus on alle 0,4 % tai kysymyksessä on painumille altis pehmeikkö. Putken halkaisija saadaan kohdasta 4.264.

Kennosalaoja (g) ja salaojalevy (h) toimivat kuivatettavaa kerroksesta salaojaan. Kennosalaojassa voi olla kiinteä putki.

Vajovesiä keräävä salaoja voidaan sijoittaa suoraan suodatinkerrokseen tai maalaatikkoon ilman erillistä ympärystäytettä.

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.

Salaojaputkimateriaalit on käsitelty julkaisussa Kuivatusarvikkeet. (TIEL 2140006)

Jos salaoja tulee erilliseen kaivantoon, ympäristäyt-  
töön on käytettävä kuvan 43:7 mukaista salaojasoraa.

Syvien salaojakaivantojen jälkitäyttöön voidaan käyt-  
tää myös karkeampaa soraa tai mursketta, mutta yli 50  
mm suuruisia kiviä ei saa sijoittaa 200 mm lähemmäs  
salaojaputkea.

Putken sivulle salaojasoraa tulee noin 100 mm ja pääl-  
le niin paljon, että saadaan vettä läpäisevä yhteys  
kuivatettavaan kohteeseen, kuitenkin vähintään 200  
mm. Putki asennetaan tavallisesti suoraan pohjamaan  
päälle, routivilla pohjamailla väliin tulee yleensä suo-  
datinkangas (KL2) tai 100 mm paksuinen suodatinker-  
ros. Louheessa tarvitaan putken suojaksi 200 mm  
sorakerros.

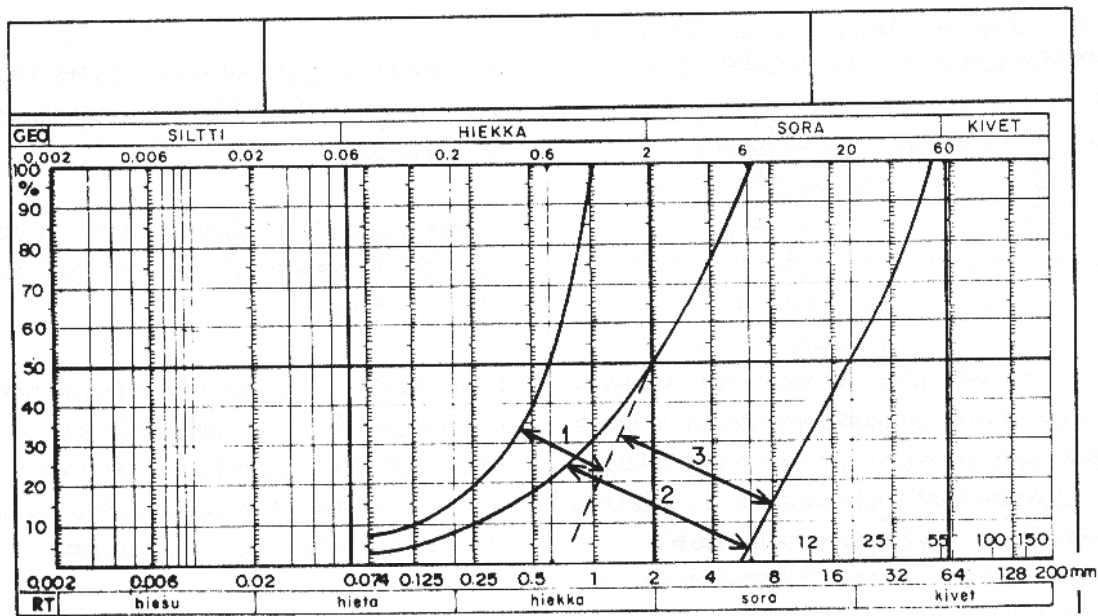
#### 4.342 Salaojan sijainti

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  
syyistä tarvitaan, on varmintä tehdä siirtymäkiila sala-  
ojan kohdalle.

Tiensuuuntaiset salaojat sijoitetaan yleensä luiskan alle  
0,5...1,5 m etäisyydelle tien reunasta. Pohjavettä ke-  
räävä salaoja tai salaojat sijoitetaan kauemmas, jolloin  
voidaan varmimmin estää vesien virtaus salaoja-  
kaivannon läpi tierakenteeseen. Lisäksi salaoja saa-  
daan lumipeitteisen luiskan alle suojaan jäätymiseltä.  
Salaojat on sijoitettava myös niin, että tielle tulevat  
valaisinpylväät ja muut laitteet voidaan rakentaa rikko-  
matta salaojia.

Salaoja sijoitetaan kohdassa 4.31 mainittuun kuivatus-  
syvyyteen, ellei jäätymiskosten vaara, työmaaliiken-  
ne tai muu syy vaadi tätä suurempaa syvyyttä. Sala-  
ojaa ei myöskään sijoiteta syvemmälle kuin, mistä vesi  
pystytään johtamaan pois. Poikkeuksena ovat up-  
posalaojat, jotka sijoitetaan purkutasoa syvemmälle.  
Niitä tulee käyttää rautapitoisilla pohjaviesialueilla.



Kuva 43:7 Salaojasoran rakeisuusvaatimukset. Alueen 1 hiekka kelpaa vain vajovesiä kerääviin salaojiin. Alueen 2 sora kelpaa myös pohjavesiä kerääviin salaojiin. Alueen 3 sepeli johtaa vettä parhaiten.

Alueiden 2 ja 3 soran ja routivan pohjamaan väliin on tavallisesti laitettava (II luokan) suodatinkangas tai 100 mm paksuinen suodatinkerros. Alueen 1 hiekkaa käytettäessä suodatinta tarvitaan yleensä vain siltissä ja häiriintyneessä savessa tai silttimoreenissa.

Salaojan pituuskaltevuuden ei tarvitse välttämättä seurata tien tasausta. Liettyminen vähentämiseksi olisi suotavaa, että salaojan pituuskaltevuus kasvaisi vähitellen laskuaukkoa kohti mentäessä.

#### 4.343 Laskuputket ja kaivot

Salaojavedet puretaan pengerialueeseen, sivuojaan, laskuojaan tai sadevesiviemäriin. Talvella purkautuvat salaojavedet voivat aiheuttaa paannejääongelmia purkukohdassa. Puhtaat vedet voidaan johtaa ja imeyttää sorasta tai karkeasta hiekasta koostuvaan pohjamaahan tai louhepenkereeseen.

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 reijittämätöntä mieluummin polyeteenistä valmistettua muoviputkea. Laskuputken alle tulee vähintään 150 mm soraa tai hiekkaa, routivassa pohjamaassa 300 mm. Laskuputken päästä pitää näkyä n. 0,5 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 ulkoluiskaan sijoitetulla paalulla.

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 pienee pituuskaltevuuden muuttumisen, mutkan tai muun syyn vuoksi. Lietekaivon halkaisija on betonikaivossa yleensä 600 mm ja muovikaivoissa 400...600 mm. Lietepesän syvyys on vähintään 0,5 m. Muovikaivojen hatut on suojattava ilkeillä betonilaatalla.

Tarkastuskaivoja ja putkia tarvitaan vaativissa kuivatuskohteissa lietekaivojen lisäksi salaojan toiminnan seuraamista, mahdollista putkiston huuhtelua tai muuta huoltoa varten. Laskuputki liitetään salaojaan kaivolla, jossa ei tarvita lietepesää.

#### 4.344 Jäätymiskosten torjunta

Salaoja saattaa jäätymään, kun talvella johdetaan vettä lämpimämmästä paikasta kylmempään. Pohjaveden virtauskohdassa maa on yleensä sulaa, 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 tuntumassa tai lumettoman kohdan alapuolella.

Pohjavesiä keräävässä salaojassa on talvisinkin vettä. Tällaiset salaojat eivät saisi jäätymään. 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 jäätymisen.

Keinot salaojan jäätymisen estämiseksi ovat:

- sijoitetaan putki riittävän syväälle
- ei johdeta salaojia ympäristöä selvästi kylmemmistä (aurattujen, varjoisten) kohdista

- käytetään lämpöeristettä: vesitiivis tai vettä-läpäisevä solumuovi, kevytsora, turve, sahanpuru
- lämmitetään johtoa, tarvittaessa myös yläpuolista suotautumistietä sähköllä.

#### 4.345 Ruostetukosten torjunta

Rautapitoinen 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 aluennusputkia, salaojia ja kaivoja.

Pohjaveden rautapitoisuus tulisi aina selvittää, kun

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

Alustavan tiedon rautapitoisuudesta saa tarkkailemalla lähialueen peltosalaojien, kaivojen ym. kuivatusrakteiden kuntoa, 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 ympärystäytön määrän lisääminen normaalista

- salaojasoran korvaaminen muilla täyttömateriaaleilla mm. sahanpuru, kuorijäte, mikä ei kuitenkaan sovi upposalaojiin.
- tilavat lietekaivot ja kaivoväli on enintään 50...60m. 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.

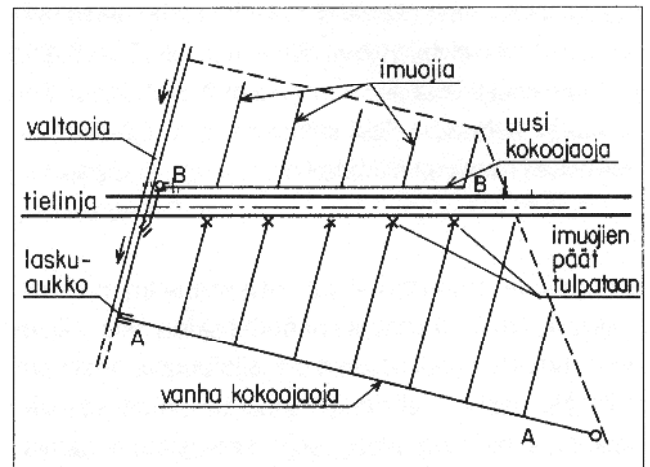
#### 4.346 Peltosalaojien järjestely

Kun tielinja ylittää salaojitetun pellon, hankitaan salaojitukseen muutos- tai korjaussuunnitelma, joka kuuluu osana tien kuivatussuunnitelmaan. Muutossuunnitelma tarkoittaa vielä toteutumattoman salaojitus suunnitelman muuttamista ja korjaussuunnitelma jo toteutetun salaojituksen muuttamista. Suunnitelmat teetetään Salaojakeskus ry:n aluetoimistossa tielaitoksen tilauksesta ja kustannuksella. Menettelyn tarkemmat yksityiskohdat on esitetty muistiossa: Peltosalaojien järjestelyt tien suunnittelussa, TVH 27.6.1980.

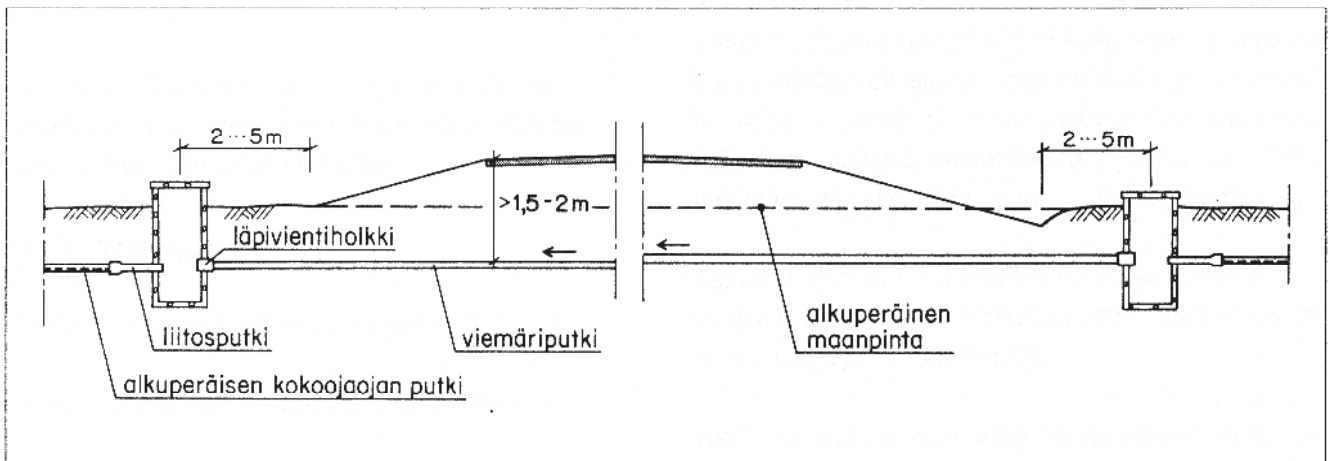
Korjaussuunnitelman periaatteena on, että kumpikin tielinjan kahteen osaan jakamasta peltoalueesta muodostaa oman ojastonsa, joka purkautetaan erikseen valtaojaan. Jos tielinja risteää imuojia, ylemmän peltoalueen imuojat yhdistetään uuteen kokoojaojaan, joka suunnitellaan likimain tielinjan suuntaiseksi. Alemman peltoalueen imuojien yläpäät tukitaan päätetulpilla lietteen putkiin kulkeutumisen estämiseksi, mutta uutta kokoojaojaa ei alemmalla peltoalueella yleensä tarvita. Salaojavesien purkamisen avo-ojaan juuri ennen rumppua, saattaa aiheuttaa rummun jäätymisen umpeen, jos avo-ojassa ei virtaa talvisin muuta vettä. Tästä syystä peltosalaojan kokoojaoja 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 imuojen 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.



Kuva 43:8 Ojaston järjestely tielinjan ylittäessä salaojitetun pellon. Jos tielinja risteää imuoja, tarvitaan uusi kokoojaoja B tiealueen ulkopuolelle. Kokoojaoja johdetaan tien ali yleensä omassa putkessaan.



Kuva 43:9 Peltosalaoituksen kokoojaoja tien alituksessa. Tien ja sivuojen alapuolella salaojaputki korvataan halkaisijaltaan yhtä suurella viemäriputkella. Alempaa kaivoista ei tarvita, jos kokoojaojan purkuaukko on niin lähellä (< 10 m) ja laskuputki niin suora, että mahdolliset tukokset voidaan poistaa tätä kautta. Routimattomalla pohjamaalla alempi kaivo tarvitaan vain päätteillä. Pehmeiköillä on varauduttava tien painumiseen.

## 4.4 Rummut

### 4.40 Yleistä

Rumpu on vapaalta aukoltaan alle 2 m levyinen putkirakenne, jonka avulla tie ylittää vesiuoman. Jos aukon leveys on 2 m, nimityksenä on silta. Tarkempi nimitys on putkisilta, jos siltana on 2...4 m putki.

Sijainnin mukaan rummut jaetaan kahteen pääryhmään:

- päätierummut: suunniteltavana olevan tien alittava rumpu, vesiuomana tavallisesti laskuoja.
- liittymärummut (sivuojarumpu): päätiehen liittyvän tien alittava rumpu, vesiuomana sivuoja.

Tien kuivatusta suunniteltaessa on rumpujen osalta selvítettävä:

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

Alueelliseen kuivatukseen vaikuttavista rummuista pyydetään vesi- ja ympäristöpiirittä rumpujen aukko-lausunto. Tarvittaessa on kuultava maanomistajia, kuntaa yms. sidosryhmiä. Taajamissa erityisesti kaa-va-alueella on kunnan kanssa selvítettävä tausta-alueiden kuivatustarpeet, jotka voivat vaikuttaa rummun kokoon ja korkeustasoon. Tielaitos laatii kaikki rum-pusuunnitelmat ja vastaa niistä yksityiskohtia myöten. Mahdollisista haitoista ja niiden korvaamisesta on so-vittava maanomistajan kanssa jo suunnitteluvaihees-sa. Haitat selostetaan jo tiesuunnitelmassa. Tien ja sen ympäristön väliset mahdolliset erisuuntaiset näkökoh-dat pyritään sovittamaan yhteen siten, että lopputulos vastaa teknistaloudellista optimia.

Rumpuputkien materiaalit on kuvattu julkaisussa: Kui-vatustarvikkeet (TIEL 2140006). Siinä on esitetty laa-tuvaatimukset, koot, peitesyvyudet ja valintaan liittyvät perusteet.

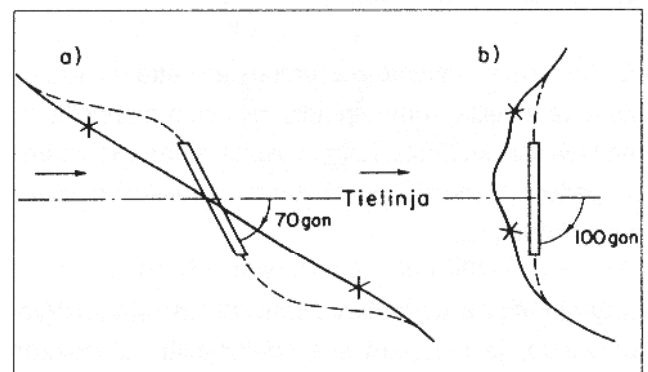
Koottavat aallotetut teräspuutket on kuvattu julkaisussa Aallotetut teräspuutket (TVH 722501, vuodelta 1987).

### 4.41 Rumpujen tarve ja sijoitus

Päätierumpua käytetään, kun tielinja ylittää laskuojan tai muun vesiuoman taikka maastonotkelma edellyttää sivuojavesien purkauttamista tiealueen ulkopuolelle. Kun rumpu ja laskuoja vaikuttavat välittömästi toisiin-sa, ne suunnitellaan samanaikaisesti kohdan 4.241 mukaisesti.

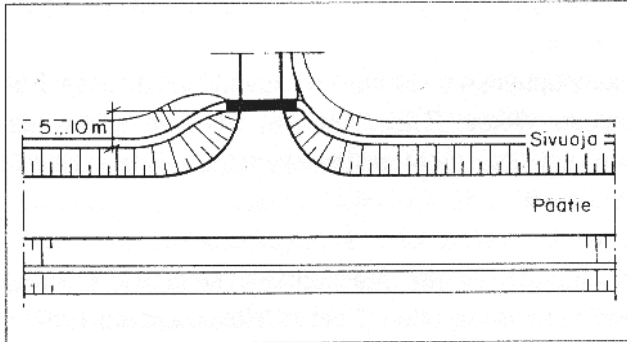
Rummun tarvetta ja paikkaa harkittaessa pyritään sel-viämään mahdollisimman harvoilla rummuilla. Joskus voidaan rumpu välttää uoman siirrolla, pienten painan-teiden muotoilulla tai sivuojajärjestelyin.

Päätierumpu sijoitetaan maaston alimpaan kohtaan tai lähelle vanhaa uomaa siten, että rummun suunta ja sen perustaminen muodostuvat mahdollisimman edul-lisiksi. Rumpu sijoitetaan yleensä kohtisuoraan tielin-jaa vastaan. Rumpu voidaan sijoittaa 70 - 130 gonin kulmaan tielinjaan nähden, jos maasto- tai muut olo-suhteet niin vaativat.



Kuva 44:1 Rummun sijoitus vinoon tai mutkaiseen uomaan. Suuntakulmana käytetään yleensä 70, 100 tai 130 gonia. Jos rumpua siirretään, rummun siirtymä-kiila ulotetaan myös täytetyn ojan kohdalle.





*Kuva 44:2 Liittymärumpua ei yleensä sijoiteta suoraan sivuojalinjaan, vaan liittymätyypistä riippuen 5...10 m ulommaksi. Tämä menettely lyhentää rumpua, parantaa liittymän liikenneturvallisuutta ja ulkonäköä sekä helpottaa tien mahdollista myöhempää leventämistä..*

Pehmeikköalueella rummun sijoittamiseen vaikuttavat mm. pohjamaan laatu, tiepenkereen perustamistapa, työnaikainen kuivatus, nykyiset laskuojat sekä mahdollisista uusista laskuojajärjestelyistä aiheutuvat kustannukset ja vaikutukset ja vaikutukset tiepenkereen vakavuuteen. Ilman pohjanvahvistusta olevalla pehmeiköllä on usein edullista siirtää rummu kantavalle pohjalle pehmeikön reunaan tai kohtaan, jossa pehmeikön syvyys on mahdollisimman pieni. Samoin kannattaa menetellä yleensä myös silloin, kun penkereen painumista nopeutetaan yliperikereen tai pystyjituksen 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.

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

Liittymärumpua käytetään, kun sivuojan virtaama (valuma-alue) ja maaperä sitä edellyttävät. Läheskään kaikki liittymät eivät tarvitse rumpua. Liittymään suunnitellaan rummu niissä tapauksissa, jolloin päätiellä on sivuoja ja lisäksi sen valuma-alue on hyvin läpäisevässä maaperässä (Hk, Sr) vähintään 0,5...5 ha ja huo-

nosti 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 rummu syytä rakentaa, mutta mahdollisimman pieniauukoisena.

#### 4.42 Putken pohjan korkeussijainti

Rummun ja putkisillan korkeussijainti ilmaistaan kummankin pään sisäpohjan korkeuslukemana. Rumpuluettelossa ja rummu- tai laskuojapiirustuksessa esitetään lisäksi pehmeiköllä tarvittava keskiosan korotus.

Pohjan korkeussijainti valitaan ottaen huomioon seuraavat tekijät:

- tarvittava peitesyvyys tien pinnan ja rummun laen välissä
- riittävä pituuskaltevuus sekä laskuojan (liittymärummuilla sivuojan) korkeussuhteet
- yläpuolisen maaston kuivatustarve.

Peitesyvyyden raja-arvot eri rumputyypeille on esitetty julkaisussa Kuivatustarvikkeet (TIEL 2140006).

Jos putki joudutaan esim. yläpuolisen maaston tulevan kuivatuksen vuoksi sijoittamaan huomattavasti ojan pohjaa syvemmälle, putken laki saa kevytyliveden (HW) aikana peittyä veden alle, ellei poikkeustapauksessa vesiliikenne muuta vaadi. Putken pää on kuitenkin verhoiltava erityisen huolellisesti.

Rummun pituuskaltevuuden tulisi olla 1 % liettymisvaaran pienentämiseksi. Poikkeustapauksissa voidaan käyttää pienempää kaltevuutta (0,5 - 1 %). Toisaalta ylisuurella 1...5 % kaltevuudella voidaan vähentää liettymis- ja jäätymistukoksia sekä painuvilla ja routivilla paikoilla putkien liikkeistä aiheutuvia haittoja. Eniten liettymistä vähennetään riittävällä laskuojan vietolla ja lietealtaalla rummun yläpäässä. Putkisillat sijoitetaan olosuhteiden sallimaan kaltevuuteen.

Laskuojan pohjan korkeus ja putken korkeus suunnitellaan samanaikaisesti. Yläpäässä rumpu sijoitetaan laskuojan tulevan pohjan tasoon tai sitä 0,0...0,5 m alemmaksi, mikäli yläpuolisen maaston kuivatustarve tai joskus putken virtausalan suurentaminen tähän pakottaa.

Vanhan laskuojan kaltevuus on usein tavoitearvoa (n. 0,4 %) pienempi. Ellei ojaa 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 omaan 0,1 % kaltevuudella.

**Esimerkki 44:1**

*Valtaojan pituuskaltevuus on 0,3 % ja 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  $\frac{1,0-0,3}{100} \cdot 36 \text{ m} = 0,25 \text{ m}$  tavoitetasoa ylempänä. Jos tästä eteenpäin tyydytään esim. 0,15 % kaltevuuteen, tavoittaa perattava uoma alkuperäisen uoman  $\frac{100}{0,3-0,15} \cdot 0,25 \text{ m}$  170 m :n päässä.*

Liittymärumpujen pituuskaltevuus otetaan samaksi kuin sivuojallakin on. Rummun sisäpohja yhtyy yleensä ojan pohjaan tai voidaan sijoittaa tätä 0,0...0,20 m alemmaksi lisä-peitesyvyyden saamiseksi. Leikkausosuudella tai sivukaltevan maaston ylärinteessä sijaitsevilla liittymissä pyritään mahdollisimman pienen rumpukokoon ja peitesyvyyteen, jotta sivuojan syvyys pysyisi kohtuullisena. Jos liittymärummun takia sivuoja joudutaan tällaisissa tapauksissa tekemään syväksi, saattavat leikkauskustannukset ja haitat lisääntyä niin paljon, että vaihtoehtona voi kaivojen ja sukellusjohdon käyttö muodostua edullisemmaksi.

**Yläpuolisen maaston kuivatustarve** on otettava huomioon päätien alittavien rumpujen korkeussijaintia määrittäessä. Jos rummun yläpuolinen alue on jo ojitettu, määräytyy rummun pohja valtaojan pohjatason mukaan, kuten muissakin laskuojissa (vrt. edellä). Jos rummun yläpuolisen alueen ojitus on todennäköinen, määräytyy rummun pohja tulevan, rummun kautta purkautuvan valtaojan pohjatason mukaisesti. Tämä arvioidaan lisäämällä tulevan salaojituksen imuojasyvyyteen (tai vastaavaan avo-ojasyvyyteen) kokoojajojien ja valtaojan kaltevuuden vaatimat korkeuserot, laskuaukon sijainti 0,2 m valtaojan pohjan yläpuolella sekä mahdollinen painumavara.

*Taulukko 44:1 Rummun pohjan tavoitesyvyys tulevan ojituksen varalta*

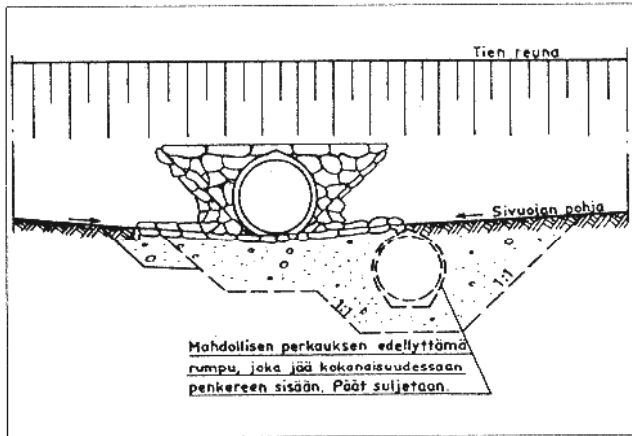
Ojitettavan maaston tyyppi	Rummun pohjan syvyys maanpinnasta (m)
Pelto ym. viljelty maa	1,4...1,9
Niitty tai laidun	1,0...1,4
Metsä tai suo	0,8...1,3

Kuivatussyvyyden vaatimus on voimassa myös tulevaisuuteen nähden. Myöhemmissäkin ojitushankkeissa on rummun korkeus tienpitäjän vastuulla.

Epävarmojen kuivatustarpeiden noudattaminen sellaisenaan tuo usein tuntuja haittoja ja lisäkustannuksia muulle tienpidolle (rummun rakentaminen ja kunnossapito on kalliimpaa, laskuojan ja sivuojien kaivu saattaa lisääntyä olennaisesti). Tämän vuoksi on rummun korkeussijainnin tuottamia hyötyjä ja kustannuksia vertailtava koko laajuudessaan.

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

Jos suurehkot kuivatushankkeet valtaojineen ovat tulleisuudessa mahdollisia, saattaa syvemmälle perustettava varausrumpu muodostua kannattavaksi. Pelkän salaoituksen tulevia tarpeita varten riittää varaukseksi tien alle sijoitettava viemäriputki.



Kuva 44:3 Varausrummun sijoitus päärummun yhteyteen.

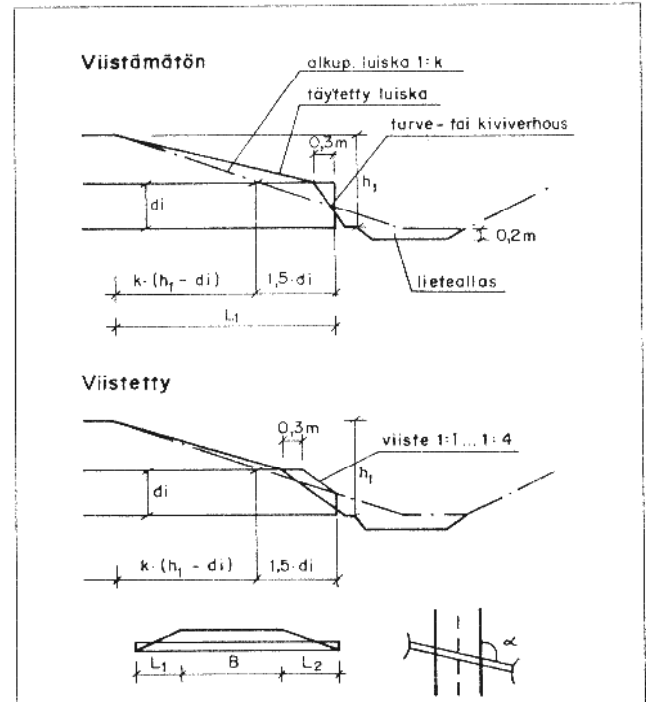
#### 4.43 Rumpujen pituus ja päätyviisteet

Rummun pituudella tarkoitetaan ensisijaisesti putken pohjan keskilinjän pituutta (alapituus). Viistetyillä putkilla laen pituus (yläpituus) on pienempi.

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

Kuvassa 44:4 esitettyä pidempää rumpua ja loivempaa luiskaa voidaan käyttää, kun halutaan estää suistuvan auton törmäys tietä vastaan kohtisuoran ojan tai puron luiskaan.

Kaikki rummut, joiden halkaisija on 800 mm, on suositeltavaa rakentaa viisteyin päin. Tämä lisää liikenneturvallisuutta tieltä suistumistilanteissa ja parantaa rummun kohdan ulkonäköä. Luiskan tukemistarve vähenee. Massiivimuoviputket ja teräspuutket voidaan viistää myös asennuksen jälkeen haluttuun kaltevuuteen. Viistettä ei aloiteta putken pohjasta vaan noin kolmanneskorkeudesta pohjan yläpuolelta.



Kuva 44:4 Rummun pituuden määrittäminen.

$$\text{Pituus } L = (L_1 + B + L_2) / \sin \alpha$$

$$L_1 = \text{putken pituus luiskassa } 1 = k \cdot (h_1 - d_i) + 1,5 \text{ di}$$

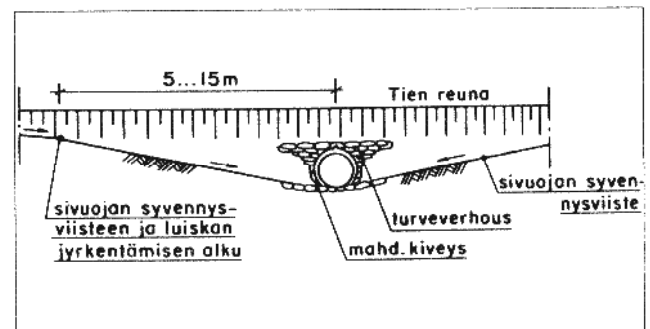
$$L_2 = \text{putken pituus luiskassa } 2 = k \cdot (h_2 - d_i) + 1,5 \text{ di}$$

$$B = \text{tien leveys}$$

$$\alpha = \text{tien ja putken välinen kulma}$$

$$k = \text{alkuperäinen luiskakaltevuus}$$

Aallotettuja koottavia teräsrumpuja suunniteltaessa lasketaan tai määritellään ne tiedot, joita tilauslomake (TVH 721008 tai vastaava) edellyttää. Muista rummuista määritellään vastaavat, rumpuluettelossa tai rumpupiirustuksissa tarvittavat tiedot.



Kuva 44:5 Sivuojan syventäminen ja luiskan jyrkentäminen rummun läheisyydessä, milloin rummun syvyys tätä edellyttää.

#### 4.44 Rumpujen vähimmäiskoko

Rumpuputkien minimikoko määräytyy yleensä kunnossapitönäkökohtien mukaan. Minimikoot (sisähalkaisijat, johon sallitaan 10 % alitus) ovat eri tapauksissa seuraavat

- kaksiajorataiset tiet:  $\varnothing$  800 mm
- valta- ja kantatiet:  $\varnothing$  600 mm
- kapeat tiet (rummun pituus  $\leq$  10 m):  $\varnothing$  400 mm
- liittymärummut, kun rummun pituus  $>$  8 m tai kun liittyvä tie on yleinen tie tai siihen verrattava:  $\varnothing$  400 mm
- liittymärummut, kun rummun pituus  $\leq$  8 m:  $\varnothing$  300 mm

Seuraavissa tapauksissa voidaan harkita edellä esitettyä pienempiä kokoja:

- rumpua uusittaessa, kun työnnetään vanhan rummun sisään muovi- tai teräsputkea
- hyvin pienet valuma-alueet
- tulvapatki
- parannettavilla teillä, kun kokemus osoittaa pienemmän koon riittävän
- peltosalaoituksen tien alitusputket

Rummun koko tarkistetaan aina valuma-alueen koon mukaisen mitoitusvirtaaman perusteella. Rakentamatomilla alueilla hydraulinen mitoitus tehdään kohdan 4.45 mukaan. Taajamissa valuma-alue voi käsittää päällystettyjä alueita, jolloin mitoitusvirtaamat on laskettava myös rankkasateen perusteella alueen todellisia valumiskertoimia käyttäen.

Rummun sisähalkaisija esitetään tasalukuna 300 mm, 400 mm jne. Suunnitelmassa annetusta rummun sisähalkaisijasta voidaan  $\varnothing \leq 600$  mm putkilla poiketa kalliilla putkimateriaaleilla alaspäinkin enintään 10 %. Syitä tähän 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 kunnossapidettävyyden on joskus helpompaa kuin muilla materiaaleilla.

#### 4.45 Rumpuaukon hydraulinen mitoitus

Rumpujen mitoitus käsittää kaksi hydraulista osatehtävää, aukon koon ja pohjan korkeuden määrittämisen. Kumpaankin liittyy läheisesti myös rummun pituuskaltevuus, jonka tulisi olla niin suuri kuin rakennuspaikan olosuhteet sallivat.

Rumpujen hydraulinen mitoitus on erisuuntaisten vaikutustekijöiden optimointitehtävä. Rakennuskustannukset ovat pienemmät mitä pienempi rummu on ja mitä korkeammalle se perustetaan. Liian korkealle perustettu tai liian pieni rummu aiheuttaa puolestaan vahinkokustannuksia tai muuta haittaa. Toisaalta kunnossapitotarve (jäätyminen tai liettyminen) pienenee, jos rummu on väljä ja jos sen kaltevuus on suurehko, mikä vuorostaan edellyttää usein suhteellisen korkealle perustettua rumpua.

Rumpujen mitoituksesta vastaa kaikilta osilta tien suunnittelija, mutta vesi- ja ympäristöpiiriin ja maan-

omistajaan on pidettävä riittävästi yhteyttä kohdan 4.51 mukaisesti.

Taulukko 44:2 edellyttää, että valuma-alueen järvisyys on 1 %. Jos järvisyys on yli 1 %, se suurentaa jokaisen rumpukoon valuma aluetta samalla tavoin kuin kohdassa 4.46 lähemmin esitetään.

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

Taulukon 44:2 lähtökohtana on lumen sulamisesta aiheutuva kevätylivirtaama (vrt. kohta 4.212) ja sen keskimääräinen 1/20-esiintymistajuus. 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 alueille suuremman rummun.

Taulukko 44:2 Päätierummun aukon mitoitus uusilla teillä valuma-alueen koon ja uoman kaltevuuden (J) funktiona. Maastoluokat selitetään kohdassa 4.46.

Valuma-alueen koko (km <sup>2</sup> )			Päätierummun sisähalkaisija d (mm)
J = 0,1...0,3 % (maastoluokka I)	J = 0,4...0,7 % (maastoluokka II)	J ≥ 0,8 % (maastoluokka III)	
< 0,2	< 0,5	< 0,7	500 <sup>1)</sup>
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

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

Rummun aiheuttama padotus on tarpeen tarkistaa etenkin silloin, kun valuma-alueen sijainnin tai suuren metsäojitus- tai peltoalan osuuden vuoksi mitoitusvirtaama muodostuu suureksi (ks. kohta 4.212). Padotus lasketaan kaavalla:

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

jossa

- h = padotuksen korkeus rummun yläpäässä (m)  
 D = padotuskerroin, ks. taulukko alla,  
 g = maan vetovoiman kiihtyvyys = 9,81 m/s<sup>2</sup>,  
 Q = mitoitusvirtaama (m<sup>3</sup>/s),  
 A<sub>r</sub> = rummun virtausala (m<sup>2</sup>) mitoitusvirtaamalla Q ilman padotusta,  
 A<sub>u</sub> = yläpuolisen uoman virtausala (m<sup>2</sup>) mitoitusvirtaamalla Q, padotuksen oletettu suuruus mukaanluettuna,  
 k = vastuskerroin taulukosta 44:3.

Taulukko 44:3 Padotuskerroin D ja vastuskerroin k riippuvat aukkosuhteesta A<sub>r</sub>/A<sub>u</sub> ja k lisäksi virtaamasta Q seuraavasti:

Aukko- suhde A <sub>r</sub> /A <sub>u</sub>	Padotus- kerroin D	Vastuskerroin k	
		Q = 2 m <sup>3</sup> /s	Q = 10 m <sup>3</sup> /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

Jos matalan tiepenkereen tai matalan uoman vuoksi käytetään kahta rinnakkaisrumpua tai matalarakenteista rumpua, on kaksoisputken tarvittava halkaisija 60...70 % korvattavan putken halkaisijasta. Esim. yksi

d = 1,0 m putki on korvattavissa kahdella d = 0,6 m putkella, yksi d = 1,2 m putki kahdella d = 0,8 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 (kuva). Matalarakenteinen rumpu saa laakeissa uomissa edullisen muotonsa vuoksi olla poikkileikkusalaltaan n. 10...20 % pienempi kuin pyöreä putki. Esim. d = 1,6 m aallotettu teräsputki (A = 2,00 m<sup>2</sup>) on korvattavissa 1,8 x 1,2 m matalalla putkella (A = 1,78 m<sup>2</sup>).

Taulukko 44:4 Liittymärummun aukon mitoitus valuma-alueen koon funktiona.

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

- 1) Aivan pieneltä alueelta vesi voi suotautua pois ilman rumpuputkia
- 2) 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.
- 3) Jos sivuoja on luonnonuoma, jonka valuma-alue ylittää n. 0,5 km<sup>2</sup>, rumpu mitoitetaan taulukon 3 avulla.

#### 4.46 Pienten silta-aukkojen mitoitus

Sisähalkaisijaltaan 2,0 m suuriset putkisillat (aallotetut teräsputket) sekä muut pienten siltojen aukot mitoitetaan seuraavien ohjeiden mukaisesti. Soveltuvin osin noudatetaan lisäksi ohjejulkaisua Siltapaikka-asiakirjat (TVH 722054).

Putkisilloissa pyritään kustannusten vuoksi yleensä niin pieneen kokoon kuin hydraulisesti käy riittävällä varmuudella päinsä (tulva- ja padotushaitat). Suora-kaiteen muotoisissa silta-aukoissa saattaa sitä vastoin tulla kysymykseen vähimmäismittaa suurempi 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.

*Taulukko 44:5 Pyöreän tai lievästi elliptisen putkisillan aukon 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 matalarakenteisella putkella.*

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 määräytyminen perustuu valuma-alueen suuruuteen, minkä lisäksi otetaan huomioon siltapaikan kaltevuus- ja korkeussuhteet eli maastoluokka. Maastoluokkia on 3 seuraavasti:

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

Valuma-alueen koko (km <sup>2</sup> )			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

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

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

Kun valuma-alueen suuruus ja siltapaikan maastoluokka on määritelty, saadaan taulukosta 44:5 pyöreiden tai elliptisten putkien ohjekoot. Saatavissa olevien putkien nimellimitat voivat poiketa taulukon mitoista, mutta tällöin valitaan se koko, joka on lähinnä taulukon osoittamaa mitta.

Erityisen syöpymäalttiissa 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 matalarakenteisella 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 % taulukon 44:5 mukaisesta yksittäisputken halkaisijasta. Matalarakenteisen putken koko puolestaan valitaan siten, että sen poikkileikkausala on n. 10...20 % pienempi kuin taulukon 44:5 mukaisen pyöreän putken.

Putkisillan aiheuttama padotus lasketaan kohdassa 4.45 esitetyn kaavan mukaisesti. Padotuslaskelma tar-

vitaan taulukon 44:5 täydennyksenä etenkin silloin, kun putken täyttöaste on mitoitusilanteessa pienehkö. (Jääpadot ja jäiden lähtö eivät yleensä aiheuta lisäselvitystarvetta).

Putkisillan pohja sijoitetaan vesiuomaan pohjan tasoon tai sitä 0,0...0,8 m alemmaksi, milloin 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) vähimmäisleveydenä pidetään samaa mitta, joka taulukon 44:5 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-aukon korkeus 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 suorakaiteen muotoisilla että putkisilloilla ulottua tasoon  $HW_{20} + 0,5$  m. Tällöin 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 44:5 mukaisia valuma-alueita suurennetaan järvisyysprosentista riippuvalla kertoimella  $k_F$ , joka esitetään taulukossa 44:6.



Taulukko 44:6 Tiettyä putkikokoa vastaavan valuma-alueen suurennuskerroin 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 5 mukaisesta koosta olla tarpeen. Mitoitus suoritetaan mitoitusvirtaaman (ks. kohta 4.212) ja sallittujen pado-  
tusten arvioinnin avulla.

**Esimerkki 44:2**

Valuma-alueen suuruus on 74 km<sup>2</sup> ja järvisyysprosentti on 4. Kuinka suuri aaltolevyputki tarvitaan, jos siltapaikan maastoluokaksi arvioidaan = II?

Taulukosta 44:6 saadaan interpoloiden järvisyysprosenttia 4 vastaavaksi suurennuskertoimeksi  $k_F = 1,3$ . Taulukko 44:5 antaa II maastoluokassa mm. seuraavat valuma-alueet:

<u>Valuma-alue, km<sup>2</sup></u>	<u>Putken halkaisija, mm</u>
$1,3 \cdot (27...36) = 35...47$	2900
$1,3 \cdot (36...47) = 47...61$	3200
$1,3 \cdot (47...60) = 61...78$	3500

Valuma-alueelle 74 km<sup>2</sup> riittävä putkikoko on  $d = 3500$  mm. Tien korkeussijainnin ym. olosuhdetekijöiden nojalla tutkitaan lisäksi matalarakenteisen tai kahden rinnakkaisrummun käyttötarvetta.

**Esimerkki 44:3**

Lähtötiedot:

Keski-Suomessa sijaitsevan laskuojan valuma-alue siltapaikalla on 54 km<sup>2</sup>. Alueen järvisyysprosentti = 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 pohjan tasoon?

Ratkaisu:

Ohjeen taulukon 44:5 mukaan on valuma-alueella 54 km<sup>2</sup> ja maastoluokkaa II vastaava pyöreän putken halkaisija d = 3500 mm. Pyöreän putken sijasta voidaan käyttää matalarakenteista putkea, jonka poikkileikkausala on n. 10...20 % pienempi kuin pyöreän putken, tai kahta rinnakkaisputkea, joiden halkaisija on n. 70 % yksittäisputken halkaisijasta. Putkivaihtoehdoiksi saadaan alustavasti

1. Pyöreä putki d = 3500 mm, poikkileikkausala 9,62 m<sup>2</sup>.
2. Matalarakenteinen putki esim. B/H = 4090/2570 mm, poikkileikkausala 8,30 m<sup>2</sup>.
3. 2 x d = 2500 mm, poikkileikkausala 2 x 4,91 = 9,82 m<sup>2</sup>.

Tarkistuslaskelmat:

Tarkistetaan putkivaihtoehtojen mitoitus laskemalla mitoitusvirtaamalla putken täyttöaste ja syntyvä padotus.

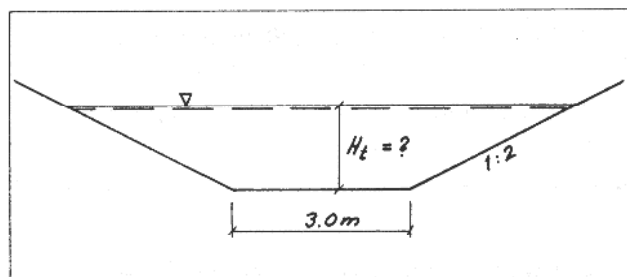
Lumen sulamisesta aiheutuva mitoitusvirtaama, kun toistumisaika on 20 vuotta, saadaan kohdan 4.212 kaavalla:

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

$$= 1,0 \cdot 1,0 \cdot 1,0 \cdot 54 \cdot 205$$

$$= 11070 \text{ l/s} = 11,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

Veden syvyys laskuojassa mitoitusvirtaaman aikana:



Veden syvyys H<sub>t</sub> määritetään kokeilemalla kohdan 4.213 kaavalla

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

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

Arvolla H<sub>t</sub> = 1,41 m saadaan virtaamaksi

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

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

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

Padotus

Padotus lasketaan kokeilemalla kohdan 4.441 kaavalla

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

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 ylläoleva kaava padotuksen h arvoiksi eri putkivaihtoehdoille seuraavat (ks. kuva ja taulukko):

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

3:  $h = 0,18$  m; - " - liian pieni.

Koe b)

Otaksumaan padotukseksi eri vaihtoehdoille

2:  $h = 0,12$  m

3:  $h = 0,20$  m.

Padotuskaava antaa tulokseksi

2:  $h = 0,13$  m

3:  $h = 0,20$  m.

Kummankin tarkastellun vaihtoehdon padotukset pysyvät sallituissa rajoissa ( $h = 0,13$  m ja  $h = 0,20$  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 pyöreään yksittäisputken  $d = 3500$  mm padotukseksi tulee n. 0,8 m, jos putken pohja on uoman pohjan tasossa, ja n. 0,3 m, jos putken pohja asennetaan 0,8 m uoman pohjan alapuolelle. Syynä sallittua tuntuvasti suurempiin padotuksiin on laakeasta uomasta aiheutuva alhainen täyttöaste. Pyöreää yksittäisputki tulee kysymykseen lähinnä verrattain syvässä uomassa.

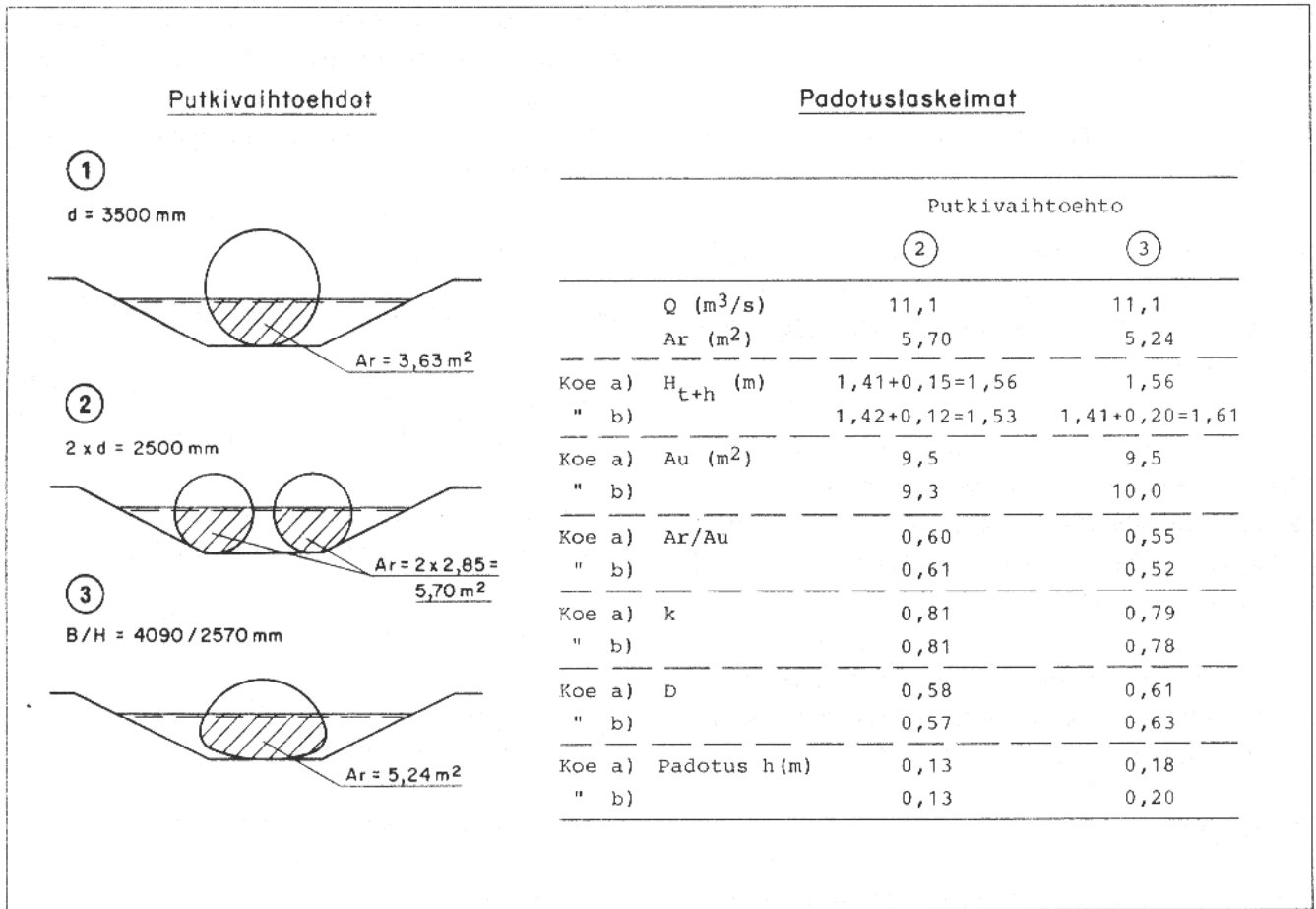
Tarkistus voidaan tehdä myös siten, että määritetään tiettyä padotusta vastaava putken virtausalan vaadittava koko  $A_r$ . Laskelmat tehdään kokeilemalla padotuskaavan avulla.

Jos esim. sallituksi padotukseksi otetaan maastoluokan II alaraja  $h = 0,08$  m (→  $H_{t+p} = 1,41 + 0,08 = 1,49$  m, →  $A_u = 8,9$  m<sup>2</sup>), on vaadittava virtausala  $A_r = 6,20$  m<sup>2</sup>. Tätä vastaavat siltavaihtoehdot ovat esim.

- kaksoisputki  $2 \times d = 2800$  mm  
( $A_r = 2 \times 3,11 = 6,21$  m<sup>2</sup>)
- matalarakenteinen putki  $B/H = 5050$  mm/3100 mm ( $A_r = 6,30$  m<sup>2</sup>)
- silta, vapaan aukon leveys  
 $6,20$  m<sup>2</sup>/1,41 m = 4,4 m.

Jos sallituksi padotukseksi otetaan maastoluokan II yläraja  $h = 0,20$  m ( $H_{t+p} = 1,41 + 0,20 = 1,61$  m, →  $A_u = 10,0$  m<sup>2</sup>), on vaadittava virtausala  $A_r = 5,20$  m<sup>2</sup>. Tätä vastaavat siltavaihtoehdot ovat esim.

- kaksoisputki  $2 \times d = 2300$  mm  
( $A_r = 2 \times 2,67 = 5,34$  m<sup>2</sup>)
- matalarakenteinen putki  $B/H = 4090/2570$  mm ( $A_r = 2,24$  m<sup>2</sup>, = edellä tarkasteltu vaihtoehto 3)
- silta, vapaan aukon leveys  
 $\frac{5,20}{1,41} = 3,7$  m.



**TEHTÄVÄ 2:** Mikä on edellisen kohdan putkivaihtoehtojen 2 ja 3 padotus, jos putki asennetaan siten, että putken pohja on 0,2 m uoman pohjan alapuolella?

- vaihtoehto 2: h = 0,07 m

- " - 3: h = 0,15 m.

Ratkaisu:

Kun putken pohja sijoitetaan jonkin verran uoman pohjan alapuolelle, putken virtausala kasvaa ja padotus pienenee. Vaihtoehdossa 2 (2 x d = 2500 mm) virtausalaksi tulee  $A_r = 2 \times 2,85 = 5,70 \text{ m}^2$  ja vaihtoehdossa 3 (B/H = 4090/2570 mm)  $A_r = 5,24 \text{ m}^2$ . Padotuskaavalla kokeilemalla saadaan padotuksen arvoiksi seuraavat:

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 44:4

#### Lähtötiedot

Vanha painorajoitettu puusilta korvataan teräsputkisillalla.

Silta sijaitsee Etelä-Suomessa. Valuma-alue on n. 8,5 km<sup>2</sup>, josta pellon osuus on hieman yli 50 %. Alueen järvisyysprosentti on n. 3. Välittömästi sillan yläpuolella on alavaa peltoa.

Laskuojan pituusleikkaus ja poikkileikkauksia on esitetty oheisessa kuvassa. Nykyinen laskuoja on hyvässä kunnossa, sen luiskat ovat suhteellisen tasaiset ja ruohottuneet. Uuden sillan suunnittelu voidaan tehdä nykytilanteen pohjalta.

Tien tasausviiva 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 4.43 ohjeiden mukaan (maastoluokka I) alustavasti seuraavat

- 1) Pyöreä putki  $d = 2000$  mm  
( $A = 3,14$  m<sup>2</sup>)
- 2) Kaksoisputki  $2 \times d = 1400$  mm  
( $A = 2 \times 1,54 = 3,08$  m<sup>2</sup>)
- 3) Matalarakenteinen putki esim.  
 $B/H = 2210/1610$  mm  
( $A = 2,90$  m<sup>2</sup>).

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 %:n kaltevuuteen. Sil-

lan uusimisen yhteydessä laskuojaa 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

Mitoitusvirtaamaksi saadaan kaavalla

$$Q = k_J \cdot k_M \cdot k_P \cdot F \cdot H_q = 0,85 \cdot 1,0 \cdot 1,1 \cdot 8,5 \cdot 270 = 2,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

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

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

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

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

$$H_t = 1,4 \text{ m ja HW} = + 22,6.$$

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

Suunnittelun alussa kannattaa tiedustella vesi- ja ympäristöpiirin vesitoimistosta, mitä vanhaa uomaa koskevia tietoja sieltä on saatavissa. Näitä voivat olla esim. valuma-alue, virtaamat, HW, vanhan uoman aikoinaan tehty perkausmitoitus (pohjan korkeus ja kaltevuus siltapaikalla, uoman poikkileikkaus), mahdolliset uomaa koskevat ja laaditut tai tekeillä olevat suunnitelmat ja niiden toteuttamisaika jne.

**Esimerkki 44:4**

Pituusleikkaus 1:4000 / 1:100

Korkeus N-43 tasossa

▽ 25

▽ 20

Kenttalo - Raho pl. 11789  
Kaappivuoren silta

▽ 23.30

+20.8

Pohjan keski-  
kaltevuus  
n. 0,00045

Äyräs

Vesipinta  
26.5.77

Uomien  
pohja

22.79	23.22	22.78	23.17	22.73	22.75	22.82	22.94	23.18	22.73	23.20	22.37	22.44	22.60	22.35	22.28	22.26
21.55	21.55	21.54	21.54	21.52	21.52	21.52	21.51	21.50	21.48	21.48	21.27	21.05	21.02	20.97	20.95	20.91
21.00	20.73	21.00	21.11	20.97	21.10	20.92	20.91	21.20	21.20	20.83	20.84	20.64	20.68	20.68	20.52	20.42
-4	-3	-2	-1	0	1	2	3	4								

Poikkileikkauksia  
1:100

pl. 0+00

▽ +22

▽ +21

▽ HW

HW = 22,6 :  
→ RU = 6,0 m<sup>2</sup>  
Märkä piiri P = 7,9 m  
Hydr. säde R = 0,76 m

pl. -1+00

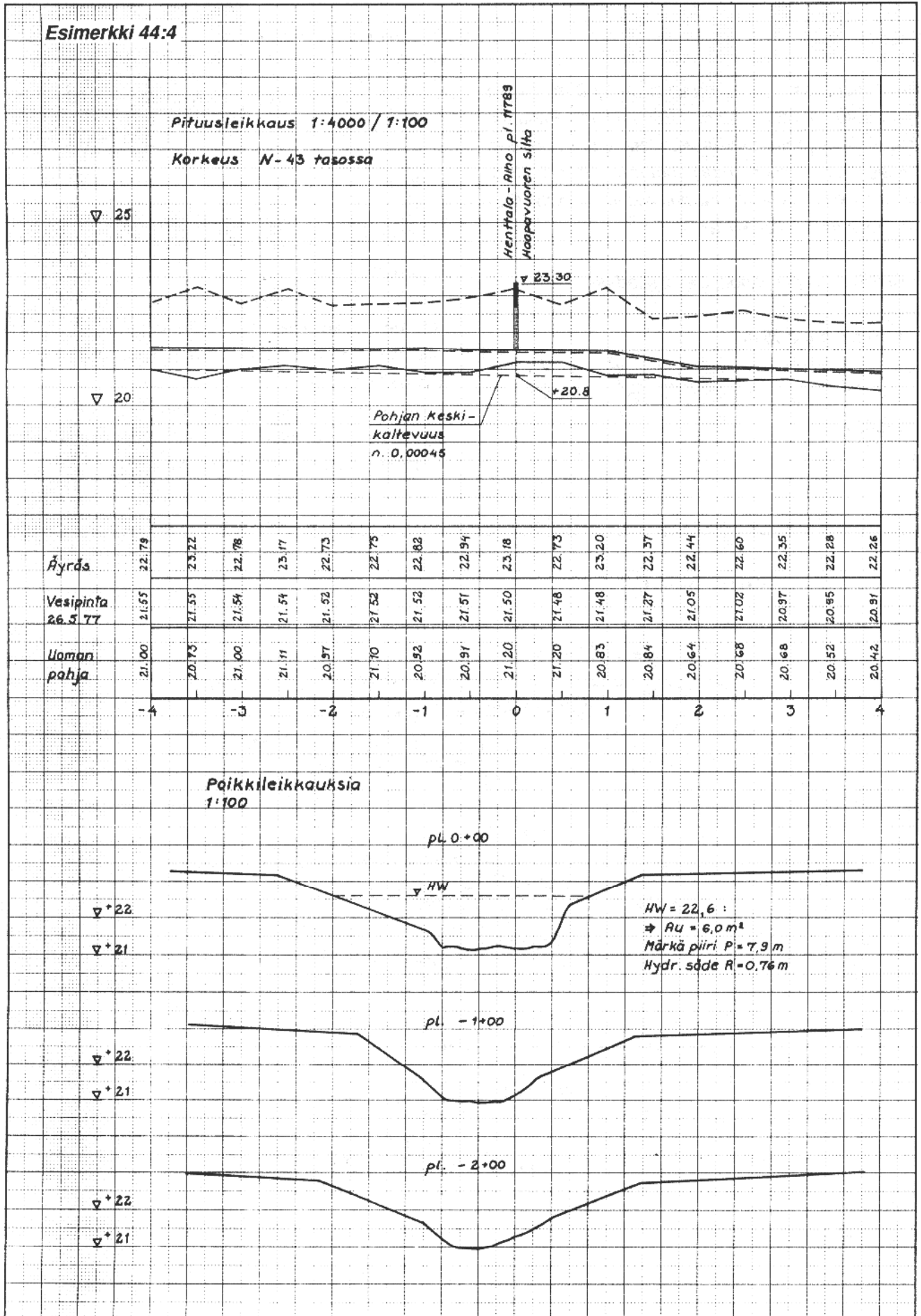
▽ +22

▽ +21

pl. -2+00

▽ +22

▽ +21



Padotus

Maastoluokassa I suurin padotus on 0,08 m. Tällöin  $H_{t+p} = 1,40 + 0,08 = 1,48$  m ja  $A_u = 6,6$  m<sup>2</sup>. Padotuskaavalla kokeilemalla voidaan todeta, että virtausalan  $A_r$  tulee olla n. 2,15 m<sup>2</sup>, jotta padotus ei ylittäisi 0,08 m. Jokainen edellä mainituista putkivaihtoehdoista täyttää tämän ehdon (ks. kuva).

Putkivaihtoehtojen padotukseksi saadaan

1. oletus  $h = 0,05$  m

$$\rightarrow h = 0,72 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} \left[ \left( \frac{2,1}{0,70 \cdot 2,53} \right)^2 - \left( \frac{2,1}{6,4} \right)^2 \right] = 0,05 \text{ m}$$

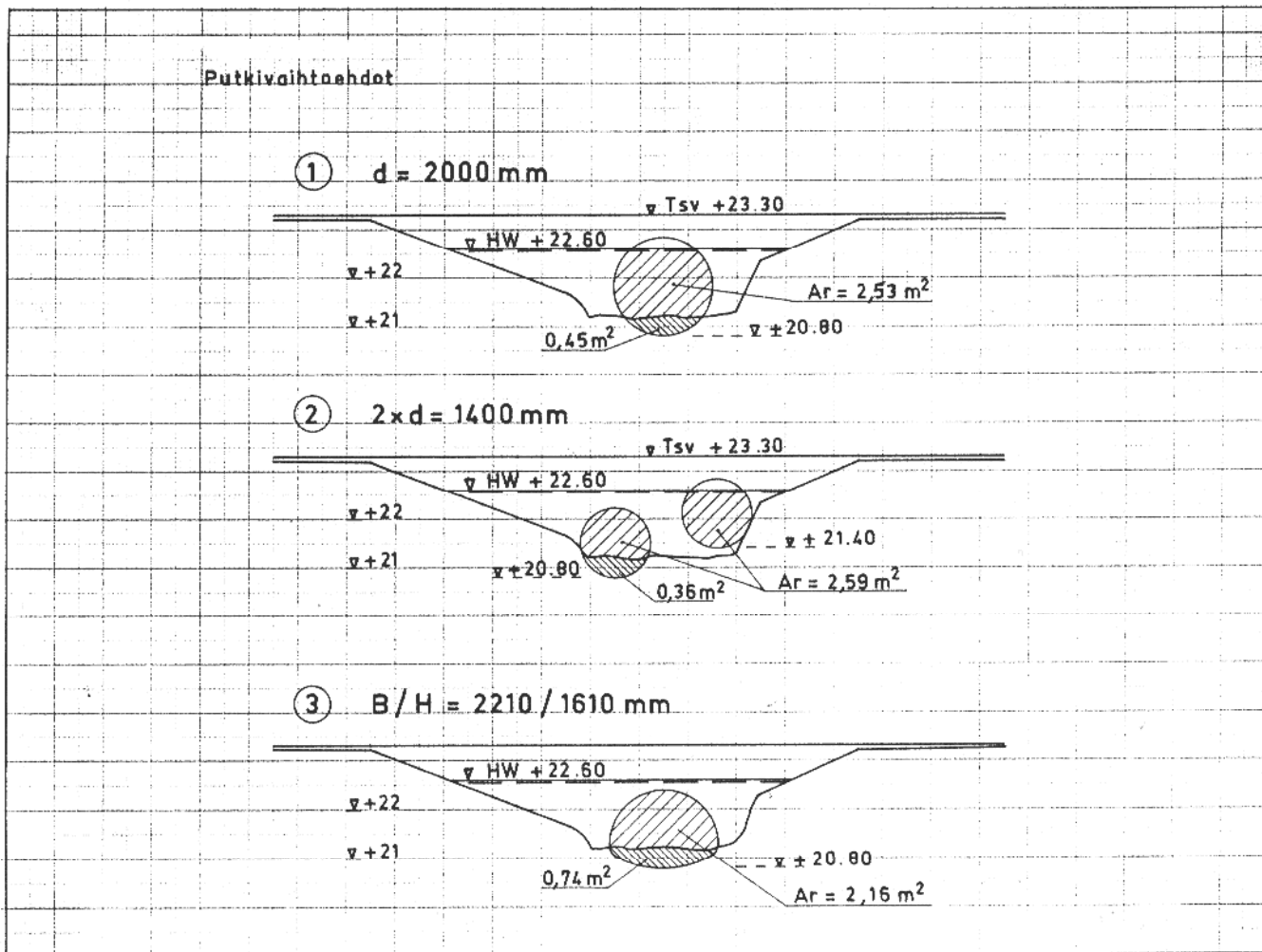
2. oletus  $h = 0,04$  m

$$\rightarrow h = 0,71 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} \left[ \left( \frac{2,1}{0,70 \cdot 2,59} \right)^2 - \left( \frac{2,1}{6,3} \right)^2 \right] = 0,04 \text{ m}$$

3. oletus  $h = 0,08$

$$\rightarrow h = 0,77 \cdot \frac{1}{2 \cdot 9,81} \left[ \left( \frac{2,1}{0,67 \cdot 2,16} \right)^2 - \left( \frac{2,1}{6,6} \right)^2 \right] = 0,08 \text{ m}$$

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



## 4.5 Kuivatussuunnittelun yhteistoiminta ja ennakkoselvitykset

### 4.50 Yleistä

Kuivatuksen suunnittelu liittyy kiinteästi muuhun tiesuunnitteluun. Kuivatusratkaisut sovitaan alustavasti yleis- ja tiesuunnitteluvaiheessa ja ne tarkentuvat suunnittelun kuluessa. Kuivatussuunnitelman asiakirjat laaditaan pääosiltaan samanaikaisesti muun suunnitelman kanssa ja kiinteässä vuorovaikutuksessa siihen. Mahdollisimman aikaisessa vaiheessa, yleensä tiesuunnitelmaa laadittaessa on ratkaistava ne kuivatusjärjestelyt, jotka vaikuttavat olennaisesti tiesuunnitelman käsittelyyn, tien massatalouteen ja muuhun suunnitteluun. Keskeisimmät ovat lähinnä seuraavat:

- pinta- ja syväkuivatustavan (viemäri, salaoja, sivuoja) valinta
- tien sisäluisikan kaltevuus ja leveys

sekä paikallisesti tärkeät:

- sivuojien syvyys kunkin ajojakson alussa ja lopussa (vedenjakajalla ja purkautumiskohdassa)
- rumpupaikat, rumpujen ja putkisiltojen mitoitus (vesi- ja ympäristöpiiriltä pyydettävää mitoituksen tarkastuslausuntoa varten)
- laskuojat, jotka vaativat suurehkoja kaivutai muutostöitä
- laskujohtot, jos ajo-ojat eivät ole mahdollisia
- alueelliset kuivatustarkastelut (kaava-alueet, pohjavesialueet, pellot, metsät, suot).

### 4.51 Kuivatuksen suunnittelussa tarvittava yhteistoiminta

Tielaitoksen ulkopuolisiin tahoihin on tarpeen olla yhteydessä aina kun tie risteää tai sivuaa muita kuivatusjärjestelyjä tai vireillä olevia hankkeita. Tällaisia tilanteita ovat lähinnä seuraavat:

1. Salaojitettu tai salaojitettavaksi aiottu pelto: Tielaitos hankkii tai laatii itse salaojituksen korjaussuunnitelman, vrt. kohta 4.325. Yhteys otetaan maanomistajaan, jonka kanssa sovitaan myös työn suorittajasta.

Vireillä olevat hankkeet ilmenevät otettaessa yhteyttä maanomistajaan. Salaojituksen muutossuunnitelma tilataan alkuperäisen suunnitelman laatijalta, vrt. kohta 4.346. Lisäkustannuksista vastaa tielaitos.

2. Ojitettu tai ojitettavaksi aiottu metsä (vaikuttaa rumpujen tarpeeseen, syvyyteen ja mitoitukseen): Tilanteesta saa tiedon maanomistajalta. Jos kuivatushanke on vireillä ja suunnitelmista tarvitaan yksityiskohtaisia tietoja, niitä saa seuraavilta tahoilta:

- yksityismetsät: Metsäkeskus Tapio
- yhtiöiden metsät: ao. yhtiön metsäosastolta
- valtion metsät: metsähallituksen ao. hoitoalueelta.

3. Rummut päätien alitse: Maanomistajan lisäksi on oltava yhteydessä vesi- ja ympäristöpiiriin. Tielinjan tultua riittävän tarkasti määrittelyksi osoitetaan vesi- ja ympäristöpiirille todennäköiset rumpupaikat ja neuvotellaan, haluaako vesi- ja ympäristöpiiri kiinnittää joihinkin rumpuihin erityistä huomiota. Rumpupaikka-asiakirjat laa-



tii tielaitos ja tiensuunnittelija suorittaa rumpujen mitoituksen ja korkeusmäärittelyn. Vesi- ja ympäristöpiiriltä pyydetään sen jälkeen lausunto suurehkoista ( $> 1000$  mm) tai vesi- ja ympäristöpiirin kannalta muuten tärkeistä rummuista (esim. tilanteet, joissa maasto on hyvin alavaa). Pienemmistä tai niistä  $\leq 1000$  mm rummuista, joiden suunnitteluperusteista on jo vesi- ja ympäristöpiirin kanssa sovittu, ei lausuntoa tarvitse pyytää.

Vesi- ja ympäristöpiirin lausuntoa käytetään hyväksi lopullista ratkaisua etsittäessä. Vastuu vesilain noudattamisesta, rummun kustannuksista ja kaikkien muiden mitoitukseen vaikuttavien tekijöiden huomioon ottamisesta kuuluu kuitenkin aina tielaitokselle. Lopullinen mitoitus vesi- ja ympäristöpiirille tiedoksi.

Vesi- ja ympäristöpiirille osoitettavaan lausuntopyyntöön liitetään seuraavia asiakirjoja tarvittavilta osin:

- yleiskartta 1:10 000...1:20 000, jossa esitetään rummut ja laskuojat. Yleiskartaksi soveltuu esim. tiejärjestelyjen yleiskartta
- kartta 1:2000...1:10 000 rumpupaikasta niin laajana, että uoman HW<sub>20</sub> mahtuu kartalle. Tarvittaessa merkitään karttaan maanpinnan korkeuksia tulva-alueen määrittelemiseksi
- pituusleikkaus 1:2000 ojasta, n. 400 m rumpupaikasta molempiin suuntiin. Pituusleikkaukseen merkitään mahdollisten salaojien laskuaukkojen paikat ja korkeudet sekä pituusleikkauksen alueella olevat muut sillat ja rummut aukkokokoineen
- 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 poikkileikkaus 1:200 rummun tai sillan kohdalta. Piirustukseen merkitään tien tasoitusviivan tavoitekorkeus ja sen (haitaton) muutosmahdollisuus
- valuma-alueen suuruus, vedenkorkeus ym. mitoituslähtötiedot
- mahdollisissa tulvahaittilanteissa padotuslaskelma ja selvitys vahingoista ja haitoista sekä niiden korvaamisesta.

4. Silta-aukot (mukaanluettuna  $\geq 2$  m:n suuriset putkisillat): Vesi- ja ympäristöpiiriltä pyydetään aina aukkolausunto, mutta lopullisesta ehdotuksesta vastaa tielaitos. Pienten silta-aukkojen ( $F \leq 200 \text{ km}^2$ ) mitoitus suoritetaan jo ennen vesi- ja ympäristöpiirin lausuntoa ja mitoituslaskelma liitetään vesi- ja ympäristöpiirille lähetettävään lausuntopyyntöön. Lausuntoa käytetään hyväksi samaan tapaan kuin edellä on esitetty rumpujen osalta. Milloin uoman suuruus edellyttää, haetaan vesioikeudelta lupa sillan rakentamiseen (vrt. kohta 4.521).
5. Laskuojat: Maanomistajan kanssa neuvotellaan laskuojan sijoituksesta ja viljellyillä alueilla alustavasti kaivuajankohdasta. Rakentaja sopii lopullisesti kaivuajankohdan. Rummun läheisyydessä ja mahdollisissa ojitushankkeissa laskuoja saattaa koskea myös vesi- ja ympäristöpiiriä.
6. Sivuojarummut: Neuvottelija maanomistajan tai yksityistien pitäjän kanssa tarvitaan vain mahdollisissa erikoisjärjestelyissä. Kustannusvastuu on esitetty julkaisussa Yksityistieliittymät.
7. Suojeltavat alueet: Tiedot saadaan kunnalta, Seutukaavaliitolta, vesi- ja ympäristöpiiriltä ym.

8. Taajamat: Taajama-alueilla vaatii kuivatuksen suunnittelu usein pitkälle menevää yhteistointintaa muun tieverkon ja tonttien kuivatuksen sekä muiden johtojen ja kaapelien vuoksi. Alueellisen kuivatussuunnitelman tarve tulee selvittää. Mikäli alueella on asema- tai rakennuskaava, yleisen tien kuivatus on sovitettava kaavamääräysten mukaiseksi (mm. viemärin tai salaojan purkautuskohdat). Tien rakentamisella ei saa vaikeuttaa tonttien ja katujen kuivatus-

Milloin mahdollista, yleinen tie kuivatetaan olemassa olevan viemäriverkon avulla. Ellei taajama-alueella ole tarpeen viemäröidä, on avo-ojitus suunniteltava erityisen huolellisesti, kiinnittäen huomiota nykyisen miljööän säilymiseen, ojien mataluuteen ja siisteyteen sekä luiskien ja rumpujen muotoiluun ja viimeistelyyn.

Taajama-alueiden kuivatuksessa on selvitettävä toisaalta vallitseva tilanne ja kaavamääräykset, toisaalta mahdollisuudet yhteiseen rakentamiseen ja käyttöön. Neuvottelu yhteys otetaan lähinnä kunnan rakennusviranomaisiin, mahdollisiin vesihuoltolaitoksiin ja kaapelien ym. suojattavien rakenteiden osalta niiden omistajiin.

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.

9. Pohjaveden alentaminen. Alikulkujen ja muiden tieleikkausten kuivatuksen suunnittelussa

selvitetään pohjaveden alentumisen laajuus ja vaikutukset ympäristöön ja rakennuksiin. Asia on neuvoteltava vesi- ja ympäristöpiirin kanssa. Pohjavesipinnan aleneman laajuus ja suotovesimäärä voidaan laskea tietokoneohjelmien avulla, kun pohjatutkimuksilla on saatu tiedot maaperästä. Vesilain 9 luvun 7 §:n mukaan "sellaisen vedenottamon tekemiseen, joka on suunniteltu vähintään 250 m<sup>3</sup>/vrk vesimäärän ottamiseen, on haettava vesioikeuden lupa".

10. Muut laitteet ja rakenteet. Selvitetään ennestään olevat ja suunnitellut vesi-, viemäri-, kaukolämpö-, kaasun-, sähkö- ym. johdot, valaisinpylväät ja muut rakenteet.

#### 4.52 Kuivatussuunnittelun kenttätutkimukset

Kuivatussuunnittelun kenttätutkimukset liittyvät läheisesti tiehankkeen 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 runsasvetisyttä käytetään hyväksi erityisesti vanhojen teiden kuivatuksen parantamistarvetta arvioitaessa. Uusilla teillä kevät on edullinen lähinnä vedenkorkeuksien havaitsemisessa (sekä pohjavesi että avovesistöt). Muut kenttätutkimukset voidaan yhtä hyvin suorittaa muuna sulana vuodenaikana.

Kuivatussuunnittelulle ominaisia kenttätutkimuksia ovat seuraavat:

- valuma-alueiden koon määrittäminen (tarve: ks. kohta 4.111)
- maaston laadun (valumakertoimen) määrittäminen alueilla, joilta kertyvä sadevesivirtaama saattaa muodostua mitoittavaksi, ks. kohta 4.211
- niskaojien tarpeen arviointi ja sijainnin määrittäminen, ks. kohta 4.242
- pohjavesitutkimukset (pohjavesipinta ja virtauksen suuruusluokka) tulevilla leikkauksosuuksilla ja sivukaltevissa maastonkohdissa sekä alavilla tielinjan kohdilla
- pohjavesialueet
- tien läheisyydessä olevat kaivot
- salaojien ja viemäreiden purkautuskohtien täsmäntäminen, mikäli maasto on suhteellisen tasaista
- lähde-esiintymät, jotka saattavat vaatia erityiskuivatusta
- rumpujen tarpeen arviointi, ks. kohta 4.41
- rumpupaikkatutkimukset ja pienten siltojen siltapaikkatutkimukset
- laskuojatutkimukset
- maaperän vedenläpäisevyyden määrittäminen tilanteissa, jolloin syväkuivatuksen tarve on epävarma, ks. kohta 4.31
- maaperän kaivettavuustutkimukset todennäköisten salaoja- ja viemäriinjojen kohdilla, elleivät nämä sisälly muihin maaperätutkimuksiin.

Suurten siltojen siltapaikkatutkimukset ( $F > 200 \text{ km}^2$ ) suoritetaan niiden laajuuden vuoksi yleensä erilliselivityksinä, ks. kohta 4.271.

Tutkimusten määrä riippuu lähinnä siitä, tarjoavatko tulokset mahdollisuuden vaihtoehtoisin ratkaisuihin. Esim. korkeilla penkereillä ei mitään salaojitukseen liittyviä tutkimuksia kannata suorittaa. Kaikissa maaleikkauksissa taas on pohjavesipinta, sen aleneminen ja suotovesimäärä selvitettävä leikkausluiskien vahvistustarpeen määrittämiseksi.

#### 4.53 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.

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

- sivuojien sijainti ja muoto (vrt. kohta 4.232)
- laskuojien luiskien kaltevuus (vrt. kohta 4.234) ja verhoustarve
- rumpujen sijaintipaikkojen täsmennys
- rummun tai viemäriin painumisesta aiheutuva tarve suurentaa putken pituuskaltevuutta
- tierungon painumisesta aiheutuva tilapäisöjien tarve.

Rakentamisajankohdalla on merkitystä lähinnä siten, että pehmeiköillä ja juoksevissa maalajeissa (Si, SiMr) rakentamisolosuhteet voivat keväällä tai suurten syysateiden aikana olennaisesti vaikeutua ja vaatia lisäoja tai muita tilapäisjärjestelyjä. Rakennusaikainen tilanne voi edellyttää mm. salaojituksen määrän lisäämistä.

Rakentamisen ajallinen työjärjestys otetaan kuivatuk-  
sen suunnittelussa huomioon siten, että ylimääräistä  
työtä ja tilapäisjärjestelyjä sekä erikoiskalustoa tarvi-  
taan mahdollisimman vähän. Tämä koskee erityisesti  
salaojitus- ja viemärintiöitä ja toisaalta tien päällystä-  
misvaihetta.

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

Jos tie rakennetaan vaiheittain, saattaa olla edullista  
toteuttaa seuraavat kuivatusjärjestelyt jo ensi vaihees-  
sa lopulliseen sijaintipaikkaansa ja laajuuteensa:

- kaikki viemärit ja muut johdot, jotka vaativat  
myöhemmin rikkomaan tien päällysraken-  
teen
- pehmeiköille sijoitettavat rummut, mikäli  
myöhempää kuormitusta vastaava penger  
saadaan myös lopulliseen leveyteen,
- pengerosuuksille mahdollisesti tulevat suu-  
rehkot sivuojat.