



Väylävirasto  
Trafikledsverket

## Maanteiden talvihoito

Menetelmätieto



*Kannen kuva: Väyläviraston kuva-arkisto*

Verkojulkaisu pdf ([www.vayla.fi](http://www.vayla.fi))

Väylävirasto  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puhelin 0295 34 3000



## Väylävirasto Trafikledsverket

### Ohje

29.8.2023

VÄYLÄ/5295/06.04.01/2023

Vastaanottaja

-

Korvaa

Teiden talvihoito – Menetelmätieto (Liikenneviraston ohjeita 1/2017)

Säädösperusta

-

Voimassa

1.10.2023 alkaen toistaiseksi

Väylämuoto  
tiet

Kohdistuvuus  
kunnossapito

Asiasanat

maantiet, kunnossapito, talvikunnossapito,  
liukkaus, lumenpoisto, ohjeet

Käyttäjärühmät

urakoitsijat, tilaajat

## Maanteiden talvihoito – Menetelmätieto

*Maanteiden talvihoito – Menetelmätieto* käsittelee maanteiden talvihoidon toimintaperiaatteita, vaihtoehtoisia menetelmiä, työvälineitä ja materiaaleja.

Julkaisu on tarkoitettu niin alalle tuleville uusille toimijoille kuin alalla jo toimineille lähteeksi löytää näkökulmia kehittää toimintaansa ja edistää hyvää hoitotapaa ja osaamista. Ohje pohjautuu voimassa oleviin toimintalinjoihin ja laatuvaatimuksiin.

Osastonjohtaja, tekniikka ja ympäristö    Minna Torkkeli

Tieliikennejohtaja

Jarmo Joutsensaari

Hankinnan asiantuntija

Mika Terhelä

*Ohje on osa Väyläviraston turvallisuusjohtamisjärjestelmää tienpidon osalta.*

*Voit antaa palautetta ohjeesta ohjeen yhteyshenkilölle (etunimi.sukunimi@vayla.fi) tai Väyläviraston teknisten ja turvallisuusohjeiden palautteenantokanavaan ([teknisetjaturvallisuus-ohjeet@vayla.fi](mailto:teknisetjaturvallisuus-ohjeet@vayla.fi)).*

*Dokumentin sisältö ei ole kaikilta osin saavutettava.*

### LISÄTIETOJA

Mika Terhelä

### Väylävirasto

PL 33, 00521 Helsinki  
Opastinsilta 12 A, 00520 Helsinki

Puhelin 0295 34 3000  
Faksi 0295 34 3700

etunimi.sukunimi@vayla.fi  
kirjaamo@vayla.fi  
[www.vayla.fi](http://www.vayla.fi)

## Esipuhe

*Maanteiden talvihoito – Menetelmätieto* -julkaisu on ollut osana Väyläviraston maanteiden hoitourakoiden ohjeistusta. Ohjeessa on esitetty tietoa maanteiden talvihoitotöiden suunnittelusta ja organisoinnista sekä talvihoidon laadukkaasta toteuttamisesta. Ohjeessa on kuvattu myös keskeiset nykyisin käytössä olevat talvihoidon työmenetelmät, koneet, laitteet ja materiaalit.

*Maanteiden talvihoito – Menetelmätieto* -ohjeen tavoitteena on olla perehdyttävä ja opastava perusjulkaisu, jossa otetaan huomioon kunnossapidon eri näkökulmat, niin taloudellisuus, tienkäyttäjien tarpeet, ympäristö kuin turvallisuuskin. Ohjeen tavoitteena on edistää hyvää kunnossapitotapaa ja -osaamista.

Julkaisu on tarkoitettu urakoitsijoiden ja alirakoitsijoiden henkilöstölle, tilaajan hankinnoista vastuussa oleville henkilöille, projektipäälliköille ja muille päätöksentekoon osallistuville asiantuntijoille sekä oppilaitoksille.

Tämä päivitetty ohje korvaa vastaavan, vuonna 2017 julkaistun ohjeen. Ohjeen terminologiaa on päivitetty. Lisäksi on päivitetty sivuauran käyttöä koskevan ohje.

Helsingissä elokuussa 2023

Väylävirasto  
Teiden kunnossapidon ohjausosasto

## Sisältö

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Talvihoidon yleiset tavoitteet .....	7
1.2	Ohjeen tarkoitus ja sisältö .....	7
1.3	Talvihoidon linjaukset ja urakka-asiakirjat.....	7
1.4	Määritelmiä.....	8
2	TALVIHOIDON PERUSTEET.....	10
2.1	Suunnittelu.....	10
2.1.1	Tukikohdat, lähtöpisteet ja varastot.....	10
2.1.2	Mitoitus .....	10
2.2	Organisointi ja valmiuden ylläpito.....	14
2.2.1	Päivystys ja lähtövalmius .....	14
2.2.2	Henkilöstö ja aliurakoitsijat .....	14
2.2.3	Kalusto .....	15
2.2.4	Yhteistyö tilaajan kanssa .....	15
2.3	Tiedonhallinta .....	16
2.3.1	Tilaajan järjestelmät.....	16
2.3.2	Urakoitsijan järjestelmät.....	17
2.3.3	Muut järjestelmät.....	17
2.4	Kelinhallinta.....	17
2.5	Laadunhallinta .....	19
3	TURVALLISUUS- JA YMPÄRISTÖASIAT .....	22
3.1	Työ- ja liikenneturvallisuus .....	22
3.1.1	Työturvallisuusvaatimukset.....	22
3.1.2	Talvihoitotöiden turvallinen toteuttaminen .....	22
3.2	Ympäristöasioiden huomioiminen .....	27
3.2.1	Ympäristönäkökohdat tukikohta- ja varastointialueilla.....	27
3.2.2	Talvihoito pohjavesialueilla .....	27
3.2.3	Pakokaasupäästöjen vähentäminen ja energiatehokkuus .....	28
3.2.4	Melun vähentäminen .....	28
3.2.5	Pölyn vähentäminen .....	28
4	TALVIHOITOKALUSTO.....	29
4.1	Kaluston valinta .....	29
4.2	Peruskalusto .....	31
4.2.1	Kuorma-autot .....	31
4.2.2	Traktorit .....	32
4.2.3	Pyöräkuormaajat.....	33
4.2.4	Muut peruskoneet .....	34
4.3	Lisälaitteet.....	35
4.3.1	Aurat.....	36
4.3.2	Terät.....	38
4.3.3	Lisälaitteiden säätäminen.....	41
4.3.4	Muu lumenpoistokalusto .....	43
4.3.5	Liukkaudentorjunnan lisälaitteet.....	45
5	TALVIHOITOMENETELMÄT .....	47
5.1	Valmistelevat työt .....	47
5.1.1	Aurausviitoitus .....	47

---

5.1.2	Kinostimet .....	48
5.1.3	Kaluston, henkilöstön ja tienkäyttäjien valmius.....	48
5.2	Lumen- ja sohjonpoisto .....	49
5.2.1	Yleisiä periaatteita .....	49
5.2.2	Lumenpoiston työmenetelmät .....	50
5.2.3	Auraustyössä huomioitavaa .....	56
5.2.4	Lumen poiskuljetus .....	58
5.2.5	Lumivallien madaltaminen .....	58
5.2.6	Sulamisvesien pääsyn esto ajoradalle .....	59
5.3	Pinnantasaus .....	60
5.3.1	Yleisiä periaatteita .....	60
5.3.2	Pinnantasauksen työmenetelmät .....	61
5.4	Liukkaudentorjunta .....	64
5.4.1	Yleisiä periaatteita .....	64
5.4.2	Materiaalit .....	65
5.4.3	Liukkaudentorjunta suolaamalla .....	69
5.4.4	Liukkaudentorjunta hiekoittamalla .....	74
5.4.5	Liukkaudentorjunta karhentamalla.....	76
5.5	Muut talvihoitotyöt .....	76
5.5.1	Liikennemerkkien ja opasteiden puhdistus .....	76
5.5.2	Varusteiden ja rakenteiden lumen- ja jäänpoisto .....	78
5.5.3	Sulamisvesihaittojen torjunta .....	79
5.5.4	Paannejään torjuminen.....	80
5.5.5	Jäätiet .....	81
5.5.6	Tunnelit.....	84
5.5.7	Varalaskupaikat.....	84
5.5.8	Erikoiskohteita .....	84
	KIRJALLISUUSLUETTELO.....	86

## LIITTEET

Liite 1	Toimenpideaika
Liite 2	Liukkauden synty sääilmiöiden vaikutuksesta
Liite 3	Talvihoitoluokkien kuvaukset
Liite 4	Talvihoidon keskeiset laatuvaatimukset
Liite 5	Aurausreitin mitoitus
Liite 6	Talvihoitotyössä vaadittavia pätevyyskä
Liite 7	Suolajen olotilakuvaajat ja tilavuuspainot
Liite 8	Tasaustyö liittymissä

# 1 Johdanto

## 1.1 Talvihoidon yleiset tavoitteet

Talvihoitoon kuuluvat keskeiset tehtävät ovat lumen- ja sohjonpoisto, pinnantasaus sekä liukkaudentorjunta. Lisäksi talvihoitotöihin kuuluvat mm. aurasviitoitus, liikennemerkkien sekä opasteiden puhdistus, lumivallien madallus, lumen poiskuljetus sekä sulamisvesihaittojen torjunta.

Talvihoidon tavoitteena on tarjota mahdollisuus turvalliseen ja toimivaan liikkumiseen sekä kuljettamiseen koko maassa kohtuullisin kustannuksin ottamalla huomioon eri väestöryhmien liikkumistarpeet ja eri elinkeinoalojen kuljetustarpeet. Tavoitteiden saavuttaminen edellyttää hoidolta suunnitelmallisuutta, oikea-aikaisuutta, osaavaa ammattitaitoista henkilöstöä sekä toimivia ja tehokkaita työmenetelmiä.

## 1.2 Ohjeen tarkoitus ja sisältö

Tämä ohje on perustietopaketti maanteiden talvihoidosta. Ohje sisältää perustietoa maanteiden hoidon hankintaan liittyvistä asiakirjoista, talvihoitotöiden suunnittelusta ja organisoinnista sekä talvihoidon laadukkaasta toteuttamisesta sisältäen talvihoidon työmenetelmät, käytettävät koneet ja laitteet sekä materiaalit.

Esitetyt hoitomenetelmät eivät ole ainoita oikeita, vaan niiden lisäksi urakoitsija voi käyttää ja kokeilla muitakin tilaajan hyväksymiä työmenetelmiä.

Ohje on tarkoitettu maanteiden hoitourakoitsijoille, aliurakoitsijoille ja sekä tilaajan edustajille perustietopakettiksi talvihoidosta sekä koulutusaineistoksi alaan perehtyville.

Kävely- ja pyöräilyväylien hoidosta on erillinen menetelmätieto-julkaisu.

## 1.3 Talvihoidon linjaukset ja urakka-asiakirjat

Maanteiden talvihoitoa määritellään useissa Väyläviraston julkaisuissa. Toimintalinjoissa talvihoitoa määritellään yleisellä tasolla, ja ohjeissa tarkennetaan hoitotöiden menpiteitä yksityiskohtaisemmin. Maanteiden talvihoidon tärkeimmät julkaisut ovat:

- *Hankinnan toimintalinjat – Linjaukset ja kehittämiskohteet* -julkaisu kuvaa hankintojen toteuttamisen periaatteet ja päämäärät.
- *Talvihoidon toimintalinjat* -julkaisu kuvaa tienpitäjän talvihoidolle asettamat valtakunnalliset linjaukset ja talvihoidon operatiivisen palvelutason. Siinä esitetään keskeiset periaatteet, joiden mukaan maantiet hoidetaan talvella.
- *Maanteiden talvihoito – Laatuvaatimukset* -ohje sisältää maanteiden ajoradan, tien muiden osien, kävely- ja pyöräilyväylien sekä muiden talvikunnossapitoon kuuluvien kohteiden laatuvaatimukset.
- *Maanteiden talvihoito – Menetelmätieto* eli tämä ohje käsittelee talvihoidon toteutuksen suunnittelua, organisointia, kalustoa ja hoitomenetelmiä.

Ohjetta käytetään urakka-asiakirjojen tausta-aineistona sekä pääurakoitsijan ja aliurakoitsijoiden operatiivisten töiden ohjeistukseen.

Varsinainen talvihoitotyö tehdään maanteiden hoidon urakoissa. Urakkamuotona on LVR-urakka (laatuvaastuurakentaminen). Sopimusasiakirjoissa on määritetty urakoitsijan tehtävät ja sopimuksessa käytettävät asiakirjat.

Keskeisimpiä urakan teknisiä asiakirjoja ovat urakan työt laatuvaatimuksineen kuvaavat tuotekortit sekä työkohtainen tarkennus. Työkohtainen tarkennus tuo esiin urakan erityispiirteitä ja täsmätarpeita urakkaan kuuluvien töiden laadun ja laajuuden suhteen.

## 1.4 Määritelmiä

### **Harja**

Hoidon maanteiden hoitourakoiden urakoiden raportointijärjestelmä. Järjestelmiä on käsitelty tarkemmin kappaleessa 2.3.1 Tilaajan järjestelmät.

### **Joukkoistetut kuvakeruut**

Kuvadata tiestöllä vallitsevasta kelistä tms. kerätään eri tietolähteistä automaattisesti palvelimelle ja jalostetaan eri käyttötarkoituksiin. Joukkoistetun kuvadatan toimittajalla ei tarvitse olla tienpidon substanssiosaamista.

### **Lisäkalusto**

Urakkasopimuksen mukaisissa poikkeavissa olosuhteissa normaalin kaluston lisäksi käyttöön otettava kalusto.

### **Lumenpoiston lähtökynnys**

Talvihoidon laatuvaatimusten määrittämä kynnysarvo, jonka täytyessä aurauksen on viimeistään oltava käynnissä aurausreitillä, ks. kuvaukset liitteessä 1.

### **MVR-tarkastus**

Mittari lakisääteisten viikoittaisten kunnossapitotarkastusten tekemiseen. MVR-mittarilla havainnoidaan esim. työskentelyä ja koneenkäyttöä, kalustoa, suojauksia ja varoalueita, ajo- ja kulkuväyliä sekä järjestystä ja varastointia.

### **Kylmissä lämpötiloissa esiintyvä liukkaus (ns. pakkasliukkaus)**

Pakkasella (alle -7 °C) esiintyvä, liikenteen tai muun olosuhdetekijän aiheuttama liukkaus. Pakkasella esiintyvä liukkaus ei aiheudu sääolosuhteesta itsessään, vaan liukkauden aiheuttaa jokin muu tekijä, ks. kuvaukset liitteessä 2.

### **Perusurakka, vaativa urakka ja erittäin vaativa urakka**

Urakan vaativuuteen vaikuttavat urakan tiestön hoitoluokitus, tiepituus, liikennesuorite sekä taajamien määrä.

### **Päivystysalue**

Alue, josta urakan päivystäjä vastaa päivystysaikana. Alue voi muodostua yhdestä tai useammasta urakasta sopimusasiakirjojen mukaisesti.



### **Ratatyön suojaus (RSU)**

Pitkin raidetta ulottuva tila, jonka sisäpuolella työskentely tapahtuu ratatyönä tai työ voidaan tehdä tietyin edellytyksin turvamiesmenettelyllä (*Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)*).

### **Talvihoitoluokka**

Tiejaksolle määritelty talvihoidon taso, ks. talvihoitoluokkien Ise-III kuvaukset liitteessä 3.

### **Toimenpideaika**

Aikaväli, jonka sisällä työt on saatettava laatuvaatimusten mukaisiksi, ks. kuvaukset liitteessä 1.

### **TMA (Truck Mounted Attenuator)**

Ajoneuvoon kiinnitettävä törmäysvaimennin.

### **Toiminnallinen laatu**

Toiminnallinen laatu osoittaa, miten asiakas saa palvelun. Toiminnallinen laatu kuvaa urakoitsijan koko toimintaprosessia ja laadun toteutumiseen vaikuttavia tekijöitä. Toiminnallisen laadun avulla voidaan parantaa urakan toimintamallia.

### **Varakalusto**

Normaalin, talvihoitoreiteille mitoitettun kaluston rikkoontumisen tai muun syyn takia korvaava varakalusto, joka pitää olla käytettävissä välittömästi.

## 2 Talvihoidon perusteet

### 2.1 Suunnittelu

Urakoitsijan on tarjosta tehdessään mietittävä, miten urakan voi toteuttaa. Hyvällä työn suunnittelulla päästään kiinni urakan työmääriin ja kustannuksiin. Toiminnan suunnittelu käsittää mm. kaluston mitoituksen, tavoitettavissa olon, tie-  
donkulun, dokumentoinnin, laadunvarmistuksen sekä kelinhallinnan suunnittelun.

Urakan valmisteluvaiheessa on tärkeää, että lumenpoisto-, pinnantasaus- ja liukkaudentorjuntareitit mitoitetaan ns. kerrasta oikein. Reittien muuttaminen kesken urakan on vaikeaa, sillä yhden reitin muutos vaikuttaa myös viereisiin reitteihin. Operatiivisten töiden ja mitoituksen kannalta tukikohtien, lähtöpisteiden sekä varastojen sijainnit ovat tärkeä osa mitoitusta.

#### 2.1.1 Tukikohdat, lähtöpisteet ja varastot

Tukikohtien ja lähtöpisteiden sijaintiin ja määrään vaikuttavat urakan laajuus, tiestö ja käytettävä kalusto. Auras kaluston turhaa siirtoajoa tulee välttää, ja reittien aurasuunnat tulee miettiä laatuvaatimusten sekä liikenteen tarpeiden mukaan.

Yleensä urakka-alueella tarvitaan yksi päätukikohta, jossa sijaitsee suolavarasto. Työkoneille tarvitaan useita lähtöpisteitä ja näiden yhteydessä tavallisesti hiekkavarasto. Erillisiä hiekkavarastoja voidaan tarvita myös reittien varsille, jotta ylimääräisiltä siirtokuljetuksilta vältyttäisiin. Tyypillisesti osa hiekkavarastoista on aliurakoitsijoiden omia varastoja.

Liukkaudentorjuntamateriaalien varastot, täydennykset ja toimitusajat suunnitellaan siten, että liukkaudentorjuntamateriaalia riittää koko talvikauden ajan. Tukikohdan mitoituksessa tulee miettiä, tehdäänkö suolaliuokset tukikohdassa vai tuodaanko ne valmiina. Suolahiekan valmistukseen tulee myös varata hallitilaa.

Varastoinnissa tulee huomioida turvallisuus- ja ympäristövaatimukset sekä materiaalien suojaus lumelta ja jäätymiseltä. Työkoneille on varattava säilytys-, pesu- ja huoltotilaa, jotta koneiden ja laitteiden lähtövalmius on varma kovillakin pakkasilla. Liikennemerkkejä ja muita pienlaitteita varten on myös oltava riittävästi varastotilaa.

#### 2.1.2 Mitoitus

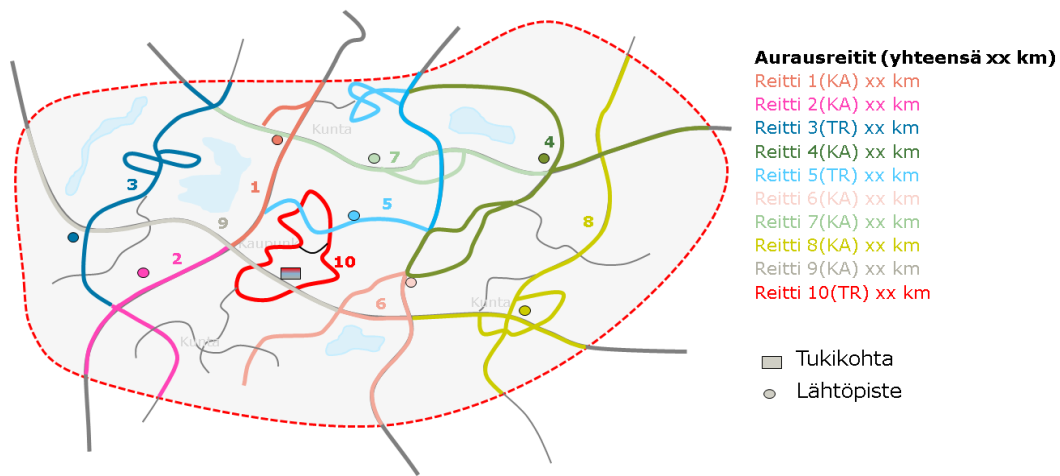
##### Lumenpoisto

Aurausreitit mitoitetaan siten, että yksiköt pystyvät hoitamaan osuutensa toimenpideajassa laatuvaatimukset täyttäen. Poikkeavissa olosuhteissa, esim. poikkeuksellisen lumimyrskyn aikaan, otetaan sopimusasiakirjojen mukainen lisäkalusto käyttöön. Poikkeavien olosuhteiden lisäkalustoa ei mitoiteta aurausreiteille. Aurausreitit esitetään taulukkona ja karttapohjalla (Kuva 1). Aurausreiteissä on nähtävillä aurauspituudet hoitoluokittain sekä kalusto, jolla työ tehdään.

Aurausreitillä voi olla eri hoitoluokkia, jolloin niiden työt on sovittava yhteen. Aurausreitissuunnitelmassa valitaan peruskoneet, auratyypit, lisälaitteet sekä työmenetelmät. Sopimusasiakirjoissa voi olla peruskoneisiin liittyviä rajoituksia, jotka on otettava huomioon mitoituksessa. Reittiin kuluva aikaa voidaan manuaalisesti arvioida Kuva 2 olevan taulukon avulla. Aurausreittien mitoituksen yksityiskohtia on esitetty liitteessä 5. Suunnittelu voidaan tehdä myös mitoitusohjelmalla.

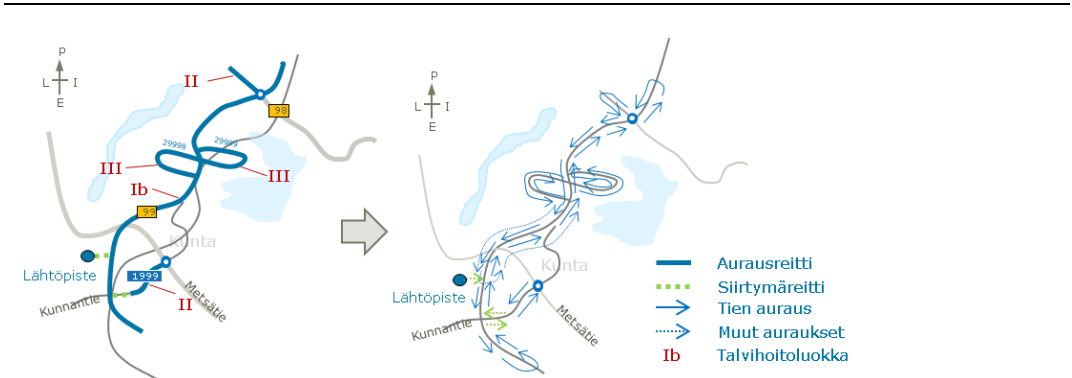
Aurausreittien mitoituksessa on huomioitava myös:

- teiden liikennemäärät,
- liikenneympäristö, esim. jakajat, pysäkit, liittymätiheys, tien geometria ja
- siirtoajot.



*Kuva 1. Periaatteellinen kuva aurasreiteistä.*

Taajamissa lumityöt on suunniteltava erityisen huolellisesti, sillä ongelmina ovat liikenne, kiinteistöt, tien rakenteet ja lumitilan puute. Lumenpoiston suunnittelussa on huomioitava myös varakaluston määrä kaluston rikkoontumisen varalle.



Reitti	Työ	Hoito- luokka	Matka (ikm)	Aika (min)	Kumul. aika (h)	Toimen- pideajat
Lähtöpiste - Kt 99	siirtoajo	-	2	1,7	0,03	
Kt99 etelään - kt99 raja	auraus	Ib	10	13,0	0,25	3
Kääntöpaikka	Kääntöpaikka	-		3,0	0,30	
kt99 raja - Mt 1999	auraus	Ib	4	5,2	0,38	3
Kunnantie - Mt1999	siirtoajo	-	3	2,6	0,42	
Mt1999 - Metsätien liittymä	auraus *	II	4	7,0	0,54	4
kiertoliittymä	kiertoliittymä	II		15,0	0,79	4
Mt1999 - Kunnantien	auraus *	II	4	7,0	0,91	4
Kunnantien - Kt 99	siirtoajo	-	3	2,6	0,95	
Kt99 (Kunnantiel liittymä) pohjoiseen - Kt 99 raja	auraus	Ib	26	33,8	1,51	3
Kääntöpaikka	kääntöpaikka	-		3,0	1,56	
Kt 99 raja - Kt98 kiertoliittymä	auraus	Ib	4	5,2	1,65	3
kiertoliittymä	kiertoliittymä	Ib		20,0	1,98	3
Kt98 länteen - kt98 raja	auraus *	II	4	7,0	2,10	4
Kääntöpaikka	kääntöpaikka	-		3,0	2,15	
kt 98 raja länteen - kiertoliittymä kt 99	auraus *	II	4	7,0	2,27	4
Kt 99 kiertoliittymä - lähtöpiste	liittymät (3 kpl)	-		12,0	2,47	3
Kt 99 kiertoliittymä - lähtöpiste	auraus **	Ib **	23	29,9	2,97	3
Lähtöpiste - mt 29998 liittymä	P-paikat ja bussipysäkit (6 kpl) ***	-		12,0	3,17	3+4
Lähtöpiste - mt 29998 liittymä	pientareiden auraus ***	-	11	9,4	3,32	3+4
mt 29998 länteen - mt 29999	auraus *	III	7	12,3	3,53	6
mt 29999 - kt 99 liittymä	auraus *	III	7	12,3	3,73	6
mt 29999/ kt 99 liittymä itään - mt 29998	auraus *	III	7	12,3	3,94	6
mt 29998 länteen - kt 99 liittymä	auraus *	III	7	12,3	4,14	6
Kt 99/mt29998 liittymä - lähtöpiste	P-paikat ja bussipysäkit (8 kpl) ***	-		16,0	4,41	3+4
Kt 99/mt29998 liittymä - lähtöpiste	pientareiden auraus ***	-	16	13,7	4,64	3+4
<b>Yhteensä</b>			<b>146</b>	<b>278,1</b>		

\* Auraus alusterällä  
\*\* Esimerkissä Ib:n toimenpideaika on mitoittava. Toimenpideajat löytyvät talvihoiton laatuvaatimuksista (liite 4)  
\*\*\* Pientareet, P-paikat ja pysäkit aurattava sateen päätyttyä viim. 4 tuntia pidemmässä toimenpideajassa

Kuva 2. Periaatteellinen kuva ja taulukko aurasreitien mitoituksista. Mitoituksessa huomioidaan siirtymisten ja työn vaatimat ajat ja toimenpideajat.

Mitoitus tarkistetaan ennen urakan alkua ajamalla reitit läpi. Samalla kuljettaja voi painaa mieleensä tarkkaavaisuutta vaativia erityiskohteita. Lopullisesti mitoitus täsmenyy talvella todellisissa olosuhteissa, ja reittejä muutetaan tarpeen vaatiessa.

Tilaaajan kannalta on tärkeää, että hoidon laatu on yhtenäistä yli urakkarajojen. Yhteydenpidon periaatteista ja yksiköiden kääntöpaikoista on sovittava ennalta urakan sisällä ja muiden urakoiden välillä. Aurasreitien toimivuutta voidaan arvioida tarkastamalla toimenpideaikaisten toteutuminen. Asiakaspalautetta pitää myös hyödyntää.

## Pinnantasaus

Polanteen tasaisuudelle on määritelty vaatimukset eri hoitoluokille. Polanteen tasaisuuteen vaikutetaan aurauksen peruskoneiden ja lisälaitteiden valinnalla sekä käytöllä. Alusterän käyttö aurauksien yhteydessä ja nopea suojalumen poisto vähentävät merkittävästi erillisten tasaustöiden tarvetta.

Normaalisti tasaustarve jakautuu kohtuullisen tasaisesti, ja hyvin ennakoimalla toimenpideaikojen saavuttamisessa ei ole ongelmia. Tasaustyöt tulisi pyrkiä tekemään reitille valituilla aurasyksiköillä riittävän ajoissa. Kuorma-auton alusterällä ja traktorin alusterällä tai takaterällä voidaan tasata suurin osa polanteista, jos valituissa peruskoneissa on riittävästi tehoa ja painoa. Jos polanteesta syntyy kova ja jäinen, tarvitaan tasaustyöhön raskasta tai keskiraskasta tiehöylää.

### **Liukkaudentorjunta**

Liukkaudentorjunta pyritään ennakoimaan niin, että liukkautta ei synny ja toimenpideaika ei käynnisty. Ennakoiva liukkaudentorjunta mahdollistaa pidemmät hoitoreitit ja on usein edellytys sille, että toimenpideaajoissa pysytään. Mitoituksen periaatteena on, että liukkaudentorjuntareittien toimenpideajat eivät ylitä miltään hoitoluokalta. Urakan aikana liukkaudentorjuntasuunnitelmia ja -reittejä tarkennetaan, mikäli toimenpideaajoissa pysyminen ontuu.

Liukkaudentorjuntareitit laaditaan erikseen suolaukselle (liuos- ja kostutettu suolaus) ja hiekoitukselle (piste- ja linjahiekoitus).

Keskimääräiset liukkaudentorjunnan työnopeudet ovat:

- kostutetulle suolaukselle 40–45 km/h,
- liuossuolaukselle 40–60 km/h,
- hiekoitukselle kuorma-autolla 30–35 km/h ja
- hiekoitukselle traktorilla 30–35 km/h.

Traktorin siirtoajonopeus on yleensä n. 50 km/h, ja sen hiekoittimen tilavuus on tavallisesti pienempi kuin kuorma-autolla. Hiekoittimien koko ja hiekkavarastojen sijainnit ovat keskeisiä kaluston mitoituksessa.

Useimmilla suolausautomaateilla käsittelyleveys on 3–8 metriä, jolloin normaalilevyinen tie voidaan käsitellä yhteen suuntaan ajaen, mikäli vastaantulevan liikenteen määrä sen sallii. Katkeamattomassa liikennevirrassa voidaan käsitellä yleensä vain oma kaista.

Urakkarajoilla ja urakan sisällä on toimittava yhdenmukaisesti, mikä edellyttää yhteydenpitoa urakan sisällä ja urakoiden välillä. Jyrkkä hoitoraja tai yllätykselliseen paikkaan päätetty liukkaudentorjunta on tienkäyttäjälle vaarallinen. Tällaisia tilanteita ei sallita.

Ohituskaistojen liukkaudentorjunta on usein liikenteen vähäisyyden vuoksi ongelmallista, joten niille voidaan joutua levittämään enemmän suolaa kuin varsinaiselle ajokaistalle, jotta laatuvaatimukset saavutetaan.

### **Muut talvihoitotyöt**

Talvihoitotöihin kuuluu myös paljon muita yksittäisiä tehtäviä, kuten pienkohteiden lumityöt, liikennemerkkien puhdistus, rumpujen aukaisu, äkillisten liikenne-esteiden poistaminen sekä liikenteen ohjaustehtävät. Urakan suunnittelussa pitää varata myös näille töille riittävästi aikaa ja resursseja.

## 2.2 Organisointi ja valmiuden ylläpito

### 2.2.1 Päivystys ja lähtövalmius

Urakoitsijalla tulee olla jatkuva 24/7 päivystys vuoden ympäri. Päivystys tarkoittaa tavoitettavissa oloa ja kykyä käynnistää kaikki tarvittavat toimenpiteet. Päivystysalue voi muodostua useasta urakasta. Työnjohtovastuussa olevan henkilön tulee vastata urakan ratkaisusta sopimuksen mukaisesti tienkäyttäjälautteissa ja tie-liikennekeskuksen yhteydenotoissa, onnettomuustilanteissa ja muissa nopeita työnjohtopäätöksiä edellyttävissä tehtävissä.

Kelimuutoksiin tulee valmistautua ennakolta. Työntekijöillä on oltava alustava aikataulu tiedossa ja kalusto lähtövalmiudessa. Toimenpiteiden kesto voi joskus venyä niin pitkäksi, että lepoajat tulevat vastaan. Urakoitsijan tulee varmistaa, että tarvittavat työntekijät ovat käytettävissä ympäri vuorokauden myös yllättävissä tilanteissa. Erityisesti yöajan lähtöjä voidaan ennakoida hyvällä kelinhallinnalla ja ennakkoviestinnällä. Töiden hälytysmekanismi tulee olla sovittuna ennen talvihoitokautta.

Talvihoitotyöt kannattaa ohjelmoida siten, että kiireettömät työt tehdään akuuttien töiden välissä ruuhka-aikojen ulkopuolella. Ennen ruuhka-aikoja säiden salliessa tulee tiestön kunto saattaa sellaiseksi, että tiestö on turvallinen käyttää ja liikenteen sujuvuus ei häiriinny.

### 2.2.2 Henkilöstö ja aliurakoitsijat

Urakan organisaatioon kuuluu vastuunalainen työnjohtaja, jolla on apunaan työnjohtajia. Urakan vaativuus ja laajuus vaikuttavat työnjohtajien määrään. Työnjohtajat ohjaavat töiden toteutumista. Operatiivisen työn tekevät työntekijät, jotka voivat olla pääurakoitsijan tai aliurakoitsijan henkilöitä. Työntekijöissä on hyvä olla joitakin kokeneita perehdyttäjiä, jotka ohjaavat ja opastavat käytännön töissä.

Liian tiukasti mitoitettut resurssit johtavat henkilöstön uupumiseen, vaikeuksiin toimenpideaikojen saavuttamisessa ja huonoon laatuun. Talvihoito on luonteeltaan itsenäistä, joten työnjohton ja työntekijöiden tekemisiin on voitava luottaa. Henkilöstön on ymmärrettävä laatuvaatimukset ja hallittava laadun tuottaminen.

Aliurakoitsijan vastuut ja velvoitteet ilmenevät pääurakoitsijan ja aliurakoitsijan välisestä kirjallisesta sopimuksesta. Tilaaja vahvistaa hankinnat hyväksynnällään.

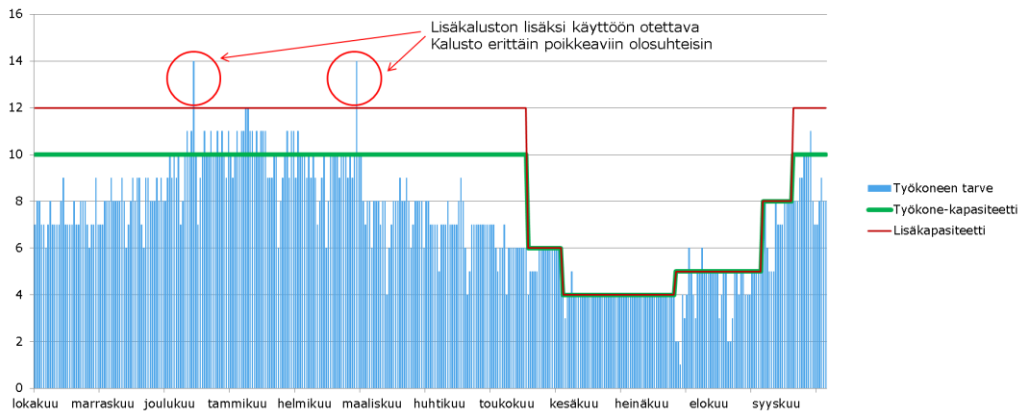
Aliurakoitsijoiden valinnassa tulee huomioida aliurakoitsijan kokemus ja osaaminen talvihoitosta ja arvioitava myös erilaisia riskejä.

Alihankintaa käytettäessä on erityisesti huolehdittava, että tiedonkulku toimii kattavasti jokaiselle tekijälle ja että resursointi sijaistuksineen on riittävä. Pääurakoitsijan on varmistettava, että kaikki aliurakoitsijat on koulutettu ja perehdytetty mm. laatua, työohjeistusta, turvallisuutta, yhteydenpitoa ja raportointia koskevissa asioissa. Alihankintasopimuksissa on huomioitava kytkennät pääurakoitsijan järjestelmiin esim. hoitotöiden ajantasaisen seurannan sekä toiminnanohjauksen osalta.

### 2.2.3 Kalusto

Kalustoresurssit voivat koostua omasta tai aliurakoitsijan kalustosta. Urakka-asia-  
kirjoissa on annettu kalustolle paitsi toiminnallisuuteen myös turvallisuuteen ja ym-  
päristöön, esim. kaluston EURO-päästöluokkaan, liittyviä vaatimuksia. Vaatimukset  
täyttävän kaluston saatavuus tulee varmistaa, koska se vaihtelee aluekohtaisesti.

Kaluston määrä on mitoitettava siten, että laatuvaatimukset toimenpideaikoi-  
neen ovat saavutettavissa kaikilla urakka-alueen teillä ja kävely- ja pyöräilyväylillä.  
Kuorma-autojen mitoitettavana tekijänä voi olla esim. maksimilumisyyvyys tai lumisa-  
teen jälkeinen aeraus, jossa koko tiestöllä toimenpideaika voi käynnistyä samanai-  
kaisesti. Traktoreilla liukkaudentorjunta voi olla mitoitettava. Pinnantasauksessa laa-  
tuvaatimuksissa pysymiseen vaikuttavat mm. alusterien käyttö ja aerauskaluston  
paino.



Kuva 3. Esimerkki työmäärien vaihtelusta ja kalustotarpeesta.

Varsinainen työ tehdään peruskoneisiin asennettavilla lisälaitteilla, joten ne on va-  
littava huolella. Lisäresurssien saatavuus normaalista poikkeavien olojen aikana on  
varmistettava ajoissa.

### 2.2.4 Yhteistyö tilaajan kanssa

#### Urakan projektipäällikkö (tilaajan edustaja)

Projektipäällikkö toimii yhdyshenkilönä tilaajan organisaatiossa ja tarvittaessa mui-  
den viranomaisten suuntaan. Hän on myös tiiviissä yhteistyössä urakoitsijan työn-  
johdon kanssa.

#### Tieliikennekeskus

Tieliikennekeskus on maanteiden operatiivinen toimija (24/7). Tieliikennekeskuk-  
sen tehtäviä ovat tieliikenteen ja kelin seuranta, liikennetiedottaminen, liikenteen  
ohjaus, häiriönhallinta yhteistyössä muiden viranomaisten kanssa ja tienpidon tu-  
keminen.

Tieliikennekeskus välittää tienkäyttäjien ja viranomaisten antaman palautteen oi-  
kealle urakoitsijalle. Tieliikennekeskus arvioi palautteen ja määrittää sen statuksen  
joko tiedoksi urakoitsijalle (TUR) tai toimenpidepyynnöksi (TPP). Etenkin toimen-  
pidepyyntöön tulee urakoitsijan reagoida välittömästi.

## Liikenteen asiakaspalvelukeskus

Liikenneväyliin liittyvät neuvontapalvelut on keskitetty koko maan osalta liikenteen asiakaspalvelukeskukseen, joka vastaa tienkäyttäjien kysymyksiin, käsittelee palautteita ja ohjaa asiakkaita oikean palvelun äärelle.

## 2.3 Tiedonhallinta

Talvihoitotöiden suunnittelun, toteutuksen ja laadunosoituksen apuvälineenä käytetään lisääntyvässä määrin erilaisia tietojärjestelmiä, mikä helpottaa talvihoidon toteutusta ja seuranta.

Talvihoitotöiden oikealla ajoituksella voidaan minimoida liikenteelle aiheutuvat häiriöt ja onnettomuudet. Tietoja työkoneen liikkumisesta, laatupoikkeamista, tienkäyttäjien havainnoista ja tiesäätiedoista käytetään sekä työn että liikenteen ohjaukseen. Kuva 4 esittää Väyläviraston keskeinen osuus tiedon hallinnoinnissa ja tallentamisessa.



Kuva 4. Tiedonhallinta talvihoidossa.

Tiedon hyödyntämisellä tavoitellaan niin toiminnan tehostamista kuin laadunosoituksen ja yhteistyön helpottamista. Talvihoidon tietojärjestelmät ja niiden kehittäminen voidaan jakaa tilaajan järjestelmiin, urakoitsijan järjestelmiin ja muiden toimijoiden järjestelmiin.

### 2.3.1 Tilaajan järjestelmät

Harja-järjestelmää käytetään maanteiden hoitourakoiden sopimusten ja palautteiden hallintaan.

Sen keskeisiä osia ovat:

- urakan tiedot,
  - henkilöt ja päivitykset



- määrien ja talouden seuranta
- toteumat (piste- ja reittitoteumat),
- varustetietojen päivitykset,
- ilmoitukset,
- tarkastukset,
- materiaaliseuranta ja
- laatupoikkeamat (myös turvallisuuspoikkeamat).

Harja-järjestelmä toimii viestinnän välineenä tilaajan ja urakoitsijan välillä. Tieto-järjestelmään on keskitetty kaikki sopimuksen mukainen urakoitsijan raportointi, joten raportointi löytyy keskitetysti yhdestä järjestelmästä.

### **2.3.2 Urakoitsijan järjestelmät**

Urakoitsijat toteuttavat oman tiedonhallintaratkaisunsa yrityskohtaisesti markkinoilla olevaa tarjontaa hyödyntäen. Urakoitsijan tuottaman tiedon sisällölle ja muodolle asetetaan vaatimukset, jotta tilaaja voi käyttää sitä valtakunnallisesti yhtenevällä tavalla.

Urakoitsijat valitsevat ratkaisunsa omien arvostustensa mukaan, ja aliurakoitsijat liitetään käytettävään ratkaisuun. Talvihoidon toimintoihin liittyviä ratkaisuja voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- kalustossa olevat laitteet ja niistä saatavat tiedot,
- työnjohdon toiminta,
- laadun raportointi ja laadunhallinta,
- yrityksen toiminnanohjaus ja taloushallinto,
- viestintäratkaisut ja
- taloushallinnon perustietojen tuottaminen.

### **2.3.3 Muut järjestelmät**

Talvihoitourakoissa käytetään nykyisin useita yhteistyökumppaneita, jotka tarjoavat tietopalveluita ja automaattisia tiedontuotantomenetelmiä. Näistä tärkeimpiä ovat sää- ja kelitietoihin liittyvät palvelut, kuten satelliitti- ja säätutkatiedot sekä kelimuutosten ennustaminen.

## **2.4 Kelinhallinta**

Urakoitsijan on hallittava urakka-alueen tiestön tila kaikissa olosuhteissa ja kyettävä pitämään samaan talvihoitoluokkaan kuuluvat tiet yhtenevässä, laatuvaatimusten mukaisessa kunnossa, myös urakka-alueen rajoilla. Talvihoidon oikea-aikainen ja ennakoiva toteutus vaatii hyvää sääilmiöiden tuntemusta sekä jatkuvaa kelinseurantaa urakka-alueella. Kelinseuranta voidaan jakaa yleiseen kelinseurantaan ja paikalliseen kelintarkkailuun. Yleinen kelinseuranta käsittää säähavaintoja ja ennusteaineiston tulkinnan. Paikallista kelintarkkailua tiestöllä tekee yleensä urakoitsijan henkilöstö.

Kelinseurantaa varten tilaaja tarjoaa urakoitsijalle seuraavat palvelut:

- tiesääsääennusteet,
- sadetutkien ja satelliittien kuva-aineistot,
- urakka-alueen tiesääasemien mittaustulokset ja

- kelikameroiden kuva-aineiston.

Sää- ja kelihavaintojen sekä ennusteiden tulkinta vaatii henkilöresursseja, hyvää sääilmiöiden tuntemusta ja ammattitaitoa. Mikäli urakoitsijalla itsellään ei ole tarpeeksi osaamista säätietojen tulkintaan, voidaan käyttää tiestön kelinhallintaan erikoistunutta kelikeskustoimijaa. Kelikeskus seuraa urakka-alueen sää- ja kelitietoja, ennakoii niiden muutoksia sekä hälyttää ja varoittaa urakoitsijaa hoitotoimenpiteiden käynnistämisen tarpeesta.



*Kuva 5. Kelikeskus.*

Paikallinen kelintarkkailu tulee toteuttaa kattavasti koko urakan tiestöllä, ja sen taajuus tulee sovittaa vallitseviin olosuhteisiin. Kelintarkkailua tekevien henkilöiden on tunnettava urakka-alueen tiestön ongelmakohteet, kuten kinostumisherkät ja helposti jäätyvät osuudet tiestöllä. Kelintarkkailun yhteydessä tehdään myös tarvittavia mittauksia ja arvioita tienpinnan kitkasta, tasaisuudesta ja lumisuudesta.

Tiesää- ja kelitiedon tuntemuksen tasovaatimukset riippuvat henkilön toimenkuvasta. Hoitotoimenpiteen käynnistämispäätöksen tekevän työnjohtajan tulee hallita sää- ja kelitietojen sekä ennusteiden oikea tulkinta. Hoitotoita suorittavan työntekijän sää- ja keliosaamisen tarve painottuu enemmän toimenpiteen vaikutuksen ymmärtämiseen ja seurantaan. Varsinainen toimenpiteen laadunvarmistus kuuluu työnjohtajan tehtäviin. Urakoitsijan tulee varmistaa henkilöstönsä kelinseurannan ammattitaito.

Kelinhallinta suunnitellaan ennen urakan käynnistymistä. Urakan päivystysvuorossa oleva työnjohtaja varmistaa kelinhallinnan päivittäisen toimivuuden. Päivystävä työnjohtaja käyttää tukena paikallisia sää tarkkailijoita, esim. urakan muuta henkilöstöä. Sää tarkkailijoita tulee olla riittävästi, ja heidän sijoittumisensa tulee kattaa koko päivystysalue.

Toimenpidepäätös tehdään urakan sovittujen käytäntöjen mukaan joko kelikeskuksen, pääurakoitsijan työnjohtajan tai aliorakoitsijan toimesta. Toimenpidepäätös perustuu säätietoihin ja -ennusteisiin sekä paikalliseen kelintarkkailuun.

## 2.5 Laadunhallinta

Talvihoidolle asetetut tavoitteet, laatuvaatimukset ja toimenpiteiden toteutuksen onnistuminen vaikuttavat toteutuvaan laatuun. Tätä kokonaisuutta kutsutaan laadunhallinnaksi eli laatuun liittyväksi johtamiseksi (ISO 9000:2015). Laatu siis suunnitellaan ja laatua ohjataan. Talvihoitoa toteutettaessa toimenpiteiden onnistumista seurataan laatukriteerien avulla. Toteutuneen laadun tulee ohjata toiminnan laadun parantamista, ja laadunohjaus perustuu toiminnasta saadun palautteen arviointiin:



*Kuva 6. Laadunhallinnan prosessi (Deming 1993).*

Laadunvarmistus on myös tapa arvioida prosessin suorituskykyä asetettujen tavoitteiden saavuttamiseen. Hyvin toteutettu laadunohjaus toimii prosessin jokaisella tasolla ja perustuu oikeaan tietoon ja palautteeseen toiminnasta.

Maanteiden hoitourakka on laatuvastuuperiaatteinen kokonaispalvelusopimus. Tilaaja on määrittänyt urakassa teetettävälle töille eli tuotteille halutun laatutason. Urakoitsija vastaa tuottamansa palvelun laadusta, laadunvarmistuksesta sekä laaturaportoinnista. Urakka-asiakirjoista ilmenevät laatukriteerit määrittävät ns. teknisen laadun, ja ne ovat syntyneet ja löytäneet tasonsa pitkän ajan kuluessa yhteistyössä eri tahojen kanssa. Niitä kehitetään jatkuvasti vastaamaan tienkäyttäjien tarpeita käytettävissä olevien menetelmien ja rahoituksen mukaan.

Laatuvastuu-urakassa odotetaan, että urakoitsijan perusammattitaitoon kuuluu laadullisesti hyvä tapa toimia. Laadun toinen olennainen osa onkin urakka-asiakirjoissa kuvatus teknisen laadun lisäksi ns. toiminnallinen laatu eli tapa toimia. Toiminnallisen laadun arvioinnin avulla pyritään parantamaan urakan toimintaprosessia. Urakassa onnistuminen edellyttää, että laadun molemmat osat, niin tekninen kuin toiminnallinen laatu, ovat kunnossa. Tilaaja seuraa urakoitsijan raportointia ja tekee urakoiden auditointeja ja pistokoevalvontaa apunaan valvontakonsultit.

Urakoitsijan tulee ohjata laatua olosuhteiden ja resurssiensa mukaan siten, että yllättävät muutokset ehkäistään ja suunnitellut toimenpiteet ovat riittäviä laatuvaatimusten täyttämiseksi.

**Tiestötarkastus** on kelintarkkailua laajempi toimenpide. Tiestötarkastuksessa havainnoidaan esimerkiksi tien varusteiden ja laitteiden kuntoa ja toimivuutta sekä kolmansien osapuolten suorittamia toimenpiteitä. Tiestötarkastuksia suoritetaan ympäri vuoden.

Mikäli kelin tarkastusten yhteydessä havaitaan laatuvaatimusten alituksia, tehdään asiasta poikkeamaraportti. Myös tehdyt poikkeamaraportit tallennetaan tilaajan tietojärjestelmään. Poikkeamaraportissa esitetään:

- poikkeaman sijainti ja tehdyn poikkeamahavainnon aika,
- kuvaus poikkeamasta,
- poikkeaman syy,
- tehdyt korjaavat toimenpiteet,

- mahdolliset havainnollistavat valokuvat ja
- toimenpide-esitys vastaavan poikkeaman estämiseksi.

Tarkastusten yhteydessä määritetään myös jo suoritettujen hoitotoimenpiteiden onnistuminen.

Urakassa hyvä toimintatapa on käyttää ns. itselle luovuttamisen periaatetta. Havaitut virheet korjataan ja todetaan laatuvaatimusten täyttyminen. Hoitotoimenpiteiden onnistumisen kannalta on tärkeää, että toimenpiteitä suorittava henkilö itse varmistaa tekemänsä työn onnistumisen. Esimerkiksi liukkaudentorjuntaa suorittavan henkilön tulee varmistaa aika-ajoin, että toimenpidevalinta on tehty oikein ja että sillä on haluttu vaikutus.



*Kuva 7. Esimerkki laaturaportoinnista.*

### **Laadunhallintaan liittyvät mittaukset**

**Maksimilumisvyvyys** on suurin keskimääräinen lumen tai sohjon syvyys, mikä löytyy ajoradalta joko ajourista, ajourien välistä, keskitieltä tai ajokaistan reunalta 50 cm leveänä yhtenäisenä pituussuuntaisena kaistaleena.

**Polanteen tasaisuus** arvioidaan silmämääräisesti ja ajotuntuman perusteella tai mitataan metrin oikolautaa käyttäen. Polanneuria mitattaessa päällysteen urasyvyys tai reunan painuma vähennetään mittaustuloksesta.



*Kuva 8. Polanneuran syvyyden mittaamisessa käytettävä metrin oikolauta.*

**Tien pinnan kitka** mitataan ajoneuvon hidastuvuuteen perustuvalla tai muulla tilaajan hyväksymällä mittauslaiteella.

Maksimilumisyyvyyden, polanteen tasaisuuden ja kitkan tarkemmat kuvaukset ja mittaustavat on esitetty ohjeessa *Maanteiden talvihoito – Laatuvaatimukset*. Kitkanmittareita on käsitelty tarkemmin Väyläviraston ohjeissa *Kitkanmittauksen menetelmäkuvaus ja vaatimukset jarrutuskitkamittareille* sekä *Menetelmäkuvaus ja laatuvaatimukset jatkuvatoimisille kitkamittareille*.



*Kuva 9. Tilaajaa avustavat urakoiden pistokoevalvonnassa valvontakonsultit.*

## 3 Turvallisuus- ja ympäristöasiat

### 3.1 Työ- ja liikenneturvallisuus

#### 3.1.1 Työturvallisuusvaatimukset

Talvihoitotöitä ohjaa valtioneuvoston asetus rakennustyön turvallisuudesta (VNa 205/2009). Asetuksen liite 2 määrittelee työt tie- ja katualueella töiksi, joihin liittyy erityisiä vaaroja työntekijöiden turvallisuudelle tai terveydelle.

VNa 205/2009:n mukaan rakennuttajan eli tilaajan on laadittava töiden suunnittelu- ja valmistelua varten turvallisuusasiakirja sekä turvallisuussäännöt ja menettelyohjeet. Turvallisuusasiakirjan laadinta pohjautuu urakkakohtaiseen vaara- ja haittatekijöiden tunnistamiseen sekä riskienarviointiin.

Päätoteuttaja laatii turvallisuusasiakirjan pohjalta urakan turvallisuussuunnitelman, joiden mukaan työt, työvaiheet ja niiden ajoitus järjestetään mahdollisimman turvallisiksi ja niin, että niistä ei aiheudu vaaraa työntekijöille eikä liikenteelle. Urakoitsija tarkentaa tilaajan laatimaa riskienhallintasuunnitelmaa oman vaarojen arviointinsa perusteella. Urakoitsijan on pidettävä riskienhallintasuunnitelma ajan tasalla koko urakan ajan.

Mahdolliset talvihoitotöiden yhteydessä tapahtuneet turvallisuuspoikkeamat eli työtapaturmat, liikenne-, omaisuus- ja ympäristövahingot sekä näiden vaaratilanteet on käsiteltävä työhön osallistuvien työntekijöiden kanssa ja niille on suunniteltava korjaavat toimenpiteet sekä keinot vastaavien tapahtumien ehkäisemiseksi tulevaisuudessa.

#### 3.1.2 Talvihoitotöiden turvallinen toteuttaminen

##### Pätevyudet

Talvihoitossa edellytetyt keskeisimmät pätevyysvaatimukset on esitetty liitteessä 6.

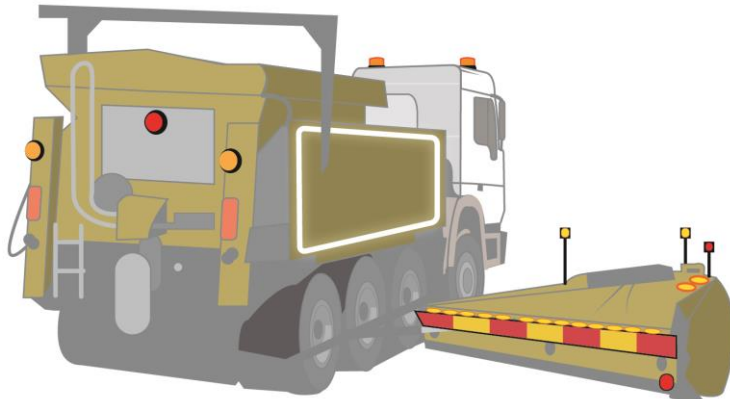
Tienpitotöissä toimivien henkilöiden pätevyysvaatimukset on määritelty tarkemmin Väyläviraston ohjeessa *Liikenne tietyömaalla – Yleiset käytännöt ja turvallisuusvaatimukset* sekä urakka-asiakirjoissa.

##### Kaluston ja lisälaitteiden havaittavuuden, turvallisuuden ja kunnon varmistaminen

Talvihoitotöitä tehdään usein näkyvyydeltään huonoissa olosuhteissa. Auras- ja liukkaudentorjuntakaluston hyvä havaittavuus on merkittävä turvallisuustekijä.

Auras- ja liukkaudentorjunta-ajoneuvoista varoitetaan ajoneuvoihin kiinnitetyillä varoitusvalaisimilla, heijastimilla ja varoitusmerkinnöillä. Erityisen tärkeää on sivuauran havaittavuuden varmistaminen Kuva 10 mukaisesti tilanteissa, joissa sivuaura on mahdollista ohittaa oikealta. Tällöin aura-auton takana ajavat voivat havaita sivuauran olevan käytössä ja hahmottavat sivuauran suurimman ulottuman.

Ajoneuvojen havaittavuuden varmistaminen tehdään Väyläviraston *Liikenne tietyömaalla* -sarjan ohjeiden *Kunnossapitotyöt ja Tienpitoajoneuvot* sekä urakka-asia-kirjoissa esitettyjen tarkennusten mukaisesti.



*Kuva 10. Sivuauran havaittavuutta parantavat laitteet.*

Työkoneiden ja ajoneuvojen varoituslaitteiden puhtautta ja kuntoa on seurattava säännöllisesti. Kuljettaja varmistaa työvuoron alussa, että ajoneuvo tai kone ja lisälaitteet ovat kunnossa eikä niissä ole turvallisuutta vaarantavia vikoja. Kuljettajan tulee puhdistaa likaantuneet varoituslaitteet sekä valaisimet ja ilmoittaa mahdollisista vioista viipymättä työnantajalle. Työnantaja huolehtii, että turvallisuutta vaarantavat viat ja puutteellisuudet korjataan ennen työn aloittamista kyseisellä koneella.

Hoito- ja ylläpitourakoissa käytettävien koneiden ja laitteiden rakenne ja kunto on todettava käyttötarkoitukseen sopivaksi ja niitä koskevien vaatimusten mukaiseksi vastaanottotarkastuksessa. Vastaanottotarkastus on dokumentoitava.

Urakoitsijan on huomioitava myös työkoneiden ja työvälineiden turvallisuutta koskevat Valtioneuvoston asetukset:

- Valtioneuvoston asetus koneiden turvallisuudesta (VNa 400/2008):  
Sisältää määräyksiä koneiden terveys- ja turvallisuusvaatimuksista sekä niiden vaatimustenmukaisuuden osoittamisesta ja koneiden käyttöön-  
otosta.
- Valtioneuvoston asetus työvälineiden turvallisesta käytöstä ja tarkastamisesta (VNa 403/2008):  
Sisältää määräyksiä työvälineen turvallisuudesta ja turvallisuuteen liittyvistä velvoitteista koskien esim. työvälineen valitsemista, sijoittamista, käyttöohjeita ja tarkastuksia.

### **Liikennejärjestelyt**

Auraus ja liukkaudentorjunta ovat ns. nopeasti liikkuvia kunnossapitotöitä, eikä niissä vaadita erillisiä liikennejärjestelyjä. Havaittavuutta parantavat laitteet on oltava.

Talvihoitotöihin kuuluvia hitaasti liikkuvia ja jaksoittain eteneviä töitä ovat esim. koneellisesti tehtävät aurausviittatyöt, paannejään poisto ja lumivallien madallus.

Paikallaan tehtäviä töitä ovat esim. rumpujen kunnossapito, jalkaisin tehtävät aurausviittatyöt ja liikennemerkkien puhdistus. Kussakin työssä edellytetään liikennejärjestelyjä *Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt* -ohjeessa esitetyllä tavalla.

Muissa kuin nopeasti liikkuvissa töissä on käytettävä työkohdetta suojaamassa TMA:lla varustettua suoja-ajoneuvoa urakka-asiakirjoissa määritetyillä teillä. Tällöinkään TMA:n käyttövaatimus ei koske pinnantasaustöitä.

### **Aura-auton kuljettaminen**

Aura-autoa kuljetetaan usein olosuhteissa, joissa näkyvyys on huono. Kuljettajalta vaaditaan hyvää ammattitaitoa, huolellisuutta ja tarkkuutta. Aurasyksikköä on kuljetettava niin, että tienkäyttäjät eivät ylläty. Erityisesti liittymissä ja koneita peruutettaessa on varottava takana kulkevaa ja risteävää liikennettä, joka saattaa tulkita väärin aurasyksikön liikkeitä.

Tieliikennelaissa (267/1981, 48§) annetaan tienpitoajoneuvon kuljettajalle mahdollisuus kuljettaa ajoneuvoa liikennesäännöistä poiketen ns. poikkeussääntöjen mukaan olosuhteiden edellyttämällä tavalla tarpeellista varovaisuutta noudattaen. Aura-auton kuljettajan on muistettava, että poikkeussääntöjä käytetään vain silloin, kun työtä ei voida muuten toteuttaa.

Kokemattomille kuljettajille on annettava riittävästi työnopastusta ja käyttöharjoittelua. Erityisesti sivuauran käyttö edellyttää kokemusta ja suurta huolellisuutta. Kokemattomien kuljettajien työnopastus ja harjoittelu toteutetaan yleensä alemmalla tieverkolla. Vaativimmille hoitoreiteille lähetetään vain riittävän osaavia kuljettajia.

Seuraavassa yhteenvedossa on esitetty auraustyön turvallisen toteuttamisen kannalta tärkeitä seikkoja.



### **Auraustyön turvallisen toteuttamisen kannalta tärkeitä seikkoja**

Auruskaluston ohittaminen on usein vaikeaa ja vaarallista pölyävän lumen vuoksi.

- Aura-auton kuljettajan on koko ajan huomioitava muut tienkäyttäjät ja annettava välillä ohitusmahdollisuuksia hidastamalla ajonopeutta tai pysähtymällä sopivassa kohdassa.
- Hälytysajoneuvoille on annettava tietä välittömästi.

Muiden tienkäyttäjien on pystyttävä ennakoimaan aurausyksikön liikkeitä.

- Aura-auton kuljettajan on pystyttävä käyttämään konetta ja lisälaitteita niin, että ajaminen ja muun liikenteen seuraaminen eivät häiriinny.
- Vastaantulevan liikenteen kohtaamisessa riittää yleensä normaali varovaisuus.
- Kinoksia auratessa on nopeutta hiljennettävä, jotta aura-auto ei suistu väärälle kaistalle. Mikäli tuuli kuljettaa aurauslumipölyä kohtaavan liikenteen kaislalle, on nopeutta hidastettava jokaisen ajoneuvon kohdalla.
- Hitaita ajoneuvoja ja kevyttä liikennettä ohitettaessa ja kohdattaessa tulee noudattaa erityistä varovaisuutta ja ajonopeutta on hidastettava niin paljon, että lumisuihku ei kohdistu näihin.

Aurausta haittaavat tai vaarantavat kohdat ovat yleensä ennalta tiedossa, ja ne voidaan kartoittaa ja merkitä aurausviitoituksen yhteydessä.

- Aurasnopeus on sovitettava kaikissa tilanteissa niin, että vahinkojen todennäköisyys ja mahdolliset vauriot jäävät pieniksi.
- Kuljettajien paikallistuntemusta kannattaa käyttää hyväksi aurausreittejä suunniteltaessa.
- Auraustyössä havaituista vaarakohdista, kuten routanousuista ja rikkoontuneista liikuntasaumalaitteista, on tiedotettava muille kuljettajille ja tilaajalle viivytyksettä.

Sulaan maahan sataneen lumen aurauksessa terä voi tunkeutua pehmeään tienpintaan, jolloin aura-auto voi nousta auran päälle tai suistua ojaan. Tämä vaara on ilmeinen alkutalven ensilumilla ja keväällä polanteen pehmetessä. Muita kohtia, joihin liittyy auran "tökkäämisvaara", ovat esim. pahat päällysteen poikkihalkeamat, kaapelikaivantojen kohdat sekä siltojen massaliikuntasaumalaitteet.

- Käyttämällä alusterää tai tiehöylää em. vaaraa ei ole; vinoauralla nopeutta alennetaan ja terän tunkeutumista vähennetään auran säädöillä.

Linja-autopysäkkien auraus on vaarallinen työvaihe, sillä takana tuleva liikenne saattaa tulkita linja-autopysäkkiä auraaman lähtevän aura-auton antavan tietä.

- Linja-autopysäkkiä aurattaessa ajonopeus tulee sovittaa mahdollisimman taiseiseksi niin, että pysäkin auraaminen on mahdollista. Suuntavilkku ei saa käyttää. Tietä annettaessa taas laitetaan suuntavilkku päälle ja pysähdytään selkeästi linja-autopysäkille.

Tienvarteen pysäköityjä autoja on varottava.

- Mikäli pysäköity ajoneuvo aiheuttaa ilmeistä haittaa tienpidolle, voidaan suorittaa lähisiirto. Siirron jälkeen ajoradalle jäänyt lumi ja jää on poistettava heti. Kunnossapitoajoneuvojen kääntöpaikoilla tulee pysäköinti estää merkillä **C39 Pysäköintikieltoalue**.

Kalturi (lauttalaituri) ei yksin kanna työkonetta, ellei lossi ole kiinni kalturissa.

- Kalturille saa ajaa vain, mikäli lossi on kalturissa kiinni ja lautan tai lossin hoitaja on avannut puomin eli vihreä valo palaa.

**Yliaurauksella** tarkoitetaan aurauksen ulottamista liikenteelle turvallisen tienreunan ulkopuolelle, jolloin ajoneuvo voi suistua tieltä vakavin seurauksin. Yliauraustapauksissa korjausviitoitus on asennettava viipymättä. Onnettomuustilanteet tulee tarkistaa nopeasti sekä dokumentoida huolellisesti valokuvin ja mittauksin mahdollisten korvausvaatimusten varalta.



*Kuva 11. Aurasviittojen puuttumisesta johtuva yliauraus.*

**Kapeaksiauraus eli ajoradan kaventuminen** voi aiheuttaa kohtaamisonnettomuuksia. Kaventuminen voi tapahtua vähitellen aurasvallin siirtyessä aurauksissa lähemmäksi tien keskiviivaa, tai nopeastikin vaikeissa olosuhteissa runsaiden lumisateiden aikana. Kapeaksiauraus voidaan välttää aurasviitoituksella, oikealla auraslinjalla sekä työlevydyltään ja heitto-ominaisuudeltaan riittävällä auraskaustolla.

### **Talvihoidon turvallisuus taajamissa**

Taajamissa muun liikenteen huomioiminen korostuu. Lumi joudutaan usein työntämään väliaikaisesti sopivaan kohtaan, jotta se ei muodosta näkemäesteitä, ja kuljettamaan pois. Lumen poiskuljetus taajamassa on vaarallinen työvaihe erityisesti alueilla, joilla liikkuu kevyttä liikennettä. Lumi kuormataan hiljaisen liikenteen aikana, jolloin se on nopeampaa ja turvallisempaa.

Peruutuskamerat parantavat turvallisuutta etenkin taajamien talvihoitotöissä, joissa joudutaan peruuttamaan ahtaissa tiloissa. Peruutuskamerat likaantuvat kuitenkin helposti talviolosuhteissa, joten niiden puhtauteen tulee kiinnittää huomiota.

### **Talvihoidon turvallisuus vilkasliikenteisillä teillä**

Vilkasliikenteisillä teillä työt ajoitetaan mahdollisuuksien mukaan ruuhka-aikojen ulkopuolelle, jotta liikenteelle ei aiheuteta tarpeetonta haittaa. Traktoreiden käyttöä on rajoitettu urakka-asiakirjoissa vilkasliikenteisillä teillä. Lumenpoiston työmenetelmiä erilaisissa kohteissa kuten moottoriteillä ja muilla 2-ajorataisilla teillä on käsitelty kappaleessa 5.2.2 Lumenpoiston työmenetelmät.

## 3.2 Ympäristöasioiden huomioiminen

### 3.2.1 Ympäristönäkökohdat tukikohta- ja varastointialueilla

Suolaa ja suolahiekkaa ei saa varastoida suojaamattomassa tilassa. Lastauspaikkojen tulee olla päällystettyjä ja viemäröityjä siten, että pohjavesiä ja ympäristöä ei vaaranneta. Kuormauksen yhteydessä maahan joutuneet liukkaudentorjuntakeemikaalit on kerättävä talteen.

Urakoitsijan tulee hakea lupa ympäristöviranomaisilta suolan ja suolahiekan varastointiin urakka-asiakirjojen mukaan. Suola tulee varastoida ensimmäisen ja toisen luokan pohjavesialueen ulkopuolella. Varastointialueiden on oltava riittävän kaukana kaivoista ja vedenottamoista. Suolahiekkaa voi varastoida ensimmäisen ja toisen luokan pohjavesialueella hallissa, jos hallin pohja on päällystetty ja se on viemäröity siten, että pohjavesiä ja muuta ympäristöä ei vaaranneta, ja kunnan ympäristöviranomainen antaa luvan varastointiin. Suola on sekoitettava hiekkaan joko hallin sisällä tai suolahiekka on tuotava valmiiksi tehtynä jostain muualta.

Kalsiumkloridi luokitellaan vaaralliseksi aineeksi. Mikäli kalsiumkloridiliuosta varastoidaan yli 10 tonnia, pelastusviranomaiselle on tehtävä ilmoitus vaarallisten kemikaalien vähäisestä teollisesta käsittelystä ja varastoinnista. Pelastusviranomainen valvoo ja tarkastaa varastointia ja voi määrätä riskiarvion perustuvia toimenpiteitä. Uusien liuossäiliöiden on oltava tehdasvalmisteisia tai muuten hyväksytyjä, esim. CE-merkinnällä tai viranomaisen hyväksynnällä.

Natriumkloridiliuosten varastoinnille ei vastaavia vaatimuksia ole, mutta myös niiden osalta varastojalla on ympäristölainsäädännön mukainen vastuu säiliöiden kunnosta sekä työturvallisuuslakien mukainen vastuu käyttöturvallisuudesta.

Liukkaudentorjuntaliuosten varastosäiliöt tarkastetaan osana urakan MVR-tarkastuksia. Säiliöissä on oltava merkinnät ja käyttöturvallisuustiedotteet. Säiliöiden lähellä on oltava saatavilla silmänhuuhtelulaitteet lämpimässä tilassa. Urakoitsijan on huomioitava myös urakka-asiakirjoissa liuosten varastoinnista annetut määräykset sekä kuntien ympäristömääräykset.

Koneiden ja laitteiden tankkaamisen, asennuksen, käytön ja huollon yhteydessä on estettävä öljyn ja kemikaalien pääsy maaperään. Mahdollisten öljyvahinkojen ehkäisemiseksi tukikohdissa on oltava imeytysainetta vahingon ensitorjuntaan.

### 3.2.2 Talvihoito pohjavesialueilla

Suolan käyttöä rajoitetaan pohjavesialueilla kloridikuormituksen vähentämiseksi. Tällöin näihin kohteisiin voi liittyä myös alennettu kitkavaatimus ja nopeusrajoitus. Kloridipitoisuuden nousun kannalta riskialttiiden pohjavesialuekohteiden liukkaudentorjunnassa voidaan käyttää myös kaliumformiaattia (KFo) tai natriumformiaattia (NaFo), jotka ovat muurahaishapon suoloja. Näille suoloille yhteinen formaattiosa on biologisesti hajoava, joten pohjaveteen päätyy vain kaliumia tai natriumia. Pohjavesialueella käytettävä formaatti ei saa sisältää korroosionestoaineita.

Kaliumformiaatin käyttöä ei suositella alueilla, joilla on kunnossa oleva bentoniitista valmistettu pohjavesisuojaus, koska bentoniitissa natriumionin vaihtuminen kaliumiksi voi vähentää bentoniitin paisumiskykyä pitkäaikaiskäytössä. Natriumformi-

aattia käytettäessä tätä riskiä ei ole, eikä se kaliumformiaatillakaan ole suuri. Formiaattien käyttöä liukkaudentorjunnassa on käsitelty tarkemmin kohdassa 5.4.2 Materiaalit.

Edellä mainittu ioninvaihtoreaktio ja siten ajan kuluessa bentoniitin paisuntakyvyn heikkenemisriski on suurempi kaksiarvoisella  $\text{Ca}^{2+}$ -ionilla. Urakka-asiakirjoissa määritetyillä pohjavesialueilla, joihin on toteutettu pohjavedensuojaus bentoniittimatolla ilman suojamuovia, ei sallita käyttää kalsiumkloridia ( $\text{CaCl}_2$ ) liukkaudentorjunnassa.

Pohjavesisuojaus asettaa rajoituksia myös muille hoitotöille. Yleisimmät rajoitukset pohjavesisuojausten alueella koskevat aerausviitoituksen ja liikennemerkkien asentamista, päällysteen ulkopuolella käytettävän työkoneneen painoa sekä lumen läjittämistä luiskasuojausten ulkopuolelle.

### **3.2.3 Pakokaasupäästöjen vähentäminen ja energiatehokkuus**

Pakokaasupäästöt vaikuttavat terveyteen haitallisesti ja heikentävät ilmanlaatua. Urakka-asiakirjoissa määritetään vaatimukset urakoissa käytettävän kuorma-auto-kaluston EURO-luokille ja muiden työkoneneiden STAGE-luokille. Urakka-asiakirjoissa esitetään myös muita kone- ja kuljetuskaluston ympäristövaatimuksia esimerkiksi polttoaineen kulutuksen seurantajärjestelmään ja urakkakohtaiseen ympäristösuunnitelmaan liittyen.

### **3.2.4 Melun vähentäminen**

Auraustyöstä syntyvän melun määrään voidaan vaikuttaa mm. terävalinnoilla. Terän kunnan säännöllisellä varmistamisella voidaan myös vaikuttaa työn aiheuttamaan meluun, sillä huonokuntoisen terän melu on suuri.

Taajama-alueilla on vältettävä erityisen häiritsevää melua aiheuttavia työvaiheita yöaikaan, mikäli niiden suorittamista ei voida liikenneturvallisuuden tai liikenteen sujuvuuden vuoksi pitää välttämättömänä. Urakka-asiakirjoissa voidaan määrittää alueita, joilla ei saa suorittaa esimerkiksi lumen siirtoja yöaikaan.

### **3.2.5 Pölyn vähentäminen**

Liukkaudentorjuntamateriaalien aiheuttamia pölyhaittoja voidaan vähentää esim.

- puhdistamalla väylät mahdollisimman aikaisin keväällä,
- käyttämällä taajamissa hiekoitukseen katkaistua lajiketta (2–6 mm) ja
- sitomalla pöly laimealla kalsiumkloridiliuoksella (pitoisuus enintään 5–10 %).

Eryteisesti talvikauden alussa voi esiintyä ongelmallista ns. pakkasajan pölyämistä paljailla, lumettomilla sorateilla. Pakkasajan pölynsidontaa kalsiumkloridiliuoksella tehdään tien kohdilla, jotka ovat 100 metriä lähempänä asutusta tai muita altistuvia erityiskohteita.

## 4 Talvihoitokalusto

### 4.1 Kaluston valinta

Talvihoidon kustannuksiin voidaan vaikuttaa merkittävästi optimoimalla käytettävää kalustoa. Tehokkaiden ja hyvin varusteltujen peruskoneiden hankinta on urakoitsijalle suuri investointi, jonka kuolettamiseksi koneen käyttöasteen tulisi olla suuri. Toisin sanoen peruskoneen tulee soveltua moneen eri tehtävään tai hoidettavan alueen tulee olla riittävän suuri. Koneen kapasiteetti määrittää hoidettavan alueen laajuuden.

Talvihoitotehtävissä käytettävän kaluston ominaisuudet määräytyvät käytettävien lisälaitteiden mukaan. Esimerkiksi aurojen koon ja aurasnopeuden kasvaessa vaaditaan peruskoneelta enemmän konetehoa ja painoa.

Hoidettava tiestö asettaa rajoja käytettäville lisälaitteille. Poikkileikkaukseltaan kapealla tieverkolla ei voida käyttää työleveydeltään suurimpia auroja. Taajamissa kavennukset rajoittavat aurojen leveyttä ja pienet lumitilat määrittävät työnopeuden ja auran tyypin. Urautunut tai kunnoltaan heikko päällyste vaikuttaa auroissa käytettävän terän valintaan. Seuraavissa kappaleissa on esitelty talvihoidossa tyypillisimmin käytetyt peruskoneet ja niiden lisälaitteet.

*Taulukko 1. Yleisperiaatteet kaluston valintaan eri käyttökohteissa.*

Työkone	Lisälaitteet lumen- ja sohjopoistoon sekä polanteen tasaukseen	Käyttökohteet					
		Ylempi tieverkko (Is-Ib)	Alempi tieverkko (II-III)	Kävely- ja pyöräilyväylät	Taajamat	Alueet	Vallien leikkaus
Kuorma-auto	- Etuaura - Sivuaura - Alusterä	X	X		X	X	X
Kevyt kuorma-auto	- Etuaura - Sivuaura - Alusterä	(X) (kalusto ja kohteet erikseen sopien)	(X) (kalusto ja kohteet erikseen sopien)	X	X	X	(X)
Traktori	- Alus- tai takaterä - Etuaura - Sivuaura - Lumilinko		X	X	X	X	X
Tiehöylä	- Alus- tai polanneterä - Takaterä - Etuaura - Sivuaura	X (polanteen tasaus)	X (polanteen tasaus)		X		X
Pick up (paketti-auto)	- Etuaura		(X) (kalusto ja kohteet erikseen sopien)	(X)	(X)	(X)	
Kaivinkone	- Terä vallien leikkaukseen						X
Pyöräkuormaaja	- Etuaura - Etukauha			X	X	X	X
Poiskuljetettavan lumen kuormaaminen							

Kaikki talvihoitotyötä tekevät peruskoneet on varustettava lakisääteisillä ja Väyläviraston ohjeiden mukaisilla varoitusvalaisimilla, -heijastimilla sekä -merkinnöillä. Peruskoneilta vaadittavat muut ominaisuudet sekä niiden havaittavuutta parantavat lisävarusteet on käyty tarkemmin läpi tämän ohjeen kohdissa 3.1 Työ- ja liikenneturvallisuus ja 3.2 Ympäristöasioiden huomioiminen.

Muita talvihoitotyötä tekevään peruskoneeseen asennettavia lisävarusteita ovat mm.

- hydraulikkajärjestelmä sekä tarvittavat liitännät,
- ohjaamoon asennetut ohjaus- ja tiedonkeräyslaitteet sekä alkolukko,
- auraspuskuri ja
- työvalot.

Tehokkaan talvihoitotyön suorittamisen kannalta peruskoneiden ja näiden lisälaitteiden ristiin kytkettävyys on hyvin suositeltavaa.

## 4.2 Peruskalusto

### 4.2.1 Kuorma-autot

Kuorma-auto on yleisin talvihoidossa käytettävistä peruskoneista. Ominaisuuksiltaan riittävä kuorma-auto voidaan varustaa erityyppisillä auroilla, alusterällä sekä hiekoittimella tai suolausautomaatilla. Tällöin kuorma-autolla voidaan parhaimmillaan suorittaa lumen- ja sohjonpoistoa, pinnan tasausta ja liukkaudentorjuntaa samanaikaisesti. Kuorma-autojen koko vaihtelee hiukan yli 3,5 tonnin painoisesta kevytkuorma-autosta aina viisiakseliseen yli 35 tonnin raskaaseen kuorma-autoon.



*Kuva 12. Talvihoitokäyttöön varusteltu kuorma-auto.*

Kevytkuorma-autoiksi voidaan lukea kaikki kokonaismassaltaan 3,5–12 tonnin väliin sijoittuvat kuorma-autot. Ne soveltuvat paitsi pienen massansa, myös pienen konetehonsa, alle 200 hv, vuoksi huonosti maanteiden auras- ja liukkaudentorjuntatehtäviin. Kevyen kuorma-auton pääasiallinen käyttökohde talvihoidossa onkin kävely- ja pyöräilyväylien lumen ja sohjon poisto tai muut talvihoitotehtävät, esim. viimeistelyauraukset urakassa erikseen sovituissa kohteissa. Lisäksi kevyttä kuorma-autoa voidaan käyttää esimerkiksi aurasviitoitusautomaatin tai nostokorin alustana.

Kokonaismassaltaan 12–18 tonnin painoisia, usein kaksiakselisia kuorma-autoja voidaan käyttää jo huomattavasti laajemmin eri alueiden talvihoitotehtäviin ja ne voidaan varustaa varsin kattavasti erilaisilla lisälaitteilla. Maanteiden talvihoitotöissä kaksiakselinen kuorma-auto on kuitenkin usein koneteholtaan (200–350 hv) ja massaltaan vielä liian pieni – etenkin suurella aurasnopeudella. Kaksiakselisen kuorma-auton koko ja kantavuus rajoittavat esim. käytettävän hiekoittimen kokoa ja näin pienentävät koneen kapasiteettia. Kaksiakselinen kuorma-auto soveltuu kuitenkin hyvin esim. taajamien talvihoitotehtäviin.

Valtaosa maanteiden talvihoidossa käytettävistä kuorma-autoista on kolme- tai neliakselisia ja kokonaismassaltaan yli 18 tonnin kuorma-autoja. Tällöin peruskoneen massa tai konetehto (yli 350 hv) ei enää rajoita lisälaitteiden valintaa tai työkohdetta ja -nopeutta. Raskas kuorma-auto soveltuu myös esim. polanteen tasaukseen alusterällä varustettuna. Kuorma-auton kantavuuden ja koon kasvaessa myös hiekoittimien ja suolausautomaattien kokoa voidaan kasvattaa. Tämä parantaa peruskoneen kapasiteettia ja käyttöastetta. Etuauraa ja leveää sivuauraa käytettäessä kuorma-auton massan tulee olla yli 25 tonnia ja konetehon vähintään 500 hv.

## 4.2.2 Traktorit

Traktorin etuna on sen ketteryys ja monikäyttöisyys. Traktorien konetehon ja massan lisääntyessä sekä ominaisuuksien kehittyessä on niiden käyttö teiden talvihoitossa yleistä alemmalla tieverkolla. Kuten kuorma-autonkin kohdalla, traktorin konetehto ja massa vaikuttavat käyttökohteen ja lisälaitteen valintaan. Tasattaessa polannetta alus- tai takaterällä traktorilta vaaditaan huomattavasti enemmän painoa ja tehoa kuin lunta auratessa.



*Kuva 13. Traktori varustettuna pitävillä palakuvioituilla renkailla.*

Suunniteltaessa traktorin käyttöä teiden talvihoitoon on otettava huomioon, että auras ja liukkaudentorjunta joudutaan usein suorittamaan eri kerroilla. Traktorin nostovarsiin kiinnitettävät hiekoittimet ovat kapasiteetiltaan liian pieniä pitkille auraslenkeille. Riittävän suuret hiekoittimet ovat vedettäviä perävaunuhiekoittimia. Kytkemällä traktorin perään raskas ja suuri hiekoitinvaunu menetetään samalla koneen ketteryys esimerkiksi liittymäalueiden lumenpoistossa.

Traktoreissa käytettäviä muita lisälaitteita ovat erilaiset etu- ja sivuaurat sekä alus- ja takaterät. Etuaura kytketään auraspuskuriin tai etunostolaitteeseen. Etunostolaittekytkentä mahdollistaa lumen noston penkan päälle liittymäaluetta auratessa. Hyvän, pomppimattoman työjäljen suurella 40 km/h aurasnopeudella saa kuorma-autoon tarkoitetulla yli 1 000 kg painavalla, suoraan traktorin runkoon auraspuskuriin kiinnitetyllä vinoetuauralla, kun traktorissa on neliveto ja konetehoa vähintään 150 hv.

Traktorin hydraulisesti toteutettu jousitus voidaan lukita tiettyyn korkeuteen työn sitä vaatiessa, esimerkiksi raskaan jääpolanteen poistossa. Hydraulinen jousitus parantaa normaalissa lumen- ja sohjonpoistossa traktorin työnjälkeä. Liian nopea auras jousittamattomalla traktorilla ja väärällä rengastuksella jättää usein aaltoilevan ja epätasaisen aurasjäljen.



Traktorin rengastus vaikuttaa työnjälkeen. Maataloustöissä käytettävät ripakuvioituidut renkaat soveltuvat huonosti talvihoitotöihin. Niiden pito on lumella ja jäällä heikko ja renkaan kuvioinnin takia työnjälki epätasainen. Toimivampi vaihtoehto on pinnaltaan yhtenäisempi palarengas, joka pitää ja kestää ripakuvioitua rengasta paremmin.

### 4.2.3 Pyöräkuormaajat

Pyöräkuormaaja on kaksiakselinen runko-ohjattu peruskone, jota käytetään talvella

- kävely- ja pyöräilyväylien ja alueiden lumen- ja sohjonpoistossa,
- liittymä-, pysäköinti- ja levähdysalueilla lumensierrossa,
- lumen kuormaamisessa ja lähisiirrossa ja
- suolan, hiekan ja murskeiden kuormaamisessa.

Pyöräkuormaaja voidaan varustaa esim. vinoetu-, kääntö-, alue- tai nivelaamalla sekä hiekoituskauhalla. Aura kiinnitetään tyypillisesti kuormaajan etunostolaitteeseen, jolloin myös lumen kasaaminen ja nostaminen mahdollistuvat.



*Kuva 14. Pyöräkuormaaja lumen siirrossa.*



*Kuva 15. Monitoimipyöräkuormaaja.*

Rakenteeltaan kevyempiä, ketteriä monitoimipyöräkuormaajia voidaan käyttää esim. kävely- ja pyöräilyväylien talvihoitossa ja varustaa monipuolisesti erilaisiin töihin.

#### **4.2.4 Muut peruskoneet**

##### **Kaivinkone**

Kaivinkoneen käyttö teiden talvihoitotehtävissä on verrattain vähäistä. Tyypillisimmin sitä käytetään lumivallien madaltamiseen. Kaivinkonetta voidaan käyttää myös lumen lastaamiseen ja siirtoon. Talvihoitotehtävissä käytettävät kaivinkoneet ovat aina pyörälustaisia.

##### **Tiehöylä**

Tiehöylä on tien hoitoon suunniteltu järeä peruskone, jonka pääasiallinen käyttötarkoitus on tienpinnan tasoittaminen, muotoilu ja muokkaaminen. Talvella tiehöylää tarvitaan kovan polanteen käsittelyssä. Polanteen tasauksessa ja poistossa käytetään höylän etu- ja taka-akselien väliin kiinnitettyä terälevyä. Tiehöylän työleveys on noin 3,5 m. Tiehöylän kelluntalaitteen käyttö helpottaa ja nopeuttaa tasaustyötä. Pomppivaa liikettä ehkäisee renkaiden oikea ilmanpaine ja hidas ajonopeus. Tasaustyö vaatii hyvää pitoa renkailta, joten höylissä käytetään peräpainoa, nastarenkaita ja jopa ketjuja.

Tiehöylä on käytännössä ainoa työkone, joka pystyy tasaamaan kovan jääpolanteen. Tästä syystä tiehöylän tulee kuulua urakan kalustovalikoimaan. Höylä voidaan varustaa terälevyn lisäksi erilaisilla etu- ja sivuauroilla. Tiehöylä on lumen ja sohjonpoistotehtävissä hidaskone, joten sen käyttö on vähäistä muuhun kuin pinnantasaukseen sekä tien reunan lumitöihin.



*Kuva 16. Tiehöylää tarvitaan jäisen polanteen poistossa.*

### **Pick-up pakettiauto**

Pakettiautoja käytetään talvihoidossa vähän, sillä ne soveltuvat huonosti teiden auraukseen keveytensä vuoksi. Joihinkin lavalla varustettuihin pakettiautoihin voidaan asentaa myös hiekoitin, mutta sen kapasiteetti jää pieneksi. Pakettiautoa käytetään jonkin verran kävely- ja pyöräilyväylien hoidossa ja urakassa erikseen sopien erilaisissa vähäisissä talvihoidon viimeistelytehtävissä.

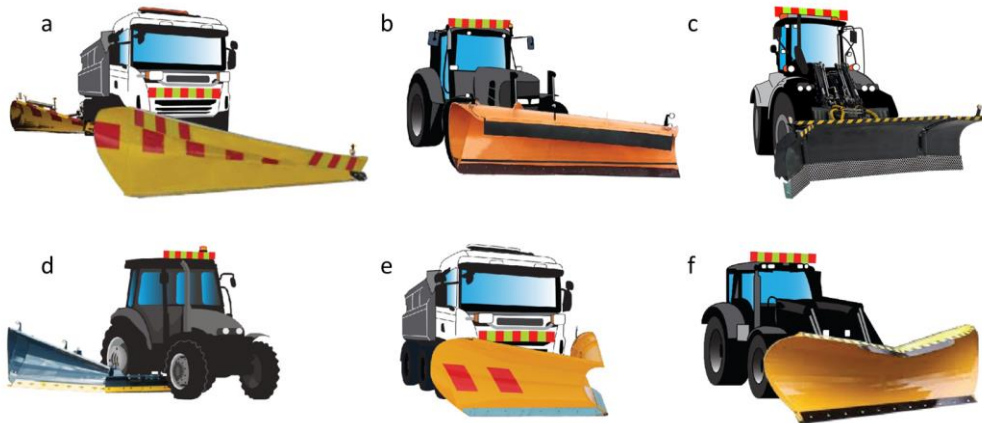
## **4.3 Lisälaitteet**

Peruskoneet varustellaan erilaisilla lisälaitteilla kuten auroilla, alus- ja takaterillä sekä hiekan- ja suolansirottimilla. Osa lisälaitteista soveltuu käytettäväksi useampaan eri työkoneeseen ja osa esimerkiksi vain traktorin kanssa.

Lumen- ja sohjonpoistotyöhön käytettäviä auratyyppejä on useita. Auratyyppi valitaan aurattavan kohteen sekä työssä käytettävän peruskoneen ominaisuuksien mukaan. Poistettavan lumen tai sohjon tyyppi vaikuttaa ennen kaikkea auran terävalintaan.

Lisälaittehankinnoissa tulee huomioida, että peruskoneiden varustamiseen menee kohtalaisen pitkä aika ja varsinkin syksyisin peruskoneiden varustelua teettää moni muukin urakoitsija.

### 4.3.1 Aurat



*Kuva 17. Auratyyppejä: a) vinoetuaura ja leveä sivuaura, b) alueaura, c) nivelaura, d) sivuaura, e) kärkiaura ja f) perhosaura.*

**Vinoetuaura** on lumen- ja sohjonpoistossa käytettävistä etuauratyypeistä yleisin. Auran siipi on muotoiltu niin, että sen lumenheitto-ominaisuudet ovat hyvät myös matalissa nopeuksissa. Vinoauran auraskulmaa voidaan osassa malleja säätää niin, että aurattava lumi voidaan siirtää oikealle tai vasemmalle. Lumenheitto-ominaisuudet vasemmalle aurattaessa ovat kuitenkin kääntöauraa selvästi heikommät, ja ominaisuutta käytetäänkin lähinnä liittymäalueiden aurauksessa. Peruskoneena on tyypillisesti kuorma-auto. Vinoetuaurat soveltuvat myös traktoreihin, pyöräkuormaajiin ja tiehöyliin.

Vinoetuauran ensisijainen käyttökohde on vauhtiauraus maantieverkolla. Auran nopeus on tyypillisesti noin 40–60 km/h riippuen lumen olomuodosta ja tieympäristöstä. Esteettömällä tielinjalla ja kevyttä pakkaslunta auratessa nopeutta voidaan nostaa aina noin 80 km/h asti.

**Kääntöaura** on myös yleinen etuauratyyppi. Kääntöauran erottaa vinoetuaurasta siiven muotoilu, joka on kääntöaurassa sellainen, että lumen heitto-ominaisuudet sekä vasemmalle että oikealle ovat hyvät. Kääntöauraa voidaan käyttää kaikessa lumen- ja sohjonpoistotyössä. Aura soveltuu erityisesti kaksiajorataisten teiden ohituskaistojen auraamiseen, kun keskialueella on riittävästi lumitilaa. Peruskoneena kääntöauran kanssa on yleensä kuorma-auto. Kääntöauraa on mahdollista käyttää myös traktoreissa, pyöräkuormaajissa ja tiehöylissä.

**Alueaura** on etuaura, joka on kehitetty erityisesti taajama-alueiden, kävely- ja pyöräilyväylien sekä piha-alueiden auraukseen. Alueaurajen siipi on usein muotoiltu matalaksi. Lumen heitto-ominaisuudet jäävät näin vinoetuauraa vähäisemmiksi, mutta kuljettajan näkökenttä kasvaa. Matalasiipisellä alueauralla lumi ja sohjo päästään poistamaan tarkemmin myös erilaisten esteiden, kuten reunakivien ja aitojen vierustoilta.

Korkeasiipisen alueauran heittokyky on parempi kuin matalasiipisen, joten se soveltuu myös alemman tieverkon auraukseen. Työnopeus on pidettävä alueauraa käytettäessä maltillisena, noin 10–30 km/h. Nopeuden kasvaessa aura nostaa erityisesti pakkaslumella helposti lumipölyä, joka heikentää kuljettajan näkökenttää. Aurattaessa suojalunta tai sohjoa voidaan työnopeutta nostaa ympäristön sallissa. Peruskoneena alueauran kanssa on tyypillisesti traktori tai pyöräkuormaaja.

**Nivelaura** on yhdellä tai kahdella nivelellä varustettu etuaura. Auran siipiä pystytään ohjaamaan portaattomasti hydrauliiikan avulla. Nivelaura on suunniteltu erityisesti taajamien auraus- ja lumensiirtotehtäviin. Aura voidaan kääntää siirtämään lunta joko oikealle tai vasemmalle. Lumen tukkimalla väylällä nivelaura säädetään kärkiauraksi. Kun lumi halutaan kasata esim. parkkipaikalta poiskuljetettavaksi, säädetään aura kerääväksi. Peruskoneena nivelauran kanssa on tyypillisesti traktori tai pyöräkuormaaja.

**Sivuaura** on peruskoneen sivulle asennettava aura, jolla lisätään aurausyksikön työlevyettä. Sivuaura vähentää tarvittavia aurauskertoja. Sivuauraa käytetään samanaikaisesti vinoetuauran ja alusterän kanssa. Sivuauraa voidaan käyttää myös lumivallien madaltamiseen, mikäli peruskone on varustettu tätä tarkoitusta varten kehitetyllä nostolaitteella. Peruskoneena normaalia sivuauraa käytettäessä voi olla kuorma-auto tai traktori. Myös tiehöylä on varustettu usein sivuauralla.

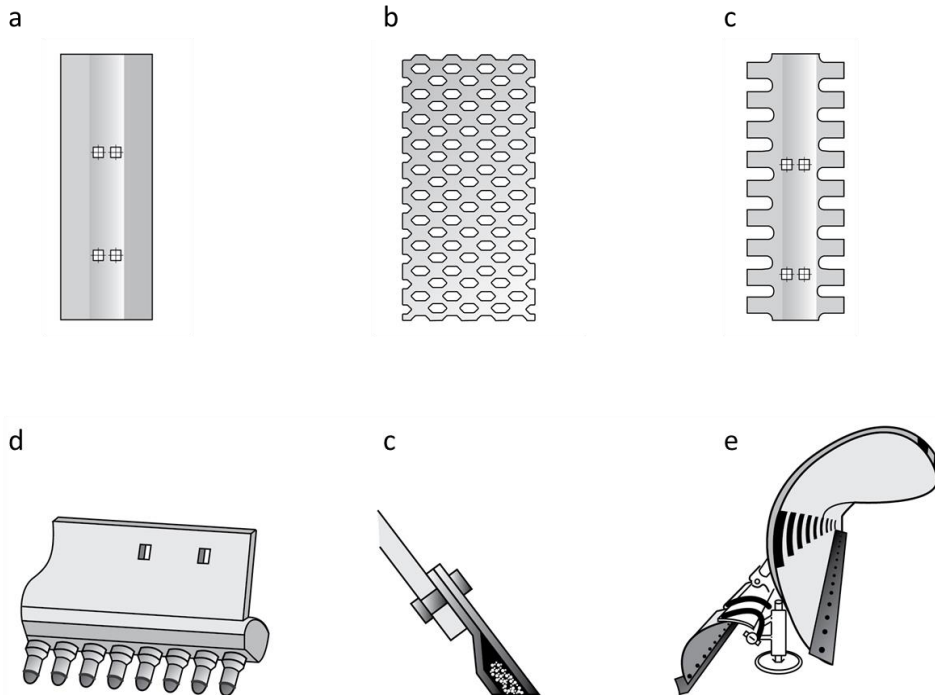
**Leveä sivuaura** on nimitys sivuauralle, jolla aurausyksikön työleveys saadaan kasvatettua yli 7 metriin. Käytettäessä leveää sivuauraa yhdessä etuauran kanssa voidaan esimerkiksi ohituskaistaosuudet aurata yhdellä ajokerralla. Leveällä sivuauralla varustetun aurausyksikön ensisijainen käyttökohde on vauhtiauraus päätieverkolla. Parhaiten leveän aurausyksikön ominaisuuksia päästään hyödyntämään 2-ajorataisella tieverkolla ja ohituskaistaosuuksilla.

Leveää sivuauraa käytettäessä on ensiarvoisen tärkeää huolehtia aurausyksikön ja sivuauran havaittavuudesta. Peruskoneena leveälle sivuauralle käytetään massaltaan ja teholtaan riittävän suurta kuorma-autoa.

**Kärkiauraa** käytetään lumen tukkiman tien auraukseen, kun vinoetuauran käyttö on mahdotonta. Yleensä kärkiauran käyttöaste on pieni.

**Perhosaura** on nimitys keskiosaltaan matalammaksi muotoillulle puskulevymäiselle auralle, joka heittää lumen vasemmalle tai oikealle jo verraten matalalla työnopeudella. Perhosauraa käytetään samoissa kohteissa kuin alueauraa. Teränä perhosaurassa käytetään yleensä tasa-, verkko- tai hammasterää. Peruskoneena on tyypillisesti traktori tai pyöräkuormaaja.

### 4.3.2 Terät



*Kuva 18. Terätyypit: a) tasaterä, b) verkkoterä, c) hammasterä, d) tappiterä, e) yhdistelmäterä ja f) kaksoisterä.*

**Alusterä** on peruskoneen alle sijoitettava, yleensä kaksiteräinen ja teleskooppi-toiminnolla varustettu terälaite. Alusterän auraus- ja teräkulmaa sekä työleveyttä voidaan yleensä säätää hydraulisesti. Alusterän suurin työleveys on noin 2,8 m.

Alusterää käytetään lumen aurauksessa sekä polanteen karhennuksessa ja tasauksessa. Peruskoneena alusterän kanssa on yleisimmin kuorma-auto. Alusterää käytetään myös traktoreissa ja tiehöylissä. Traktoriasennuksessa peruskoneen keveys voi aiheuttaa renkaiden pidon häviämisen, jos alusterää painatetaan kovasti tienpintaan.

Polanne tasoitetaan yleisimmin kuorma-auton alusterällä. Käytettäessä alusterää polanteen tasaukseen tulee peruskoneen massan ja konetehon olla riittävät ja työnopeuden sopivan alhainen. Liian suuri työnopeus tekee helposti tien pinnasta aaltoilevan.

Hyvän työjäljen kannalta myös terätyypin valinnalla on merkitystä. Alusterään kiinnitettävät terät valitaan aurattavan lumen ja ympäristön olosuhteiden mukaisesti. Talven ensimmäisillä lumisateilla, tien pinnan ollessa vielä sula, tappiterän käyttöä alusterässä tulee varoa. Painattamalla terää liian suurella voimalla sulaa tai polanteetonta tienpintaa vasten aiheutetaan tien pinnalle, päällysteelle ja tiemerkinnoille helposti vaurioita. Ensimmäisissä aurauksissa verkkoterä on tappiterää parempi vaihtoehto.

**Takaterä** on traktoreissa käytettävä terälaite, jolla korvataan usein alusterä paremman käytettävyyden ja työjäljen vuoksi. Takaterällä väylän pintaan ei jää trak-

torin renkaiden jälkien aiheuttamaa epätasaisuutta. Takaterään tarvitaan varsinaisessa polanteen poistossa hydraulinen painatusmekanismi. Traktorin takaterän suurin työleveys on noin 3 m.

### **Terätyypit**

Auroissa käytettävät terät valitaan auran tyypin sekä lumen ja aurattavan väylän pinnan ominaisuuksien mukaan. Aurasyksikön eri auroissa voidaan käyttää tarpeen mukaan myös erilaisia teriä samanaikaisesti. Esimerkiksi kohde, jossa on kävely- ja pyöräilyliikenteen käytössä oleva leveä päällystetty piennar, voidaan aurata yhdellä kerralla käyttämällä etuauran lisäksi sivuauraa. Tällöin etuaurassa voidaan käyttää normaalia tasaterää ja sivuaurassa hammasterää. Sivuauran hammastettu terä karhentaa pientareen aurasjäljen kevyelle liikenteelle sopivaksi.

Terän kiinnitys auran on joko kiinteä, jousitettu tai jousto voi olla osa auran rakennetta. Jousitettu terä seuraa tien pinnan muotoja kiinteää terää paremmin ja soveltuu tästä syystä urautuneiden tai muuten päällysteeltään huonokuntoisten teiden auraamiseen. Jousitetulla terällä aurasmelu on oleellisesti pienempi kuin kiinteällä. Aurasmelun määrään vaikuttaa suuresti myös terätyypin valinta. Melun pienentämisellä on merkitystä paitsi tienvarren asukkaille, myös aurasyksikön kuljettajalle.

Polanteen tasaukseen tarkoitettujen terien aurasjälki on uurteinen ja karhea. Jääpolanne ja kova lumipolanne tasataan jääterällä eli tiheähampaisella hammasterällä tai terävällä tappiterällä. Pehmeällä lumipolanteella voidaan käyttää hammas- tai verkkoterää.

**Tasaterä** soveltuu hyvin paljaana pidettäville teille. Tasaterän aurasjälki on liukas, joten se ei sovellu yksinään käytettäväksi polanteisella tieverkolla. Mikäli tasaterää käytetään polannepintaisen väylän auraukseen, tulee aurasjälki karhentaa esimerkiksi tappi- tai verkkoterällä varustetulla alusterällä tai huolehtia liukkauden torjunnasta muilla keinoilla. Tasaterä ei sovellu kävely- ja pyöräilyväylien auraukseen. Tasaterä sopii käytettäväksi kaikkien eri auratyyppien kanssa.

Tasaterää voidaan käyttää myös sohjon poistoon hyväkuntoisilla päällysteillä. Auratessa sohjoa normaalilla tasaterällä tien pintaan jää huomattava määrä jäännössohjoa päällysteen kunnosta ja tyypistä riippuen.



**Hammasterää** käytetään lumen aurauksen lisäksi polanteen pinnan kevyeen tasaukseen ja karhentamiseen. Hammasterä soveltuu kaikille eri aura- ja väylätyypeille. Hammasterän aurasjälki on valmiiksi karhea. Hammasterällä teräpaine kohdistuu tasaterää pienemmälle alueelle, joten terän kuluminen on nopeampaa. Hammasterä on myös tasaterää herkempi vaurioitumaan auran osuessa esimerkiksi kaivon kanteen. Hammasterä kestää raskaassa polanteen tasauksessa noin 50 jkm ja kevyemmässä työssä noin 250 jkm.




**Kovametalliterät** ovat tasa- tai hammasteriä, jotka on tehty kestämään kulumista. Ne soveltuvat esimerkiksi paljaalle tien pinnalle, jossa terän kulutus on muuten suuri.

**Verkkoterän** eli reikäterän aurasjälki on hammasterän tapaan karhennettu, mutta sen kulutuskestävyys heikompi. Verkkoterä on hyvä vaihtoehto esimerkiksi kävely- ja pyöräilyväylien auraukseen.

**Yhdistelmäterä** on terävaihtoehto paljaana pidettävälle tieverkolle. Terässä on yleensä kahden metallilaiipan väliin vulkanoitu kumi. Kumin seassa voi olla erilaisia metalliyhdisteitä mm. parantamassa terän kulutuskestävyyttä. Yhdistelmäterän parhaana puolena on sen vähäinen aurasmelu. Lisäksi yhdistelmäterä kuluttaa tien päällystettä oleellisesti vähemmän kuin perinteiset tasa- ja hammasterät. Terä ei leikkaa paksuutensa takia, joten sitä ei voi käyttää polantuneen tienpinnan hoidossa.

**Tappiterää** käytetään alus- ja takaterissä polanteen tasaukseen. Tappiterien valinnassa tulee huomioida käyttötarkoitus, irrotuskyky ja tien pinnan materiaali. Terän leikkaavuus säädetään tappityypin, tasattavan polanteen ja tien pinnan materiaalin mukaan. Tapit voivat olla lukkiutumattomia tai lukittavia. Kuva 19 on esitetty erilaisia tappeja.

Lukittavat tapit			
			
Kapea, terävä, lukittava	Kapea, terävä, lukittava	Leveä, terävä, lukittava	Leveä, terävä, lukittava
Polanteinen tiestö Paksu polanne Soratiet kesäisin	Polanteinen tiestö Paksu polanne Soratiet kesäisin	Polanteinen tiestö Paksu polanne Soratiet kesäisin	Polanteinen tiestö Paksu polanne Soratiet kesäisin

Lukkiutumattomat tapit		
		
Kapea, terävä	Leveä, terävä	Leveä, tylppä
Paksu polanne Polanteinen tiestö Polanne sirotepinnalla	Paksu polanne Polanteinen tiestö Polanne sirotepinnalla Soratiet kesäisin	Soratiet kesäisin Polanne sirotepinnalla

Kuva 19. Tappityypit eri käyttötarkoituksiin.

**Muoviterä** valmistetaan polyuretaanista. Se on erikoisterä paljaalle ja märälle tienpinnalle ja käytössä yleisesti Keski-Euroopassa, mutta ei Suomessa. Lumen ja loskan seassa oleva hiekka ja muu kiinteä aine kuluttaa muoviterää voimakkaasti.

**Kumiterä** pystyy poistamaan tehokkaasti tien pinnalla olevan sohjon ja loskan. Mitä märempää sohjoa aurataan, sitä paksumpi kumiterä voi olla.

**Kaksoisterä** on enemmän auran lisävaruste kuin varsinainen terätyyppi. Kaksoisteräaurassa on kaksi terää peräkkäin. Aurassa on normaalin terän takana erillisjousitettu moniosainen kumiterä, jonka tehtävänä on viimeistellä työnjälki. Sitä käytetään yleisesti päätteiden lumen- ja sohjonpoistoon. Kaksoisteräaura puhdistaa sohjon tarkasti, kun ajonopeus pidetään riittävän alhaisena.



Kuivan pakkaslumen aurauksessa kumiterä nostetaan usein ylös, jotta se ei kulu turhaan. Useimpiin vino- sekä kääntöauroihin voidaan hankkia kaksois-terä lisävarusteena.

**Polannejyrsintä** voidaan käyttää polanteen tasaukseen. Polannejyrsimen kanssa samassa peruskoneessa voidaan käyttää esimerkiksi alusterää tien pinnan lopulliseen tasoittamiseen. Jyrsimen työleveys on mallista riippuen 1,7–3,1 m. Polannejyrsin voidaan asentaa tiehöylään, kuorma-autoon tai traktoriin.

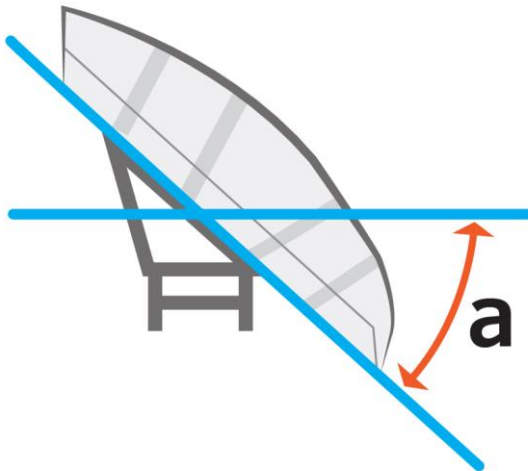


*Kuva 20. Polannejyrsin.*

### 4.3.3 Lisälaitteiden säätäminen

Auran toimintaa voidaan säätää auras- ja leikkauskulmaa muuttamalla. Työkoneen kuljettajien on tunnettava auran säätöjen vaikutukset. Kun aura on oikein säädetty, on työnjälki hyvä ja auran terän käyttöikä pitenee.

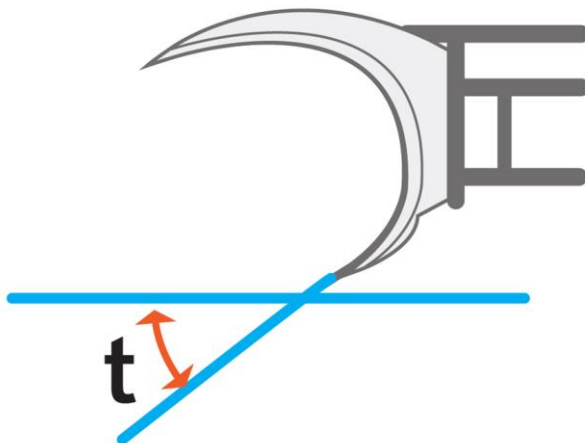
**Aurauskulmalla** tarkoitetaan tien poikkisuunnan ja auran terän välistä kulmaa. Oikealle aurattaessa kulma on positiivinen ja vasemmalle aurattaessa negatiivinen. Vanhemmissa vinoetuauroissa aurauskulma on usein kiinteä, noin  $+45^\circ$ . Kääntö- ja alueauroissa aurauskulmaa voidaan muuttaa välillä  $+45^\circ$ ...-  $45^\circ$  ja sivuauroissa ja eräissä alusterissä välillä  $0$ ... $+45^\circ$ . Maanteiden talvihoitossa käytetään nykyään pääsääntöisesti vain aurauskulmaltaan säädettäviä auroja. Höyläyksessä vastavasta kulmasta käytetään nimitystä höyläyskulma.



Kuva 21. Aurauskulma ( $a$ ) on positiivinen oikealle aurattaessa.

Auran lumenheittoon voidaan vaikuttaa ajonopeuden lisäksi säätämällä aurauskulmaa. Jos aurauskulma säädetään pieneksi, madaltuu auran lumenheitto. Vastavasti kasvattamalla aurauskulmaa kasvaa myös auran lumenheitto.

**Leikkauskulma** tarkoittaa tienpinnan ja terän välistä kulmaa. Etu- ja sivuauroissa leikkauskulma on yleensä kiinteä, suuruudeltaan  $30^{\circ}$ ... $40^{\circ}$ . Alusterät ovat yleensä leikkauskulman osalta säädettäviä.



Kuva 22. Leikkauskulma ( $t$ ) on alle  $90^{\circ}$ .

Oikein säädetty leikkauskulma lisää terän kestoa, nopeuttaa työn suorittamista ja parantaa työnjälkeä. Leikkauskulman ollessa pieni pidetään työnopeus yleensä alhaisena. Leikkauskulmaa kasvatettaessa terän leikkausominaisuudet pienenevät, mutta työnopeutta voidaan vastaavasti kasvattaa.

**Teräpaine** tarkoittaa terän tienpintaan kohdistamaa painetta. Sitä säädetään aurattavan pinnan, lumen tai sohjon sekä terän ominaisuuksien mukaan. Paljailta teillä auran teräpaine säädetään niin, että terän paino kohdistuu itse terään ja auran jalaksiin. Aurattaessa polanteista tietä teräpainetta voidaan säätää niin, että

koko auran paino kohdistuu terään. Oikein säädetyllä teräpaineella lumen auraus on miellyttävää ja työnjälki hyvä. Oikein säädetty aura vähentää myös terien ja polttoaineen kulutusta, mahdollistaa suuremman työnopeuden sekä vähentää auraukselta.

#### 4.3.4 Muu lumenpoistokalusto

**Lumilinkoa** voidaan käyttää taajamien ulkopuolella alemman tieverkon ja kävely- ja pyöräilyväylien lumenpoistossa. Peruskoneeksi sopii hyvin traktori. Linko heittää lumen kauas ajonopeudesta riippumatta, ja lumisuihku voidaan ohjata lingon kääntävällä torvella haluttuun suuntaan. Lingon käyttövoimana on yleensä peruskoneessa oleva käyttövoiman ulosotto. Markkinoilla on olemassa myös linkoja, joiden käyttövoiman tuottaa oma moottoriyksikkö.

**Lumenkuormaaja** on tavallista lumilinkoa suurempi lisälaitte, joka on suunniteltu lumen kuormaamiseen suoraan auton lavalle. Peruskoneena on tyypillisesti pyöräkuormaaja. Lumenkuormaajan etuna on lumen merkittävä tiivistyminen lavalla ja siten tehokas kuljetuskapasiteetin käyttö. Työ- ja liikenneturvallisuus paranee, koska lumi kuormataan liikenteen suuntaan edeten. Lumenkuormaaja on oiva työväline taajamiin ja niiden sisääntuloväylille lumisina talvina, kun normaalit lumitilat eivät riitä.

**Lumikauha** on traktoriin tai pyöräkuormaajaan kiinnitettävä suurikokoinen kauha. Sitä käytetään lumen kuormaukseen, siirtoon ja tienvarsialueiden lumitöihin. Sivulle kaatava kolmikaatokauha nopeuttaa lumensiirtoa ajoradan ulkopuolelle mm. kaiteiden kohdalla, sillä työkonetta ei tarvitse kääntää.

**Harjalaitteita** voidaan käyttää taajamien vilkasliikenteisten kävely- ja pyöräilyväylien puhdistukseen sekä jäännöslumen tai -sohjon poistamiseen jo auratulta väylältä. Työn erinomainen jälki vähentää hiekoitustarvetta ja vähentää keväisiä pölyhaittoja. Harjaus on selvästi aurausta hitaampaa.

**Lumistoppari** on lisälaitte, jolla estetään lumivallin syntyminen ja sen aiheuttama lisätyö esimerkiksi liittymän kohdalta aurattaessa tai tasattaessa. Lumistoppari on mahdollista asentaa tiehöylään, alusterään ja jopa lumiauraan.

**Lumisuihkuohjain** oli saatavissa vielä 1980-luvulla vinoetuauroihin. Nykyään niitä ei ole ollut käytössä, vaikka tarve olisi ilmeinen liikennemerkkien ja muiden tien reunassa olevien varottavien rakenteiden lumettumisen ehkäisemisessä. Ratkaisuun voisi tuoda mukaan myös nykytekniikan ja automaation hyödyntämisen.



*Kuva 23. Lumenkuormaja.*



*Kuva 24. Lumistoppari.*

### 4.3.5 Liukkaudentorjunnan lisälaitteet

**Suolausautomaatti** mahdollistaa suolan tarkan annostuksen. Kuljettaja voi säätää ohjaamosta suola-annoksen, sirotteluleveyden ja -suunnan sekä kostutuksen määrän. Kostutus tapahtuu levittimen lautasella tai juuri ennen lautasta.

**Lautassirottimissa** materiaali tulee työkoneen takana olevalle pyörivälle levyille, josta materiaali leviää tielle. Lautassirottimet soveltuvat hiekan, murskeen, kuivan suolan, kostutetun suolan sekä pelkän suolaliuoksen levitykseen.

**Telasirottimessa** telat kuljettavat materiaalin työkoneen takaosasta ohjausnokan kautta tielle. Telasirottimet soveltuvat parhaiten hiekan ja murskeen levitykseen.

**Suutinlevittämiä** käytetään suolaliuoksen levitykseen. Suolaliuos ohjataan tien pinnalle paineella suuttimien kautta. Työnjälki on tasainen ja minimoi suolan tarvetta.

**Hiekoitusmateriaalille** käytetään lautas- tai telasirottimia. Lautaslevittimellä materiaali voidaan sirotella 2–12 m leveydelle ja levityssuuntaa voidaan säätää. Telalaitteella voidaan levittää vain suoraan ajoneuvon taakse noin 2,5 m työleveydelle. Sopiva levitysnopeus on 30–35 km/h, koska suuremmalla nopeudella materiaali lentää pientareelle.



*Kuva 25. Lautassirotin.*



*Kuva 26. Traktori hiekoittamassa.*



*Kuva 27. Traktorisoitteinen 9 000 l hiekoitin.*

## 5 Talvihoitomenetelmät

### 5.1 Valmistelevat työt

#### 5.1.1 Aurasviitoitus

Turvallisen ajoradan leveyden määrittämiseksi ja yliaurauksen estämiseksi teiden reunat viitoitetaan ennen maan routaantumista. Heijastimilla varustetut aurasviitat ovat yleensä muovia tai puuta, 1,5–2,0 m korkeita ja tasamittaisia. Valta- ja kantateiden viittojen on oltava muovia.

Aurasviitat voidaan jättää pois reunapaalujen ja kaiteiden kohdalta. Lisäksi urakassa on voitu sopia kohteista, joissa aurasviitoitusta ei tarvita.

Viitat pystytetään sellaiseen linjaan, että tie voidaan aurata turvallisesti ja liikennettä vaarantamatta noin 25 cm etäisyydelle viitoista. Yleensä viittojen paikka on yli 8 m leveällä tiellä pientareen ja luiskan taitteessa ja kapeammilla teillä 10 cm luiskan taitteesta ulospäin.

Pientareen epätasaisuuden ja reunamurskeen puuttumisen takia aurasviitat voidaan joutua asentamaan päällysteen reunaan. Viitat pystytetään lisäksi aina tietä kaventavien rumpujen kohdalle, kaiteiden päihin ja muihin aurausta vaarantaviin kohtiin.

Viitat asennetaan vähintään 25–30 cm syvyyteen ja kallistetaan hieman ulospäin ja etuviistoon. Tien vastakkaisilla puolilla viitat tulevat kohdakkain.

Taajama-alueilla esim. bussipysäkkien ja jakajien aurasviitat voidaan porata reunakiveen tai asentaa sen sisäpuolelle. Taajamissa käytettävät, reunakiveykseen sijoitettavat aurasviitat ovat normaalia ohuempia ja lyhyempiä. Tarkemmat ohjeet aurasviitoituksesta on annettu ohjeessa *Maanteiden talvihoito – Laatuvaatimukset*.

Asennustyössä viitta-automaatissa on käytettävä siihen soveltuvia viittoja. Automaatilla asentaminen onnistuu yhdeltä henkilöltä. Traktorin tai kevyen kuorma-auton perään kiinnitettävää viitoituslaitetta käytettäessä työssä tarvitaan kaksi henkilöä.

Puutteellinen aurasviitoitus on korjattava viikon toimenpideajassa.

*Taulukko 2. Aurasviittojen enimmäisvälimatkat.*

Tien suuntaus	Viittaväli eri tieleveyksillä [m]		
	< 7,0	7,0–9,0	> 9,0
Suora	80	90	90
Loivasti kaarteinen	60	80	80
Mutkainen	40	50	70



*Kuva 28. Aurausviitta-automaatti.*

Pohjois-Suomessa on kokeiltu reunapaalutuksen korvaamista vuosittain ennen syyspimeitä asennettavilla, normaalia hieman pidemmällä (2,2 m) ja paksummilla (22 mm) aurausviitoilla, joissa on 2 kpl 20 cm:n heijastinta. Tällainen käytäntö on perusteltu lumisilla alueilla, missä reunapaalut saattavat hautautua lumeen. Menettelyn käytöstä on sovittava urakassa erikseen.

### **5.1.2 Kinostimet**

Kinostimella tarkoitetaan lumiaitaa tms. rakennetta, jolla voidaan vähentää auraus-tarvetta tuulisilla ja lumisilla alueilla ongelmakohteissa. Kinostinratkaisu voi olla kiinteä tai esim. talven ajaksi pystytettävä kevytrakenteinen muoviaita. Käytössä olevat kinostimet tarkastetaan ja laitetaan käyttökuuntoon hyvissä ajoin ennen talven tuloa.

### **5.1.3 Kaluston, henkilöstön ja tienkäyttäjien valmius**

Talvihoitokausi alkaa vuosittain sopimuksen mukaan 15.9. tai 1.10. Pääurakoitsijan tulee varmistaa, että koko talvihoitokalusto on tällöin toimintakunnossa. Kalustojen ja laitteiden kalibroinnit tulee tehdä ja varmistaa, että kaikki laitteet liitännöineen ovat testattu ja kunnossa sekä nopeasti käyttöön saatavilla. Henkilöstölle pidetään perehdytystilaisuus talvikauden aluksi. Tienkäyttäjille annetaan informaatiota talveen varautumisesta ja tilatusta laadusta niin, että odotukset ovat oikealla tasolla.

Hyviä käytäntöjä valmistelevien töiden osalta on esitetty Kuva 29.



 <b>HYVÄ KÄYTÄNTÖ</b>		<b>HUONO KÄYTÄNTÖ</b> 
Aurausviitoitus sulan maan aikaan	<b>VIITOITUS</b>	Aurausviitoitus jäätyneeseen maahan
Kalusto heti valmiina talveen	<b>KALUSTON TARKASTUKSET</b>	Ensimmäiset talvitoimenpiteet tulevat yllätyksenä

*Kuva 29. Talvihoidon valmistelevien töiden hyviä käytäntöjä.*

## 5.2 Lumen- ja sohjonpoisto

### 5.2.1 Yleisiä periaatteita

Lumen- ja sohjonpoistolla turvataan ja varmistetaan liikenteen kulkumahdollisuudet myös talvella. Lumen- ja sohjonpoisto priorisoidaan talvihoitoluokittain asetettujen laatukriteerien mukaan. Näitä ovat mm. lumenpoiston lähtökynnys, maksimilumisvyvyys ja toimenpideajat.

Jokaiselle auraajalle on määritetty urakassa aurausreitit. Aurausreitteihin saattaa kuulua kohteita useista eri talvihoitoluokista. Auraajien tulee sisäistää reiteillään olevat hoitoluokat ja niihin liittyvät toimenpiteet vaatimuksineen.

Ennen talvihoitokauden alkua auraajien tulee perehtyä reittiinsä, varmistaa sen kunto sekä erityistä huomiota vaativat kohteet, kuten työtä rajoittavat rakenteet, päällysteen vauriot, kaapelikaivannot sekä kinostumisherät paikat. Tarvittaessa aurausreittien ongelmakohteet korjataan esimerkiksi paikkaamalla lumen aurausta haittaavat päällystevauriot.

Etenkin sorateilla talven ensimmäisen auraus on usein haasteellinen, joten työ pitää tehdä varovaisuutta noudattaen esim. alusterällä. Tien pinta on vielä sula eikä siihen ole ehtinyt muodostua polannetta. Aura voi aiheuttaa tällöin helposti tien pintaan epätasaisuutta ja vaurioita. Sorateille pyritään tekemään talven alussa polannepinta mahdollisimman pian.

Ajoituksella on suuri vaikutus auraustyön onnistumiseen ja tehokkuuteen. Töiden ajoitukseen vaikuttaa hoitoluokkien lisäksi lumisateen intensiteetti, sateen olomuoto ja liikenne. Joissakin tilanteissa liikenne saattaa polkea lumen nopeasti tiukaksi polanteeksi, jolloin normaali auraus ei riitä puhdistamaan tietä kokonaan.

Hyviä käytäntöjä lumen- ja sohjonpoistossa on esitetty Kuva 30.

 <b>HYVÄ KÄYTÄNTÖ</b>		<b>HUONO KÄYTÄNTÖ</b> 
Reittiin perehdytty ennen talvea	AURAUSREITIT	Aurausreitit yksityiskohtat eivät ole tiedossa
Oikea aura ja terä jättävät hyvän työnjäljen	TERÄVALINTA	Väärä aura ja terä jättävät huonon työnjäljen
Märkä lumi aurataan pois ennen pakastumista	PAKASTUMINEN	Märkä lumi jäätyy epätasaiseksi polanteeksi
Auraus ennen työmatkaliikennettä	TAAJAMAT JA SISAÄNTULOTIET	Auraus ruuhka-aikaan tai sen jälkeen
Päästetään autojonot ohi selkeällä aurasikäyttämällä	LIIKENTEEN HUOMIONI	Käyttäytyään yllättävästi eikä käytetä suuntamerkkejä

Kuva 30. Lumen- ja sohjonpoiston hyviä käytäntöjä.

## 5.2.2 Lumenpoiston työmenetelmät

### Yksiajorataiset tiet

Yksiajorataisen tien auraus aloitetaan tien keskeltä niin, että keskiviivalle ei jää lunta, ja aurausta jatketaan pientareeseen saakka. Lumisateen aikana aurataan yleensä pelkkää ajorataa. Liikenteelle tarkoitettujen alueiden on pysyttävä tyydyttävässä kunnossa lumisateen aikanakin. Yleensä vasta lumisateen päätyttyä tehdään ns. levitysauraus eli aurataan pientareet, linja-autopysäkit yms. täyteen leveyteen.

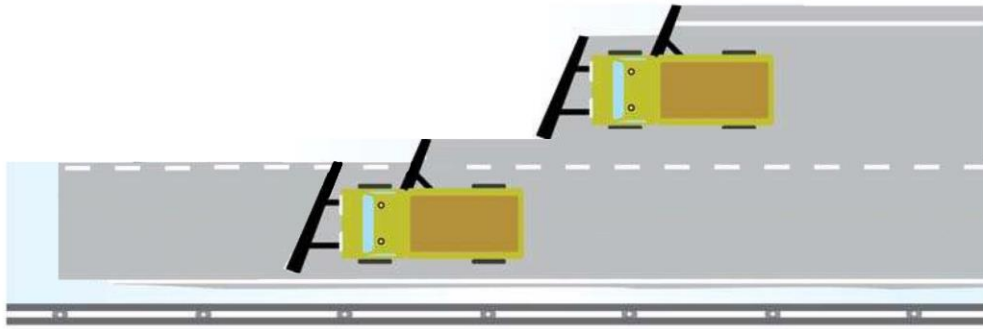
Päällystetyillä teillä ajoradan leveys on pääsääntöisesti 7 m tai enemmän. Vinoetuauralla työleveys on yleensä noin 3 m, joten yksi edestakainen aurasukerta ei riitä ajoradan puhdistukseen. Tällöin aurasuureyden kasvattamiseksi voidaan käyttää etuauran lisäksi sivuauraa tai aurata kahdella yksiköllä. Mikäli aurasreitillä on erityisen kapeita kohteita, tulee tämä ottaa huomioon aurasuureyden valittaessa.

### Moottoritiet ja muut kaksiajorataiset tiet

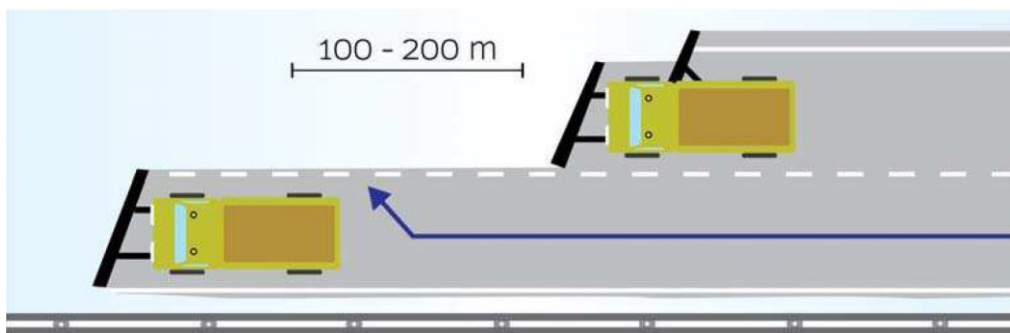
Moottoritiet ja muut kaksiajorataiset tieosuudet aurataan kaistojen lukumäärästä ja päällysteen leveydestä riippuen kahdella tai useammalla aurasuureyksiköllä, jotta koko ajokaistan leveys saadaan kerralla kuntoon.

Aurasuureyhmän ensimmäinen aurasuureyksikkö siirtää lumen ajoratojen väliselle keskialueelle, kun se on mahdollista. Jos lumitila puuttuu tai on täysi, ensimmäinen aurasuureyksikkö siirtää lumen oikealle. Ensimmäistä aurasuureyksikköä seuraa toinen yksikkö, joka on varustettu etuauran lisäksi sivuauralla. Toisen aurasuureyksikön ajolinja kulkee ensimmäisen yksikön oikealla puolella, ja se siirtää lumen oikealle.

Kahta sivuaurallista yksikköä käytettäessä muulle liikenteelle ei anneta ohitusmahdollisuutta (Kuva 31). Aurasuureyksiköiden etäisyys toisiinsa pidetään mahdollisimman pienenä, ja sivuaurojen näkyvyys on varmistettava. Ohitusmahdollisuus annetaan sopivan tilaisuuden tullen esimerkiksi ramppien kohdalla. Mikäli etumaisessa aurasuureyksikössä ei ole sivuauraa, voidaan harkiten antaa ohitusmahdollisuus autojen välistä (Kuva 32).



*Kuva 31. Moottoritien auraus kahta sivuaurallista yksikköä käytettäessä. Yksiköiden välien etäisyys pidetään niin pienenä, että ohittaminen on mahdotonta.*



*Kuva 32. Ohitusmahdollisuus aura-autojen välistä voidaan harkiten antaa, kun etumainen aurausyksikkö ei käytä sivuauraa.*

Aurauksen aikana on tarpeellista pitää yhteyttä aurausyksiköiden välillä saumattoman yhteistyön varmistamiseksi. Lyhytaaltoradiopuhelimen käyttö mahdollistaa informoinnin myös muille samalla kanavalla ja kantavuusalueella oleville tienkäyttäjille.

Vaikka nykyinen auraukset kalusto mahdollistaisi aurauksen, jossa kaksiajorataisen tien ajorata aurataan reunaviivasta reunaviivaan yhdellä leveällä sivuaurallisella yksiköllä, tätä toteutustapaa ei hyväksytä liikenteellisistä, turvallisuuteen liittyvistä ja laadunvarmistuksellisista syistä.

Kaksiajorataisen osuuden viimeistelyauraus tai aurauksen lumimäärän ollessa hyvin vähäinen voidaan suorittaa yksittäisellä aurauksyksiköllä kaista kerrallaan, mikäli muun liikenteen ohitusmahdollisuudet ovat turvalliset. Pientareet voidaan puhdistaa lumisateen päätyttyä omana työvaiheenaan. Tien reunoja aurattaessa ajetaan ensin vasen reuna.

Kaksiajorataisten teiden aurauksessa voi olla urakassa erikseen sovittuna tai sovitavissa menettelyjä, jotka ottavat yleistä hyväksytyä menettelyä paremmin huomioon paikalliset olosuhteet kuten tieosuuden pituuden, tien poikkileikkauksen ja ramppijärjestelyt. Näissä menettelyissä tulee aina miettiä, suunnitella ja varmistaa turvallisuuteen liittyvät asiat erityisellä huolella.

Yksiajorataisten teiden kanavoidut liittymäalueet sekä ohituskaistat, jotka ovat tie-rekisterissä kaksiajorataisia osuuksia, voidaan aurata yhdellä aurauksyksiköllä.

## **Ohituskaistat yksiajorataisella tiellä**

Ohituskaistalla olevat lumi ja sohjo ovat merkittävä vaaratekijä liikenteelle. Tällaiset tieosuudet on aurattava samanaikaisesti koko leveydeltään. Ohituskaistaosuuksien auraamisessa käytetään yleensä leveällä sivuauralla varustettua aurayksikköä. Tällöin koko ohituskaistaosuuden lumenauraus saadaan suoritettua yhdellä auras-kerralla. Ohituskaistan aurauksessa käytettävät menetelmät on esitettävä erikseen aurasreittisuunnitelmassa.

Urakassa erikseen määriteltyjen yksittäisten ohituskaistaosuuksien kohdalla ajokaista kerrallaan puhtaaksi auraaminen on myös sallittu. Tällöin ensimmäinen auras suoritetaan ohituskaistalla ja toinen varsinaisella ajokaistalla. Ajosuunnan molemmat kaistat on kuitenkin aurattava täyteen leveyteen ennen kuin aurasreittiä jatketaan eteenpäin.

Keskikaiteella varustettu ohituskaistaosuus aurataan samalla tavalla kuin kaiteeton ohituskaistaosuus. Lumi ja sohjo tulee poistaa mahdollisimman läheltä kaidetta sitä kuitenkaan vaurioittamatta. Keskikaiteellisia ohituskaistaosuuksia puhdistavan yksikön auran on yleensä kiinnitettävä kumirissa, joka estää auran tökkäämisen kaiderakenteeseen.

## **Rampit**

Ramppien talvihoito on suunniteltava hyvin ennakkoon, jotta ne voidaan hoitaa toimenpideajassa ja että niiden päihin ei jää liikennettä vaarantavia valleja. Erityisesti kaupunkiympäristössä rampit on mahdollista aurata monessa eri järjestyksessä. Ramppien auras pyritään yleensä sisällyttämään päätien aurasreittiin, tai rampeille varataan oma sivuaurallinen yksikkö. Mikäli ramppeja sisältäviä aurasreittejä ei ole optimoitu etukäteen hyvin, kasvavat siirtoajon määrä ja kustannukset merkittävästi. Rajalliset lumitilat ja kaluston kääntäminen hidastavat ramppien talvihoitoa.



*Kuva 33. Rampin auraus.*

### **Liittymät ja väistötilat**

Maanteiden liittymät ryhmittymiskaistoineen ja väistöiloineen on pidettävä liikennöitävässä kunnossa lumisateen aikana. Liikennettä vaarantavia valleja ei saa olla. Puhtaaksi auraus tehdään sateen loputtua. Valtaosa liittymistä on yksityisteiden, katujen ja kaavateiden liittymiä, ja niiden hoito on kunnan tai yksityisten vastuulla. Normaalisissa aurauksessa lumi levittyy tasaisesti liittymään eikä juuri haittaa sen käyttöä. Kulkemista selvästi estävän aurausvallin muodostuminen liittymiin pitää estää.

Kun yksityistie ylittää päätien rinnalla olevan erillisen kävely- ja pyöräilyväylän, kuuluu yksityistien hoito lain mukaan yksityistien pitäjälle maantien reunaan saakka.

### **Leveäkaistatiet**

Leveäkaistatien ajokaista puhdistetaan yhdellä aurauskerralla. Nämä tieosuudet suositellaan aurattavaksi leveällä sivuauralla varustetulla yksiköllä. Tällöin on huolehdittava sivuauran tehostetusta näkevöittämisestä. Ajokaistan auraamisen jälkeen joudutaan tekemään yleensä viimeistelyauraus tien piennaralueille. Leveäkaistatiet voidaan aurata myös kahdella peräkkäin kulkevalla aurausyksiköllä.

### **Bussipysäkit ja levähdysalueet**

Linja-autopysäkit aurataan pääsääntöisesti viimeistelyaurauksen yhteydessä. Kun käytössä on kaksi aurausyksikköä, puhdistetaan linja-autopysäkit normaalisti jo ajoradan auraamisen yhteydessä. Pysäkit voidaan puhdistaa myös käyttämällä sivuauraa yhdessä vinoetauran kanssa. Pysäkit puhdistetaan kerralla niin leveiksi kuin

mahdollista. Maanteiden hoitourakan sopimusasiakirjoissa on määritelty vilkkaat bussipysäkit, jotka tulee aurata samanaikaisesti ajoradan kanssa.

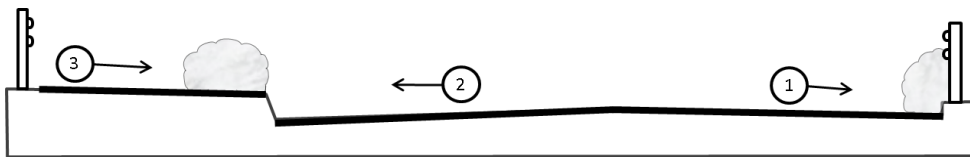
Bussipysäkkejä aurattaessa kuljettajan tulee huomioida erityisesti kulkuyhteyden säilyttäminen pysäkille. Pysäkki tulee aurata niin, ettei pysäkin käyttöä estäviä valjeja synny, tai vallit tulee poistaa auraustyön yhteydessä. Kuljettajan tulee ottaa huomioon myös pysäkkikatoksessa mahdollisesti olevat ihmiset, vaikka he eivät tielle näkyisikään. Aurausnopeutta tulee laskea riittävästi katoksen kohdalla.

Pysäköinti- ja levähdysalueet on pidettävä turvallisesti läpiajettavassa kunnossa lumisateen aikanakin. Tarkempi lumenpoisto tehdään lumisateen jälkeen laatuvaatimusten mukaisesti. Yksittäiset alueet kannattaa puhdistaa tien aurauksen yhteydessä. Lumi poistetaan pysäkkikatoksista käsityönä tai pienkonekalustolla.

### Risteyssillat

Risteysilloja muiden teiden ja rautateiden yli auratessa on aurasnopeutta alennettava niin paljon, ettei lunta lennä alapuoliselle väylälle. Lumi ainoastaan työnnetään ajoradan reunaan, mistä se myöhemmin siirretään lähimpään luiskaan tai kuljetetaan pois. Jos aurasikulma on säädettävissä, voidaan lyhyillä silloilla lumi työntää sillan ulkopuolelle luiskaan.

Sillalla olevalle korotetulle kävely- ja pyöräilyväylälle voidaan varastoida lunta pois-kuljetusta varten Kuva 34 osoittamalla tavalla.



Kuva 34. Tilapäinen lumitila risteyssillan kannella. Numerot ja nuolet osoittavat aurasjärjestyksen ja suunnan.

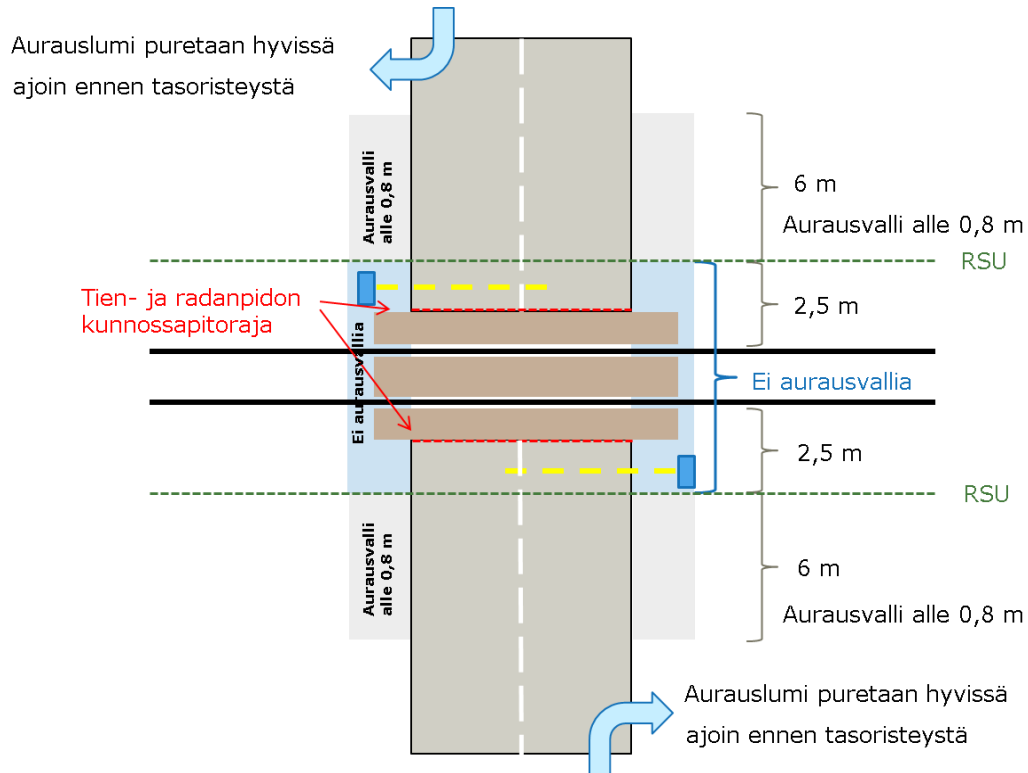
**Rautatien ylikulkusilloilla** noudatetaan samaa työmenetelmää kuin muillakin risteysilloilla. Aurauksen yhteydessä johtoihin osuva lumisuihku voi aiheuttaa sähkötapaturman vaaran. Tästä syystä lumen kuormauksessa ja siirrossa on noudatettava varovaisuutta. Jos aurauksen yhteydessä lunta kasautuu sähköradan kosketussuojaseinän yläosaan tai -lippaan tai niissä havaitaan puutteita, on asiasta tehtävä ilmoitus sähköradan alueelliseen käyttökeskukseen.

**Rautatien tasoristeys** on erityistä varovaisuutta vaativa kohde. Auraajan turvallisuuden lisäksi on varmistettava, ettei rautatieliikenteelle aiheuteta vaaraa. Tasoristeysten hoidossa on noudatettava Väyläviraston ohjeita *Ratatekniset ohjeet (RATO)* ja *Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO)*. Radan kunnossapitäjän ja tien kunnossapitäjän vastuualueiden raja on tasoristeyskannen tienpuoleinen reuna.

Aurasnopeus on pidettävä alhaisena 10–20 km/h ja varottava radan rakenteita. Ratarakenteiden ylityksessä terää nostetaan hieman ja valitaan sellainen ajovaihe, että risteys voidaan ylittää turvallisesti. Aurauksen yhteydessä tulisi käyttää alusterää, jotta polanne pysyy ohuena tasoristeyskannen läheisyydessä.

Tien aurauksen ja höyläyksen synnyttämät vallit on siirrettävä niin kauaksi radasta, että ne eivät aiheuta haittaa raiteella liikkuvalla kalustolla tai radan kiinteiden laitteiden toiminnalle eivätkä muodosta näkemäestettä.

Tasoristeyksen kunnossapidon yhteydessä on varmistettava, että raideliikenteelle ei synny vaaraa kivistä, jäalohkareista tms. kameista. Tien ja radan laatutason tulee olla yhtenäinen, ja muutoskohtiin ei saa jäädä pykälää.



Kuva 35. Auras tasoristeyksen läheisyydessä (RSU = ratatyön suojausalue).

Raide- tai tieliikennettä vaarantavista tilanteista on tehtävä välittömästi ilmoitus alueelliseen käyttökeskukseen. Tällaisia voivat olla esimerkiksi seuraavat tilanteet:

- auraukselta siirtyä radalle tai sen läheisyyteen raideliikennettä tai tieliikennettä vaarantavasti, eikä sitä saa aurauksella turvallisesti poistettua
- tasoristeyksen kohdalla polanne pääsee aurauksista huolimatta talven aikana paksuuntumaan niin, että se haittaa tai vaarantaa liikennettä esimerkiksi pykälien tai urien takia
- lunta pääsee kasaantumaan niin, että puolipuumilaitteiden toiminta vaarantuu.

Joskus alueellisen käyttökeskuksen kautta voi tulla tasoristeysalueiden teiden lumenpoistoon liittyvä toimenpitepyyntö. Tällöin toimenpiteet tulisi synkronoida mahdollisimman hyvin radan kunnossapitäjän kanssa.

## Taajamatiet

Taajamateiden aurauksessa käytetään yleensä kääntyviä auramalleja ja peruskoneina kuorma-autoja, traktoreita ja pyöräkuormaajia. Lähellä sijaitsevien rakennelmien ja lumitilan puutteen vuoksi lunta ei voi usein aurata normaalisti tien sivuun, vaan se työnnetään sopivaan paikkaan. Kaivon kannet, reunakivet, korotetut suojatiet yms. rakenteet vaativat erityistä varovaisuutta ja hidastavat aurausta.

Taajaman lumenpoistotyöt kannattaa tehdä valmiiksi ennen aamuliikenteen vilkastumista tai muuten hiljaisena aikana. Taajamatiehen liittyvä korotettu kävely- ja pyöräilyväylä on aurattava kuntoon heti päätien aurauksen jälkeen.

## Kävely- ja pyöräilyväylät

Päätien aurauksen yhteydessä kävely- ja pyöräilyväylille kertynyt lumi tulee poistaa viipymättä. Auraustyöstä ei saa koitua vaaraa kevyelle liikenteelle, joten kohtausmississa ja ohituksissa on noudatettava erityistä varovaisuutta. Yksityiskohtaisempaa tietoa kävely- ja pyöräilyväylien hoidosta on Väyläviraston ohjeessa *Kävely- ja pyöräilyväylien väylien hoito – Menetelmätieto*.

## Huoltolevikkeet

Tiesääasemien, kelikameroiden ja nopeusvalvontakameroiden huoltolevikkeet on pidettävä jää- ja lumiesteistä vapaana. Auraus on tarkoituksenmukaista tehdä samassa yhteydessä kuin tien pientareiden ja linja-autopysäkkien auraus. Valvontakameroiden levikkeiden lumen- ja sohjonpoisto tehdään seuraavasti:

- Lumi poistetaan kameratolpan edestä linssin puolelta niin, että huoltoauto on pysäköitävissä turvallisesti tien reunaviivan ulkopuolelle vähintään 8 m matkalla.
- Lumi poistetaan kameratolpan takaa niin, että tolppa on taitettavissa alas vähintään 2 m etäisyydelle tolpasta.
- Kameratolppaa ei saa vahingoittaa. Lumi ja sohjo voidaan jättää poistamatta noin 0,5 m:n säteellä tolpan juuresta.

## 5.2.3 Auraustyössä huomioitavaa

### Lähtötarkastukset

Koneet laitetaan keliennusteiden perusteella lähtövalmiiksi ennakolta nopeuttamaan töiden aloitusta. Auran kiinnittämisen yhteydessä tarkastetaan

- auran ja jalasten kunto sekä säädöt,
- auran leveyttä osoittavien heijastimien sekä varoitusvalojen kunto,
- auran kiinnittyminen ja lukkiutuminen auraspuskuriin,
- hydraulikkaletkujen ja -liittimien kunto ja järjestelmän looginen toimivuus,
- varoitusvilkut, työvalot, auran ja sivuauran leveyttä osoittavat valot sekä
- painokuorman riittävyys olosuhteiden ja työn laadun mukaan.



## **Sohjon auraus**

Sohjo heikentää liikenneturvallisuutta enemmän kuin yleisesti tiedostetaan. Sen vuoksi vähäinenkin sohjo on poistettava mahdollisimman nopeasti ja tarkasti. Sohjonpoiston työmenetelmät ovat lähes samat kuin lumenaurauksessa. Ajonopeus sovitetaan terätyypin ja sohjon laadun mukaan sellaiseksi, että tuloksena on puhdas tie. Mikäli tielle jää vähänkin sohjoa, liikenne kasaa siitä nopeasti vaarallisia harjanteita. Auratessa sohjoa normaalilla tasaterällä jää tien pintaan jäännössohjoa useita kiloja neliömetrille päällysteen kunnosta ja tyypistä riippuen.

## **Aurausnopeus**

Aurausnopeus tulee valita työympäristön, käytettävän auratyyppin ja lumen ominaisuuksien mukaan. Esimerkiksi kun käytetään vinoetuauraa taajamaympäristössä, tulee aurausnopeutta laskea niin, ettei lentävä lumi aiheuta vaurioita tien vierustan rakenteille. Myös taajama-alueiden vilkas liikenne asettaa rajoja nopeudelle. Talvihoitotyöstä ei saa aiheutua vaaraa tienkäyttäjille.

Kun lunta aurataan normaalissa tieympäristössä, jossa esteitä ei ole ja lumitilaa on riittävästi, voidaan aurausnopeutta nostaa reilusti. Käytettäessä normaalia vinoetuauraa on kääntöauraa on työnopeus yleensä 40–60 km/h.

Kun lunta on satanut runsaasti ja tienvierustojen lumipenkat ovat korkeat, tulee aurausnopeutta kasvattaa, jotta lumi saadaan heitettyä vallin yli. Auratyyppin valinnalla voidaan myös vaikuttaa lumen heiton suuruuteen ja työnopeuteen. Korkealla siivellä varustettu vinoetuaura heittää lunta jo verrattain alhaisissa nopeuksissa. Toisaalta hitaaseen työnopeuteen tarkoitettu alueura alkaa helposti suuremmissa nopeuksissa pölyyttää lunta rajoittaen kuljettajan näkökenttää.

## **Auraustyössä varottavat rakenteet ja laitteet**

Tiealueella ja tiealueen läheisyydessä olevia rakenteita ja laitteita sekä tiemerkin-  
töjä ei saa vaurioittaa lumenpoistossa. Varottavia rakenteita ovat esimerkiksi

- kaivojen kannet, reunakivet, korotetut suojatiet ja korotetut liittymät,
- ajoratamerkinnot, liikennemerkkit ja portaalirakenteet,
- kaiteet ja niiden päät sekä törmäyssuojat,
- siltojen liikuntasaumalaitteet, erityisesti massaliikuntasamat,
- rautatien ylikulkusiltojen kosketussuojaseinien muoviset yläosat ja
- pysäkkikatokset.

Ajoradasta reunakivellä erotetun kävely- ja pyöräilyväylän kohta tulee aurata niin, että reunakivilyn erottuu selvästi. Reunakivi ei kuitenkaan saa vaurioitua.

Vastuu tien varusteiden ja laitteiden vaurioitumisesta kuuluu urakoitsijoille. Useimmat vauriot voidaan välttää sopivalla aurausnopeudella sekä ohjaamalla auran lumenheittoa. Mikäli talvihoitossa syntyy vaurioita, jotka aiheuttavat vaaraa muulle liikenteelle, esimerkiksi suuri kaidevaurio, on urakoitsijalla velvollisuus ryhtyä välittömästi rajoittamaan tai estämään lisävahingon syntyminen. Lievempien vaurioiden korjaaminen toimenpideaikoinen on määritetty maanteiden hoitourakan sopimusasiakirjoissa.

### 5.2.4 Lumen poiskuljetus

Lumen poiskuljetus on tarpeellista kohteissa, joissa lumitila on rajallinen. Tyypillisimmin lunta joudutaan kuljettamaan pois taajamista, liittymien ja ramppien näkemäalueilta sekä ylikulkusilloilta. Lumen kuormaustyö kannattaa ajoittaa vähäliikenteiseen aikaan, sillä muulloin liikenne pienentää työsaavutusta ja vahinkojen todennäköisyys kasvaa.

Lumen kuormauksessa on varottava tien rakenteita, kuten reunatukia, liikenne-merkkejä ja istutuksia. Puiden ja pensaiden ympärille jätetään lumivaippa ja nurmetetuille alueille 10 cm suojaava lumikerros. Työntekijöiden on tiedettävä peitteisinä olevien vaurioalttiiden kohteiden sijainti, sillä arimmat kohteet saattavat vaatia käsityötä.

Kuormaukseen käytetään tavallisesti pyöräkuormaajaa tai traktoria. Lumikauhalla varustettu kaivuri sopii esteeseen ja hyvää ulottuvuutta vaativaan kohteeseen. Kahmarikauhalla varustettu kuorma-auto voi työskennellä itsenäisesti vaikeissa paikoissa.

Lavalle suoraan pakkaavan lumenkuormaajan käyttö on hyvä vaihtoehto. Tällöin työ etenee liikenteen suuntaisesti ja kuormausta häiritsee muuta liikennettä huomattavasti perinteisiä keinoja vähemmän. Lumenkuormaajalla lumi voi tiivistyä lavalla tilavuudeltaan jopa puoleen.

Lumi kuljetetaan tilapäiseen kasaan tai kunnan vastaanotto paikalle. Tilapäiset varastokasat eivät saa muodostaa näkemäesteitä, eivätkä sulamisvedet saa valua ajoradalle.

### 5.2.5 Lumivallien madaltaminen

Tien reunoille kertyvät lumivallit vaikeuttavat lumenaurauksta, pienentävät näkemiä ja lisäävät kinostumista. Vallien suurin sallittu korkeus on 80 cm ja suojateiden näkemäalueella 50 cm. Lumivalleja joudutaan usein madaltamaan liittymissä ja hitaasti aurattavilla tiekohdilla. Liittymien näkemät on pidettävä aina kunnossa.

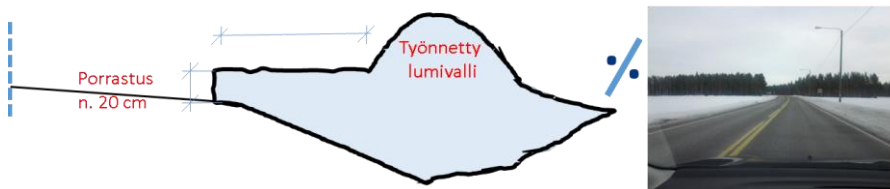
Päällystetyllä tieverkolla vallit madalletaan noin 20 cm korkeuteen vähintään 1,5 m leveydeltä. Kaikilla teillä tien reunan on jäätävä vallin madalluksen jälkeen selvästi näkyviin. Keväällä lumivallit madalletaan myös esivalmisteluna sohjo-ojien teolle.

Kuorma-auto ja sivuaura ovat sopiva yhdistelmä vallien madaltamiseen, jos lumi on pehmeää ja sivuauraa voidaan nostaa alustasta riittävästi ylös. Kovalle lumelle sopii tiehöylä. Kaivinkoneen kauhan tilalle asennettu lumiaura on myös sovelias vallin madaltamiseen ja lumen siirtoon myös kaiteiden takaa. Lyhyet ja korkeat vallit voidaan työntää ulommaksi luiskaan kauhakuormaajalla, kaivinkoneella tai tiehöylällä.



Kuva 36. Vallien madallusta kaivinkoneella.

Aurauslinjan ja tien reunan on työn jälkeen oltava selvästi erotettavissa. Aurausviitat ja reunapaalut eivät saa vaurioitua. Työn yhteydessä tielle ja pientareelle valuneet jäiset paakut ja lumi on aurattava pois viipymättä. Vallin madaltaminen on tehtävä liikennettä vaarantamatta. Tarvittaessa on järjestettävä myös liikenteen ohjaus.



Kuva 37. Lumivallin madaltaminen päällystetyllä tieverkolla.

### 5.2.6 Sulamisvesien pääsyn esto ajoradalle

Sulamisvesien pääsy ajoradalle estetään avaamalla lumivalleihin ja jäätyneeseen reunapalteeseen tai -polanteeseen aukkoja lammikoituville kohdille, painamalla lumivallit ulkokaarteessa päällysteen reunan ulkopuolelle sekä puhdistamalla kaiteiden alustat ja taustat sekä valumia aiheuttavat saarekkeet.

Sohjo-ojien teko on ajoitettava sulamiskauden alkuun niin, että vesien valuminen ajoradalle sekä liikennettä vaarantavat jäätämiset ja päällystevauriot vältetään. Sohjo-ojat tehdään koko tien pituudella siirtämällä lumivallia siten, että luiskan yläreuna paljastuu tienpinnan tason alapuolelle päällystetyillä teillä vähintään 1,0 metrin leveydeltä ja sorateilla vähintään 0,5 metrin leveydeltä sisäluiskan kaltevuudessa. Sulamisvesien on päästävä virtaamaan esteettömästi sohjo-ojaan, joten samalla poistetaan tien reunapolanne.



Kuva 38. Sohjo-oja päällystetyllä tieverkolla.

Sohjo-ojat tehdään samalla kalustolla kuin vallien madaltaminen. Mikäli lunta pyryttää sohjo-ojan teon jälkeen niin paljon, että reunalinjaa on vaikea havaita, on sohjo-ojat aina avattava uudelleen.

Sadevesikaivon kannen tukkiva jääpeite on sulatettava hyvissä ajoin, jotta lammi-koilta välttyttäisiin. Kannen kaikki aukot on syytä avata huolellisesti.

Hyviä käytäntöjä lumivallien madalluksessa ja sohjo-ojien tekemisessä on esitetty Kuva 39.

👍 HYVÄ KÄYTÄNTÖ		HUONO KÄYTÄNTÖ 👎
Lumivallit madalletaan hyvissä ajoin suunnitellusti	LUMIVALLIT	Lumivallien madallukseen lähdetään maksimirajan mukaan
Lumivallit madalletaan riittävän kauan ja tasaisesti	LUMIVALLIT	Madalletut lumivallit kallistuvat tielle päin, lumivallin päällä irtonaisia lumilohkareita
Sohjo-ojat tehdään ennen sulamisaikaa	SOHJO-OJAT	Sohjo-ojat tehdään, kun tiellä on sulamisvesiä
Aurataan ja tasataan pientareet sekä reunat keväällä puhtaaksi	ENNAKOINTI	Poistetaan pientareilta ja reunoilta jääpolanne mekaanisesti tai sulattamalla

Kuva 39. Lumivallien madaltamisen ja sohjo-ojien tekemisen hyviä käytäntöjä.

## 5.3 Pinnantasaus

### 5.3.1 Yleisiä periaatteita

Väyläviraston ohjeessa *Maanteiden talvihoito – Laatuvaatimukset* on esitetty vaatimukset polanteen poikki- ja pituussuuntaisille epätasaisuuksille. Jyrkkäreunaiset ja jyrkissä kaarteissa olevat urat ovat liikenteelle erityisen vaarallisia. Ongelmakoh- tien tasaustarve voi olla moninkertainen muuhun tiehen verrattuna, joten ne vaativat aktiivista seuranta. Päällysteen kunto heijastuu myös polanteen tasaisuuteen. Soratiet on tasattava syksyllä ennen niiden jäätymistä, jotta talven aikaiselta epätasaisuudelta välttyään.

Erillinen pinnantasaus tehdään ennakoiden, ja työt kannattaa ajoittaa otollisiin ajanjaksoihin huomioiden mm. pitkät pakkasjaksot. Oikea-aikainen ja huolellinen auraus vähentää erillisen polanteen tasauksen tarvetta, koska liikenne tiivistää nopeasti ajoradalla olevan lumen. Aurauksen yhteydessä alusterän tai takaterän käyttö parantaa polanteen tasaisuutta.

Polanne on pidettävä ohuena myös tien reunassa tai ohennettava viimeistään keväällä, jotta sen pehmeneminen ei aiheuta kohtuutonta haittaa. Kevääseen jätetty paksu polanne saattaa muuttua ongelmalliseksi teräsjääksi, jota on vaikea poistaa.

Hyviä käytäntöjä pinnantasauksessa on esitetty Kuva 40.

 <b>HYVÄ KÄYTÄNTÖ</b>		<b>HUONO KÄYTÄNTÖ</b> 
Alus- tai takaterän käyttö aurauksen yhteydessä vähentää pinnantasauksen tarvetta	<b>PINNANTASAUKSEN TARVE</b>	Tienpinnan annetaan polantua, pinnantasauksen tarve lisääntyy ja tarvitaan raskaampaa polanteenpoistokalustoa
Pinnantasauksen tekeminen ennen pitkiä pakkasjaksoja		Pinnantasausta ei tehdä ennen pitkiä pakkasjaksoja, kova jäinen polanne

*Kuva 40. Pinnantasauksen hyviä käytäntöjä.*

### 5.3.2 Pinnantasauksen työmenetelmät

#### Kaikille alueille yhteiset periaatteet

Kanavoiteihin ja sisäkaarteisiin muodostuu uria muuta tietä nopeammin, koska liikenne keskittyy samoihin paikkoihin. Tasaustarve onkin nähtävissä näistä paikoista ensimmäisenä. Tie tasataan kauttaaltaan yhtenäiseen laatutasoon. Tasattavien kaistojen on liityttävä toisiinsa portaattomasti, eikä kaistojen välille saa jäädä liikenteelle vaarallisia harjanteita.

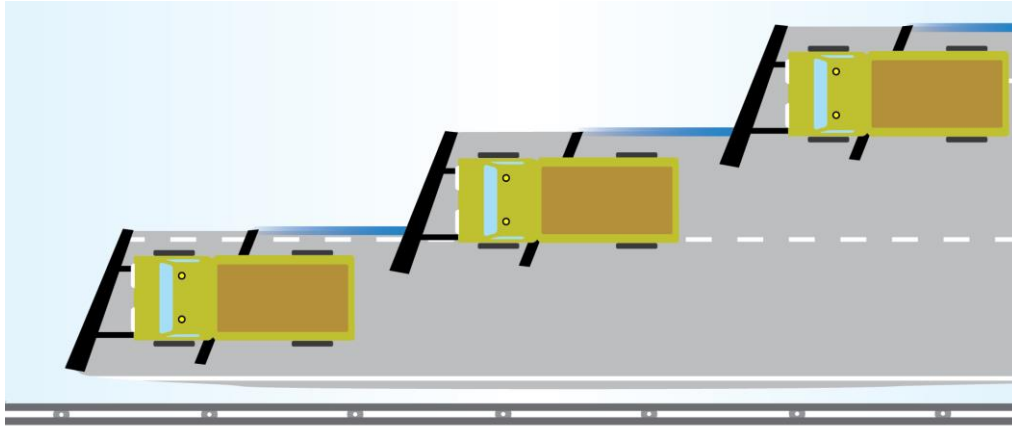
Liittymäalueet ja molemmat ajokaistat tulee tasata samanaikaisesti. Lisäksi tasaustyö on tehtävä siten, että korotettujen suojateiden, korotettujen liittymien ja töysyjen korotusvaikutus ei heikkene. Oleellista on tehdä tasaus polanteen uran pohjaa myöten koko tien leveydeltä tien pinnan kallistukset säilyttäen.

Tasaustyöstä ei saa aiheutua vaurioita tien päällysteelle ja rakenteille. Tappiterien liian kova painattaminen päällysteen pintaan rikkoo päällysteen pintaa ja vaurioittaa massamerkintöjä. Epätasaisilla tai urautuneilla päällysteteillä polanteen poistossa on varottava, etteivät korkeammalla olevat päällystekohdat vaurioidu työn yhteydessä. Erityistä varovaisuutta vaativat mm. sillan liikuntasaumalaitteet, ajoratamerkinnot, reunatuet ja rautatien tasoristeykset. Törmäminen esim. kaivon kanteen saattaa aiheuttaa terän ja pahimmassa tapauksessa kannen ja koneen rikkoutumisen.

Tasauksen jälkeen polannekarheet aurataan viipymättä pois ajoradalta ja pientareelta. Silloille jääneet karheet kuormataan ja kuljetetaan pois välittömästi. Liikennettä estävää polannekarhetta ei saa jäädä kaistojen väliin eikä liittymiin. Liittymissä ongelmat vältetään tyhjentämällä karhe luiskaan ennen liittymää tai käyttämällä lumistop-laitetta. Kaistojen välinen karhevalli on vaarallinen erityisesti taajaman ulkopuolella, kun nopeusrajoitus on yli 60 km/h.

## Kaksiajorataiset tiet

Kaksiajorataiset tiet ovat yleensä korkeassa talvihoitoluokassa, jolloin teille ei pitäisi muodostua polannetta. Jos polannetta syntyy esim. hoitovirheen tai poikkeuksellisen vaikean keliolosuhteen takia, on kaksiajorataisilla teillä käytettävä polanteen poistossa useampia samansuuntaisia työkoneita (Kuva 41). Polanne poistetaan koko ajoradan leveydeltä. Toimenpidettä voidaan tehostaa suolauksella.



*Kuva 41. Polanteen poisto kaksiajorataisella keskikaiteellisella tiellä.*

## Keskikaiteelliset tiet

Kaksiajorataiset keskikaiteelliset tiet hoidetaan edellisessä kohdassa kuvatun mukaisesti. Ohituskaisialle ja kaistan leveyden muutoskohtiin saattaa muodostua enemmän polannetta kuin varsinaiselle ajokaistalle. Polanne poistetaan tai tasataan samalla periaatteella kuin leveäkaistatieltä. Keskikaiteella varustetulta 1+1-kaistaiselta tieltä polanne voidaan poistaa ja tasata yhdellä koneella, jos kaluston työleveys on riittävä. Sulkualuumerkintöjen tulee jäädä näkyviin työsuorituksen jälkeen.

## Leveäkaistatiet

Talvihoitoluokkaan Ise tai Is kuuluvan leveäkaistatien toimivuus heikkenee, mikäli olosuhteet ovat erilaiset tien poikkileikkauksen eri osissa. Polanne tai sohjo keskiviivan vieressä vaikeuttaa ohittamista sekä heikentää liikenteen sujuvuutta ja turvallisuutta.

Leveäkaistatien polanne tasataan ja poistetaan yhdellä kertaa ajosuuntaan nähden. Ajokaistaleveyden takia työhön tarvitaan kaksi yksikköä, joten työ ajoitetaan hiljaisen liikenteen aikaan. Työssä käytettävien yksiköiden väliin ei saisi päästää ohittajia. Polanteen poistossa on varmistettava, että sulkuviiva, keskiviiva ja reu-naviiva erottuvat työn jälkeen. Tien poikkileikkauksen tasaisuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota.

## **Yksiajorataiset tiet**

Suurin osa yksiajorataisista teistä pystytään tasaamaan yhdellä edestakaisella ajokerralla. Ajokertojen määrä riippuu tien poikkileikkauksesta ja kaluston työlevydestä. Osittain paljaalla urautuneella päällysteellä polanne leikataan harjanteiden kohdalla mahdollisimman ohueksi. Mikäli karhetta ei saada siirrettyä tien molemmille puolille tilan puutteen takia, on polanteen poistossa käytettävä useampia työkoneita. Karhe ei saa aiheuttaa liikenteelle ongelmia ajoradalla eikä pientareella. Sulkuviivan tulee jäädä mahdollisuuksien mukaan näkyviin työsuorituksen jälkeen.

Kapeilla päällystetyillä teillä ongelmana on kohtaamistilanteiden kannalta vaarallisen keskiuran muodostuminen, ellei tasaustyöstä huolehdita kunnolla. Polanteen muodostumisen kannalta hankalina talvina puutteellinen auraus- ja tasaustyö näkyy ajoradan kaukaloitumisena reunojen polanteen vahventuessa. Tieluokalla Ib suolan käyttö on vähäisempää, joten pientareen rajaan muodostuu helposti vaarallinen reuna.

## **Leveän keskialueen merkinnät**

Leveä keskialue merkitään kahdella normaalilla leveämmällä keskimerkinnällä, joiden etäisyys toisistaan on yksi metri. Polanne tulisi poistaa myös leveän keskialueen päältä. Työssä on huomioitava, että keskialueen massamerkinnät sekä päällystejyrsinnät saattavat vaurioitua, jos polanne poistetaan raskaalla menetelmällä päällysteen pintaa myöten. Suoraan merkintöjen päällä työskentelevässä laitteessa ei saa olla teräviä tappiteriä. Merkintöjen tulisi jäädä näkyviin tehtyjen toimenpiteiden jälkeen.

## **Levennykset**

Polanne poistetaan linja-autopysäkeiltä, väistötiloista ym. leveistä kohdista ajoradan polanteen poiston yhteydessä. Levennyksen on liityttävä tiehen portaattomasti, eikä niiden tasausjälki saa aiheuttaa ajoneuvon haitallista ohjautuvuutta. Pysäkeille ja pysäkkikatoksiin ei saa jäädä karhetta.

## **Levähdys- ja pysäköimisalueet**

Ajoradalta levähdys- ja pysäköimisalueelle liittyvä reunapolanne on pidettävä loivana. Liittymäväylillä ei saa esiintyä yli 3 cm epätasaisuuksia. Alueiden polanteen paksuus on pidettävä riittävän ohuena, jotta renkaiden alla sulava polanne ei aiheuta ongelmia raskaan liikenteen liikkeelle lähdössä.

## **Liittymät ja risteysillat**

Liittymät tasataan keskeltä reunoille ja reunoilta luiskiin. Periaatteita on kuvattu liitteessä 8. Työssä on peruutettava useita kertoja, mikä edellyttää kuljettajalta suurta tarkkaavaisuutta. Vilkkaita liittymiä ei suositella tasattavan liikennehuippujen aikana.

Risteysilloilla karhe siirretään sillan reunoilta luiskaan. Polannekarheita ei saa pudottaa risteysilloilta alapuoliselle ajoradalle tai rautatielle.

## Rautateiden tasoristeykset

Tasoristeysten polanteen poisto tulee tehdä yhteistyössä radan kunnossapitäjän kanssa yhtenäisen laatutason saavuttamiseksi. Polanteen poiston tarpeen ilmettyä tulee hoitourakoitsijan sopia työn ajankohdat radan kunnossapitäjän kanssa. Radan suuntaisen polanteen poiston tekee radan kunnossapitäjä. Polanteen poiston etäisyys (noin 2,5 m) radasta riippuu ratakunnossapidon sopimuksesta.

Alueurakoitsija poistaa polanteen kunnossapitorajasta tielle päin (Kuva 35). Jos tasoristeyksen ja tien polanteen poistoa ei tehdä samanaikaisesti, polanteen reuna häivytetään viistämällä. Tasoristeys on ylitettävä suurta varovaisuutta noudattaen, sillä työkoneet ovat hitaita ja junanopeudet suuria. Polannekarheen kulkeutuminen raiteille voidaan estää tasaamalla rautatiestä poispäin.

## Jyrkät mäet

Jyrkkien mäkien höyläyksessä pyörien pito on usein riittämätön. Tällöin pyöriin asennettavat ketjut voivat tuoda avun. Mikäli tasaus onnistuu vain alamäkeen, on liikennettä vastaan tapahtuvan työn ajaksi järjestettävä liikenteen ohjaus.

# 5.4 Liukkaudentorjunta

## 5.4.1 Yleisiä periaatteita

Liukkaudentorjunnalla estetään liukkauden synty tai parannetaan tienpinnan kitkaa kemiallisesti tai mekaanisesti.

Talvihoitoluokissa Ise, Is ja I tiet pidetään lähtökohtaisesti paljaana ympäri vuoden ja liukkaudentorjuntamenetelmänä käytetään pääsääntöisesti liuossuolausta (natriumkloridia NaCl tai kalsiumkloridia CaCl<sub>2</sub>) ja kostutettua suolausta (NaCl).

Talvihoitoluokissa II ja III teille pyritään saamaan polanne mahdollisimman pian alkutalven aikana. Polanneteillä pääasiallisena liukkaudentorjuntamenetelmänä käytetään hiekoitusta ja polanteen karhentamista.

Talvihoitoluokassa Ib ja Ic käytetään kaikkia liukkaudentorjuntamenetelmiä talven ajan ja kelin mukaan. Menetelmän valinnassa tulee huomioida, erityisesti talvihoitoluokassa Ic, että tielle ei tule yllättäviä epäjatkuvuuskohtia. Muutoskohdan tulee sijaita loogisessa paikassa, ja rajakohdat tulee häivyttää.

Leveäkaistaisilla teillä on erityisesti huomioitava, että liukkaudentorjunta tehdään koko ajokaistan leveydeltä aina reunaviivaan saakka yhdellä ajokerralla.

Liukkaudentorjunnan onnistumisen perusedellytyksiä ovat:

- oikea-aikaisuus; ennakkoon suolaamalla kelin hallittavuus paranee,
- toimivat, oikein säädetyt koneet ja laitteet,
- alueen tuntemus ja erityishuomiota vaativien kohtien tarkistaminen tiestöllä ja
- osaava, ammattitaitoinen henkilöstö.

Erityisen tärkeää on torjua syksyn ensimmäiset liukkaudet ennakkoiden, sillä ajototumusten muutos tapahtuu viiveellä talvikelin jo alettua. Tämä korostuu erityisesti



mustan jään tilanteessa. Alueen tiestön hyvä tuntemus auttaa ongelmakohteiden liukkaudentorjunnassa. On muistettava, että tiet jäätyvät usein vasta aamulla auringonnousun aikaan, vaikka lämpötila olisi plussalla ennen auringonnousua.

Henkilöstö on perehdytettävä syksyllä ennen liukkaudentorjuntakauden alkua laatuvaatimuksiin, hoitoreitteihin, työkoneisiin ja työmenetelmiin. Talvikauden aikana annetaan tarvittavaa lisäopastusta ja huolehditaan, että urakkaan tarkoitetut koneet ja laitteet pysyvät kunnossa ja toimintavalmiudessa.

**Rautatien tasoristeyksen** ympäristössä liukkaus on torjuttava ilman suolaa niin pitkällä matkalla, että suolaa ei kulkeudu tasoristeykseen. Suola voi aiheuttaa häiriöitä junien sähköiseen ohjausjärjestelmään. Hiekoitushiekkaa ei saa päästää kääntymään kiskoille.

Hyviä käytäntöjä liukkaudentorjunnassa on esitetty Kuva 42.

 <b>HYVÄ KÄYTÄNTÖ</b>		<b>HUONO KÄYTÄNTÖ</b> 
Ennakoiden suolaamalla liukkautta ei pääse syntymään	<b>MUSTA JÄÄ</b>	Viiveellä tehty suolaus aiheuttaa yllättävän liukkauden
Ennakkoon suolattu tie ehtii kuivua ennen pakastumista	<b>PAKASTUMINEN</b>	Suolauksen myöhästyminen voi aiheuttaa suolauskierteen
Liuossuolaa käytetään ohuen ja mustan jään torjuntaan Kostutettua suolaa käytetään märälle tienpinnalle	<b>SUOLAUS- MENETELMÄN VALINTA</b>	Liuossuolan käyttö hyvin määrällä tiellä Kuivan suolan käyttäminen lisää suolan kulutusta ja hävikkiä
Suolaus lumisateen alle ja auratulle pinnalle	<b>LUMISADE</b>	Suolaus lumisateessa auraamattomalle pinnalle

*Kuva 42. Liukkaudentorjunnan hyviä käytäntöjä.*

## 5.4.2 Materiaalit

Liukkaudentorjunnassa käytettävät materiaalit voivat olla kiinteitä tai liuoksia. Hiekkaa ja suolaa, joka on yleensä natriumkloridia NaCl, käytetään yhdessä ja erikseen talviolosuhteiden sekä hoitoluokituksen mukaan. Kuivaa natriumkloridisuolaa kostutetaan levityksen yhteydessä suolahävikin pienentämiseksi. Kemialliset liukkaudentorjuntaliuokset valitaan ja valmistetaan liukkaudentorjuntatarpeen mukaan.

Kaikki käytettävät liukkaudentorjuntamateriaalit on hyväksyttävä tilaajalla. Kemiallisista liukkaudentorjunta-aineista on esitettävä tilaajalle analyysi, josta ilmenevät aineen suolapitoisuus, muun ainesosan riittävän tarkka erittely ja erityisesti raskasmetallit.

### **Natriumkloridi (NaCl)**

Natriumkloridin on oltava vähintään 97 % NaCl kuivasta suolasta analysoituna. Suolassa saa olla paakkuuntumisenestoaineena kalium- tai natriumferrosyanidia enintään 150 ppm (0,015 %). Tielle levitetyt suolarakeet eivät saa aiheuttaa vaurioita ajoneuvoille. Toimivaksi rakeisuudeksi on todettu maksimiraekoko 5 mm ja 5 % hienoainespitoisuus (seula 0,125).

Liiallinen kosteus suolassa aiheuttaa varastointi- ja levitysongelmia. Laadukkaassa suolassa vesipitoisuus on enintään 1,5 %. Liukenemattomat ainesosat ja epäpuhtaudet suolan seassa haittaavat liuoksen tekoa ja suolan sirottelulaitteiden käyttöä.

Natriumkloridia on mahdollista käyttää liuoksena, suolaliuoksella kostutettuna tai kuivana suolana. Natriumkloridiliuosta kuluu eniten eteläisessä ja keskisessä Suomessa säävaihtelujen takia. Rakeisena natriumkloridia käytetään koko Suomessa.

**NaCl-suolaliuos valmistetaan** sekoittamalla liuosasemassa natriumkloridia ja puhdasta vettä. Asema koostuu yleensä sekoitusyksiköstä ja varastosäiliöstä, johon valmis liuos pumpataan. Liuosaseaman toiminnan tulee olla pitkälle automatisoitu, jotta liuoksen valmistus ei sido henkilöstöä. Aseman teho ja koko on mitoitettava käyttötarpeen mukaan. Aseman rakenteet, sijainti ja pumppujen teho tulee valita niin, että kuorma on nopeaa ja helppoa. Pumppujen kunto on tarkistettava aika ajoin ja huollot tehtävä ajoissa laitteiden toiminnan varmistamiseksi.

Valmiin liuoksen väkevyyden on oltava noin 23 %. Väkevemmän liuoksen valmistusaika pitenee merkittävästi ja lisähyöty on vähäinen. Liuoksen väkevyys voidaan määrittää areometrillä, kun tunnetaan liuoksen pitoisuutta vastaava tilavuuspaino (liite 7). Tehdasvalmisteisissa liuosasemissa pitoisuuden voi tarkistaa aseman mittarista. Väkeväkin NaCl-liuos alkaa jäätää alle -21 °C lämpötiloissa, joten pitkän poikkeuksellisen kylmän sään varalta sekoituslaitteistojen ja sirottimien jäätyminen on estettävä.

Keväällä liuosasemien pumput, säiliöt ja putkistot tyhjenetään, pestään ja huolletaan. Kesäksi terässäiliöihin huolimattoman puhdistuksen takia jäänyt suola kiihdyttää merkittävästi pistekorroosiota.

### **Kalsiumkloridi (CaCl<sub>2</sub>)**

Kalsiumkloridiliuos hankitaan yleensä valmiina 32-prosenttisena liuoksena. Kalsiumkloridia käytetään erityisesti ennakkosuolauksessa. Kalsiumkloridia on saatavana myös 21-prosenttisena liuoksena, mutta sitä käytettäessä on huomioitava laimeamman liuoksen vaikutus käyttömäärissä.

Kalsiumkloridi on kosteutta sitova hygroskooppinen suola. Tien pinnan hitaan kuivumisen ja mm. autojen likaantumishaittojen takia kalsiumkloridin käyttö on sallittu liukkaudentorjunnassa vain liuoksena pieninä annoksina sekä rakeisen natriumkloridin kostutukseen. NaCl:n ja CaCl<sub>2</sub>:n ominaisuuksien vertailua on esitetty julkaisussa *Kalsiumkloridin sivuvaikutukset* (Tiehallinto 2006).

Liuoksen varastotilavuus ja toimitus on mitoitettava niin, että liuosta on aina tarvittaessa saatavilla. Liuossäiliöt on sijoitettava vettä läpäisemättömälle alustalle, ja liuoksen pääsy ympäristöön on estettävä. Varastoinnissa ja käsittelyssä on huomioitava käyttöturvallisuusohjeet, sillä kalsiumkloridi ärsyttää voimakkaasti ihoa ja silmiä.



Kuva 43. Natriumkloridiliuosasema.

### Formiaatit (Fo)

Tärkeiden, kloridin kuormitukselle alttiiden pohjavesialueiden liukkaudentorjunnassa käytetään myös kalium- ja natriumformiaatteja, jotka ovat muurahaishapon suoloja (ks. luku 3.2.2 Talvihoito pohjavesialueilla). Kaliumformiaatti (KFo) on perinteisin suola tässä käytössä. Se toimitetaan sekä levitetään noin 50-prosenttisenä valmiina liuoksena. Kaliumformiaatti on hyvä liukkaudentorjunta-aine, mutta rakeena sitä ei hygroskooppisuuden takia voi levittää.

Natriumformiaatti (NaFo) toimitetaan suursäkeissä rakeisena ja levitetään noin 23-prosenttisenä paikalla valmistettuna liuoksena tai kostutettuna rakeena. Natriumformiaatti vaatii yleensä hieman suuremman (noin 10–20 %) levitysannoksen kuin tavallinen talvisuola (NaCl).

Mikäli samalla liukkaudentorjuntareitillä käytetään klorideja ja formiaatteja, ajoneuvossa on oltava omat liuossäiliöt ja kaksoissäiliöt kiinteille aineille. NaFo-rakeet ovat NaCl-rakeita kevyempiä, joten ne on siroteltava hieman suuremmalla heittolevydellä.

NaFo:n käyttökokemuksia on raportoitu julkaisussa *Natriumformiaatti liukkaudentorjunnassa* (Liikennevirasto 2017).

Maanteiden liukkaudentorjunnassa pohjavesialueilla käytettävät formiaatit eivät saa sisältää korroosionestoaineita. Lentokentillä näitä lisäaineistuksia käytetään tiukkojen korroosiovaatimusten ja herkkien lentokonemateriaalien takia.

### Suolaa korvaavat kemikaalit

Tavallista suolaa korvaavia kemiallisia liukkaudentorjunta-aineita on formiaattien lisäksi markkinoilla muitakin, ja uusia kehitellään. Tiekäyttöön käytettävät materiaalit on tutkittava mm. ympäristövaikutusten ja sulatusominaisuuksien osalta ja hyväksyttävä tilaajalla ennen niiden käyttöä.

## **Suolahiekka ja sen valmistus**

Suolahiekka on hiekkaa, johon on lisätty suolaa rakeena tai liuoksena. Yleisimmin hiekka varastoidaan kylmissä katetuissa varastoissa, jolloin siihen normaalisti lisätään jäätyamisen estämiseksi suolaa rakeena 15–20 kg/m<sup>3</sup> tai liuoksena 10–25 litraa/m<sup>3</sup>. Hiekan rakeisuus vaikuttaa käytettävään suolamäärään. Suolahiekka kannattaa valmistaa varaston täyttämisen yhteydessä, jotta säästytään jäätymisongelmita talven aikana.

Suolan annostelun hiekan sekaan tulee olla mahdollisimman tarkka ja homogeeninen. Suuria määriä voidaan valmistaa esimerkiksi ripottelemalla suolaa annostelijalla hihnakuljettimelle hiekan päälle. Toinen suositeltava tapa on käyttää suolan ja hiekan sekoituksessa ruuvisekoitinta. Suolahiekan laadusta saadaan helpommin tasainen, jos suola levitetään liuoksena hiekkaan. Tasalaatuinen suolahiekka reikiinntää polannetta vähemmän kuin epähomogeeninen.

Suolahiekkaa voidaan tehdä myös tarpeen mukaan, jos kyse on pienistä määristä. Hiekka voidaan esim. kostuttaa lavalla kastelulaitteistolla. Liuos on saatava kuitenkin tasaisesti kuormaan. Suola voidaan lisätä myös hiekan levityksen yhteydessä. Tavallisimmin liuosta on lisätty noin 10–25 litraa/hiekkakuutio. Levityksen yhteydessä tehty kastelu mahdollistaa suuremman liuosmäärän, koska sitä rajoittaa vain säiliötilavuus. Tällöin hiekkakuutioon voidaan lisätä liuosta jopa 50 litraa.

## **Hiekoitusmateriaalit**

Hiekoitusmateriaali voi olla mursketta tai hiekkaa. Hiekoitusmateriaalin maksimirakekoko on pääteillä ja kävely- ja pyöräilyväylillä 6 mm ja muilla teillä 8 mm. Materiaalit on hyväksyttävä tilaajalla. Sorateillä ns. pääkallokeleillä voidaan harkita maksimiraekoon kasvattamista jopa 12 mm:iin. Tällöin kuitenkin urakoitsija vastaa tuulilasi- ja lampunlasivaurioista. Hienoainekselle ei ole asetettu raja-arvoa. Liian hienorakeinen materiaali aiheuttaa helposti varastointi- ja levitysongelmia.

## **Hiekan varastointi**

Hiekoitushiekka varastoidaan usein hiekkahalleissa. Hallien osalta tulee huomioida varastointiin liittyvät vaatimukset. Varastona voi olla myös kalliosilo, missä materiaalit pysyvät sulina ja niiden kuormaus on helppoa. Suolatonta hiekkaa varastoidaan myös lähtöpisteiden lähellä ulkokasoissa. Ulkokasat on peitettävä jäätyminen estämiseksi. Katkaistuja sepelilajikkeita voidaan säilyttää ulkona ilman suojaa, mutta tällöin materiaalin päälle kertynyt lumi ja jää voivat haitata työtä. Ulkovaraston yhteydessä käytetään hiekoitushiekan kuormausvälppää. Ennen hiekoitusta tulee varmistaa, että levitettävä hiekka ei ole paakkuuntunutta.

Liukkaudentorjuntamateriaalien varastoinnin ympäristövaatimuksia on käsitelty tarkemmin kappaleessa 3.2.1 Ympäristönäkökohdat tukikohta- ja varastointialueilla.

Joihinkin isompiin mäkiin on asennettu hiekkalaatikoita tienkäyttäjien äkillisiä liukkaudentorjuntatarpeita varten. Hiekkalaatikot on pidettävä vapaana lumiesteistä ja huolehdittava, että niistä on saatavilla hiekoitusmateriaalia koko talvikauden ajan.

### **5.4.3 Liukkaudentorjunta suolaamalla**

#### **Kostutettu suolaus**

Vaatimusten mukainen liukkaudentorjunta edellyttää suolausautomaattien käyttöä. Automaatissa on kuivasuolasäiliö ja suolan kostutusta varten liuostankit. Laitteella voi levittää kuivaa suolaa, kostutettua suolaa ja vähäisessä määrin suolaliuosta.

Suolausautomaatin toimintaa hallitaan ohjaamosta. Kuljettaja voi säätää sirottelumäärän, -leveyden ja -suunnan lisäksi kostutuksen määrän portaattomasti 0–100 %, tyypillinen määrä on 25–30 %. Kostutus tapahtuu levittimen lautasella tai juuri ennen lautasta.

Konerikon sattuessa tai muuten väliaikaisena ratkaisuna voidaan suola kostutetta kuorma-auton lavalla ennen levitystä. Lavalle otetaan vain käyttötarvetta vastaava suolamäärä, ja se kostutetaan tasaisesti vedellä 50–100 litraa/suola-m<sup>3</sup>.

Kostutetulle suolalle sopiva levitysnopeus on enintään 40–45 km/h. Suurempi nopeus lisää suolan hävikkiä olennaisesti.

Liikenne levittää suolan nopeasti koko ajoradalle, joten suola sirotellaan ajoradan keskelle 2–3 metrin leveydelle. Keskelle tietä levitettävä suola mitoitetaan koko ajoradan leveydelle. Vilkailla 1-ajorataisilla teillä tulee suolata kaista kerrallaan.

#### **Lioussuolaus**

Lioussuolaus on ennakoivan liukkaudentorjunnan päämenetelmä. Se mahdollistaa hyvin pienten suolamäärien käytön. Lioussuolauksen etuja ovat suurehko levitysnopeus ja toimintasäde sekä välitön vaikutus. Liuoksen annostukseen vaikuttaa arvio kelinolanteesta ja sen kehittymisestä. Taulukko 3 ja liitteessä 2 on kerrottu käytettävät suolamäärät eri tilanteissa. Lioussuola levitetään koko kaistan leveydelle.

Lioussuolauksessa sopiva levitysnopeus on lautaslevittimillä 40–55 km/h ja suutinlevittimillä 50–60 km/h. Liuoksen oikea suolapitoisuus tulee varmistaa aina ennen kuormausta.

Suolausreitit on toteuttava siten, että liukkaudentorjunnassa ei tule aukkoja esimerkiksi moottoriteilla, rampeissa ja kääntymiskaistoilla. Lioussuolauksen vaikutus tiestöön tulee varmistaa suolauksen jälkeen, ja toimenpide on tarvittaessa uusittava.

#### **Suolauksen ajoitus, menetelmät ja annossuositukset**

Onnistuneeseen suolaukseen tarvitaan hyvää kelinhallintaa: tiesääjärjestelmää, sääennusteita ja maastohavaintoja. Hyvällä kelinhallinnalla pystytään ajoittamaan suolaus oikein, valitsemaan oikeat menetelmät ja annoskoot.

Kelikeskuksiin on koottu kelinhallinnan ammattilaisia, mutta riittävää kelinhallinnan osaamista pitää olla jokaisessa tekijäportaassa. Kelikeskusten rooli on ohjata ja avustaa operatiivista työtä hoitotoimien onnistumisen varmistamiseksi. Kelinhallinnan osaamista voidaan vahvistaa myös ulkopuolisella meteorologisella palvelulla.

Ilman ammattimaista kelinhallintaa suolamäärät voivat moninkertaistua ja silti vaadittu laatu jäädä saavuttamatta.

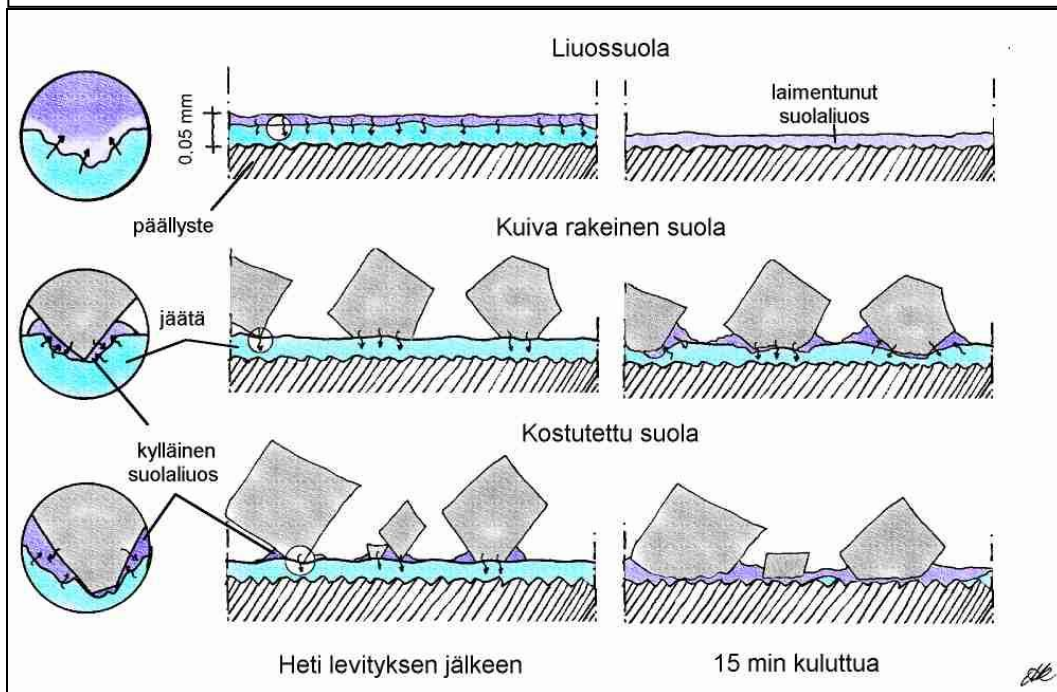
Liukkaudentorjunta voidaan aloittaa muutamia tunteja ennen tienpinnan mahdollista jäätymistä. Ennusteiden muuttuessa suolaus saattaa joskus tuntua jälkikäteen turhalta. Nämä muutamat kerrat eivät lisää suolan kulutusta mainittavasti, sillä pienikin jäännösuola viivyyttää seuraavaa liukkautta. Tutkimusten mukaan vähäi-  
nenkin suolamäärä muuttaa jään kiderakennetta, jolloin suolauksen jälkeen vesi ei jäädy tiiviiksi teräsjääksi. Lisäksi on huomioitava, että keliolosuhteet voivat vaihdella paikallisesti. Riskin minimoinnin näkökulmasta ei ole turhia suolauskertoja.

Urakka-alueen tiestöllä voi olla säätilasta ja vuorokauden ajasta riippuvia liukkauskoh-  
tia, kuten erikoisrakenteiset tieosuudet ja sillat, joista tiesääjärjestelmä ei varoita. Nämä kohdat on aina tiedostettava ja tarpeen mukaan tarkastettava, kun liukkautta mahdollisesti esiintyy.

Suola voidaan levittää periaatteessa kuivana, kostutettuna tai liuksena. Suolan levityksessä on huomioitava myös tuulen suunta, jotta suola ei ohjaudu väärään kohtaan.

Kuvassa Kuva 44 on esitetty periaatepiirros menetelmien jäänsulatusvaikutuksesta.

- **Liuosuola** (väkevä suolaliuos) levittyy tasaiseksi kerrokseksi ja laimenee tiellä olevaan kosteuteen. Mikäli tienpinnalla on kosteutta liikaa tai sitä tulee lisää, voi liuosuolaus epäonnistua ja tienpinta jäätyä.
- **Kuiva rakeinen suola** levittyy tienpinnalle satunnaisesti ja osa rakeista lentää heti levityksen yhteydessä luiskaan. Kuivan suolan on imettävä kosteutta ennen kuin varsinainen sulatus pääsee käyntiin. Suuren hävikin takia suolan levittäminen kuivana on kielletty.
- **Kostutettu suola** sisältää tarvittavan alkukosteuden, joten kontakti jään kanssa suurenee ja vaikutus nopeutuu. Kostutus lisää rakeiden painoa, sitoo hienoainesta ja vähentää hävikkiä levitettäessä ja tiellä. Kostutuksessa kuivaan suolaan lisätään normaalisti 25...30 paino-% suolaliuosta.



*Kuva 44. Liuossuolan ja rakeisen suolan vaikutus tienpinnalla heti levityksen jälkeen ja 15 minuutin kuluttua.*

Liuosuola on ensisijainen menetelmä ennakkosuolaukseen, eli ennen kuin liukkautta esiintyy, ja ohuen jääkalvon sekä kuuran torjuntaan. Liuosuoalla vahvan jään tai lumen sulattaminen ei toimi. Kostutettu rakeinen suola sopii kylmempiin ja märempiin olosuhteisiin sekä suolaukseen lumisateen alle.

**Liukkaudentorjunnan annossuositukset** on laadittu natriumkloridin olotilakuvaajan (liite 7) ja käytännön kokemuksen perusteella. Käytettäessä eri liukkaudentorjuntamateriaaleja on otettava niiden olotilakuvaajat huomioon. Suola-annosten valinnassa on otettava huomioon mm. seuraavat tekijät:

- tienpinnan lämpötila ja sen kehittyminen,
- tienpinnan kosteus ja sen kehittyminen,
- tienpinnan liukkaan peitteen määrä ja laatu,
- mahdollisen sateen määrä ja laatu,
- liikennemäärä ja sen kehittyminen,
- suolausmenetelmä ja
- ennakointi ja oikea-aikaisuus tarvittavan suola-annoksen minimoimiseksi.

Annosteluohjeiden lisäksi on kaikissa tilanteissa käytettävä kokemuksen tuomaa ammattitaitoa. Työnjohto ohjaa ja optimoi suolan käyttöä kelitietojen ja ennusteiden perusteella. Usein on mahdollista selvittää ohjeellista annostusta vähemmälläkin suolalla. Osaava työnjohto selviää keskimääräistä pienemmillä annoksilla eikä aiheuta turhaan märkiä tienpintoja toimimalla varman päälle. Koneautomaatiolla ja ohjausjärjestelmillä voidaan myös automatisoida suolan käyttöä ja annoskokoja (Kuva 45).



*Kuva 45. Eri laitteita voidaan ohjata suoraan ajoneuvosta.*

Suolaus tehdään aina jatkuvana, koko tien käsittävänä työnä. Joissain tapauksissa voidaan käsitellä vain ongelmakohdat, kun on täysin varmaa, että muu tie ei tule liukkaaksi.

**Lumisateella** lumi voi tarttua tiehen lähellä nollaa olevissa lämpötiloissa, jolloin on tarpeellista suolata sateen aikana. Lumisateen aikaisissa suolauksissa on huomioitava, että suolaa kuluu runsaasti. Suolaa levitetään auratulle pinnalle vain sen verran, että lumi pysyy pehmeänä eikä tartu tienpintaan. Pakkaskelillä suolausta lumisateen alle on tarkoin harkittava. Pakkaslumi ei tartu kuivaan tienpintaan, ja liikenne sekä tuuli saattavat pitää tien paljaana.

**Kylmissä lämpötiloissa esiintyvää liukkautta** (ns. pakkasliukkautta, ks. liite 2) on mahdollista vähentää pienellä annoksella liuosta ( $\leq 5 \text{ g/m}^2$ ). Menetelmää



voidaan käyttää, jos liikennettä on riittävästi suolausajankohdan jälkeen. Menetelmä voi myös epäonnistua, joten tilanteen kehittymistä on seurattava heti levietyksen jälkeen.

*Taulukko 3. Liukkaudentorjunnan annokset g/m<sup>2</sup> (NaCl) eri menetelmillä.*

Tienpinta Tienpinnan lämpötila	Suolaliuosta (23 %) g/m <sup>2</sup>					Kostutettua suolaa g/m <sup>2</sup>				
	0°	-2	-4	-6	-8	0°	-2	-4	-6	-8
Vähän kostea Havaittavasti tumma päällyste, laikukas	10	10	10	10	10	5	5	5	5	5
Kostea Selvästi tumma päällyste Jäätäneenä tumma, vähän kuuraa, valot eivät heijastu	10	20	20	20	-	5	10	10	10	10
Märkä Sumuilmiö alkaa kuorma-autojen perässä Jäätäneenäkin näyttää märältä, valot heijastuvat	20	30	40	-	-	10	15	15	15	20
<p>100 %:na suolamääränä: 10 g 23-prosenttista suolaliuosta sisältää 2,3 g suolaa ja 10 g kostutettua suolaa (25 % suolaliuosta ja 75 % suolaa) sisältää 8,1 g suolaa.</p> <p>Hyvin märkää tietä ei yleensä suolata.</p> <p>Lumisateen aikana kostutettua suolaa tarvittaessa auratulle pinnalle 10–20 g/m<sup>2</sup>.</p> <p>Pakkasella (alle -7 C) esiintyvää liukkautta voidaan vähentää vähäisellä liuosannoksella (max. 5 g/m<sup>2</sup>). Suolaus pitää tehdä vilkkaaseen liikenteeseen.</p> <p>Alijäähtynyt sade tai muu ongelmatilanne saattaa vaatia suuremman annoksen.</p> <p>Kalsiumkloridiliuoksella (32-prosenttinen) taulukon arvoja alennetaan noin 25 %.</p>										

Pakkasella suolatessa tulee huomioida tienpinnan lämpötilan kehitys; onko pinnan lämpötila laskemassa ja kuinka nopeasti. Suolauksessa tulee huomioida suolan sulatusvaikutus ja ajoradan kuivuminen. Vilkas liikenne auttaa kuivattamaan tietä. Jos tienpintaa ei saada riittävän kuivaksi, on riskinä, että tiellä oleva vesi jäätyy. Riski on olemassa erityisesti käytettäessä hygroskooppisia aineita kuten kalsiumkloridia.

### **Suolan käytön minimointi**

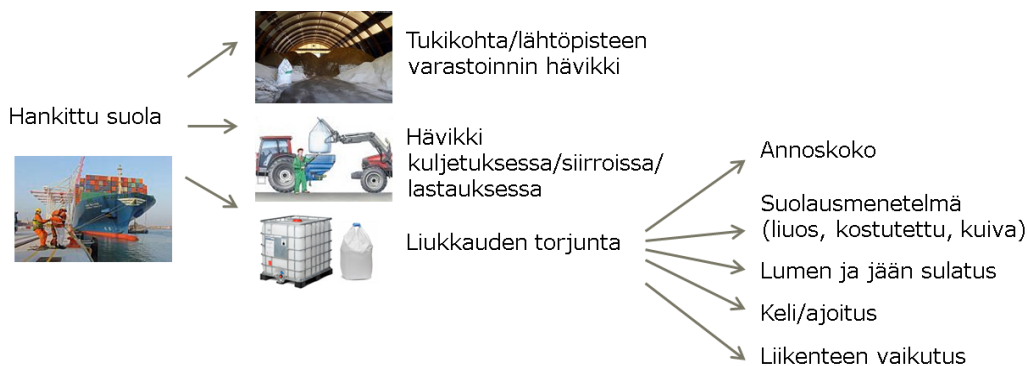
Suolan käyttö tulee minimoida sen ympäristölle, ajoneuvolle ja rakenteille aiheuttamien haittojen takia. Keskeistä on kuitenkin, että minimointi tehdään liikenteen turvallisuudesta tinkimättä. Suolan kulutusta on tarkasteltava kokonaisuutena, jossa kaikki yksityiskohdat otetaan huomioon.

Joillakin tieosuuksilla ja etenkin tärkeillä pohjavesialueilla voi olla tiukkoja rajoituksia suolan käytölle. Tällöin voidaan joutua käyttämään suolan lisäksi jotakin muuta liukkaudentorjuntamateriaalia tai -menetelmää. Liukkaudentorjuntamateriaalin ja

suolamäärien muuttuminen kesken tiejakson voi aiheuttaa epäjatkuvuutta. Vähennyksestä liukkaudentorjunnasta varoitetaan tienkäyttäjiä liikennemerkkein.

**Suolan kulutukseen voidaan vaikuttaa mm. seuraavin keinoin:**

- Varastoinnin hävikkiä pienentävät kunnolliset varastot ja huolellisuus kaikissa työvaiheissa (Kuva 46).
- Suolauksen oikea ajoitus vähentää tarvittavaa annosta.
- Annostus valitaan huolella, ja sitä muutetaan olosuhteiden mukaan.
- Mahdollisimman tarkka lumen auraus ja sohjon poisto vähentävät suolan tarvetta.
- Levittimen valinta. Suolausautomaatilla päästään tarkempiin levitysmääriin kuin lautaslevittimellä. Suutinlevittimellä liuos saadaan erittäin tasaisesti tienpinnalle.
- Levittimet on kalibroitava käytön ja materiaalien mukaan. Annostusvirhe voi aiheutua suolan laadun muuttumisesta, laitteiston kulumisesta tai muutoksista autossa ja levittimessä.
- Laitteiden toimintakuntoa on seurattava ja verrattava suunniteltuja kilometrikuluksia toteutuneisiin. Poikkeamien syyt on selvitettävä heti.
- Erityisesti rakeinen suola ajautuu luiskiin väärällä levitystekniikalla. Levitysnopeus, -leveys ja -suunta on valittava oikein. Suola sirotellaan usein liian leveälle ottamatta huomioon liikenteen vaikutusta.
- Ennen liikenteen vilkastumista levitetty suola ehtii liueta, joten irtonaisia suolaraakeita jää vähemmän liikenteen kuljetettavaksi.
- Liuossuolauksen käytön lisääminen. Suolaliuos pysyy kostutettua suolaa paremmin tiellä, eivätkä liikenteen ilmavirrat kuljeta suolaa merkittävästi ajoradan ulkopuolelle.



*Kuva 46. Suolan kulutukseen vaikuttavia seikkoja.*

#### 5.4.4 Liukkaudentorjunta hiekoittamalla

Hiekoitusta käytetään pääasiallisena liukkaudentorjuntamenetelmänä talvihoitoluokilla Ic, II ja III sekä kävely- ja pyöräilyväylillä. Hiekoitus tehdään pistehiekoituksena tai linjahiekoituksena. Hiekoitusta käytetään myös talvihoitoluokilla Is ja I esimerkiksi yli -6 °C pakkasjaksojen aikana, jolloin suolaus ei ole tehokasta. Hiekoituksessa voidaan käyttää suolatonta hiekkää tai suolahiekkää. Suolahiekan käyttöön voi olla rajoituksia urakka-asiakirjoissa esim. pohjavesialueilla tai TIB-teillä.

**Pistehiekoituskohteet** kuten tasoristeykset, kiertoliittymät, jyrkät mäet, kaarteet ja liittymät hiekoitetaan, kun liukkaus haittaa niiden käyttöä. Urakoitsijan on otettava huomioon teiden hoitoluokat toimenpideaikoinen. Työt pyritään teke-

mään ennakoiden ja viivyttämättä. Liittymien ja muiden ongelma-alueiden hiekoitus on tehtävä riittävän pitkälle matkalle sekä tulo- että poistumissuunnassa ottaen huomioon tien luokka, nopeusrajoitus, rautatie, geometria ja keliolosuhteet. Pistehiekoituksessa käytetään annoskokona noin 200–300 g/m<sup>2</sup>.

**Linjahiekoituksessa** käsitellään koko tiepituus. Ongelmakeleillä työt on aloitettava välittömästi, jotta ne ehditään tekemään toimenpideajassa. Ongelmakelien ennakointi on tien liikennöitävyyden ja työn ripeän edistymisen kannalta välttämätöntä. Suorilla tieosuuksilla hiekka levitetään keskelle tietä. Ongelmakohteissa, kuten mäissä ja kaarteissa, hiekka levitetään molemmille kaistoille. Hiekka levitetään molemmille kaistoille tai tien keskelle vähintään noin 3 m:n leveydelle. Linjahiekoituksessa sopiva materiaalmäärä on noin 0,7–1,0 t/km.

**Pakkasjaksojen aikana** liukkautta voi syntyä myös Is- ja I-talvihoitoluokan teille. Tällöin liukkaudentorjuntaan voidaan käyttää suolahiekkaa. Linjaosuudet voidaan hiekoittaa normaalia linjahiekoitusta kevyemmin (n. 150 g/m<sup>2</sup>, raekoko 0–6 mm), jos riittävä kittataso saavutetaan. Pakkasjaksojen aikaan erityisesti rampit, liittymäalueet ja kiertoliittymät tulee hiekoittaa. Suolahiekalla pyritään rikkomaan ohut jääkalvo tien pinnasta.



*Kuva 47. Suola- ja hiekkavarasto.*

### **Kuumavesihiekoitus**

Pakkaskeleillä on mahdollista käyttää kuumavesihiekoitusta. Hiekan kuumennus yksistään ei juurikaan paranna hiekan tarttuvuutta tien pintaan, vaan tähän tarvitaan myös veden tai vesihöyryn lisääminen. Veden pitää olla yli 95-asteista, jotta saadaan aikaiseksi vedellä kyllästyneitä kuumia hiekkamöykkyjä. Hiekkassa tulisi olla 8–12 % hienoaainesta, jotta vesi ja hiekka eivät erotu levitysvaiheessa. Kuumavesihiekoitukseen tarvitaan oma kalusto, jossa on lautas- tai telasiroitin. Väärällä työtavalla hiekka voi kovettua suuriksi jäisiksi palloiksi ja aiheuttaa vaurioita ajoneuvojen tuulilaseihin tai ajovaloihin. Urakoitsija vastaa mahdollisista vaurioista.

Kuumavesihiekoitus soveltuu vaativiin pistehiekoituskohteisiin, kuten jyrkkiin ja pitkiin nousuihin sekä liittymäalueille. Menetelmällä on mahdollista saavuttaa 2–3-

kertainen materiaalin pysyvyys ja hieman parempi kitka kuin normaalilla hiekoituk-  
sella. Kuumavesihiekoituksen vaikutus häviää plussakeleillä. Menetelmän käyttöä  
rajoittavat 7–10-kertainen hinta ja kaluston saatavuus. Kuumavesihiekoitusta on  
kokeiltu Suomessa. Norjassa se on yleisesti käytössä.

#### **5.4.5 Liukkaudentorjunta karhentamalla**

Karhentamisella voidaan parantaa polanteen kitkaa, jos tien pinta on jäänyt epä-  
tasaiseksi esimerkiksi auruksen jäljiltä tai jos tien pinta on jäänyt sileäksi. Kar-  
hentamisessa on tarkoitus saada polanteen pinta tasaiseksi mutta hieman rikotuksi  
0,5–2 cm:n syvyydeltä. Ohjeistusta syvemmät urat eivät paranna kitkaa. Karhen-  
nus nostaa myös polanteessa olevaa hiekkaa tien pintaan.

Karhentaminen on suositeltavaa tehdä tappiteriä käyttäen. Karhentamisen kitka-  
vaikutus vähenee, kun tien pinta silottuu liikenteen ja sääolosuhteiden yhteisvai-  
kutuksesta. Karhennuksen pysyvyyttä on seurattava, ja toimenpide on tarvittaessa  
uusittava.



*Kuva 48. Tappiterällä karhennettu polanne.*

Karhennusta tulee käyttää talvihoitoluokissa II ja III. Karhennusta voidaan käyttää  
myös polannepintaisilla talvihoitoluokan Ib tai Tib teillä. Karhennus turvaa enna-  
koiden kelin pysymistä kohtuullisena tienkäyttäjille, ja sillä voidaan tietyissä olo-  
suhteissa vähentää hiekoitustarvetta. Karhentaminen helpottaa myös tasaisuus-  
vaatimuksissa pysymistä ja polanteen paksuuden pysymistä riittävän ohuena.

## **5.5 Muut talvihoitotyöt**

### **5.5.1 Liikennemerkkien ja opasteiden puhdistus**

Lumen auraus, vallitsevat sääolosuhteet ja liikenne vaikuttavat hyvin paljon liiken-  
nemerkkien sekä opasteiden puhdistustarpeeseen. Auraus on mahdollista tehdä

niin, että turhalta puhdistustyöltä vältetään, esim. hidastamalla. Lumisuihkunohjain automaatiolla lisättynä voisi olla hyvä apuväline liikennemerkkien lumettumisen estossa.

Lumettuneiden ja kuuraantuneiden merkkien puhdistaminen on käynnistettävä riipeästi. Esim. odotettavissa oleva uusi lumisade ei ole hyväksyttävä peruste siirtää toimenpiteiden aloitusta. Turvallisuuden kannalta tärkeät merkit puhdistetaan viipymättä. Puhdistustyö on tehtävä siten, että liikenneturvallisuus ei vaarannu esim. pysähdysten, puutteellisen havaittavuuden tai työssä syntyvän höyryn takia. Puhdistustyötä ei saa tehdä liikenteen vastaiseen suuntaan.

Pehmeää harjaa ja lämmintä vettä voidaan käyttää erittäin likaisten sekä jäätyneiden merkkien puhdistuksessa. Helposti irtoava lumi voidaan poistaa pehmeällä harjalla ilman vettä. Merkkien hakkaaminen lumen irrottamiseksi ja hankaaminen kovalla harjalla on kielletty.

Opasteita ja merkkejä voidaan pestä myös koneellisesti. Koneissa voi olla etäältä ohjattava pyörivä pehmeä harjalaite tai painepesuri. Pyörivään harjaan johdetaan vettä koko pesun ajan. Painepesun paine ei saa ylittää 50 baaria. Painepesu on tehtävä kohtisuoraan pestävää pintaa kohti, ja vesisuihkun tulee olla hajanainen.



*Kuva 49. Opastustaulun puhdistus painepesurilla.*

Puhdistusaineet eivät saa sisältää hankaavia aineosia eivätkä vahvasti aromaattisia tai alkoholipitoisia liuottimia. Kemiallisesti aineen on oltava neutraalia, pH 6–8. Puhdistusaineita käytettäessä merkki on huuhdeltava puhtaalla vedellä. Erilaisia likaa estäviä pinnoitteita on testattu. Niiden käytöllä voidaan vähentää ja helpottaa

liikennemerkkien puhdistustyötä, etenkin hankalissa paikoissa, kuten ohituskaistojen päissä.

Nopea lämpötilanvaihtelu vaurioittaa helposti heijastavaa kalvoa. Merkkien pesua alle  $-10\text{ °C}$  lämpötilassa on vältettävä, joten pakastuminen on otettava huomioon työn ajoituksessa. Pesuveden lämpötila ei saa olla yli  $+50\text{ °C}$ .

**Reunapaalut** likaantuvat selvästi liikennemerkkejä enemmän. Reunapaalujen puhdistuksessa laimea pesuliuos auttaa lian irrottamisessa. Reunapaaluista irronneet ja kuluneet heijastimet on korvattava vastaavalla heijastinmateriaalilla, R2-kalvolla.

**Liikennepeilien** puhdistukseen pätevät samat menetelmät kuin liikennemerkkeihin. Peilien pesussa on varmistuttava, että pesuaine ei samenna akryylipeilin pintaa.

### 5.5.2 Varusteiden ja rakenteiden lumen- ja jäänpoisto

Teiden varusteisiin ja rakenteisiin tarttuu säänvaihtelujen sekä sulamisvesien myötä jäätä ja lunta eri muodoissa. Lumi ja jää saattavat estää varusteiden ja rakenteiden oikeanlaisen toiminnan sekä aiheuttaa ongelmia turvallisuuden kannalta.

Teiden ja kävely- ja pyöräilyväylien yläpuolisista rakenteista, kuten silloista, portaaleista sekä valaisinpylväistä, tulee poistaa liikennettä vaarantavat jääpuikot ja muut putoavat jää- ja lumimassat. Jääpuikkoja syntyy erityisesti valaisimien ja siltojen tippuputkien alle. Lumimassojen putoamiselle alttiita paikkoja ovat siltojen palkit liikuntasauvojen kohdalla.

Jääpuikkojen ja lumimassojen poistoon tarvitaan useimmiten nostokoria. Poistotyössä on liikenteen ohjauksen keinoin varmistettava, että putoavat massat eivät aiheuta vaaraa liikenteelle. Poistotyön jälkeen on varmistettava, että rakenteen alapuolinen väylä on laatuvaatimusten mukaisessa kunnossa.

Talvella lumi saattaa taivuttaa puita ja oksia maanteille ja kävely- ja pyöräilyväylille. Liikennettä haittaavat puut tulee poistaa ja oksat karsia. Oksien karsinnassa, erityisesti kävely- ja pyöräilyväylillä, kannattaa huomioida käytettävä auruskalusto. Lumiset ja jäiset oksat voivat rikkoa aura-auton kattovilkut ja peilit.

Liikennevalojen jakokaapistojen edustojen, puomien, tiesääasemien, kelikameroiden, nopeusvalvontakameroiden tms. teknisten laitteiden lumen- ja jäänpoistossa tulee huomioida laitteiden toiminnallisuus ja varoa niiden rikkoutumista. Teknisten laitteiden lähiympäristön lumenpoisto tehdään lapiolla. Puomien takapainon tai muun aukaisumekanismien toimintasäde tulee varmistaa riittävän laajalla lumenpoistolla.

Nopeusvalvontakameroiden koteloiden puhdistuksessa on huomioitava, että kameroissa on hälytysjärjestelmät. Turhia hälytyksiä ei saa aiheuttaa. Nopeusvalvontakameroiden koteloiden ja niiden ympäristön tulee olla lumitöiden jälkeen sellaiset, että kameran olemassaoloa kotelossa ei voida arvioida. Kamerakotelon linssin ja salamalaitteen aukot puhdistetaan lumesta viipymättä linssiä vahingoittamatta. Kamerakoteloa ja linssiä ei saa pestä painepesurilla.

Portaiden, pysäkkikatosten, roska-astioiden, wc-tilojen, infotaulujen edustojen, hiekkalaatikoiden tms. varusteiden lumenpoisto tehdään pääsääntöisesti käsin kollaalla, lapiolla tai harjalla. Pysäkkikatosten päällä olevat lumet on poistettava, kun lunta on kertynyt 0,5 m. Koneellinen varusteiden edustojen lumenpoisto tehdään riittävän kaukaa varusteita vaurioittamatta.

Portaiden epätasainen polanne on tasattava tai poistettava viipymättä sekä liukaudentorjunta varmistettava. Talvihoidotta jätettävälle portaille kulku on estettävä puomilla. Puomi on kiinnitettävä niin lujasti, että se ei irtoa muiden talvihoitotöiden yhteydessä.

### 5.5.3 Sulamisvesihaittojen torjunta

Syksyllä tulee varmistaa, että vedet pääsevät kulkemaan esteettömästi tieltä kuivatusjärjestelmiin. Tärkeimpinä toimenpiteinä ovat reunapalteen poisto sekä kaivojen kansien ja rumpujen huolellinen puhdistaminen. Talvella ja erityisesti keväällä voi tulla tilanteita, joissa sulamisvesi ei pääse tien kuivatusjärjestelmiin. Useimmiten syynä on, että rumpu, kaivo tai oja on jäässä tai reunapolanne tai aurasvalli estää veden kulkemisen. Sään äkillinen lämpeneminen voi aiheuttaa lammikoitumista tien reunoille myös talvella. Lauhan jakson aikana ongelmakohteet tulee tarkastaa riittävän usein.

**Rummut aukaistaan** yleensä höyrykehittimellä. Laitteiden käyttöön tarvitaan asianmukainen opastus. Työ on valmisteltava hyvin. Ennen aloitusta on huomioitava tuulen suunta, jotta höyryllä ei estetä liikenteen näkyvyyttä. Rummun alajuoksun pää puhdistetaan esteistä, jotta vesi pääsee virtaamaan vapaasti pois ja työskentely on turvallista. Rumpu aukaistaan syöttämällä alapuolelta kuumaa höyryä ohuen, taipuisan putken avulla. Yleensä jäähän tehdään vain pieni reikä, josta vesi syövyttää rummun auki. Lopuksi varmistetaan, että reikä ei jäädy ja että vesi pääsee virtaamaan.

Rummun jäätyminen syy on selvitettävä. Lisäksi on tutkittava, miten saman rummun jäätyminen voidaan tulevaisuudessa estää. Rumpuun voidaan asentaa vastuslanka sulatuksen helpottamiseksi. Tarkastuksilla sekä ennakoivilla toimenpiteillä luodaan edellytykset oikea-aikaisille hoitotoimille. Syksyllä rummun päähän löytyä aurasviitta tai muu merkki helpottaa rummun löytymistä. Helposti jäätyvät rummut tarkastetaan ja tarvittaessa avataan ennen lumen sulamista. Tiedossa olevissa ongelmapaikoissa laskuojien päiden jää- ja lumiesteitä avataan ennakkoiden keväällä.

Jäätyneet rummut ja muodostuneet paannejäät on aukaistava viimeistään silloin, kun vesi on noussut 30 cm:n päähän tien reunan alapuolelle.

Liittymärumpujen avaaminen jääesteistä kuuluu liittymän omistajalle. Mahdolliset poikkeavuudet tästä on tarkistettava sopimusasiakirjoista. Maantielle haittaa aiheuttavien jäätyneiden liittymärumpujen avaamisesta on kuitenkin huolehdittava.

**Sadevesikaivojen jään sulattaminen** voidaan tehdä myös höyrykehittimellä. Tällöin työssä tulee käyttää oikeanlaista suutinta. Monesti rutiläkannen jään osittainen sulattaminen riittää vesipatoumien aukaisuun. Joskus on myös siirrettävä lumimassoja veden virtauksen tieltä. Kaivojen etsimisessä voidaan hyödyntää metallinpaljastinta. Ongelmalliset kaivot on hyvä merkitä esim. aurasviitalla jo syksyn aikana. Kaivojen sijaintitietoa on urakka-asiakirjojen tiestötiedoissa.

**Siltojen osalta** on huomioitava sulamisvesien ja suolapitoisen lumen haitat myös rakenteille. Etuluiskattoman sillan alittavan tien ja kävely- ja pyöräilyväylän lumia ei saa aurata sillan alle etumuurin eteen, jos kyseisen tien tai kävely- ja pyöräilyväylän ja etumuurin välissä ei ole ojaa, jota myöten sulamisvedet voivat poistua sillan alta.

Etuluiskallisen sillan alittavan tien ja kävely- ja pyöräilyväylän lumia ei saa aurata sillan etuluiskaan, jos kyseisen tien tai kävely- ja pyöräilyväylän välissä ei ole ojaa, jota myöten sulamisvedet voivat poistua sillan alta.

#### 5.5.4 Paannejään torjuminen

Paannejäää syntyy, kun virtaava pintavesi tai maan sisältä purkautuva pohjavesi jäätyy ajoradalle tai ympärillä olevan maan tai kallioleikkauksen pinnalle. Virtaava vesi synnyttää useita ohuita jääkerroksia. Paantamiselle herkkiä paikkoja ovat erityisesti ojat ja rummut, joissa virtaavan veden luonnollinen kulku saattaa hidastua niin, että vesi jäätyy kerroksittain. Ilmasto- ja maasto-olosuhteet vaikuttavat paannejään syntyyn. Suurimmat paannejääongelmat esiintyvät Pohjois-Suomessa.



*Kuva 50. Paannejäää.*

Paanteen torjunnan työmäärät vaihtelevat paljon eri vuosina olosuhteiden mukaan. Paannejäää voidaan torjua ennakoiden esimerkiksi seuraavin keinoin:

- maa- ja kallioperän lämmön hyödyntäminen,
- veden virtausta muuttavien kohtien poistaminen kuivatusjärjestelmästä,
- uoman pohjan kaventaminen,
- lumen, jään ja niiden alle jäävän tyhjätilan hyödyntäminen,
- tierumpujen läpi kulkevien jäähdyttävien ilmavirtojen estäminen,
- veden johtaminen kuivatusjärjestelyin niin syväälle, että jäätyminen estyy ja
- veden sulana pysymisen varmistaminen lämmityskaapelilla tai lämpöeristeillä.

Paannejäästä varoittavat ennakoivat liikennemerkit on asetettava hyvissä ajoin niihin kohtiin, joissa paannejäää pääsee kertymään tiealueelle. Tarvittaessa voidaan



käyttää myös varoitusvilkkuja ja nopeusrajoitusta. Urakoitsijan tulee seurata paanepaikkoja ja tarkkailla niissä tapahtuvia muutoksia. Paanneherkkien rumpujen päät on merkittävä viitoilla sulan maan aikaan, jolloin ne löytyvät talvella paannejään sisältä.

**Paannejäätä poistetaan** mekaanisin menetelmin, ojista ja kallioleikkauksista kaivinkoneella ja ajoradalta tiehöylällä. Kaivaminen ulotetaan ojan pohjaan asti. Jäätyneet sivu- ja laskuojat avataan tarvittavilta osin sekä kaivetaan mahdollisimman kapeiksi ja syviksi, jotta virtaava vesi ei jäädy. Isot rummut ja silta-aukot saattavat täytyä joskus kokonaan paannejästä. Tällöin paannejää paloitellaan moottorisahalla.

Kallioleikkausten pinnoille syntyvien paannejäamassojen hallintaan on ideoitu myös vaijerirakenteita, jolloin jäämassoja ei tarvitse poistaa, vaan ne sulavat hallitusti keväällä ja valuvat turvallisesti maan pinnalle.

Paannejään torjuntamenetelmiä on kuvattu tarkemmin opinnäytetyössä *Paanteen torjunta Kittilän ja Ivalon kunnossapidon alueurakoissa* (Kaitala 2004).

## 5.5.5 Jäätiet

### Yleisiä periaatteita

**Jäätien paikan valinnassa** on selvitettävä kivikot, virtauspaikat, jään paksuus ja laatu, railot ja laivaväylät sekä jäätielle tulopaikat.

**Jäätien kantavuus** määräytyy jään tehollisen paksuuden (Taulukko 4) mukaan.

**Teräsjää** on lujaa yhtenäistä jäätä, joka on voitu tehdä myös jäädyttämällä. Teräsjään paksuus luetaan kokonaisuudessaan jään teholliseen paksuuteen. Jos jää muodostuu kahdesta erillisestä teräsjääkerroksesta, ei niiden vahvuutta voida laskea yhteen.

**Tumma kohvajää** on syntynyt tiivistyneen lumen ja veden jäätyessä. Kun tumma kohvajää on jäätnyt kiinni teräsjäähän, voidaan puolet tumman kohvajään paksuudesta laskea mukaan jään teholliseen paksuuteen. Tumman kohvajään paksuudesta voidaan ottaa huomioon kuitenkin enintään teräsjään vahvuuden verran.

**Vaalea kohvajää** syntyy, kun veden seassa on paljon lunta. Vaalea kohvajää ei lasketa teholliseen paksuuteen.

*Taulukko 4. Jääteillä sallitut ajoneuvoyhdistelmä-, akseli- ja telimassat jään tehollisen paksuuden mukaan.*

Jään tehollinen paksuus cm	Suurin sallittu ajoneuvoyhdistelmän massa tonnia	Suurin sallittu akselimassa tonnia	Suurin sallittu telimassa tonnia
20	2,0	1,5	-
25	3,0	2,0	-
30	4,5	3,0	3,0
40	7,0	5,0	5,0
50	12,0	7,0	8,0
60	17,0	9,0	11,0
70	23,0	11,0	15,0
80	31,0	14,0	20,0
90	39,0	17,0	26,0
100	48,0	20,0	32,0
112	60,0	20,0	32,0



*Kuva 51. Hailuodon jäätie.*

Tilaaajan edustaja tekee urakoitsijan mittausten perusteella päätöksen jäätien avaamisesta ja sulkemisesta yleiselle liikenteelle. Tyypillisesti jäätie avataan, kun jään vahvuus on 40 cm. Tämän jälkeen jäätien kuntoa ja jään kantavuutta heikentäviä seikkoja, kuten halkeamia, railoja ja veden korkeuden vaihteluita, seurataan jatkuvasti. Tarpeen vaatiessa ajorata siirretään uuteen paikkaan. Jäätie suljetaan keväällä tielle tulleen veden tai jään riittämättömän kantavuuden takia.

### **Kalusto**

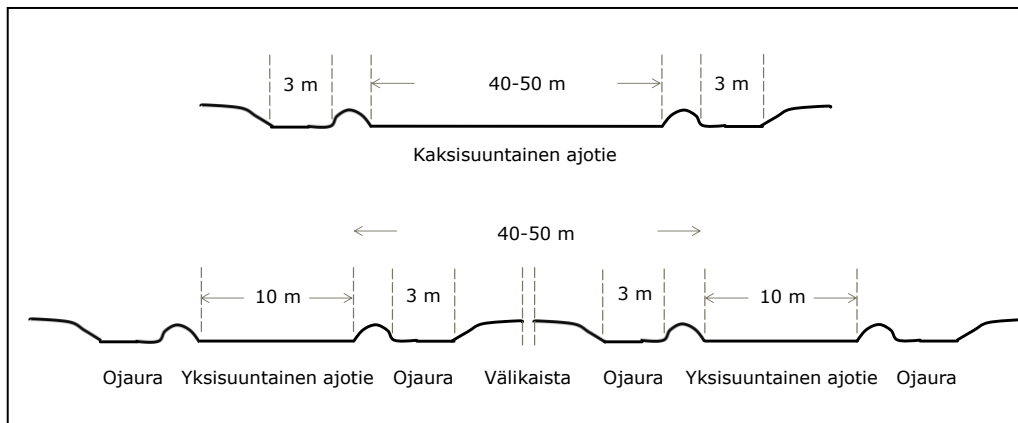
Jäätien auruksessa käytetään aluksi kevyitä koneita. Jään vahvistuessa voidaan siirtyä painavampaan kalustoon. Peruskoneiksi sopivat pick-up autot, latukoneet, traktorit ja kevyet kuorma-autot. Lumiauroiksi sopivat tavanomaiset vinoetaurat.

Jään mittauksessa ja tarkastustoiminnassa voidaan käyttää myös moottorikelkkaa. Jousittamaton työkonne voi aiheuttaa heiluvaa liikettä, mikä saattaa synnyttää rai-  
loja. Kalustossa käytetään vain tarpeellisia lisälaitteita painon minimoimiseksi.

### Jäätien työmenetelmä

Jään vahvuus mitataan jäätymisvaiheessa noin 100 metrin välein. Jäähän tehdään mittausta varten jääkairalla n. 15–20 cm halkaisijan reikä. Jään mittaustulokset raportoidaan tilaajalle. Paksuusmittausten yhteydessä ja muulloinkin on tarkkailtava jään kantavuutta heikentäviä seikkoja, kuten halkeamia, veden korkeuden vaihteluja ja virtausta. Aoraus voidaan aloittaa, kun jään vahvuus on noin 30 cm. Mittaustiheyttä voidaan harventaa, kun jäätien avaamisraja on saavutettu. Jääteillä on työskenneltävä pareittain, jolloin toinen seuraa jään mahdollisia liikkeitä.

Ennen jäätien avaamista tiestölle on laitettava aorausviitat, liikennemerkkit sekä muut ohjaus- ja sulkulaitteet. Jäätien liikenteen ohjauksessa noudatetaan Väyläviraston ohjeessa *Liikennemerkkien käyttö maanteillä* annettuja ohjeita ja määräyksiä. Painorajoituksissa käytetään kohtaamisten takia vain puolta Taulukko 4 kantavuusarvoista. Jään ylikuormitus aiheuttaa halkeamia ja heikentää kantavuutta oleellisesti.



*Kuva 52. Poikkileikkaukset yksi- ja kaksiajouraisista jääteistä. Poikkileikkauksessa voi olla myös ojaurat ajoteiden molemmin puolin.*

Jäätie voi olla joko yksiurainen ja kaksisuuntainen tai kaksiurainen ja yksisuuntainen eli kummallekin liikennesuunnalle on oma ajotie (Kuva 52). Lyhyille jääteille, joilla on kaksisuuntainen liikenne, aurataan yksi 40–50 m leveä ajotie. Pidemmille jääteille aurataan kaksi ajotietä, joiden liikenne on yksisuuntainen. Kummankin ajotien leveys on n. 10 m ja ajoteiden välinen kannas 40–50 m. Jäälle muodostuvat lumivallit pidetään matalina ja leveinä kuormituksen tasaamiseksi ja kinostumisen vähentämiseksi.

Ajotien molemmille puolille voidaan jättää matala, enintään 80 cm aorausvalli ja sen taakse n. 3 m leveä aurattu ojaura. Ojaura auttaa ajotien veden poistossa, tasaa lumimassan painetta, vähentää rai-  
lojen muodostumista ajotielle ja tasoittaa kinostumista. Yksisuuntaiset ajotiet kestävät kaksisuuntaisia pidempään. Varsinaisen ajotien läheisyyteen tehdään myös varareittejä, jotta esim. veden nousun tai railon muodostumisen jälkeen liikenne voidaan johtaa ehjälle ajotielle. Valmiiksi aurattujen ajoteiden kantavuus on parempi kuin auraamattomien. Jäätien pintaa voidaan joutua tasaamaan esimerkiksi tuulen tuomien jäälevyjen takia.

### 5.5.6 Tunnelit

Maantietunneleiden suuaukot ovat talvihoidon kannalta erityistä huomiota vaativia kohteita. Aura tulee tyhjentää hyvissä ajoin ennen suuaukkoa, eikä lunta saa aurata tunneliin. Tunnelin suuaukolle ei saa päästää muodostumaan aurasvallia. Aika ajoin suuaukoilta joudutaan kuljettamaan lunta pois. Lumen aurauksen yhteydessä poistetaan myös ajoneuvojen renkaissa tunneliin kulkeutunut lumi.

Tunneleihin liittyy yleensä paljon tekniikkaa, jota täytyy varoa. Tunneliin liittyvien puomien kohdalta lumi poistetaan niin, että puomit ja muut tunneliin liittyvät laitteet eivät vaurioidu ja puomit ovat aina käyttökunnossa.

Liukkaudentorjunnan kannalta tunneleiden suuaukot ovat ongelmakohteita. Liikenteen synnyttämät ilmapirrat saattavat aiheuttaa kuuraa suuaukkojen lähelle. Liukkautta torjuttaessa tulee varmistaa, että tunneliin ajoneuvojen renkaissa kulkeutunut lumi tai vesi ei pääse jäätymään ja aiheuttamaan yllättävää liukkautta. Tunneleiden polanteettomuus ja kuivatuksen toimivuus varmistetaan aina muun hoidon yhteydessä.

### 5.5.7 Varalaskupaikat

Varalaskupaikkojen talvihoidossa noudatetaan samoja laatuvaatimuksia ja talvihoitomenetelmiä kuin kyseisellä tiellä muutenkin.

Ajosuuntien välissä mahdollisesti olevaa leveää sulkualuetta voidaan käyttää lumetilana. Ajosuuntien välissä oleva matala lumivalli vähentää osaltaan kohtaamisen nettomuuksien riskiä. Jos keskialuetta käytetään lumen välivarastointiin, tulee sulkualan päihin asentaa päällystettä vaurioittamatta **Liikenteenjakaja**-liikenne-merkki.

Keskialueelle varastoitu lumi tulee siirtää pois kevättalvella hyvissä ajoin ennen lumien sulamista. Varalaskupaikkojen normaalia pienempi sivukaltevuus lisää sulamisvesien jäätymisriskiä. Varalaskupaikkojen kuivatuksen toimivuuteen tulee kiinnittää erityistä huomiota. Keskialueen puhdistamisen yhteydessä poistetaan myös alkutalvesta sulkualan päihin asennetut liikenteenjakajaa osoittavat liikenne-merkit.

Varalaskupaikkoihin liittyy yleensä normaalista tieympäristöstä poikkeavia rakenteita ja varusteita. Aurasviitoituksen yhteydessä merkitään myös pysäytysvaijereiden anturat sekä muut erityisrakenteet. Aurasviitat asennetaan noin metrin päähän rakenteesta.

### 5.5.8 Erikoiskohteita

#### Rakennustyömaat

Liikenteellä olevien työmaa-alueiden talvihoito kuuluu yleensä maanteiden hoitourakoihin. Oleellista on selvittää ja sopia talvihoidon vastuut sekä muutoksista viestintä työmaan ja hoitourakoitsijan kesken.

Työmaarakenteet, liikenteenohjauslaitteet sekä väliaikaiset kiertotiet asettavat yleensä rajoituksia käytettäville peruskoneille ja lisälaitteille. Työmaa-alueella ajoneuvoliikenteelle varattu osa on yleensä muun tien poikkileikkausta kapeampi,

mikä on huomioitava auraa valitessa. Talvihoidossa ei saa vahingoittaa liikenteenohjauslaitteita.

Liikenteenohjauslaitteiden hoito, esim. puhtaanapito, kuuluu yleensä työmaan vastuulle. Työmaa-alueiden työnaikaiset liikennejärjestelyt muuttuvat usein, joten hoitourakoisijan tulee seurata työmaa-alueissa tapahtuneita muutoksia.

### **Tulli- ja rajanylityspaikat**

Valtakunnan maarajaan rajoittuvat hoitourakat sisältävät tavallisesti myös tulli- ja rajanylityspaikan hoidon. Raja-asemien talvihoitokäytännöt on määritetty maanteiden hoitourakan asiakirjoissa.

### **Lauttarannat**

Hoitourakkaan kuuluu hoitaa maantie lauttarannassa pysäytyspuomiin saakka. Puomin kohdalle ajoradalle ei saa jättää talvihoitotöiden yhteydessä lunta liikennettä haittaavasti. Puomin ja kulturin välisen tieosuuden pienimuotoiset hoito- ja ylläpitotyöt kuuluvat lauttaliikenteen palveluntuottajan tehtäviin. Lauttalaituri ei yksin kanna hoitokaluston painoa, joten sille ei saa ajaa, ellei lautta ole kiinni kalturissa.

---

## Kirjallisuusluettelo

Evolution of the PDCA cycle, esitys 16th. Moen, Ronald & Norman, Clifford. (2009). Deming Research Seminar Feb.2010.

Ennakoiva liukkaudentorjunta, Koulutusaineisto, e-laatu. Tuotannon palvelukeskus, Tampereen kehitysyksikkö. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 6/1996.

Hankinnan toimintalinjat 2020, Helsinki. Väylävirasto. Väyläviraston julkaisuja 7/2020. ISBN 978-952-317-760-4.

Kalsiumkloridin sivuvaikutukset. Helsinki 2006. Elina Vestola, Pekka Pohjanne, Leena Carpén, Tuija Kaunisto, Tiina Ahlroos. Tiehallinnon selvityksiä 38/2006.

Kävely- ja pyöräilyväylien hoito, Menetelmätieto. 2020. Väylävirasto. Väyläviraston ohjeita 2/2020.

Kitkanmittauksen menetelmäkuvaus ja vaatimukset jarrutuskitkamittareille. 2012. Liikennevirasto. Helsinki. Ohje Dnro 5753/060/2011.

Väylärakentamisen kaluston ympäristövaatimukset, Tiekartta työkone- ja kuljetuskaluston vaatimuksiin vuosille 2022-2030. Väylävirasto. 2021. Helsinki. Väyläviraston julkaisuja 63/2021. ISBN 978-952-317-911-0.

Kuumavesihiekoitusmenetelmä. Raportti kokeiluista Savo-Karjalan tiepiirin alueella. 2003. Kuopio. Tiehallinnon selvityksiä 55/2003. TIEH 3200842. ISBN 951-803-156-8.

Liikenne tietyömailla – Tienpitoajoneuvot. 2013. Helsinki. Liikennevirasto. Liikenneviraston ohjeita 40/2013. ISBN 978-952-255-375-1.

Liikenne tietyömaalla – Kunnossapitotyöt. 2020. Helsinki. Väylävirasto. Väyläviraston ohjeita 15/2020.

Lumitilat yleisillä teillä. Matti Turunen. Diplomityö. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto. 30.5.1991. Tampere.

Maanteiden talvihoito. Laatuvaatimukset. Helsinki 2018. Liikenneviraston ohjeita 33/2018. Liikennevirasto.

Natriumformiaatti liukkaudentorjunnassa. 2017. Helsinki. Liikennevirasto. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 39/2017. ISBN 978-952-317-300-2.

Talvihoidon toimintalinjat. Helsinki 2018. Liikennevirasto. Liikenneviraston toimintalinjoja 1/2018. ISBN 978-952-317-598-3

Menetelmäkuvaus ja laatuvaatimukset jatkuvatoimisille kitkamittareille. 2015. Helsinki. Ohje Dnro LIVI/4495/05.00/2015.

Paanteen torjunta Kittilän ja Ivalon kunnossapidon alueurakoissa. 2004. Esa Kaitala. Opinnäytetyö.

Radanpidon turvallisuusohjeet (TURO). 2017. Helsinki. Liikennevirasto. Liikenneviraston ohjeita 15/2017. ISBN 978-952-317-398-7.

The New Economics. Deming, W.E. 1993. MIT Press. Cambridge, MA. page 135.

Tilaaajan kalustovaatimusten vaikutus teiden talvikunnossapitotöiden kustannuksiin. Selvitystyö. 2013. Helsinki. Liikenneviraston tutkimuksia ja selvityksiä 13/2013. ISBN 978-952-255-277-8.

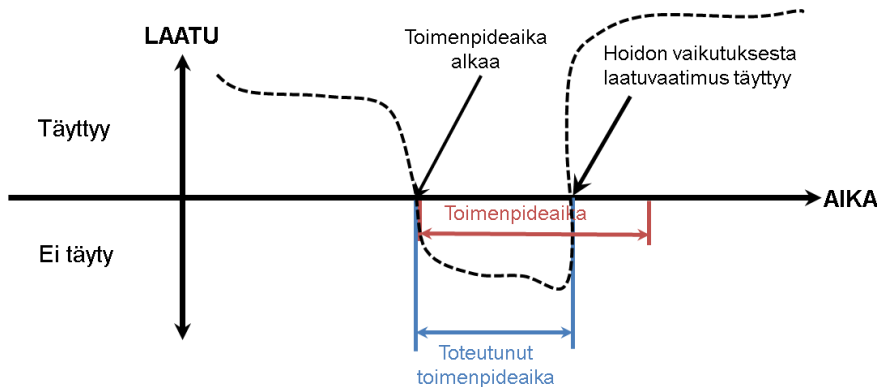
Uutta tietoa suolasta ja liukkaudesta. Taisto Haavasoja. Teconer Oy. Esitelmä. Tiesää-päivät 3.-4.6.2015 Kouvola.

## Toimenpideaika

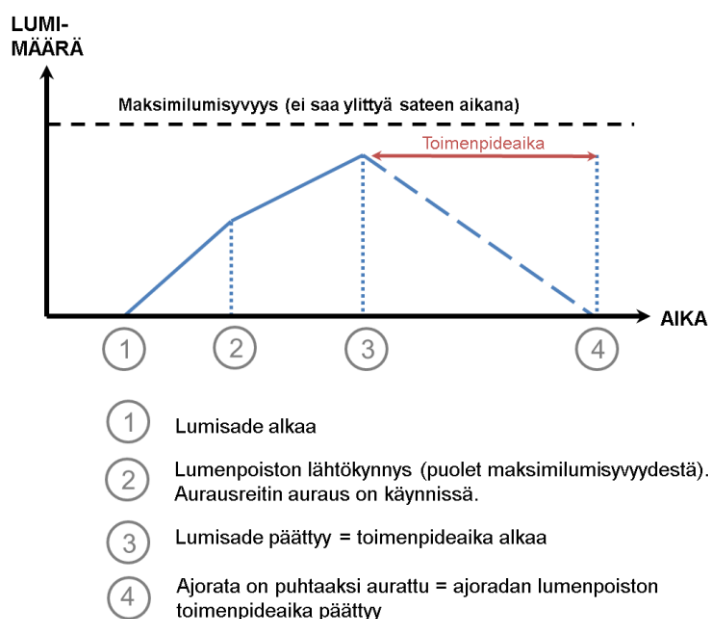
Toimenpideaikaan sisältyy sekä laadullinen että ajallinen vaatimus. Laadullinen vaatimus sisältää hyväksyttävän laadun kuvauksen, esim. liukkaudentorjunnassa kitka-arvo vähintään 0,30. Ajallisessa vaatimuksessa esitetään, miten nopeasti laadun alituksen jälkeen laatu on palautettava ja miten tämä aika lasketaan (esim. toimenpideaika 2 h).

**Lumen- ja sohjonpoiston toimenpideaika** tarkoittaa aikaa sateen päättymisestä ajoradan aurauksen loppuun saattamiseen.

- Aurauksen on oltava käynnissä lähtökynnyksen määrittelemällä lumikertymällä (puolet maksimilumisyyvyydestä).
- Sateen aikana ja toimenpideaikana maksimilumisyyvyys ei saa ylittyä.
- Kun sateen päätyttyä aurataan ja suolataan samanaikaisesti, noudatetaan lumenpoiston toimenpideaika.
- Sateen jälkeen suolatun tien sohjo on poistettava sohjonpoiston toimenpideajassa suolauksen toimenpideajan päättymisestä.



Kuva 1. Toimenpideaikakäsite; esimerkissä toimenpideaika ei ole ylittynyt.



Kuva 2. Toimenpideaika ajoradan lumenpoistossa.



**Liukkaudentorjunnan toimenpideaika** tarkoittaa aikaa laatuvaatimusten alituksesta työn toteutuksen loppuun. Tien on toimenpideaajan päätyttyä oltava esim. suolattu, hiekoitettu tai karhennettu ja täytettävä laatuvaatimukset.

Urakoitsija voi vaikuttaa toteutuvaan toimenpideaikaan seuraavilla asioilla:

- päätös toimenpiteestä (hyvin ennakoon – myöhässä),
- lähtönopeus (nopea–hidas) ja
- hoitoreitille kuluva kierrosaika (lyhyt–pitkä).

Työn oikea-aikainen aloitus on toimenpideaajassa pysymisen kannalta keskeistä. Lähtönopeuteen vaikuttavat kuljettajan lähtövalmius kotoa, työmatkaan kuluva aika, työkoneneen laittaminen lähtövalmiiksi ja ajo hoitoreitin alkuun. Lähtöön kuluva aika on otettava huomioon hoitolenkkien mitoituksessa. Kierrossaikaan vaikuttavat mm. menetelmä, olosuhteet ja liikenne.

*Taulukko 1. Toteutuvaan toimenpideaikaan vaikuttavat hoitoketjun osat ja ajat. Negatiivinen aika tarkoittaa hälytystä, joka on annettu ennen toimenpideaajan käynnistymistä.*

(esimerkki suolauksesta)	Aika, minuuttia		
	hyvin ennakoitu työ	normaali toiminta	Epäonnistunut työ
Hälytyshetki-toimenpideaajan alku	-120	- 30	60
Kuljettajan saapuminen tukikohtaan	10	20	75
Koneen laittaminen lähtövalmiiksi	0	10	60
Matka tukikohdasta reitin alkuun	5	10	20
Hoitolenkkiin kuluva aika	90	110	150
Työ epäonnistui, uusi kierros	0	0	150
<b>Yhteensä</b>	<b>-15</b>	<b>120</b>	<b>505</b>

Taulukon 1 esimerkissä hyvin toimittuna ennakosuolaus saadaan valmiiksi ennen toimenpideaajan käynnistymistä. Jos työ epäonnistuu ja suolaus joudutaan uusimaan, kuluu aikaa huomattavasti enemmän.

Tietyissä tilanteissa toimenpideaajan käynnistyminen on helppo todeta, mutta usein laatu heikkenee vähitellen ja täsmällistä toimenpideaajan alkamista on hankala määrittää. Esim. suolauksessa työt voidaan usein tehdä ennakoiden niin, että laatuvaatimus ei edes alitu.

# Liukkauden synty sääilmiöiden vaikutuksesta

## Kastepistelämpötila

Määritelmä ja ilmeneminen: Ilmaan mahtuu vain tietty määrä vesihöyryä. Lämpimämpään ilmaan vesihöyryä mahtuu enemmän. Kastepiste on se lämpötila, jossa ilmassa oleva vesihöyry (suhteellinen kosteus on 100 %) alkaa tiivistyä vesipisaroiksi. Vesihöyry tiivistyy sumuksi ilmakehään tai kasteeksi jollekin pinnalle, esim. tienpinnalle. Pinnan ollessa pakkasella tiivistyminen tapahtuu suoraan kuuraksi tai jääksi.

## Kastepiste-ero

Määritelmä ja ilmeneminen: Kastepiste-erolla tarkoitetaan tiesääjärjestelmässä tien pinnan lämpötilan ja kastepistelämpötilan välistä eroa. Jos kastepiste-ero on negatiivinen eli tienpinnan lämpötila on alhaisempi kuin kastepistelämpötila, tiivistyy vesihöyry tienpinnalle. Mitä suurempi negatiivinen kastepiste-ero on, sitä enemmän vesihöyryä tiivistyy tienpintaan. Jos kastepiste-ero on positiivinen eli tienpinnan lämpötila on korkeampi kuin kastepistelämpötila, tienpinta vastaavasti kuivuu.

## Musta jää

Määritelmä ja ilmeneminen: Kasteen tiivistymistä ja jäätymistä tienpintaan kutsutaan mustaksi jääksi, koska tuolloin pintaan pääsee muodostumaan hyvin ohut kerros läpinäkyvää ja vaikeasti havaittavaa jäätä. Mustaa jäätä muodostuu etenkin syksyllä korkeapaineella, esim. selkeänä yönä säteilyjäähdytymisen seurauksena. Ilmassa oleva kosteus alkaa tiivistyä tienpintaan, kun tien pinnan lämpötila laskee kastepistelämpötilan alapuolelle. Tiivistynyt kaste jäätyy, kun tienpinnan lämpötila laskee nollan alapuolelle. Mustaa jäätä esiintyy herkimmin paikallisesti esim. sillan kansilla ja tieosuuksilla, joissa on routaeristeitä tai vastaavia tienpintaa eristäviä rakennelmia. Huomioitavaa on, että ulossäteilyn takia tienpinnan lämpötila voi olla useita asteita ilman lämpötilaa alempi.

Hoitotoimenpiteet: Mustan jään liukkaus torjutaan ennakkosuolauksen avulla. Ennakkosuolaus tehdään tyypillisesti liuossuolalla (n. 10 g/m<sup>2</sup> suolaliuosta) tai kostutetulla suolalla. Tienpinnan tilaa tulee seurata ja tarvittaessa uusua suolaus.

## Kuura

Määritelmä ja ilmeneminen: Kuura syntyy, kun tienpinnan lämpötila on pakkasella ja alempi kuin kastepistelämpötila. Ilmassa oleva kosteus härmistyy tienpintaan eli muuttuu suoraan vesihöyrystä lumikiteiksi. Kuura syntyy yleensä säteilyjäähdytymisen seurauksena selkeällä säällä, jolloin tienpinta luovuttaa lämpöä ja sen lämpötila laskee voimakkaasti.

Hoitotoimenpiteet: Kuuran aiheuttaman liukkauden torjunnassa on seurattava tienpinnan lämpötilan kehittymistä. Kun arvioidaan, että tienpinnan lämpötila laskee alle -4 °C (Is-luokan teillä -6 °C), suolauksen aiheuttama kosteus tulisi saada kuivumaan tienpinnasta. Kun tienpinta on selkeästi pakkasen puolella ja tilanteen arvioidaan jatkuvan samanlaisena, jatketaan liukkauden torjuntaa hiekalla. Kun arvioidaan, että tienpinnan lämpötila ei laske alle -4 °C (Is-luokan teillä -6 °C), liukkaus torjutaan suolalla. Suolan annostukseen vaikuttavat tiellä olevan kosteuden määrä ja tienpinnan lähituntien lämpötilaennuste (suolaliuosta 10–20 g/m<sup>2</sup> tai kostutettua suola).

## Huurre

Määritelmä ja ilmeneminen: Huurre syntyy yleensä sään lauhtumisen seurauksena. Ilmassa oleva sumupilvi on edellytyksenä huurteen synnylle. Ilmassa olevat pisarat tai vesihöyry kulkeutuvat tuulen mukana ja jäätyvät pinnoille, myös pystypinnoille. Huurre syntyy tuulen puolelle. Huurretta syntyy myös pilvisellä säällä, toisin kuin kuuraa.

Hoitotoimenpiteet: Huurteen aiheuttama liukkaus torjutaan suolalla tienpinnan lämpötila huomioiden. Suolamäärä riippuu tiellä olevan kosteuden määrästä (suolaliuosta 10–20 g/m<sup>2</sup> tai kostutettua suolaa).

## Kylmissä lämpötiloissa esiintyvä liukkaus (ns. pakkasliukkaus)

Määritelmä ja ilmeneminen: Pakkasella (alle -7 asteessa) voi esiintyä liukkautta, joka ei aiheudu sääolosuhteista itsestään. Liukkaus syntyy, kun pitkän pakkasjakson aikana liikenne kiillottaa tienpinnan ajourat liukkaiksi. Tienpinnan kiillottuminen johtuu pakkasen ja liikenteen yhteisvaikutuksesta. Ajoneuvot tuovat tienpinnalle kosteutta mm. pakokaasun, ilmastoinnin kondenssiveden, pölyävän lumen ja lämpimien renkaiden kautta.

Hoitotoimenpiteet: Pakkasella esiintyvää liukkautta on mahdollista vähentää pienellä määrällä suolaliuosta (enintään 5 g/m<sup>2</sup>). Suolaaminen edellyttää kuitenkin riittävää liikennettä heti suolausajankohdan jälkeen. Toimenpide saatetaan joutua uusimaan ennen seuraavaa ruuhkahuippua.

## Vesisade kylmälle tienpinnalle

Kun vettä sataa tienpinnalle, jonka lämpötila on nollan alapuolella, vesi jäätyy osittain ja muodostaa laikukkaan jääpeitteen. Pintalämpötilat tien eri kohdissa vaihtelevat ympäristötekijöiden ja tien runkorakenteen takia. Nollan vaiheilla olevissa keleissä tämän tyyppinen liukkaus voi olla hyvinkin paikallista ja yllättävää.

## Jäätävä sade

Määritelmä ja ilmeneminen: Jos ylempänä ilmakehässä on lämmin kerros, voi sade tulla vetenä, vaikka ilma ja pinnat olisivat pakkasella. Tällöin vesipisarat jäätyvät heti osuessaan tienpintaan ja mahdollisesti myös auton tuulilasiin. Jäätävien sateiden ennustaminen on usein vaikeaa paikallisuuden ja niiden lyhyen keston vuoksi.

Hoitotoimenpiteet: Jäätävän sateen liukkaudentorjunta riippuu veden määrästä ja pinnan lämpötilasta. Vesimäärä ja pakkasen määrä lisää käytettävän suolan määrää. Sateen pituus on otettava huomioon liukkaudentorjunnassa. Liukkaudentorjuntatyö voidaan joutua uusimaan useastikin. Tiestön paikallisen kelin seurannalla on erittäin tärkeä merkitys. Joissakin tapauksissa liukkautta torjutaan hyvin alhaisissa lämpötiloissa suolahiekalla.

## Pilvisyys

Pilvisyys vaikuttaa tienpinnan lämpötilaan ja suoraan myös tienpinnan jäätymiseen. Paksu pilvikerros on kuin peitto, joka estää maan lämpösäteilyn pääsyn avaruuteen. Märrät tienpinnat pysyvät sulina, kun ilman lämpötila on nollan lähellä.

Ohut yläpilvikerros päästää vastaavasti valtaosan säteilystä avaruuteen, ja sen suojaava vaikutus on vähäisempi. Talvikaudella, kun pilvipeite ohenee tai poistuu kokonaan, märrät

tienpinnat jäätyvät maanpinnan lämmön ulossäteilyn takia. Selkenemistilanteissa jäätyminen tapahtuu hyvin nopeasti. Tällaiset tilanteet edellyttävät pilvisyyden ohentumisen seuranta ja tarvittaessa hyvin nopeaa liukkaudentorjunnan käynnistämistä.

Tässä liitteessä esitetyt sääilmiöiden ja niiden hoitotoimenpiteiden kuvaukset ovat yksinkertaistettuja. Todellisuudessa sääilmiöt vaikutuksineen voivat vaihdella tiestöllä hyvin nopeasti, jolloin toimenpiteitä joudutaan miettimään muuttuvissa olosuhteissa. Edellisen sääilmiön aiheuttamat hoitotoimenpiteet voivat olla vielä käynnissä, kun sääilmiö muuttuukin jo toisenlaiseksi.

Hoitotoimenpiteisiin vaikuttaa tien talvihoitoluokka. Is-, I- ja Ib-talvihoitoluokilla käytetään suolaa ja hiekkaa liukkauden torjuntaan. II- ja III-talvihoitoluokilla käytetään vain hiekkaa ja korvennusta. Syksyllä tehdään kuitenkin mustan jään liukkaudentorjuntaa suolaliuksilla kaikilla päällystetyillä teillä.

## Talvihoitoluokkien kuvaukset

Väylävirasto määrittelee teiden hoidon palvelutason. Palvelutaso määräytyy tien liikennemäärän, liikenteen koostumuksen, toiminnallisen luokan ja jossain määrin alueen ilmaston mukaan. Tiet on luokiteltu hoitoluokkiin, joista luokan Ise palvelutaso on korkein ja luokan III matalin:

**Hoitoluokka Ise:** Liukkautta torjutaan ennakoiden ilman toimenpideaikaa (toimenpideaika = 0 h). Muut vaatimukset ovat samat kuin hoitoluokassa Is.

**Hoitoluokka Is:** Tie on sään muutostilanteita lukuun ottamatta paljas. Keski- ja Pohjois-Suomessa sekä kylminä ajanjaksoina myös maan eteläosassa tiellä voi olla jonkin verran pitkittäisiä ohuita polannekaistoja, jotka eivät erityisesti vaikuta ajamiseen. Pitkinä pakkaskausina, jolloin suolaus ei ole mahdollista, tien pinta voi olla osittain jäinen. Liukkaus torjutaan pääsääntöisesti ennakoivilla toimenpiteillä.

**Hoitoluokka Ib:** Tie on pääosan talvea paljas tai siinä voi esiintyä kapeita, matalia polannekaistoja ajokaistojen ja ajourien välissä. Sään muutostilanteissa tiellä voi olla lievää liukkautta. Myös liikennemäärän vaihtelu saattaa hieman vaikuttaa palvelutasaan. Liukkauden ongelmatilanteet pyritään estämään ennakoivalla liukkaudentorjunnalla. Liukkaudentorjunta tehdään pääosin suolalla, mutta suolaa pyritään käyttämään vähemmän kuin korkeammassa hoitoluokassa ottaen huomioon liikennemäärän. Tielle tavoitellaan mahdollisimman tasaista ja yllätyksetöntä kitkatasoa ja kuivaa tienpintaa. Tarpeen mukaan tehdään pistehiekoituksia ja linjahiekoituksia, yleensä suolahiekalla.

**Hoitoluokka Ic:** Tie on yleensä joko osittain tai kokonaan polannepintainen. Suolaa käytetään yleensä vain poikkeustapauksissa tai kun ennakoidaan erityisen vaikeita keliolosuhteita. Erityisesti syksyisin voidaan kuitenkin liikenneturvallisuussyistä käyttää suolaa. Tiellä on ongelmatilanteita lukuun ottamatta hyvä talvikeli, joka ei ole täysin pitävä mutta riittävän turvallinen, jos tienkäyttäjät huomioivat vallitsevat olosuhteet. Polanneurat ja -pinta tasataan mahdollisimman tasaisiksi. Liukkaudentorjunnassa käytetään pääosin piste- ja linjahiekoitusta sekä riittävää polanteen karhennusta.

**Hoitoluokka II:** Tien pinta on pääosin polannepintainen. Liikennemäärän vaihtelun vuoksi polanne voi olla osittain lievästi urautunut. Tie on normaalitilanteissa maltilliseen liikennöintiin riittävän pitävä ja tasainen. Risteysalueet, mäet ja kaarteet hiekoitetaan niin, että liikkuminen normaalitilanteissa on turvallista. Ongelmatilanteissa tie hiekoitetaan kokonaan. Vaikeissa säätilanteissa, kuten esimerkiksi sään äkillisesti lauhtuessa, sataessa vettä polannepinnalle tai heti lumisateiden jälkeen, tienkäyttäjiltä edellytetään erityistä varovaisuutta.

**Hoitoluokka III:** Tiestö on pääosan aikaa polannepintainen, mutta paikoin tie voi olla lievästi urautunut. Tie on normaalitilanteissa maltilliseen liikennöintiin riittävän pitävä ja tasainen. Risteysalueet, mäet ja kaarteet hiekoitetaan niin, että liikkuminen normaalitilanteissa on turvallista. Ongelmatilanteissa tie hiekoitetaan kokonaan. Sään muuttuessa ja erityisesti veden sataessa polannepinnalle keli voi olla useiden tuntien ajan ongelmallinen, jolloin ajaminen vaatii suurta varovaisuutta.

## Talvihoidon keskeiset laatuvaatimukset

KESKEISET LAATUVAATIMUKSET AJORADAN KITKALLE							
Talvihoitoluokka	Ise ja Is	Ib	Ic	II	III	K1	K2
Kitkavaatimus	0,30	0,25	0,25 (toimenpide- raja)	karhennettu tai hiekoitettu pinta, ongelmakohteet pistehiekoitetaan		liikenteen tarpeen mukainen	
	tiempinta alle -6 °C  0,25	tiempinta alle -4 °C  0,22	pistehiekoitus 0,25 linjakäsittely 0,22			klo 22 jälkeen K1 klo 06:00 K2 klo 07:00 mennessä	
Toimenpideaika alittumisesta	Ise 0 h Is 2 h	suolaus 3h linjahiekoitus 4h	linjahiekoitus 4 h (suolaus 3 h)	linjahiekoitus 5 h	linjahiekoitus 7 h	2 h	3 h
Kitka-arvon ja kelin vastaavuus							
Kitka-arvo	0,00 - 0,14	0,15 - 0,19	0,20 - 0,24	0,25 - 0,29	0,30 - 0,44	0,45 - 1,00	
Tienpinnan kuvaus	pääkallokeli, märkä jää, erittäin liukas	jäinen,  liukas	sileä polanne,  tydyttävä talvikeli	pitävä jää- ja lumipolanne, hyvä talvikeli	paljas ja märkä, pitävä keli	paljas ja kuiva, pitävä keli	
KESKEISET LAATUVAATIMUKSET AJORADAN LUMISUUDELLE							
Talvihoitoluokka	Ise ja Is	Ib	Ic	II	III	K1	K2
Maksimilumi- syyvyys sateen aikana	4 cm	4 cm	4 cm	8 cm	10 cm	3 cm	4 cm
Puhtaana sateen päättymisestä	2,5 h (sohjo 2 h)	3 h (sohjo 2,5 h)	3 h	4 h	5 h	3 h	4 h
<p>Aurauksen on oltava käynnissä, kun puolet maksimilumisyyvyydestä (ns. lähtökynnys) on kertynyt jossakin aurareitillä. Em:sta poiketen klo 02-20 luokalla II lähtökynnys on 3 cm ja luokalla III 4 cm.</p> <p>Maksimilumisyyvyys ei saa ylittyä sateen aikana ja toimenpideaikana sen jälkeen.</p> <p>Sohjoa sallitaan vain puolet lumen määrästä.</p> <p>Toimenpideaika alkaa, kun sade loppuu ja päättyy kun ajokaistat on aurattu puhtaaksi.</p> <p>Kun sade päättyy klo 22 jälkeen, aurataan K1 väylät klo 06:00 ja K2 väylät klo 07:00 mennessä.</p> <p>Luokissa K1 ja K2 maksimilumisyyvyys yöllä klo 22:00 - 06:00 (07:00) on 8 cm.</p>							
KESKEISET LAATUVAATIMUKSET AJORADAN TASAISUUDELLE							
Talvihoitoluokka	Ise ja Is	Ib	Ic	II	III	K1	K2
Suurin sallittu epätasaisuus	-	1,5 cm	1,5 cm	2 cm	2 cm	2 cm	2 cm
<p>Kylminä kausina, kun suolaus ei ole mahdollista luokkien Ise ja Is tasaisuusvaatimus on 1 cm.</p> <p>Kapeat polanneurat tai muut polanteen epätasaisuudet eivät saa häiritä merkittävästi ajamista.</p> <p>Päällysteeltään epätasaisen tien polanne pidetään harjanteiden kohdalta mahdollisimman ohuena.</p> <p><b>Kävely- ja pyöräilyväylien laatuikäytävälle (L) määritellään talvihoidon laatuvaatimukset erikseen.</b></p>							

## Aurausreitin mitoitus

Aurausreitin mitoituksessa tulee huomioida monenlaisia yksityiskohtia. Taulukossa on muutamia viitteellisiä mitoitukseseen liittyviä aikamenekkejä.

*Taulukko 1. Aurausreitin mitoituksessa käytettäviä viitteellisiä aikamenekkejä.*

<b>Reitin yksilöinti</b>		<b>Aikamenekki</b>
Kuljettajan saapuminen tukikohtaan		0–60 min
Koneen laittaminen lähtövalmiiksi		0–20 min
Siirtoajo	KA TR	0,8 min/jkm 1,2 min/jkm
Auraustyö	Ilman alusterää Alusterällä	1,30 min/jkm 1,75 min/jkm
P-paikkoja tai bussipysäkkejä		2 min /kpl
Kääntöpaikka		3 min /kpl
avoin T liittymä		3 min /kpl
tulppa T liittymä		6 min/kpl
avoin X liittymä		6 min/kpl
tulppa X liittymä		10 min/kpl
Kanavoitu T liittymä		10 min/kpl
Kanavoitu X liittymä		18 min/kpl
Kiertoliittymä		15–25 min/kpl

# Talvihoitotyössä vaadittavia pätevyksiä

## Tieturva-pätevyydet

Väylävirasto edellyttää tiellä tehtävään työhön ja työnjohtamiseen osallistuvilta henkilöiltä Tieturva-pätevyyksiä.

Tieturva 1 -koulutus vaaditaan mm.

- kaikilta tiellä tienpidon tehtävissä työskenteleviltä henkilöiltä,
- työkoneenkuljettajilta muussa kuin kertaluonteisessa työssä,
- muussa työssä tiellä työskenteleviltä ja
- Tieturva 2 -koulutukseen osallistuvilta.

Tieturva 2 -koulutus vaaditaan

- tiellä tehtävässä työssä päätoteuttajan työ- ja liikenneturvallisuudesta vastaavalta henkilöltä,
- tiellä tienpitoon liittyvässä työssä työnjohto-, valvonta- ja liikenteen järjestelyjen suunnittelutehtävässä työskentelevältä,
- projektipäälliköiltä,
- urakka-asiakirjojen valmistelijoilta ja ko. työtä tekeville hankintakonsulteilta ja
- tilaajan edustajana toimivalta tarkastus- ja valvontahenkilöltä sekä rakennuttajakonsultilta.

Kertaluonteisissa tai lyhytaikaisissa työtehtävissä Tieturva 1 -koulutetun henkilön välittömässä valvonnassa työskenteleviltä henkilöiltä ei vaadita Tieturva-koulutusta. Kertaluonteisena työtehtävänä voidaan pitää esimerkiksi työmaan tavarantoimituksia. Lyhytaikaisena työtehtävänä puolestaan voidaan pitää esimerkiksi ohjattua vapaaehtoistyönä tehtävää tienvarren tai levähdysalueen siivoustyötä.

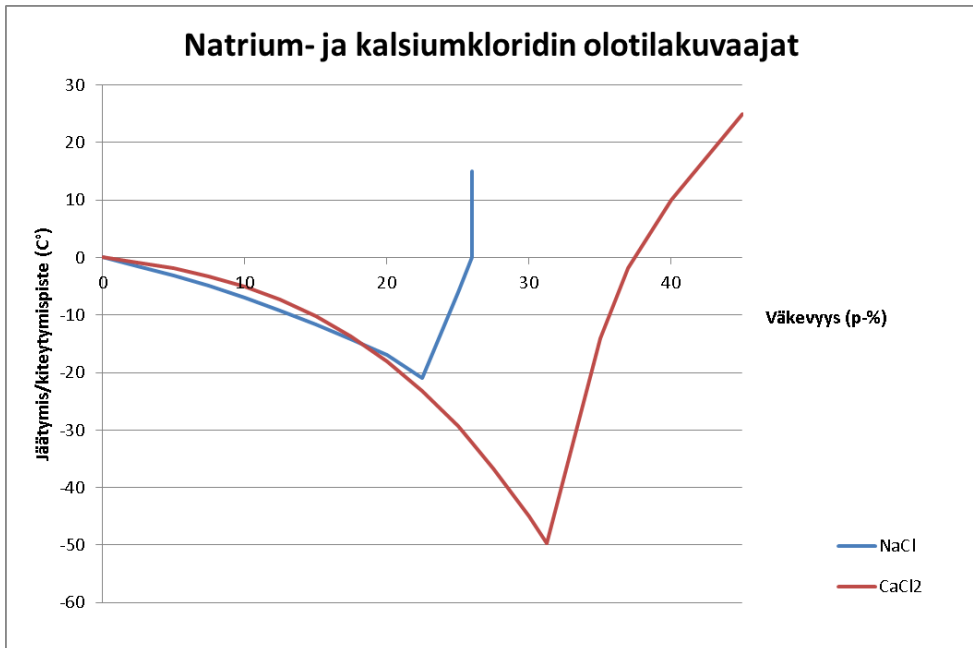
## Kuorma-auton kuljettajan ammattipätevyys

Ammattipätevyys koskee lähtökohtaisesti kaikkia henkilöitä, jotka kuljettavat ajoneuvoja, joiden kuljettamiseen vaaditaan C1-, C- tai LT-luokan ajo-oikeus. Ammattipätevyys vaaditaan siis kuorma-autoja sekä liikennetraktoreita ammattimaisesti kuljettavilta kuljettajilta.

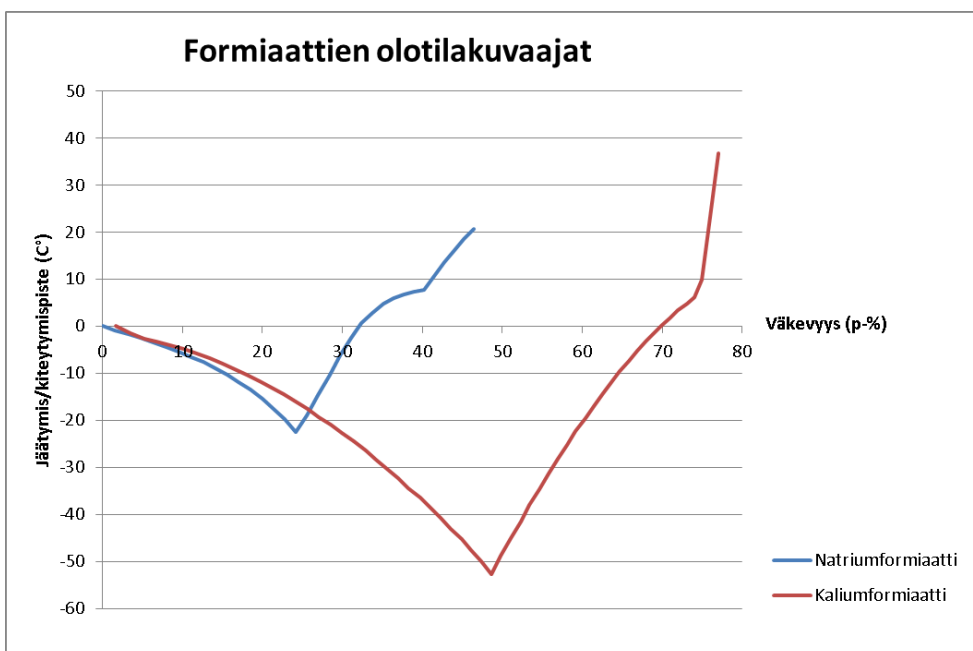


## Suolojen olotilakuvaajat ja tilavuuspainot

Suolan olotilakuvaaja kertoo, missä lämpötilassa suolaliuos jäätyy tai kiteytyy liuoksen eri väkevyyksillä. Suolalla on tietty piste, jossa liuoksen väkevyyden lisääminen ei enää alenna jäätymispistettä. Esim. NaCl:lla piste on 23 p-% ja kalsiumkloridilla noin 32 p-%. Tätä väkevämmän liuoksen käyttäminen ei ole kannattavaa talvihoidossa. Liian suuri väkevyyys hankaloittaa myös suolaliuoksen säilyttämistä, koska suola kiteytyy säiliön pohjalle, jos liuosta ei sekoiteta.



Kuva 1. Natrium- ja kalsiumkloridin olotilakuvaajat.



Kuva 2. Natrium- ja kaliumformiaatin olotilakuvaajat.

Suolaliuksen tilavuuspainon avulla saadaan selville säiliössä olevan liuksen pitoisuus. Mittaukseen voidaan käyttää areometriä tai liuosasemien omia mittareita.

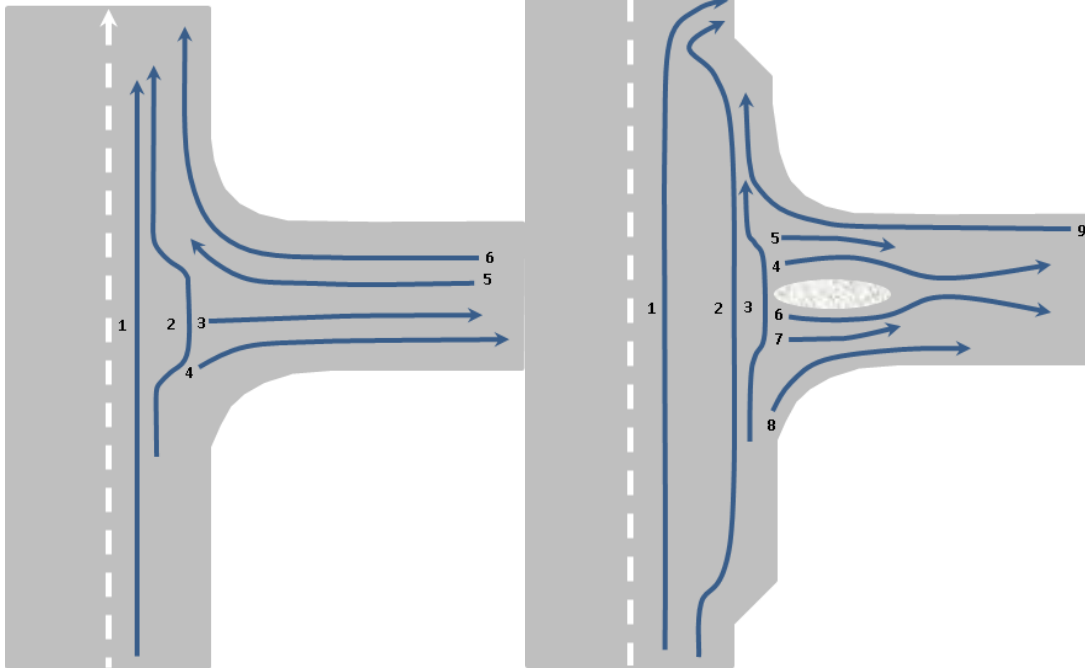
*Taulukko 1. Liukkaudentorjuntaliuosten pitoisuuden ja tilavuuspainon välinen yhteys.*

NaCl		CaCl <sub>2</sub>	
Pitoisuus (p-%)	Tilavuuspaino (kg/dm <sup>3</sup> )	Pitoisuus (p-%)	Tilavuuspaino (kg/dm <sup>3</sup> )
0	1,00	0	1,00
18	1,14	25	1,25
20	1,16	26	1,25
21	1,16	27	1,26
22	1,17	28	1,27
23	1,18	29	1,28
24	1,19	30	1,30
25	1,20	35	1,35
26	1,21	40	1,40

NaFo (HCOONa)		KFo (HCOOK)	
Pitoisuus (p-%)	Tilavuuspaino (kg/dm <sup>3</sup> )	Pitoisuus (p-%)	Tilavuuspaino (kg/dm <sup>3</sup> )
0,0	1,00	0	1
15,6	1,10	42,3	1,28
17,0	1,11	43,6	1,29
18,5	1,12	44,9	1,30
20,0	1,13	46,1	1,31
21,4	1,14	47,4	1,32
22,8	1,15	48,6	1,33
24,2	1,16	49,8	1,34
25,6	1,17	51,1	1,35
27,0	1,18	52,3	1,36
28,4	1,19	53,4	1,37
29,7	1,2	54,6	1,38
31,1	1,21	55,8	1,39

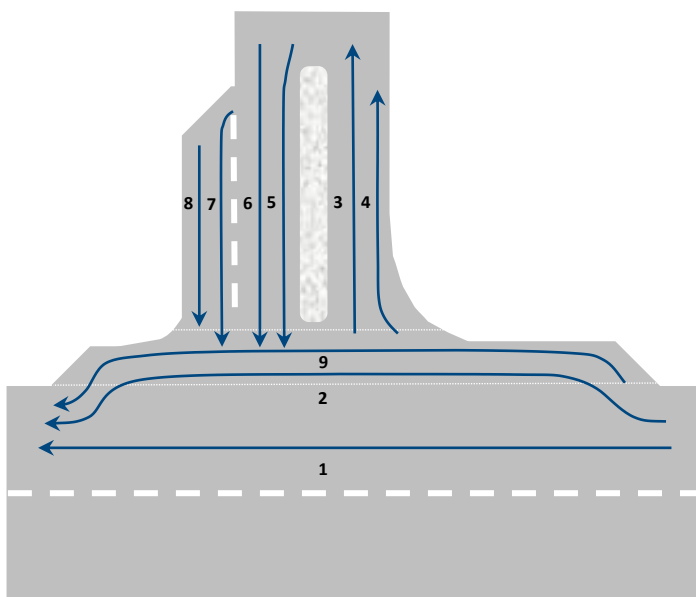
## Tasaustyö liittymissä

Liittymät tasataan kuvien 1–3 periaatteita noudattaen. Työssä on peruutettava useita kertoja, mikä edellyttää kuljettajalta suurta tarkkaavaisuutta. Vilkkaita liittymiä ei ole mahdollista tasata liikenteen huipputuntien aikana.



*Kuva 1. Avoimen liittymän tasaushöyläys. Nuolet osoittavat ajojärjestyksen ja suunnan.*

*Kuva 2. Tulppaliittymän tasaushöyläys. Nuolet osoittavat ajojärjestyksen ja suunnan.*



*Kuva 3. Kanavoidun liittymän ja ryhmittymiskaistojen tasaus.*



Väylävirasto  
Trafikledsverket