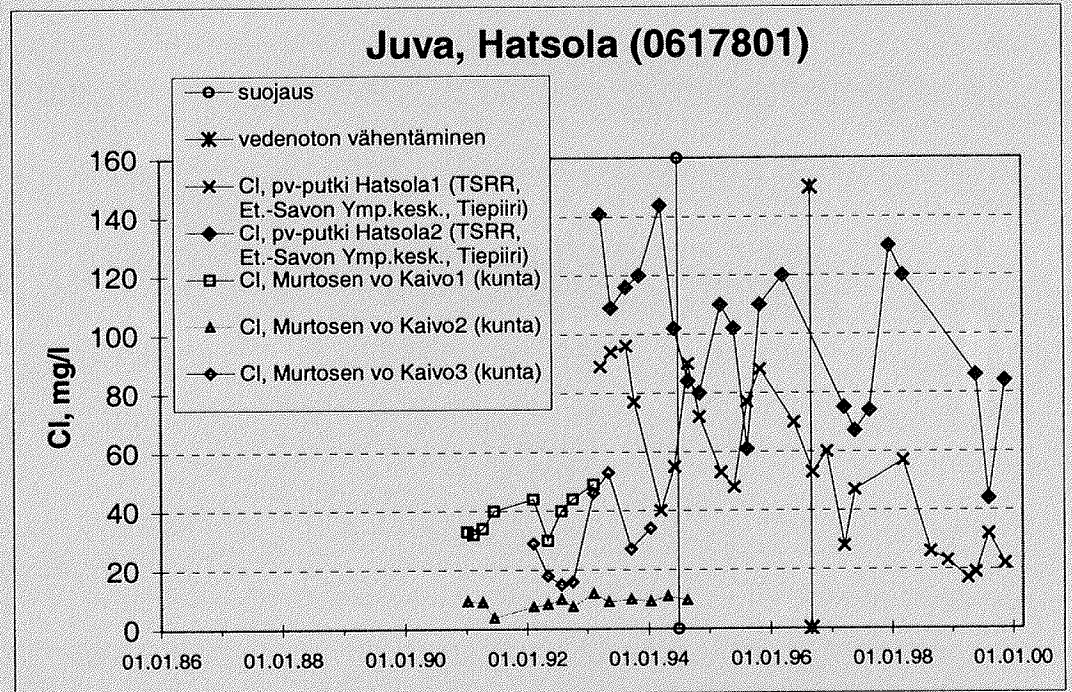


## Luiskasuojausten vaikutuksista pohjaveden kloridipitoisuuteen eräissä kohteissa



Tielaitoksen  
sisäisiä  
julkaisuja

42/2000

Helsinki 2000

TIEHALLINTO  
Tie- ja  
liikennetekniikka

Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja  
42/2000

## **Luiskasuojausten vaikutuksista pohjaveden kloridipitoisuuteen eräissä kohteissa**

**Tielaitos**  
TIEHALLINTO

Helsinki 2000

TIEL 4000262

Oy Edita Ab  
Helsinki 2000

Julkaisua myy  
Tielaitos, julkaisumyynti  
Faksi 0204 22 2652  
julkaisumyynti@tiehallinto.fi  
www.tielaitos.fi/julk2.htm



**Tielaitos**  
TIEHALLINTO  
Tie- ja liikennetekniikka  
Opastinsilta 12 A  
PL 33  
00521 HELSINKI  
Puh.vaihde 0204 22 150

**AHOKAS, Henry, TIKKANEN Eeva: Luiskasuojauksen vaikutuksista pohjaveden kloridipitoisuuteen eräissä kohteissa.** Helsinki 2000. Tielaitos, tiehallinto, tie- ja liikennetekniikka. Tielaitoksen sisäisiä julkaisuja 42/2000, 42 s + liitt. TIEL 4000262.

**Aiheluokka** 37

**Asiasanat** pohjavesi, tie, luiskat, kloridi, tien suolaus, suojaus

## **TIIVISTELMÄ**

Teiden luiskasuojauksia rakennetaan tiesuolauksen pohjavesihaittojen vähentämiseksi ja vaarallisten aineiden kuljetusonnettomuuksien varalta. Laajamittainen luiskasuojauksen rakentaminen on alkanut 1990-luvun alussa.

Tässä raportissa on käyty läpi 15 valittua kohdetta, joiden avulla on selvitetty eri tyyppisten ja eri ajankohtina valmistuneiden suojausten vaikutusta pohjaveden suolaisuuteen. Tavoitteena oli selvittää kloridipitoisuuden käyttäytyminen suojauksen jälkeen verrattuna ennen suojausta vallinneeseen tilanteeseen.

Noin kolmasosassa kohteista kloridipitoisuus on kääntynyt suojausten yhteydessä selvästi laskuun tai sen nousu on taittunut. Vajaassa kolmanneksessa tapauksista havaittiin heikkoja viitteitä siitä, että kloridipitoisuuden lasku tai tasainen käyttäytyminen oli kääntynyt nousuksi tai nousuvauhti oli kiihtynyt. Jäljelle jäävässä kolmanneksessa kloridipitoisuuden muuttumisen arvioiminen on epävarmaa lähinnä lyhyestä aikasarjasta johtuen.

Suojausmateriaalilla ei näytä olevan selvää vaikutusta kloridipitoisuuden kehittymiseen. Kattavasti suojatuissa kohteissa muutoksia toivottuun suuntaan esiintyy useammin. Kloridipitoisuuden kehityksen ei havaittu selvästi riippuvan vedenottamon etäisyydestä suojatusta tiestä, pohjavesialueen koosta tai muodostumatyyppistä eikä päävirtaussuunnasta. Suojausten toimivuuden luotettava arviointi vaatii jatkossakin suolausmäärätietoja ja pitkiä seuranta-aikoja.





AHOKAS, Henry: The effect of protection of roadslides on salinity of groundwater at some areas

Key words **groundwater, road, slides, chloride, anti-icing, protection**

## **ABSTRACT**

The roadslide protections are build to prevent the contamination of groundwater caused anti- icing salt and the transport accidents of dangerous material. The building of roadslide protections in larger scale has started in the early 1990's.

In this report selected 15 sites with protection have been studied. The purpose is to find out how roadslide protections made of different materials and built at different times have influenced the groundwater salinity. Cl-concentrations in the groundwater before and after the building of the roadslide protections were studied.

The Cl-concentration has clearly decreased or the increase slowered after the protection for about third of studied sites. There is weak indications for 4 - 5 cases that the decrease or rather balanced behaviour of Cl-concentration turned to a rise or the speed of increase accelerated. The estimation of trend for the remaining third of cases is uncertain mainly due to short follow-up period of Cl-values.

It seems that the protection material does not clearly influence the Development of Cl-values. There is indications that changes in Cl-values are positive for sites where the whole recharge area is protected. The Development of Cl-values was not dependent on the distance between water supply source and protected road, the size of recharge area, the type of formation nor the main groundwaterflow direction. In future, comprehensive data on the amount of used anti-icing material and long monitoring periods are needed for the reliable evaluation of functionality of protection.

## **ALKUSANAT**

Tämä raportti on tehty Fintact Oy:ssä Tielaitoksen tilauksesta. Yhdyshenkilöinä Tilaaajan puolelta ovat toimineet FM Mervi Karhula ja DI Kari Lehtonen. Fintact Oy:n vastaavana on toiminut FM Henry Ahokas. Eeva Tikkanen on osallistunut raportin sisällön viimeistelyyn ja painokuntoon saattamiseen. Raportin laatijat kiittävät Tiepiirien ympäristövastaavia hyvästä yhteistyöstä ja avunannosta aineiston kokoamisessa. Tekijät haluavat kiittää myös Juhani Gustafssonia SYKE:stä työhön liittyvän materiaalin luovuttamisesta käyttöön ja Risto Rasimusta Tielaitoksesta havainnollisten karttojen laadinnasta.

Helsinki, marraskuu 2000

Tielaitos  
Tie- ja liikennetekniikka

## Sisältö

1 JOHDANTO	9
2 SUOSITUKSET	10
3 YHTEENVETO	11
4 LÄHTÖAINEISTO	13
5 TULOKSET	14
6 KLORIDIPITOISUUDEN TRENDIANALYYSIT	31
7 POHJAVESIALUEEN TYYPIN VAIKUTUS	38
8 VIITTEET	41
9 LIITTEET	42

## 1 JOHDANTO

Teiden luiskasuojauksia on maassamme tehty yksittäistapauksina jo 60-luvulta lähtien. Kohteiden määrä on ollut kasvussa etenkin viime vuosina ja suojausten laatuun on kiinnitetty erityistä huomiota. Suojausten toiminnasta ei ole laadittu aiemmin kattavia selvityksiä. Asiaa on sivuttu lyhyesti yhdessä julkaisussa (Nystén et al. 1999). Vaasan tiepiiri on raportoinut (Kirje 13.6.1999) suojattujen kohteiden tuloksia vuosilta 1996 – 1998 ja Etelä-Savon Ympäristökeskus on laatimassa yhteenvetoa vuosien 1993 – 1999 tuloksista eräille kohteille (alustava yhteenveto 30.7.99/Hyvärinen)

Tässä raportissa on käyty läpi 15 valittua kohdetta, joiden avulla on selvitetty eri tyyppisten ja eri ajankohtina valmistuneiden luiskasuojausten vaikutusta pohjaveden suolaisuuteen. Kohteiden valinnan alkuperäiset kriteerit olivat:

- suojaus on rakennettu vanhalle tielle
- kloridin seurantatuloksia on saatavilla sekä ennen että jälkeen suojausten rakentamista
- suojaus on rakennettu ennen v. -94
- vedenottamon vaikutuspiirissä ei ole suojaamattomia teitä

Kahdesta viimeisestä kriteeristä jouduttiin työn aikana osittain luopumaan. Kaksi ensin mainittua kriteeriä täyttävistä kohteista valittiin 15 jatkotarkasteluun. Tavoitteena oli, että valitut kohteet edustavat eri aikoina rakennettuja ja eri tyyppisiä suojarakenteita ja että ne sijaitsevat eri puolilla Suomea.



## 2 SUOSITUKSET

Koska kaikissa tässä tutkituissa kohteissa pohjavesisuojausten rakentaminen ei vaikuttanut odotetulla tavalla pohjaveden kloridipitoisuuden nousuun, rakenteiden suunnitteluun ja rakentamiseen tulee kiinnittää aikaisempaa suurempaa huomiota. Kaikki osatekijät: Suojauksen laajuus, purkupaikka, suojarakenteen tiiviys ja säilyvyys sekä ojien vietto on saatava oikein.

Tulokset ovat osittain tulkinnanvaraisia, koska seurattava aika oli paikoin liian lyhyt, käytetyn suolan määrää ei tiedetty ja paikoin vieressä oli muita suolan lähteitä. Siksi täydentäviä tutkimuksia varten tarvitaan erityisiä seuranta-kohteita, joille asetetaan seuraavat ehdot:

1. Suojaus rakennetaan vanhalle tielle, jota on suolattu ja jonka lähistöltä on kloridihavaintoja pitkästä ajalta.
2. Suojusrakenne on tiivis ja kattava, vesi ei mene purkupaikasta ota-  
molle tai vastaavalle havaintopaikalle.
3. Vieressä ei ole muita suolan lähteitä.
4. Klorideja seurataan suojausten rakentamisen jälkeen useita vuosia,  
erikseen eri vuodenaikoina.
5. Kyseisellä osuudella seurataan tiesuolan käyttöä ennen suojausten ra-  
kentamista ja sen jälkeen.

Tällaisia kohteita tarvitaan seurantaan lisää lähivuosina.

### 3 YHTEENVETO

Kaikkiaan selvitettiin 15:n pohjavesialueella sijaitsevan, luiskasuojatun kohteen kloridipitoisuuden muutoksia. Tarkoituksena oli selvittää, onko kloridipitoisuus lähtenyt laskuun tai nousu taittunut suojauksen rakentamisen jälkeen. Kohteet jakautuivat lähes kolmeen yhtä suureen ryhmään.

1. Kloridipitoisuus lähtenyt laskuun tai nousu taittunut suojauksen rakentamisen jälkeen.
2. Kloridipitoisuus jatkanut nousua myös suojauksen rakentamisen jälkeen.
3. Suojaus on niin uusi, ettei luotettavaa arviota kloridipitoisuuden kehityksestä voida esittää.

Joissakin kohteissa kloridipitoisuus laski jyrkästi suojauksen yhteydessä, mutta palautui pian aikaisemmalle tasolle. Väliaikainen lasku voi johtua mm. siitä, että suojauksen yhteydessä on poistettu runsaasti suolaantunutta pintamaata. Siten on väliaikaisesti puhdistettu kloridipitoisuutta ylläpitävää lähettä. Muutamissa kohteissa lasku alkoi ennen suojauksen rakentamista, mikä luultavasti johtuu tiesuolan käytön vähentämisestä. Teoriassa on myös mahdollista, että joissakin kohteissa suojauksen jälkeen suolausmääriä on lisätty ja että suojaus on estänyt pitoisuuksien enemmän kohoamisen. Myös niissä kohteissa, joissa kloridipitoisuuden nousu taittui tai kääntyi laskuun, ei voida varmuudella sanoa muutoksen johtuvan suojauksesta. Kattavat suolausmäärätiedot ovat jatkossa ensiarvoisen tärkeitä suojauksen toimivuuden arvioinnille.

Suojausmateriaalilla ei näytä olevan selvää vaikutusta kloridipitoisuuden kehittymiseen. Viitteitä havaittiin siitä, että kattavasti (muodostumisalue tai vedenjakajaan asti ulottuva alue) suojatuissa kohteissa muutoksia toivottuun suuntaan esiintyy useammin. Otoksen pienuudesta johtuen em. johtopäätökset ovat epävarmoja.

Eri vuodenaikoina otetuissa näytteissä on viitteitä siitä, että vuodenaika vaikuttaa joissakin kohteissa systemaattisesti kloridipitoisuuteen. Siten ainakin neljän näytteen ottaminen vuosittain on suositeltavaa. Muutamassa kohteessa, jossa kloridipitoisuus lähti laskuun, lasku oli heikointa talviarvoissa. Useissa kohteissa kloridipitoisuus oli alimmillaan syksyn havainnoissa.

*Taulukkoon 1* on koottu perustiedot kuvatuista kohteista ja arvio suojauksen jälkeisestä kloridipitoisuuden kehityksestä. Tiedossa olevat puutteet (pelkkä **maatiiviste**, **ei kattava** ja **On** muita suolattavia ja suojaamattomia teitä) sekä kloridipitoisuuden kehitys (mikäli **nousussa**) on **lihavoitu**. Nähdään, että nousussa olevissa kohteissa (5, 6, 8 ja 10) on muita yleisemmin kaksi lihavoitua puutetta. Laskussa olevissa kohteissa (1, 3, 4, 11, 14 ja 15) on enintään yksi puute, yleisimmin maatiiviste, joka ei siten näytä selvästi vaikuttavan suojauksen toimivuuteen. Tasaantuneissa ja vaihtelevissa kohteissa on yleensä yksi puute. Vedenottamon etäisyydellä suojatusta tiestä, muodostumisalueen koolla, muodostumatyyppillä ja virtaussuunnalla ei ole selkeää vaikutusta siihen miten kloridipitoisuus on kehittynyt suojauksen jälkeen.

Taulukko 1. Perustiedot suojatuista kohteista. Tiedossa olevat puutteet (pelkkä maatiiviste, ei kattava ja On muita suolattavia ja suojaamattomia teitä) sekä kloridipitoisuuden kehitys (mikäli nousussa) on lihavoitu.

Kohde Kunta, pv-alue	Kloridipitoisuustaso (mg/l) viimeisimpien tulosten mukaan	Kloridi- pitoisuuden kehitys suojausten jälkeen	Suojaustyyppi/ kattavuus	Suojaus- vuosi	Rinnakkaistieto <sup>1)</sup> On muita suolattavia ja suojaamattomia teitä pv-alueella (O)/ ei ole (E)
Masku, Karevansuo (Liite 1)	9	Laskussa	Maatiiviste/kattava	-94	E
Luumäki, Taavetti (Liite 2)	50	Tasaantunut	Maatiiviste, muovitettu kuitukangas, paikoin bentoniittimaa/ei kattava	-93, -94	E
Ylöjärvi, Ylöjärvenharju (Liite 3)	5 – 10	Enimmäkseen laskussa	Vaihdellen bent.maa, bent.matto, muovi/ ei kattava	-94...-97	E
Juva, Hatsola (Liite 4)	20 ja 80	Laskussa	Muovitettu kuitukangas/ kattava	-94	E
Ylihärmä, Pöyhösen- kangas, (Liite 5)	30	<b>Nousussa</b>	Bent.maa (ottamalla), maatiiviste ja muovikalvo/ kattava	-95, -96	E
Kokkola, Patamäki (Liite 6)	20	<b>Nousussa</b>	Bentoniittimatto/ ei kattava	-95	<b>O</b>
Juva, Rapionkangas (Liite 7)	1 ja 15	Vaihteleva	Bentoniittimaa/ kattava	-95	E
Valkeala, Utti (Liite 8)	4	Tasainen/ <b>nousussa</b>	Bentoniittimatto/ ei kattava	-95, -96	E
Mynämäki, Motelli (Liite 9)	30	Voimakkaasti vaihteleva	Bentoniittimaa/ ei kattava	-96	E
Lapinlahti, Haminämäki- Humppi (Liite 10)	15	Tasaantunut/ <b>nousussa</b>	Maatiiviste/ ei kattava	-96	E
Kalajoki, Kourin- kangas (Liite 11)	5	Laskussa/ tasainen	Bentoniittimatto/ kattava	-97, -98	E
Alavus, Pyylampi (Liite 12)		Tasainen	Bentoniittimatto/ kattava	-97, -98	E
Mynämäki, Hiivaniitty (Liite 13)	30	Tasainen	Bentoniittihiekka/ ei kattava	-97	E
Mikkeli, Pursiala (Liite 14)	30	Laskussa	Bentoniittimaa/ ei kattava	-98	E
Luumäki, Kaunisranta (Liite 15)	35	Laskussa (myös ennen suojausta)	Maatiiviste/kattava	-98	E

<sup>1)</sup>Tiedot on saatu tiepiireiltä

## 4 LÄHTÖAINEISTO

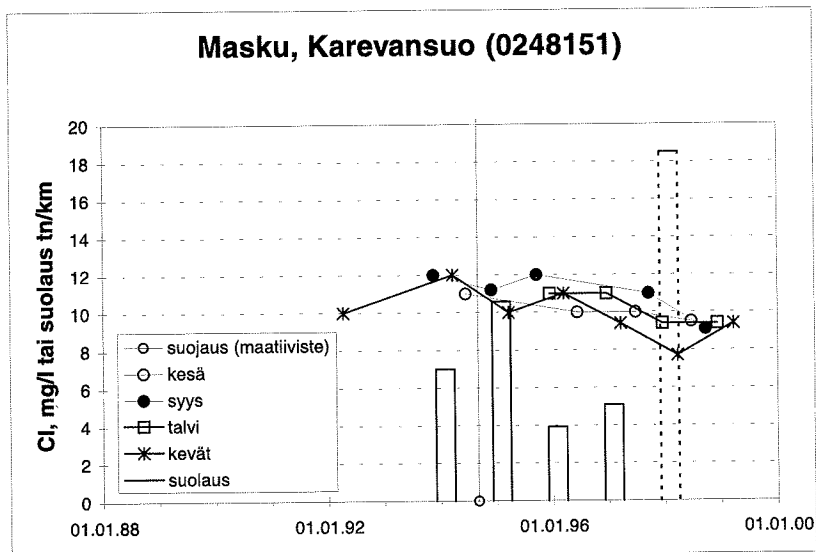
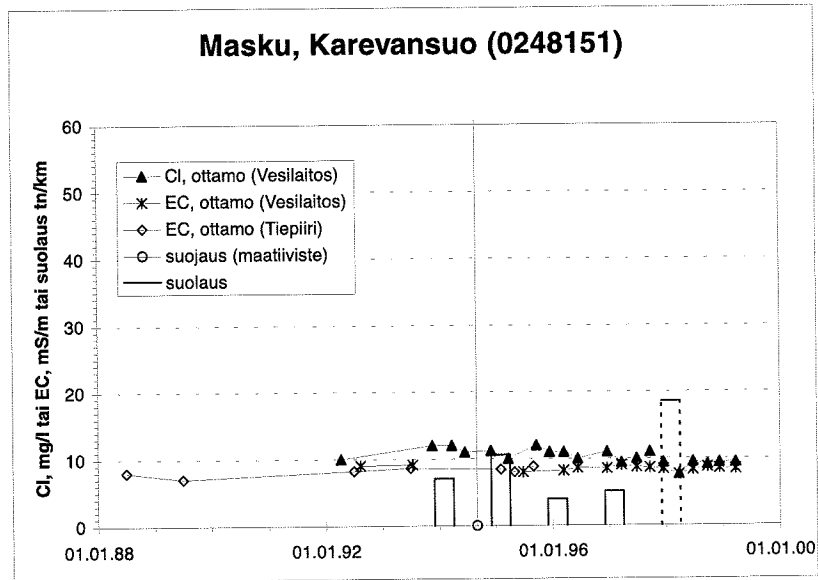
Lähtöaineiston osalta hyödynnettiin mahdollisimman paljon Tiesuolauksen riskirekisteriä (TSRR). Kaikista kohteista hankittiin myös lisäaineistoa. Kloriditulosten lähteitä olivat mm. kuntien terveysturvallisuusviranomaiset, vesilaitokset, tiepiirien erilliset tallenteet jne. Aineiston hajanaisuuden takia lähdeviitteitä ei kaikilta osin ole seikkaperäisesti esitetty eikä arkistoitu. Kuvien selitteissä on tietolähde esitetty suluissa. Lähdeviite (kunta) tarkoittaa useimmiten kunnan ympäristösihteeriltä, terveystarkastajalta tms. saatuja kopioita näytteen laboratorioanalyysistä tai erillisiä omia koosteita. Lähdeviite (Vesilaitos) tarkoittaa suoraan Vesilaitokselta saatuja analyysituloksia tai erillisiä koosteita. Pohjavesialueiden perustiedot on koottu pääosin Suomen Ympäristökeskuksen pohjavesialuekorteista.

## 5 TULOKSET

Kohteista saadut kloridi- ja mahdolliset sähkönjohtavuustulokset on esitetty *kuvissa 1 - 15*. Suojauksen ajankohtaa esittävä viiva on asetettu suojausvuoden syyskuulle. Kuvateksteihin on koottu pohjavesialueen perustietoja ja selitetty kohteeseen liittyviä erityispiirteitä sekä analysoitu suojauksen rakentamisajankohtaan liittyviä muutoksia kloridipitoisuudessa. Suojauksen kattavuudella tarkoitetaan sitä, että kattava suojaus on rakennettu koko sille tien osalle, joka kulkee ko. pv-alueen muodostumisalueen kohdalla.

Kohteiden sijainti ja suojaukseen sekä tien käyttöön liittyviä seikkoja on kuvattu *liitteissä 1-15*. Lähteenä käytetyn tierekisterin tietoja suojauksesta on joidenkin kohteiden osalta täydennetty tai muutettu tiepiireistä tai suojauskohteista tehtyjen kuvausraporttien mukaisiksi. Lisäksi kartoissa on esitetty pv-alueen päävirtaussuunnat.

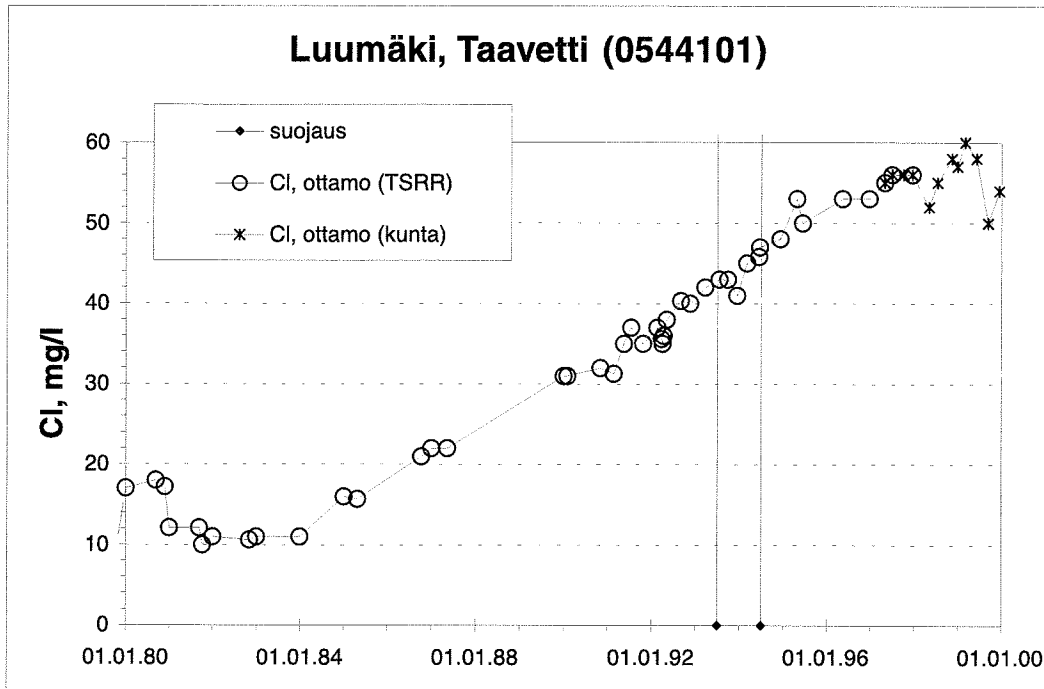




Kuva 1. Masku, Karevansuo.

Kloriditulosten perusteella laskeva suuntaus on alkanut noin vuoden kuluttua suojauksesta (tehty v -94). Sen sijaan sähkönjohtavuus (EC) ei ole juurikaan muuttunut. Suolaustiedoissa talven -97/98 epävarma arvo on esitetty katkoviivalla. Eri vuodenaikoina otetuissa näytteissä syksyn arvot ovat pääsääntöisesti suurimpia ja kevään pienimpiä. Kevään arvoissa vaihtelu on voimakkainta.

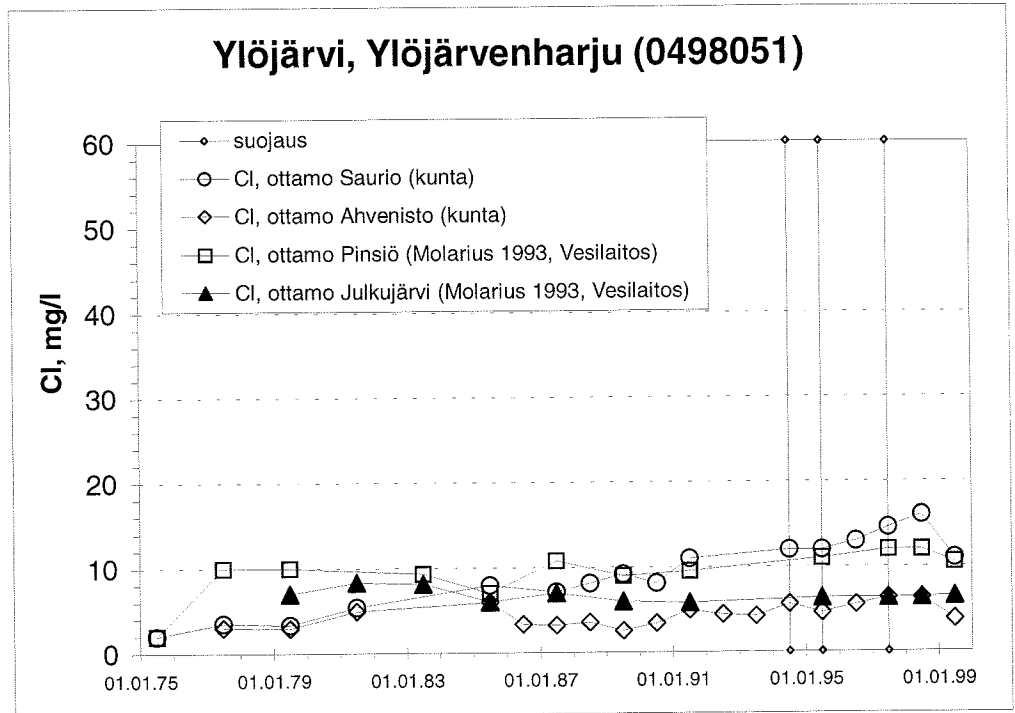
- Muodostumatyyppi: Harju
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 2.07 / 1.63 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojusta tiestä: noin 400 m
- Suojaustyyppi: maatiiviste
- Suojauksen kattavuus: kattava (vedenjakajaan asti)
- Suolausmäärä: ks. kuva
- Muut kloridilähteet: ei tietoa



Kuva 2. Luumäki, Taavetti.

Luiskasuojaukset Taavetin vedenottamon kohdalla tehtiin vuosina -93 ja -94. Kloridipitoisuuden nousu vedenottamalla taittui noin kolme vuotta suojausten jälkeen. Kahden viimeisimmän arvon (v. -99) perusteella pitoisuus on saattanut kääntyä laskuun. Tien lähellä sijaitsevassa havaintoputkessa P03 kloridipitoisuus on laskenut ennen suojausta vallinneesta, lähes 120 mg/l huippuarvosta noin puoleen. Muissa havaintoputkissa (P01 ja P05) kloriditaso on pysytellyt melko vakaana (25 ja 7 mg/l). Vuodenaikaa kuvaavia arvoja ei ole esitetty, koska vaihtelu on ollut viimeaikaisia arvoja lukuun ottamatta vähäistä. Muutamien arvojen perusteella vuodenaikojen välillä ei näytä olevan systemaattisia eroja. Esim. kahden viime vuoden alimmista arvoista toinen on keväältä (6.5.-98, 52 mg/l) ja toinen syksyiltä (13.9. -99, 50 mg/l). Suurin havaittu arvo sattuu keväälle -99 (60 mg/l).

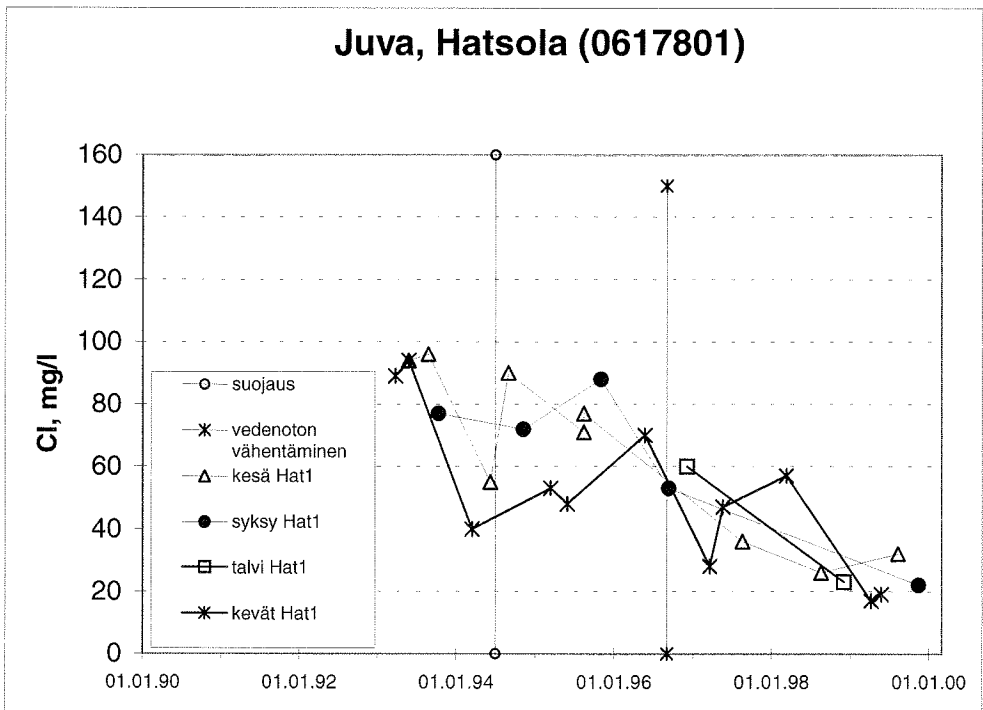
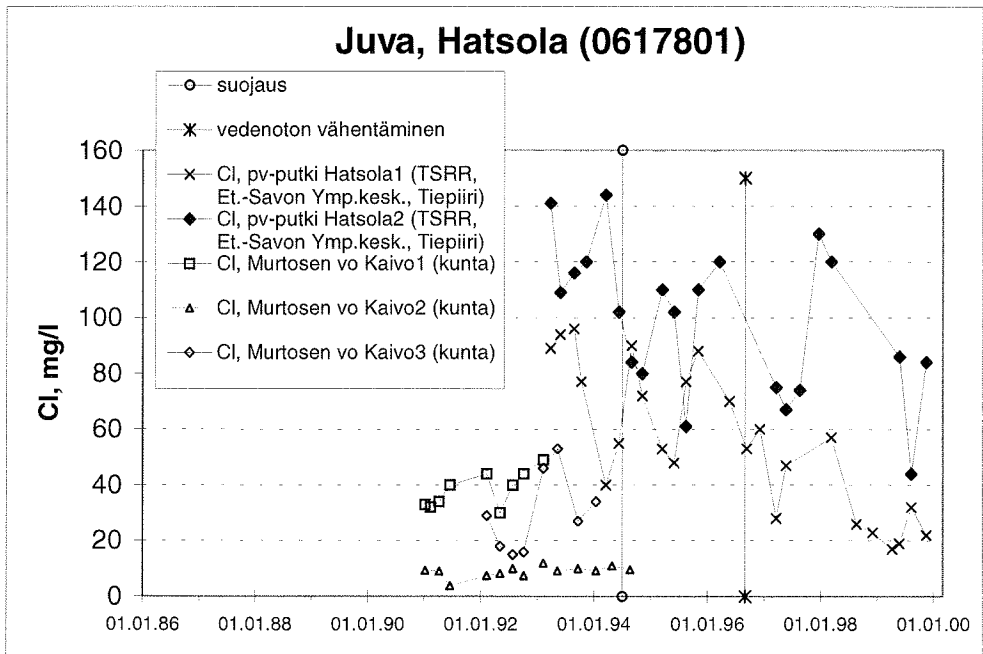
- Muodostumatyyppi: Reunamuodostuma, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 5.95 / 4.78 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 80 m
- Suojaustyyppi: maatiiviste ja muovitettu kuitukangas sekä paikoin bentoniittimaa
- Suojauksen kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: ei tietoa
- Muut kloridilähteet: asutus, teollisuus, suola- ja hiekkavarasto

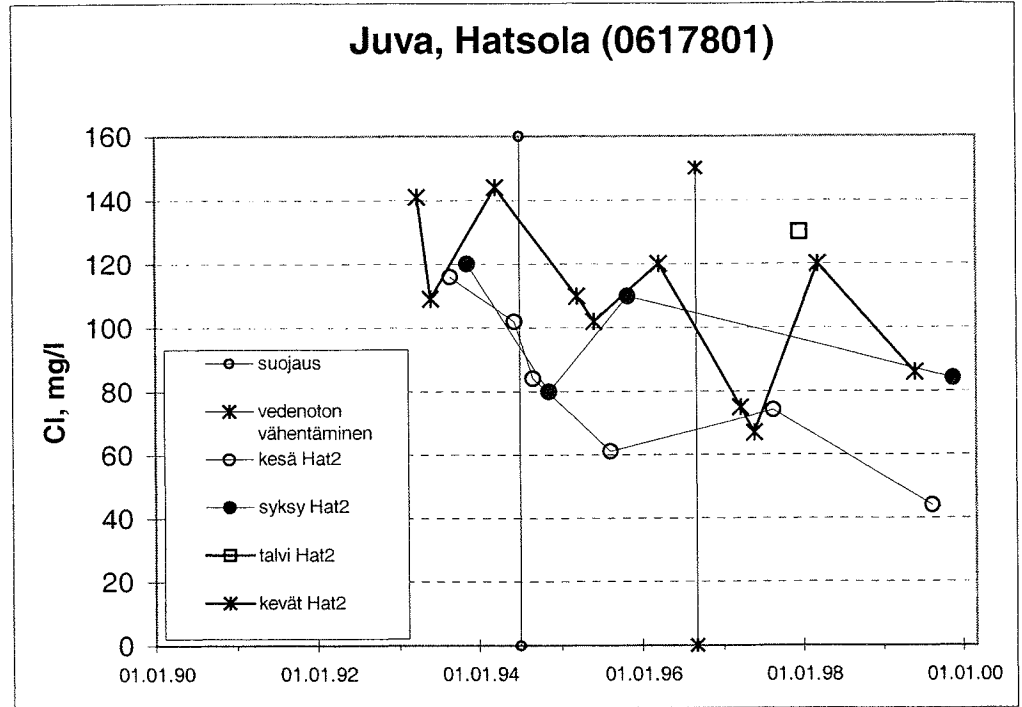


Kuva 3. Ylöjärvi, Ylöjärvenharju.

Laajaa aluetta on suojattu useassa eri vaiheessa (-94, -95 ja -97). Alueella sijaitsee kaikkiaan neljä erillistä vedenottamoa: Saurio, Ahvenisto, Pinsiö ja Julkujärvi. Tulosten perusteella vv. -94 ja -95 suojausten jälkeen kloriditasot eivät ainakaan välittömästi ole alentuneet. Vuoden -99 tulokset Saurion, Pinsiön ja Ahveniston ottamoilta viittaavat siihen, että selvä muutos parempaan on tapahtunut. Viimeisin suojaus on tehty v. -97 Ahveniston kohdalla, jonka ei pitäisi olla vaikuttanut kaukana sijaitseviin Saurion ja Pinsiön arvoihin. Suurin osa tuloksista on vuosikeskiarvoja, joten vuodenaikaisia eroja ei ole voitu käsitellä.

- Muodostumatyyppi: Harju, vettä ympäristöstä keräävä
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 21.0 / 14.4 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä:
  - Ahvenisto noin 300 m
  - Julkujärvi noin 850 m
  - Pinsiö noin 800 m
  - Saurio noin 30 m
- Suojaustyyppi: vaihteleva tieosuudesta riippuen (bentoniittimaa, -matto, muovi, asfaltti+muovi)
- Suojauksen kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: ei tietoa
- Muut kloridilähteet: asutus, teollisuus, maa-ainesten otto



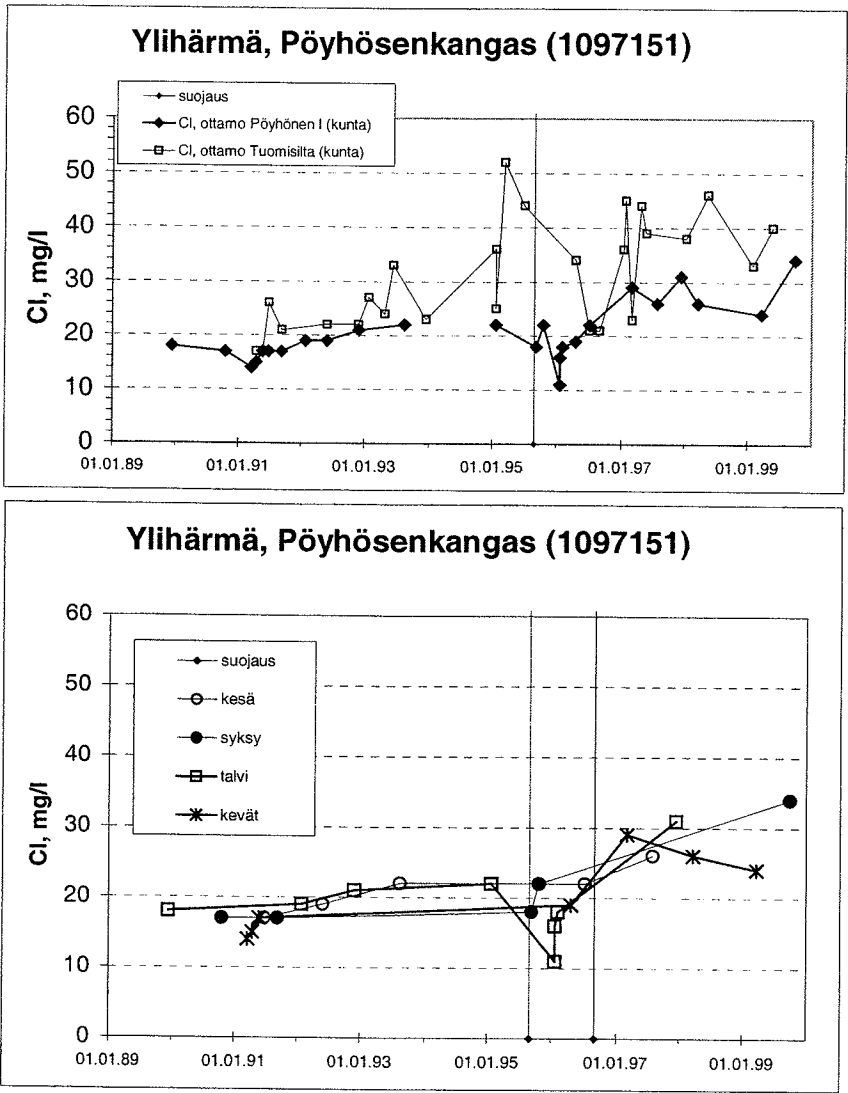


Kuva 4. Juva, Hatsola.

Suojaus on rakennettu 1994. Molempien pohjavesiputkien (Hatsola 1 ja 2) suolaisuus on ollut laskussa koko havaintosarjan (alkaen v. -93) ajan. Hatsolan Murtosen vo:n vedenottoa on vähennetty merkittävästi v. -96 ja sen jälkeen (Rapionkankaan vo otettu käyttöön). Se näkyy selvimmin pv-putken Hatsola 1 arvoissa, jotka ovat selvästi alentuneet vedenoton vähentämisen jälkeen. Myös suolauksen mahdolliset muutokset saattavat selittää voimakkaasti vaihtelevia kloridiarvoja. Havaintojen käyttöarvoa heikentää Murtosen vedenottamohavaintojen lakkauttaminen ennen suojausta. Suositeltavaa olisi aloittaa näytteenotto uudelleen. Vuodenaikaa edustavissa arvoissa erottuvat voimakkaasti vaihtelevat kevätarvot molemmissa pv-putkissa sekä kesän keskimääräistä alemmat arvot pv-putkessa Hat2.

- Muodostumatyyppi: Pitkittäisharju, osittain vettä ympäristöstä keräävä
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 1.75 / 0.99 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 150 m
- Suojaustyyppi: muovitettu kuitukangas
- Suojauksen kattavuus: kattava
- Suolausmäärä: 12 t/km/a (96-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: maa-ainesten otto

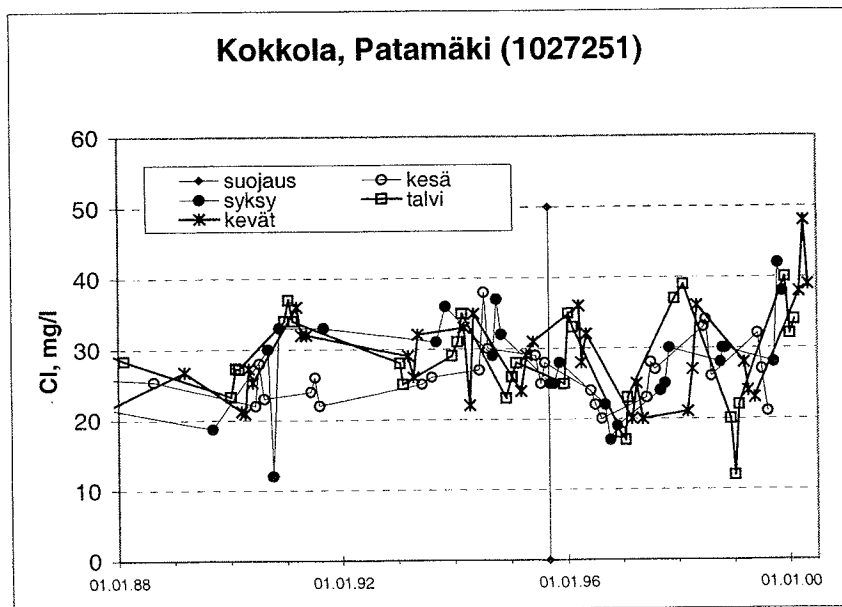
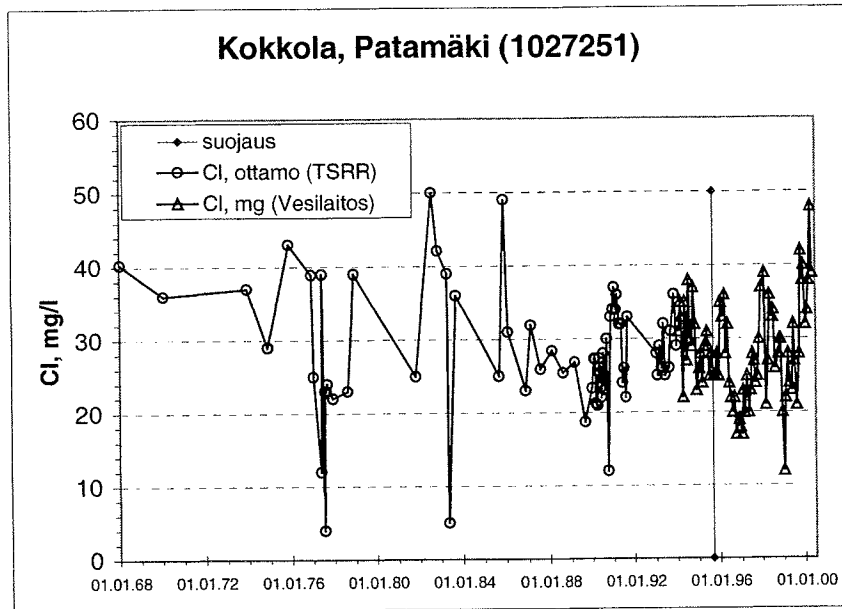




Kuva 5. Ylihärmä, Pöyhösenkangas.

Saadun aineiston mukaan Pöyhösen vedenottamon I kloridipitoisuus on ollut lieväsä nousussa koko -90 luvun eikä suojausajankohta (vv. -95 ja -96) ole pientä notkahdusta enempää vaikuttanut asiaan. Myös Tuomisillan vedenottamolla kloriditaso on edelleen nousussa. Tiepiirin omien havaintoputkien (aivan tien vieressä) mukaan pv-putken 2000 klooritaso on laskenut 220 mg/l huippuarvosta selvästi vv. -97 ja -98, mutta tasoittunut ja kääntynyt jopa lievään nousuun v. -99 (viimeisin arvo 160 mg/l). Pv-putken 2001 kloriditaso on pysytellyt melko voimakkaasta heilahtelusta huolimatta kutakuinkin vakaana (keskim. 90 mg/l). Vuodenaikaisissa arvoissa erotuvat lähinnä kevään ja talven keskimääristä voimakkaammat vaihtelut.

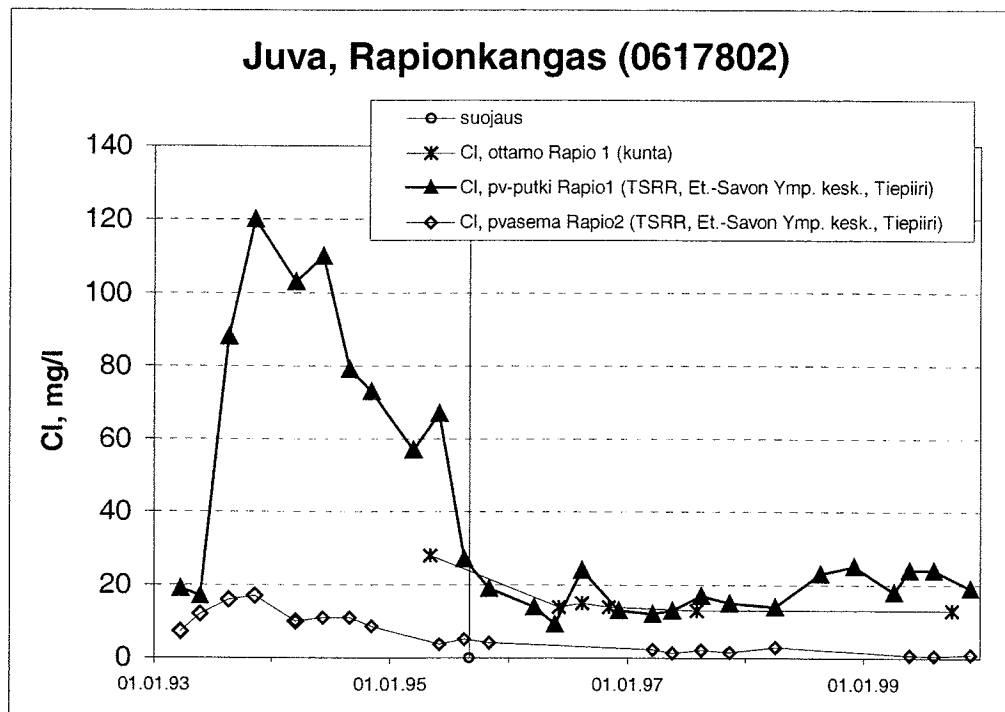
- Muodostumatyyppi: Harju-delta-kompleksi, pääosin vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 7.79 / 5.17 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: 150 ja 250 m
- Suojaustyyppi: ottamon kohdalla maabentoniitti, muualla maatiiviste ja muovikalvo
- Suojauksen kattavuus: kattava
- Suolausmäärä: 10,66 t/km/a (96-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: maa-ainesten otto, alueella turkistarhoja



Kuva 6. Kokkola, Patamäki.

Vedenottamon kloridipitoisuus vaihtelee voimakkaasti, mutta pysyttelee pääsääntöisesti noin 20 – 40 mg/l välillä. Noin vuosi suojauksen jälkeen klooritaso on ollut hieman aikaisempaa alhaisempi, mutta on ollut sen jälkeen nousussa - etenkin viime syksystä lähtien. Vuodenaikaisissa arvoissa talven voimakkaat vaihtelut erottuvat selvimmin.

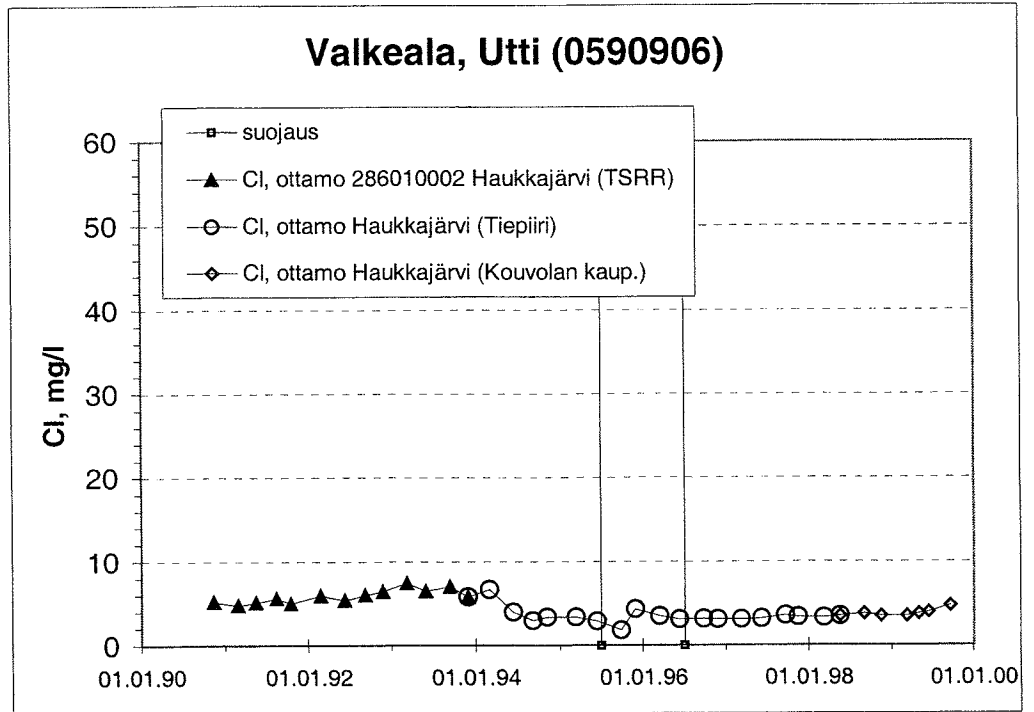
- Muodostumatyyppi: Harju, vettä ympäristöstä keräävä
- Kokonais- /muodostumialueen pinta-ala: 24.79 / 18.93 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 500 m
- Suojaustyyppi: bentoniittimatto
- Suojauksen kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: ei tietoa
- Muut kloridilähteet: meri (2 km ottamosta), maa-ainesten otto, asutus



Kuva 7. Juva, Rapionkangas.

Aineistoa on pääasiassa pv-putkista (Rapio 1 ja 2). Selvästi suurimmat muutokset kloridipitoisuuksissa ovat tapahtuneet jo ennen suojauksen rakentamista. Muutokset liittyvät todennäköisimmin suolauksen muutoksiin. Suojauksen rakentamisen jälkeen laskeva suuntaus on jatkunut. Rapio 1:ssä laskeva suunta on kuitenkin kääntynyt hitaaseen nousuun noin vuoden kulluttua suojauksesta. Vedenottamalla (Rapio 1) kloriditaso on kuitenkin pysynyt suojauksen jälkeisen laskun jälkeen vakaana.

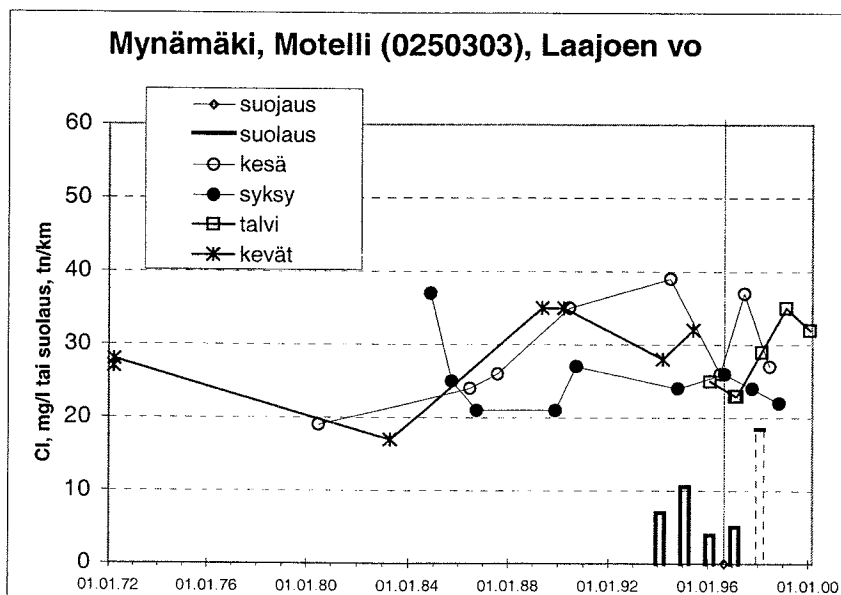
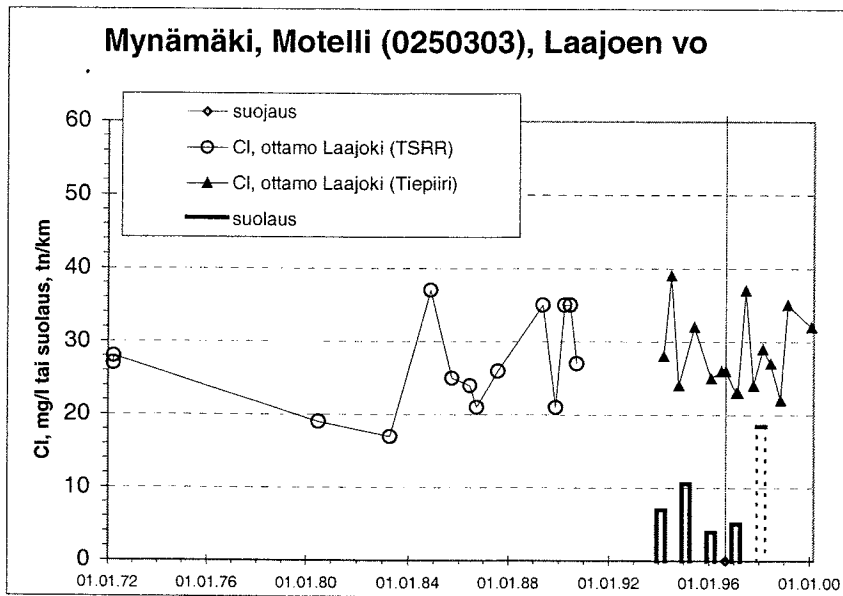
- Muodostumatyyppi: Pitkittäisharju
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 1.42 / 0.90 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 100 m
- Suojaustyyppi: bentoniittimaa
- Suojauksen kattavuus: kattava
- Suolausmäärä: suuria muutoksia, 3,2 t/km/a (96-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: maa-ainesten otto



Kuva 8. Valkeala, Utti.

Haukkajärven tekopohjavesilaitoksen kloridipitoisuus oli nousussa –90 luvun alussa, mutta kääntyi laskuun jo pari vuotta ennen suojausten tekemistä (vv. –95 ja –96). Välittömästi vuoden –95 suojauksen jälkeen kloridipitoisuus kävi alimmillaan, jonka jälkeen se nousi tasolle 3 mg/l. Vuoden –96 suojauksen jälkeen kloridipitoisuus on ollut aivan viimeaikaisia (v. –99) arvoja lukuun ottamatta melko vakaa. Viimeisimpien tulosten mukaan kloridipitoisuus on hieman nousussa. Vähäisestä vaihtelusta johtuen vuodenaikaisia arvoja ei ole erikseen esitetty.

- Muodostumatyyppi: Harju-delta-reunamuodostuma, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 22.7 / 15.4 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojusta tiestä: noin 800 m
- Suojaustyyppi: bentoniittimatto
- Suojauksen kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: 8 t/km/a (96-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: ei tietoa

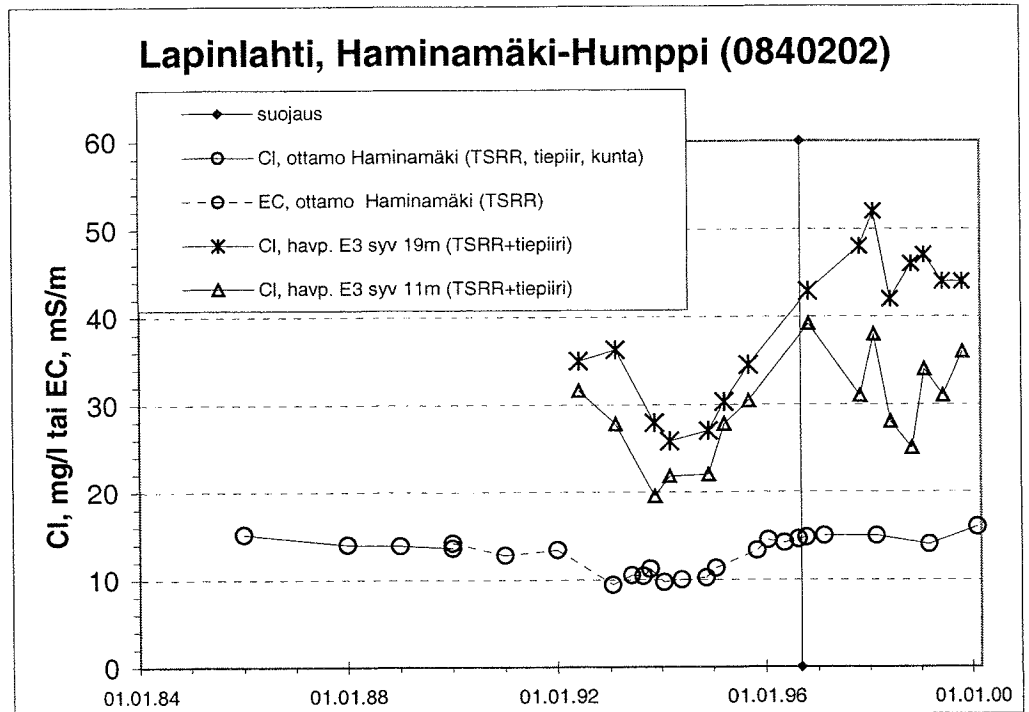


Kuva 9. Mynämäki, Motelli (Laajoki).

Vedenottamon kloridipitoisuus on vaihdellut voimakkaasti 20 – 40 mg/l välillä, mutta pysytellyt keskimäärin muuttumattomana 80-luvun puolivälistä alkaen. Mikäli suolausmäärätieto (18tn/km, tiepiiri) talvelta –97/98 pitää paikkansa, on mahdollista, että suojaus on estänyt edellisvuosia suuremman suolausmäärän näkymisen vedenottamon kloridipitoisuudessa. Vuodenai-  
kaan sidotuissa arvoissa syksyn arvot ovat keskimääräistä pienempiä ja niiden vaihtelu vähäisintä.

- Muodostumatyyppi: Harju
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 4.09 / 2.36 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 100 m
- Suojaustyyppi: bentoniittimaa
- Suojauksen kattavuus: ei kattava (loppuosa suojataan v. 2000)
- Suolausmäärä: (ks. kuva)
- Muut kloridilähteet: maa-ainesten otto

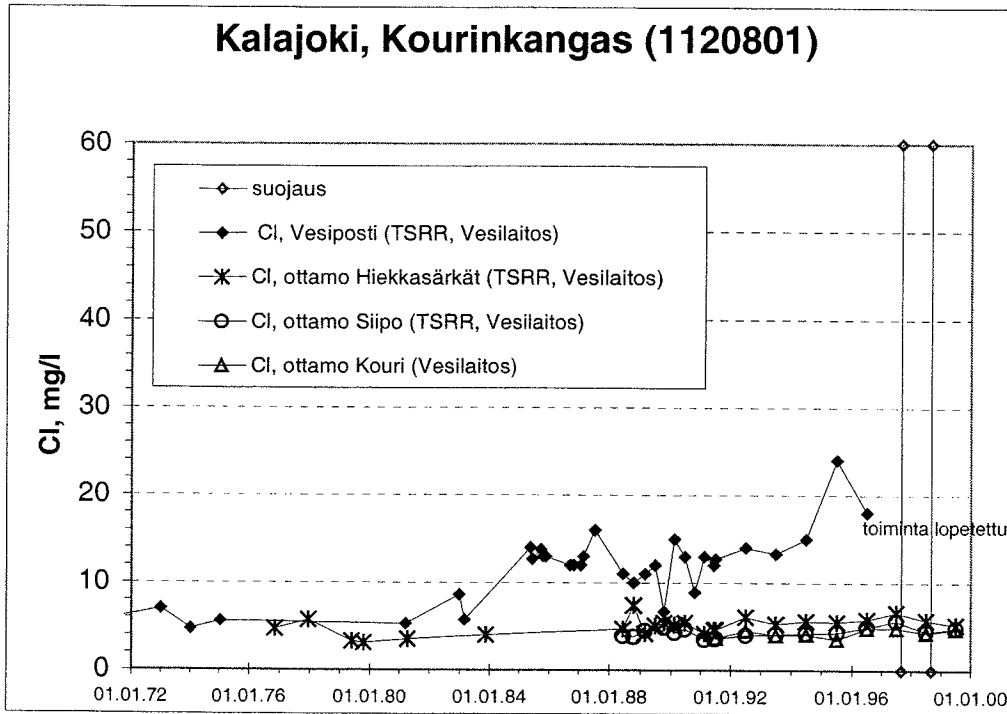




Kuva 10. Lapinlahti, Haminamäki - Humppi.

Havaintoaineisto koostuu vedenottamon osalta TSRR:n kloridi- ja sähkönjohtavuusarvoista sekä muutamasta viimeaikaisesta Vesilaitokselta saadusta kloridiarvosta. Ennen suojausta, joka tehtiin v. -96, pohjaveden suolaisuus oli väliaikaisesti vv. -93 ja -94 edellisvuosia alempana. Mahdollisesti tien suolaus on ollut tällöin pienempää. Vuoden -94 jälkeen alkanut kloriditason nousu on tasaantunut suojausvuoden aikana. Viimeisimmän tuloksen (4.2.2000) mukaan kloriditaso on jälleen hieman nousussa.

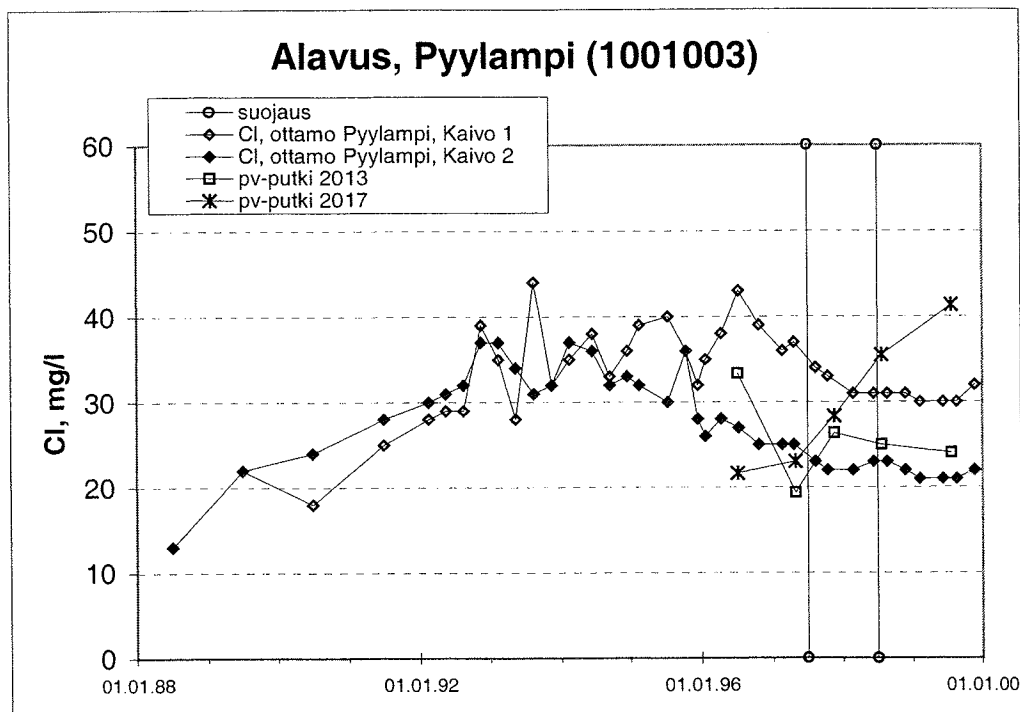
- Muodostumatyyppi: Harju, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 3.13 / 2.26 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 280 m
- Suojaustyyppi: maatiiviste
- Suojauksen kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: ei tietoa
- Muut kloridilähteet: entinen suolavarasto, asutus



Kuva 11. Kalajoki, Kourinkangas.

Alueella sijaitsee neljä vedenottamoa, joista Vesipostin vo on lopettanut toimintansa v. -96. Kourin, Siipon ja Hiekkasärkkien vedenottamoiden kloridipitoisuudet ovat pieniä (n. 5 mg/l) ja lievä nouseva trendi on vv. -97 ja -98 tehtyjen suojausten jälkeen kääntynyt hieman laskuun lukuun ottamatta Kourin vedenottamoa, jossa lievä nouseva trendi on vielä havaittavissa. Tosin Siipon ja etenkin Kourin vedenottamot sijaitsevat niin kaukana suolattavasta valtatiestä 8, että niiden vedenlaatuun suolaus tuskin vaikuttaa.

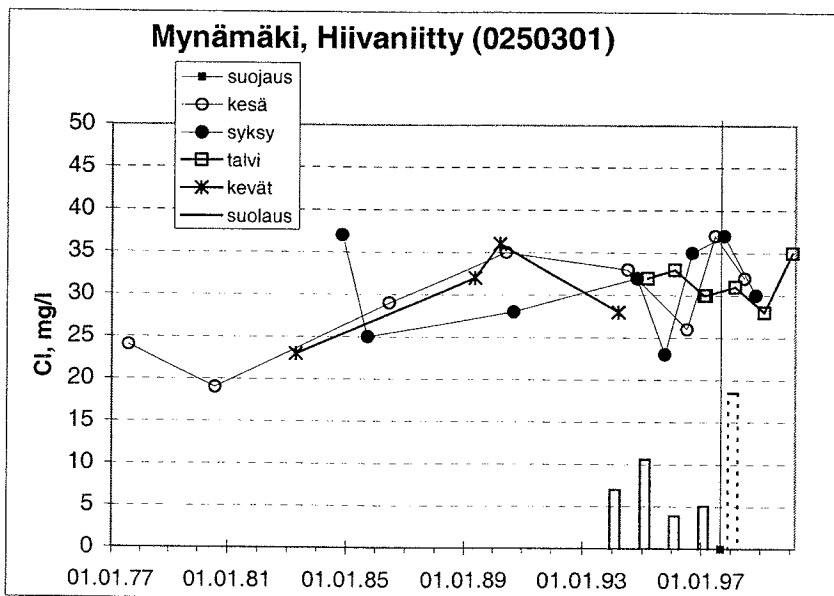
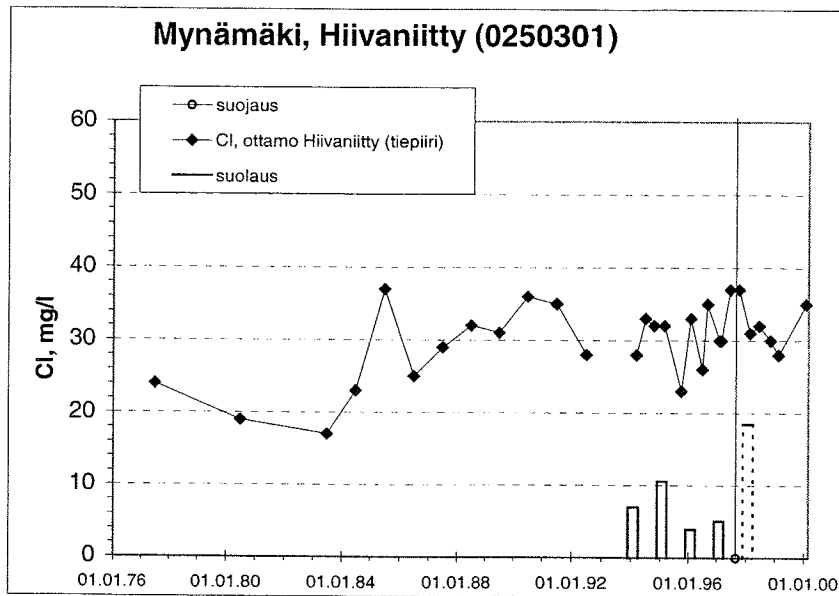
- Muodostumatyyppi: Harju, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 20.11 / 17.24 km<sup>2</sup>
- Vedenottamoiden etäisyys suojatusta tiestä:
  - Vesiposti noin 50 m
  - Hiekkasärkät noin 150 m
  - Siipo noin 2.2 km
  - Kouri noin 3.4 km
- Suojaustyyppi: bentoniittimatto
- Suojauksen kattavuus: kattava
- Suolausmäärä: ei tietoa
- Muut kloridilähteet: meri (etäisyys lähimmästä ottamosta (Vesiposti) n. 1 km)



Kuva 12. Alavus, Pyylampi.

Kaivon 1 kloridiarvot ovat vaihdelleet ennen suojausta melko voimakkaasti ja keskimääräinen taso on ollut suuruusluokkaa 35 mg/l. Suojausten jälkeen vaihtelu on selvästi tasaantunut ja taso on pienentynyt hieman yli 30 mg:aan/l. Myös kaivon 2 arvojen vaihtelu on hieman tasaantunut ja vakiintunut alemmalle tasolle kuin ennen suojauksia. Tosin laskeva suuntaus oli vallitseva jo ennen suojauksia, joten suojauksen vaikutusta on vaikea arvioida. Aivan tien vieressä sijaitsevan pv-putken 2017 arvot ovat selvästi nousussa ja putken 2013 hieman laskussa.

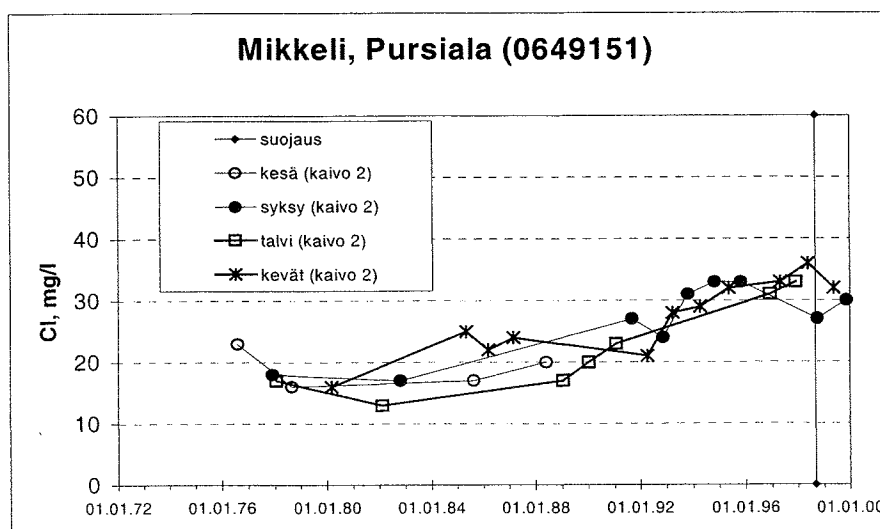
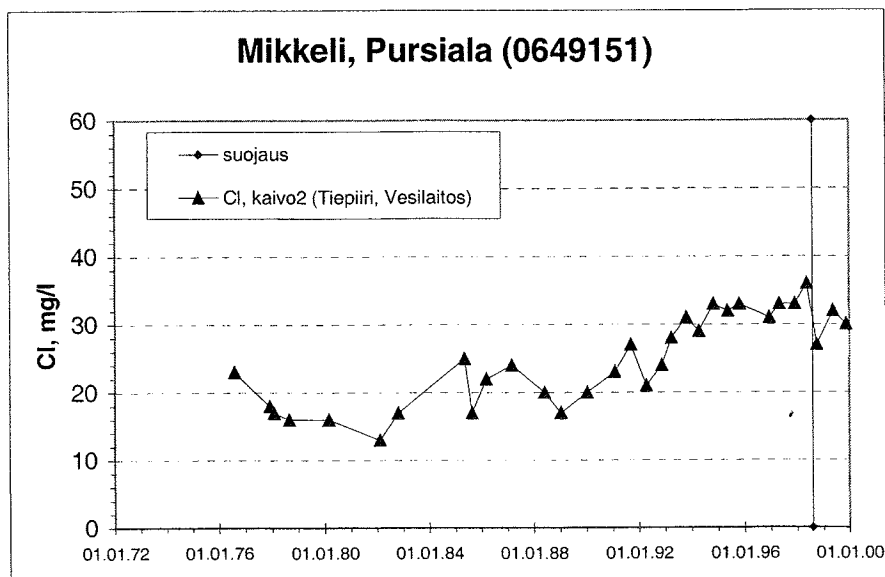
- Muodostumatyyppi: Harju, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 2.1 / 1.03 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 20 m (Kaivo1), noin 200 m (Kaivo2)
- Suojaustyyppi: bentoniittimatto
- Suojauksen kattavuus: kattava (vedenjakajaan asti)
- Suolausmäärä: 6,98 t/km/a (96-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: maa-aineksen otto



Kuva 13. Mynämäki, Hiivaniitty.

Heti suojausten jälkeen kloridiarvot ovat laskeneet selvästi suojausvuoden kesän ja syksyn -97 huippuarvoista, mutta viimeisimmän tuloksen (tammi-kuulta -00) mukaan kloriditaso on kohonnut keskimääräistä korkeammalle. Kuvan suolaustiedoissa talven -97/98 epävarma arvo on esitetty katkovii-valla. Eri vuodenaikoina otetuissa näytteissä ei ole havaittavissa systemaattisia eroja.

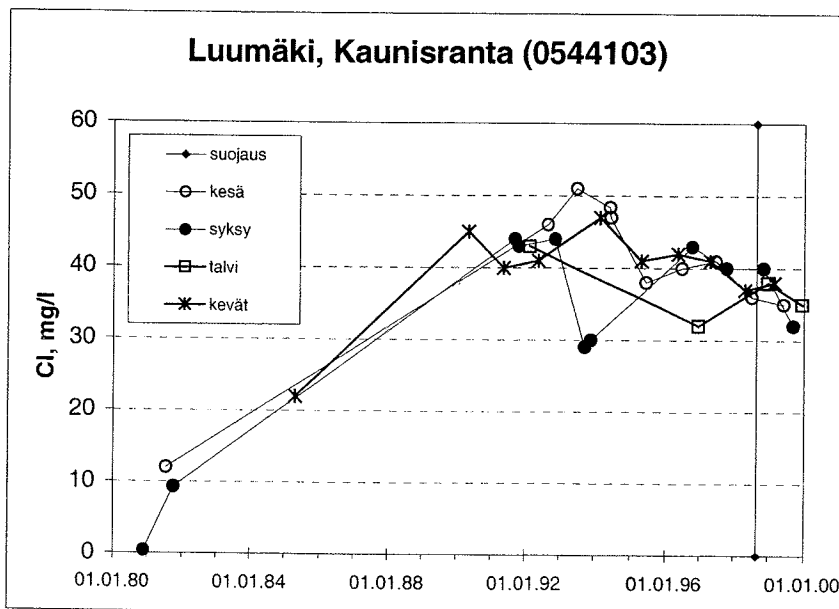
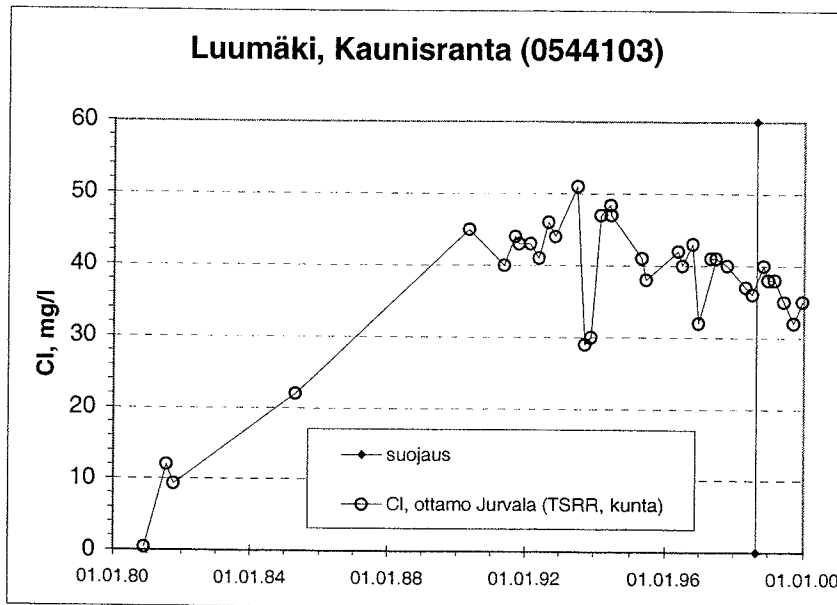
- Muodostumatyyppi: Harju
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 1.11 / 0.59 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 60 m
- Suojaustyyppi: bentoniittimaa
- Suojausten kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: ks. kuva
- Muut kloridilähteet: maa-ainesten otto



Kuva 14. Mikkeli, Pursiala.

Vedenottamolla sijaitsee kaikkiaan 9 kaivoa, joista vain Kaivo 2:n tulokset on esitetty, koska siitä otetuissa näytteissä kaivon paikan vaihtuminen ei vaikuta tulosten edustavuuteen. Kloridipitoisuus on Kaivossa 2 hieman alentunut suojauksen yhteydessä. Vuodenaikojä edustavissa arvoissa ei ole havaittavissa suuria eroja.

- Muodostumatyyppi: Harju, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 1.81 / 0.97 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 400 m
- Suojaustyyppi: bentoniittihiekka
- Suojauksen kattavuus: ei kattava
- Suolausmäärä: 15 t/km/a (96-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: asutus, teollisuus ja maa-ainesten otto



Kuva 15. Luumäki, Kaunisranta.

Pohjaveden kloridipitoisuus vedenottamolla (Jurvala) on ollut laskussa vuodesta -94 alkaen eikä se ole juurikaan muuttunut v.-98 tehdyn suojauksen jälkeen. Suojauksesta on kulunut reilu vuosi, joten vaikutusten arviointi on ennenaikaista. Eri vuodenaajoilta olevissa arvoissa ei ole havaittavissa systemaattisia eroja.

- Muodostumatyyppi: Reunamuodostuma, vettä ympäristöön purkava
- Kokonais- /muodostumisalueen pinta-ala: 0.54 / 0.38 km<sup>2</sup>
- Vedenottamon etäisyys suojatusta tiestä: noin 50 m
- Suojaustyyppi: maatiiviste
- Suojauksen kattavuus: kattava (vedenjakajaan asti)
- Suolausmäärä: 11,6 t/km/a (-97, TSRR)
- Muut kloridilähteet: ei tietoa

## 6 KLOORIDIPITOISUUDEN TRENDIANALYYSIT

Trendianalyysi tehtiin 13 kohteelle. Tavoitteena oli selvittää mahdollisimman objektiivisesti aikasarjoissa tapahtuneet muutokset. Trendisuorat laadittiin ajanjaksoille, joissa kloridipitoisuuden käyttäytyminen oli mahdollisimman lineaarista. Useassa kohteessa sovitus tehtiin myös hyvin vähäiselle aineistolle, joten analyysin tuloksiin on syytä suhtautua varauksella. Analyysikuvat on esitetty sivuilla 33-37 ja yhteenveto *taulukossa 2*. Tulosten mukaan noin puolet kohteista ovat sellaisia, joissa suojaus on muuttanut kloridipitoisuuden kehittymistä toivottuun suuntaan.

Taulukko 2. Trendianalyysin yhteenvertotaulukko

Pv-alue	Veden- ottamo tai pv- putki	Suojaustyyppi	Trendi		Trendin muutos ennen suojausta vs. suojauksen jälkeen	Arvio suoj. vaikutuksesta pelkästään trendianal. perusteella	Muita mahd. suola- lähteitä <sup>3)</sup>	
			ennen suojausta (mg/a)	jälkeen (mg/a)				+
Karevansuo	Karevansuo	maatiiviste	+0.19	-0.15	Mahd. nousu käänt. laskuksi <sup>1)</sup>	+	On	Ei tietoa
Taavetti	Taavetti	maatiiv./muov.kuituk./bent.maa	+3.0	+0.4	Nousu taittunut	+	Ei	On
Ylöjärvenh.	Saurio	bent.maa/bent.matto/muovi	+0.5	-0.5	Nousu kääntynyt laskuksi	+	Ei	Ei
	Ahvenisto		+0.04	-0.5	Nousu kääntynyt laskuksi	+		
	Pinsiö		-0.04	-0.8	Lasku jyrkentynyt	+		
	Julkujärvi		-0.16	+0.10	Lasku kääntynyt nousuksi	-		
Hatsola	Hatsola1	muov.kuitukangas	-16.5	-10.8	Lasku loiventunut <sup>2)</sup>	?	On	Ei
	Hatsola2		-23.4	-5.1	Lasku loiventunut <sup>2)</sup>	?		
Pöyhösenk.	Tuomisilta	bent.maa/maatiiv./muovi	+5.2	+0.6	Nousu taittunut	+	On	Ei
	Pöyhönen I		+1.5	+0.9	Nousu taittunut	+		
Rapionk.	Rapio1	bent.maa	-40	+2.6	Lasku kääntynyt nousuksi	-	On	Ei
	Rapio2		-7.4	-0.5	Lasku loiventunut	?		
	Härkälä		?	-0.4	Mahd. lasku loiventunut <sup>2)</sup>	?		
Patamäki	Patamäki	bent.matto	+0.7	+2.3	Nousu kiihtynyt	-	Ei	On
Utti	Haukkajärvi	bent.matto	+0.6	+0.4	Nousu loiventunut	+	Ei	Ei tietoa
Motelli	Laajoki	bent.maa	+0.6	+1.4	Nousu kiihtynyt	-	Ei	Ei
Haminämäki-H.	Haminämäki	maatiiviste	-0.17	+0.19	Lasku kääntynyt nousuksi	-	Ei	On <sup>4)</sup>
Pyylampi	Pyylampi K1	bent.matto	+1.2	+2.2	Nousu kiihtynyt	-	On	Ei
	Pyylampi K2		-2.5	+1.1	Lasku kääntynyt nousuksi	-		
Hiivaniitty	Hiivaniitty	bent.hiekka	-0.11	+1.6	Lasku kääntynyt nousuksi	-	Ei	Ei
Kaunisranta	Jurvala	maatiiviste	-0.8	-4.6	Lasku jyrkentynyt	+	On	Ei

1) trendi ennen suojausta EC-datasta

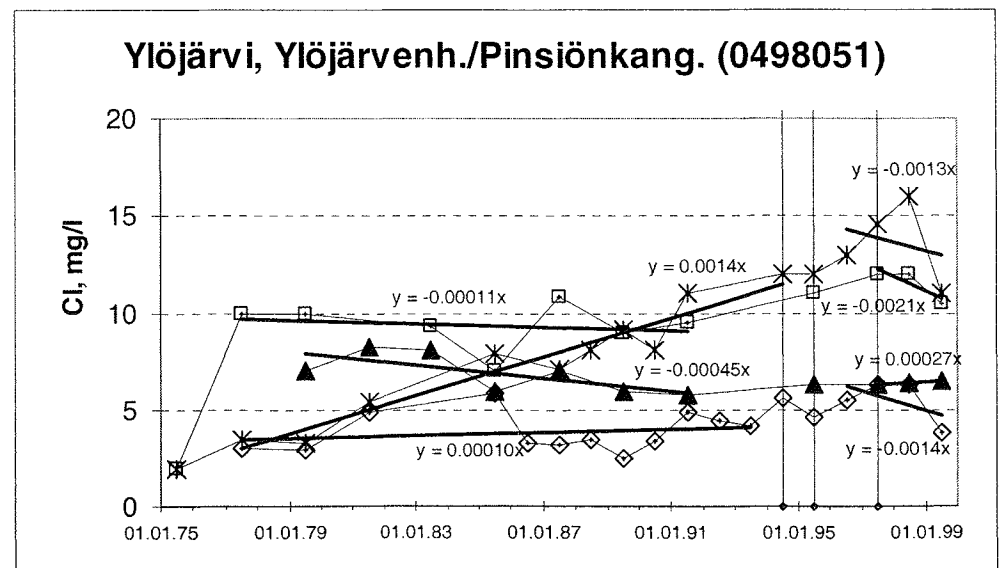
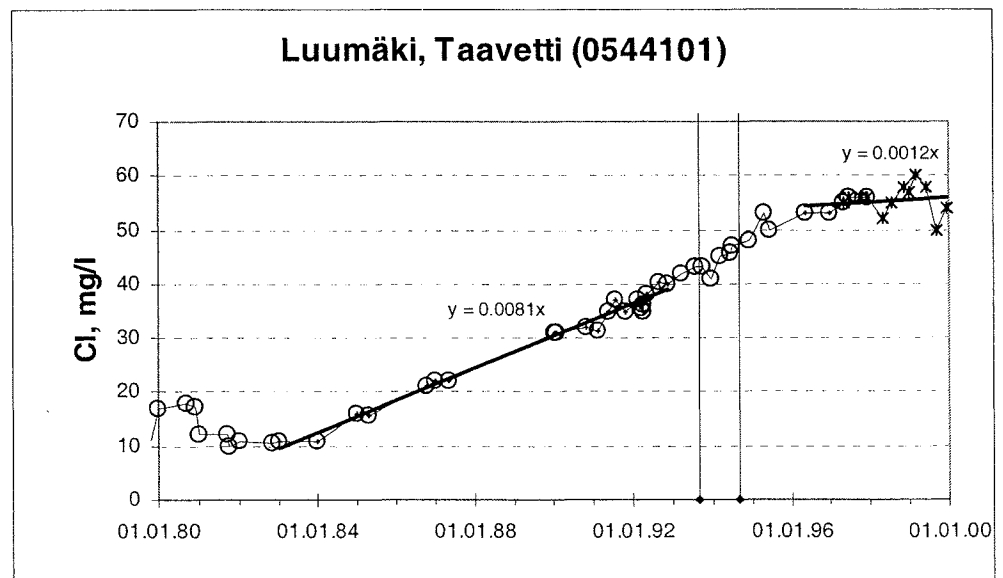
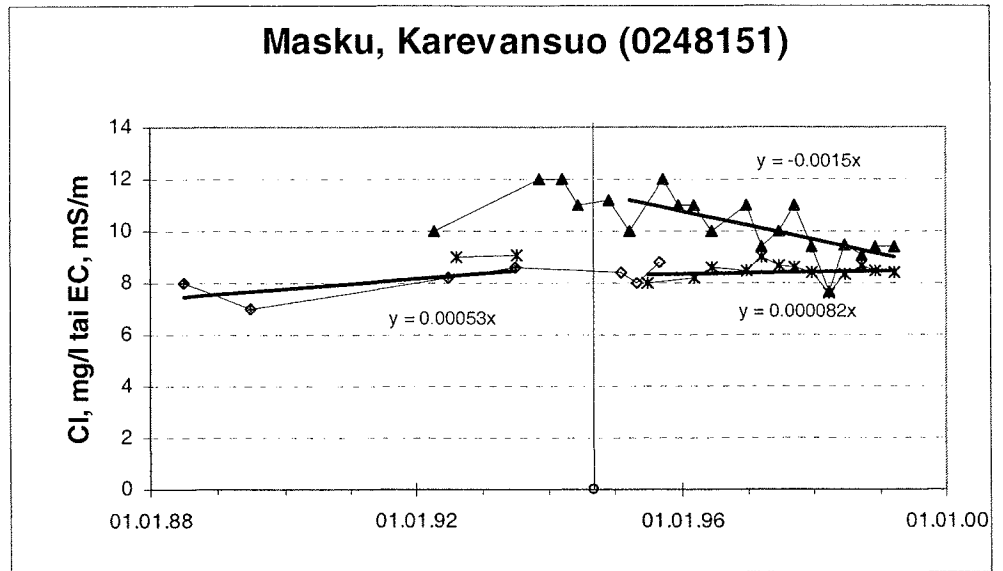
2) niukasti arvoja ennen suojausta

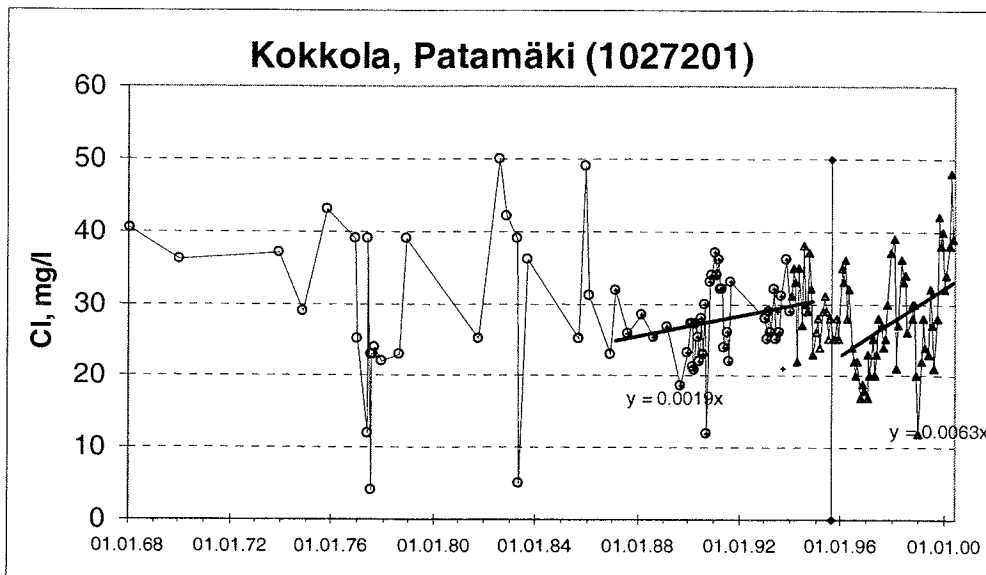
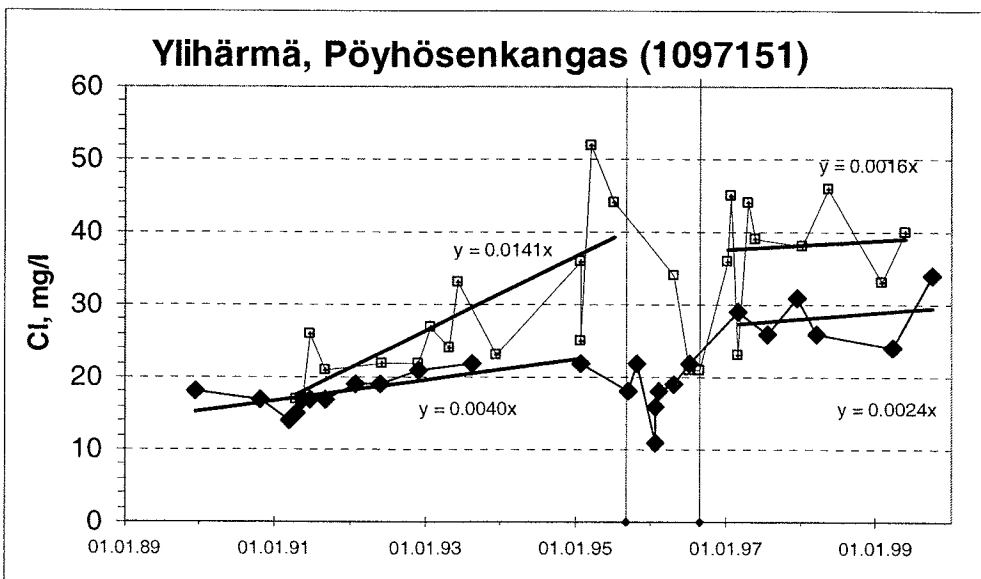
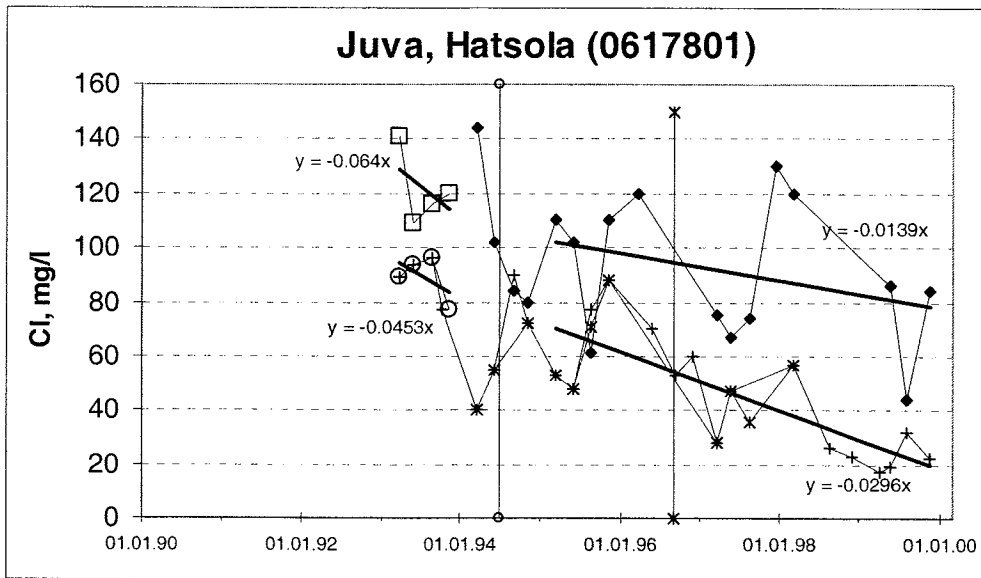
3) huomioitu vain meri, suolavarasto ja muu suolattava tie

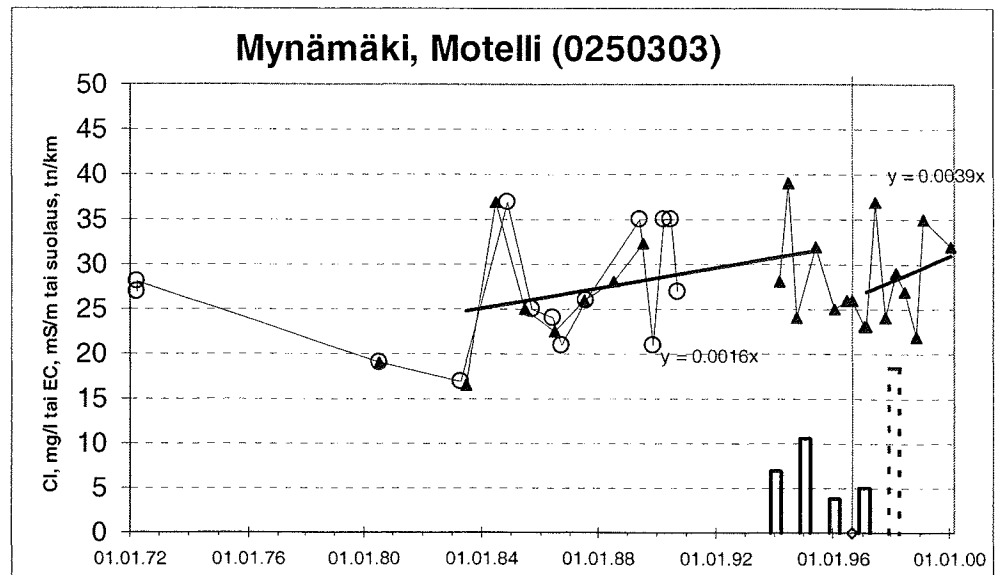
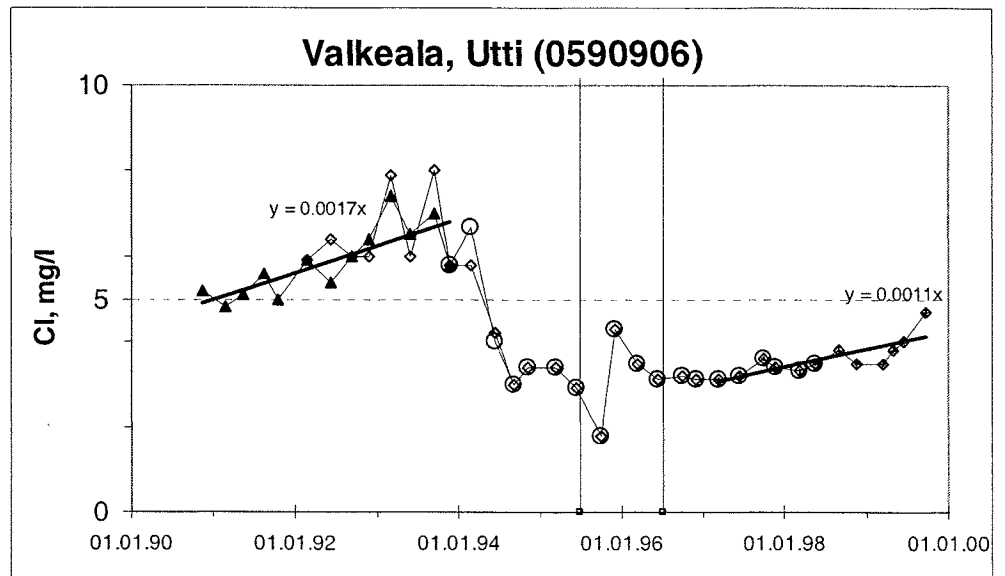
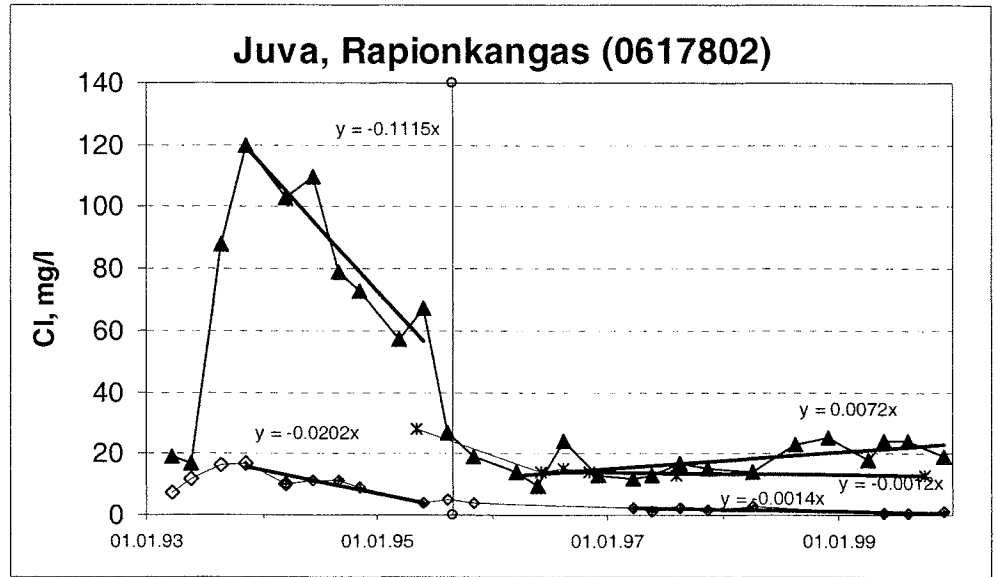
4) entinen suolavarasto

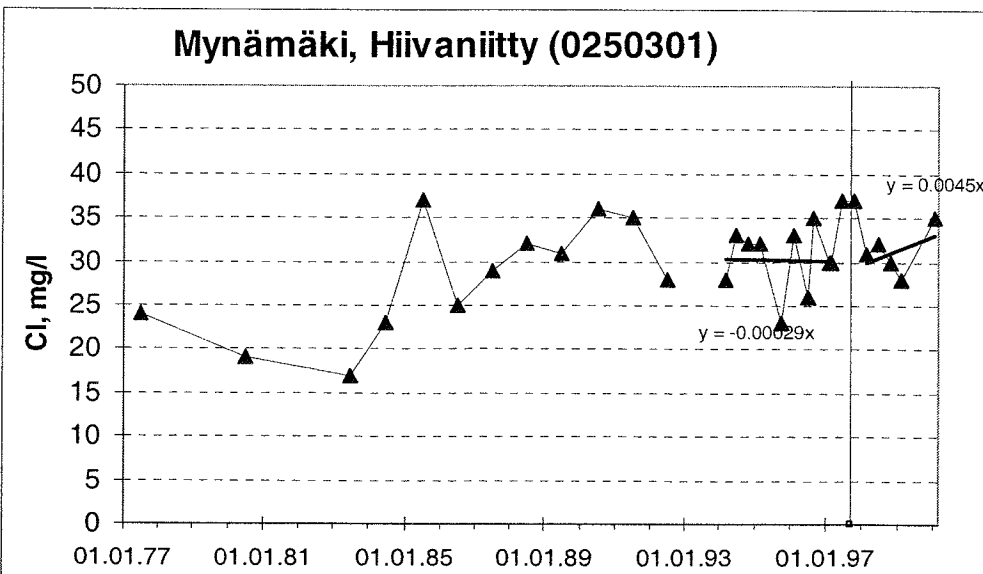
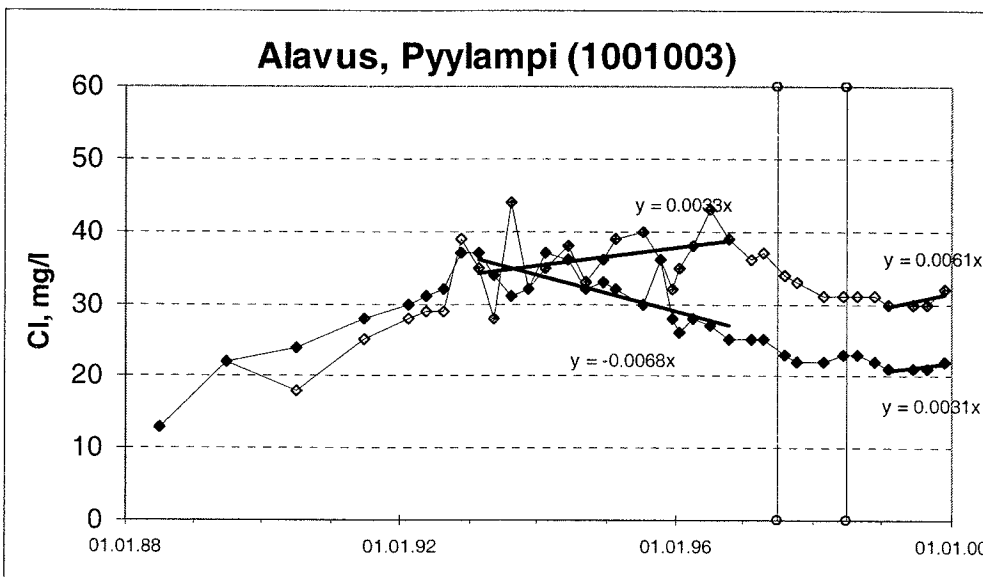
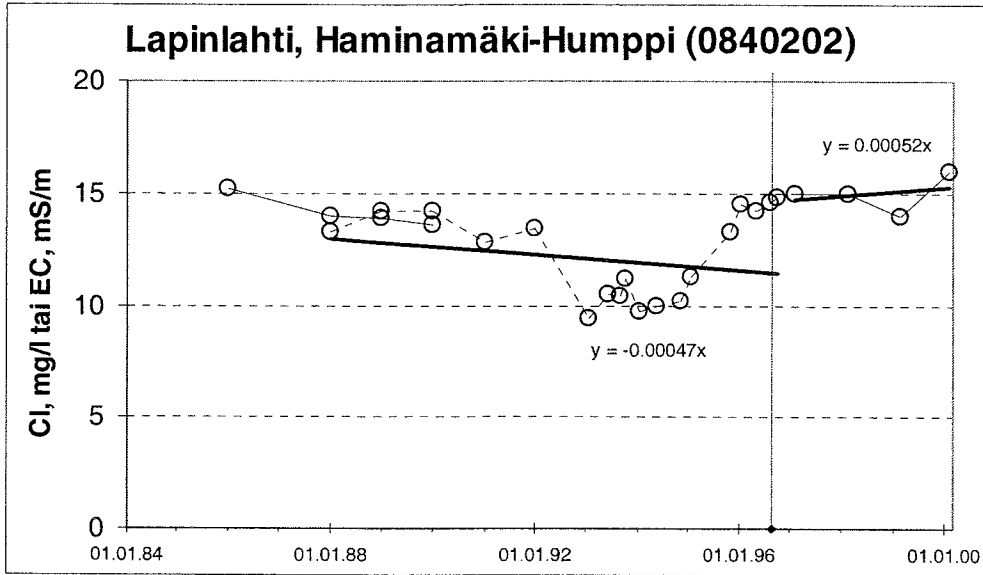


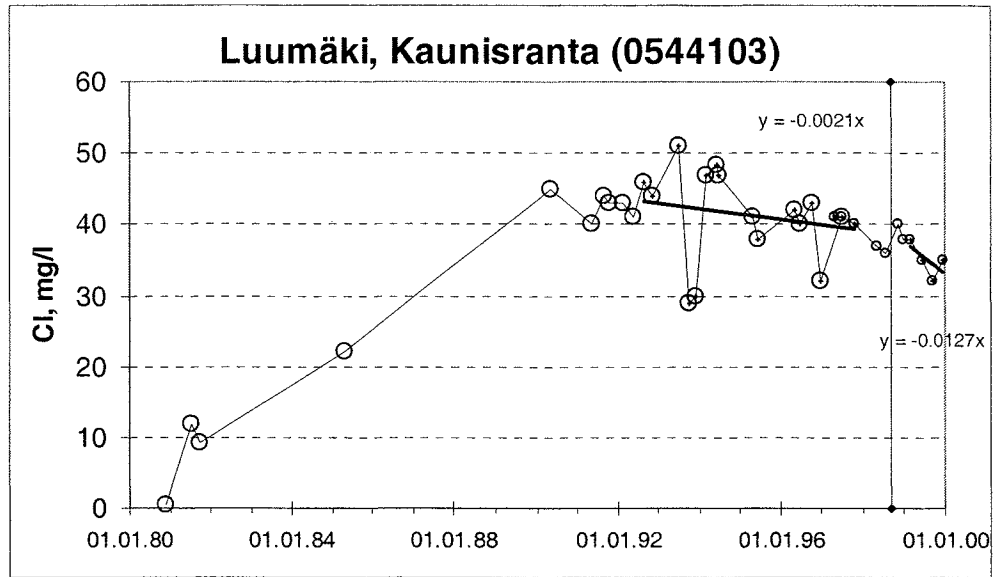
Trendianalyysikuvat











## 7 POHJAVESIALUEEN TYYPIN VAIKUTUS

Kloridipitoisuuden suojausten jälkeistä kehittymistä on pyritty kaikissa kohteissa arvioimaan, vaikka noin kolmanneksessa suojaus on niin tuore, ettei luotettavaa arviota voida esittää. Loput kohteet jakautuivat melko tasan sellaisiin, joissa kloridipitoisuus oli lähtenyt laskuun tai nousu oli taittunut ja sellaisiin, joissa kloridipitoisuus oli jatkanut nousua myös suojausten jälkeen.

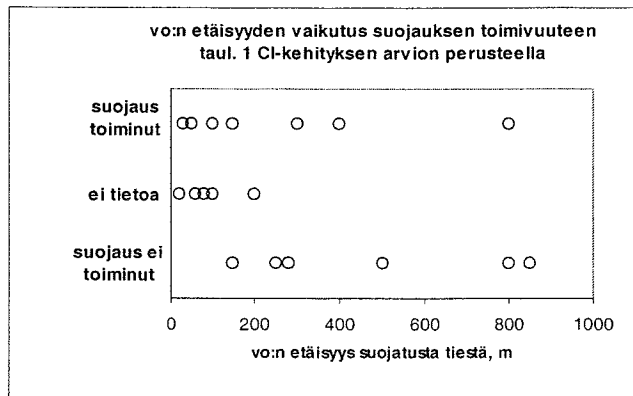
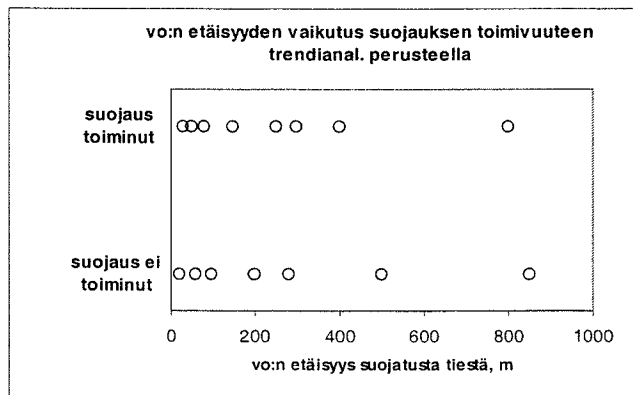
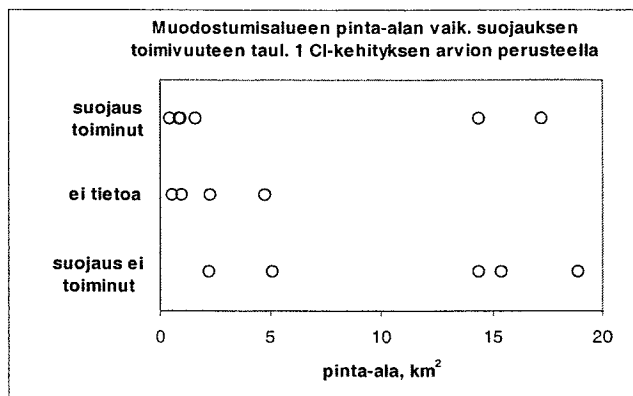
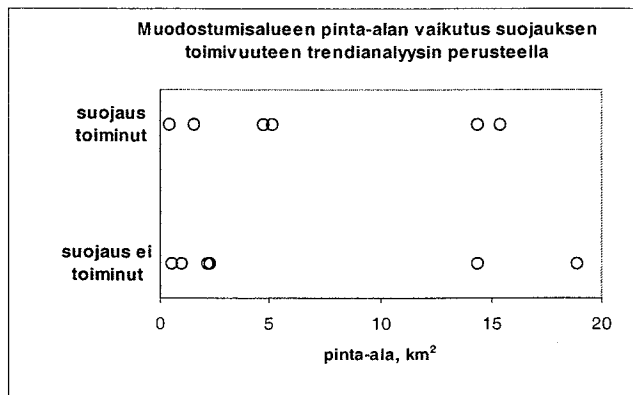
Koska suolausmäärissä tapahtuneita muutoksia ei ollut käytössä, pyrittiin kloridipitoisuuden kehittymistä (myöh. suojausten toimivuutta) selvittämään suojausten tyyppillä (maatiiviste, bentoniittimaa, -matto jne.), suojausten kattavuudella ja tiedolla, onko vedenottamon vaikutuspiirissä muita suolattavia ja suojaamattomia teitä.

Perustiedot kohteista ja arvio suojausten jälkeisestä kloridipitoisuuden kehittymisestä on koottu *Taulukkoon 1*, joka on esitetty Yhteenvedossa sivulla 12. Tiedossa olevat puutteet (pelkkä **maatiiviste**, **ei kattava** ja **On** muita suolattavia ja suojaamattomia teitä) sekä kloridipitoisuuden kehitys (mikäli **nousussa**) on **lihavoitu**. Nähdään, että nousussa olevissa kohteissa (5, 6, 8 ja 10) on muita yleisemmin kaksi lihavoitua puutetta. Laskussa olevissa kohteissa (1, 3, 4, 11, 14 ja 15) on enintään yksi puute, yleisimmin maatiiviste, joka ei siten näytä selvästi vaikuttavan suojausten toimivuuteen. Taasantuneissa ja vaihtelevissa kohteissa on yleensä yksi puute.

Lisäksi selvitettiin muiden tekijöiden kuten vedenottamon etäisyyden, pohjaveden muodostumisalueen pinta-alan ja päävirtaussuunnan merkitystä suojausten toimivuuteen. Koska suojausten toimivuudesta on esitetty kaksi, hieman toisistaan poikkeavaa arviota (Taulukon 1 kvalitatiivinen arvio ja luvun 6 Trendianalyysi), on eri tekijöiden vaikutusta tarkasteltu molempien suhteen. Muodostumisalueen pinta-alan ja vedenottamon etäisyyden osalta tulokset on esitetty liitteen 18 kuvissa, joiden mukaan kummallakaan tekijällä ei ole merkitystä suojausten arvioituun toimivuuteen. Muodostumatyyppin ja virtaussuunnan osalta tulokset on koottu *taulukkoon 2*. Kummallakaan tekijällä ei näytä olevan selvää vaikutusta suojausten toimivuuteen. Tuloksiin on kuitenkin syytä suhtautua varauksella, koska aineisto on pieni ja useista tekijöistä ei ole tietoa tai tiedon yksiselitteinen määrittäminen (esim. virtaussuunta) on hankalaa. Yksityiskohdista voidaan mainita mm. se, että suojaus on toiminut suhteellisen hyvin sekä vettä ympäristöstään keräävässä muodostumatyyppissä että ottamolle suuntautuvan päävirtaussuunnan tapauksessa.

Taulukko 2 Kooste suojauksen rakentamiseen liittyvästä kloridipitoisuuden kehittymisestä (suojauksen toimivuudesta) muodostumatyyppin (vettä ympäristöstä keräävä tai vettä ympäristöön purkava) ja päävirtaussuunnan (suojatulta tieltä ottamon suuntaan tai ottamolta (pois) suojatun tien suuntaan) osalta. Luvut taulukossa ilmaisevat vedenottamoiden tai havaintoasemien lukumääriä.

<b><u>Pohjavesialueen muodostumatyyppi</u></b>	<b>Suojaus toiminut</b> (havaintopisteiden lukumäärä)	<b>Ei tietoa</b> (havaintopisteiden lukumäärä)	<b>Suojaus ei toiminut</b> (havaintopisteiden lukumäärä)	<b>Arvion perusta</b>
<b>Keräävä</b>	3	0	2	Trendianalyysi (Taulukko 2, sivu 32)
<b>Ei tietoa</b>	2	0	2	
<b>Purkava</b>	5	0	2	
<b>Keräävä</b>	5	0	2	Taulukko 1 (sivu 12)
<b>Ei tietoa</b>	2	2	0	
<b>Purkava</b>	3	2	3	
<b><u>Pohjaveden päävirtaussuunta</u></b>				
<b>Ottamolle</b>	6	0	3	Trendianalyysi (Taulukko 2, sivu 32)
<b>Ei tietoa</b>	3	0	3	
<b>Pois ottamolta</b>	0	0	1	
<b>Ottamolle</b>	3	3	3	Taulukko 1 (sivu 12)
<b>Ei tietoa</b>	2	2	2	
<b>Pois ottamolta</b>	1	0	1	



*Muodostumisalueen pinta-alan ja vedenottamon etäisyyden vaikutus suojausten rakentamiseen liittyvään kloridipitoisuuden kehittymiseen (suojausten toimivuuteen).*



## 8 VIITTEET

Britschgi, R. et al. 1996. Suomen luokitellut pohjavesialueet. Suomen ympäristö nro 55, luonto ja luonnonvarat. ISBN 952-11-0081-8, ISSN 1238-7312. Helsinki. 387 s.

Etelä-Savon Ympäristökeskus 1999. Tiesuolan seuranta 1993-1999. Lyhyt alustava yhteenveto 30.7.1999/ Hyvärinen. 3 s. + liitt. 10s.

Molarius R. 1993. Pohjaveden talouskäyttöä uhkaavien riskitekijöiden kartoitus Ylöjärvellä. Vesi- ja ympäristöhallituksen monistesarja nro 495, Tampereen vesi- ja ympäristöpiiri. 186 s.

Nysten T. et al. 1999. Pohjaveden kloridipitoisuudet ensimmäisen Salpausselän alueella. Suomen ympäristö no. 331, Suomen Ympäristökeskus. 76 s.

Tielaitos, Hämeen tiepiiri 1997. Pohjaveden suojaus valtatiellä 3 välillä Ylöjärvi - Hämeenkyrö.

Tielaitos, Savo-Karjalan tiepiiri 1999. Pohjaveden suojaus vt 5 Honkamäen ja Haminamäen vedenottamojen kohdalla. 5 s. + liitt.

Tielaitos & Suomen Ympäristökeskus. 1997. Tieriskirekisteri.

Tielaitos, Turun tiepiiri 1997. Valtatien 8 parantaminen motellin vedenottamon kohdalla, pohjaveden suojaus.

Tielaitos, Turun tiepiiri 1997. Valtatie 8 parantaminen, Hiivaniityn pohjavesisuojaus. Toteutetun suojauksen kuvaus.

Tielaitos, Vaasan tiepiiri 1997. Kt:n 66 leventäminen välillä lääninraja- Lahdenkylä sekä tien luiskasuojaukset Pyylammin pohjavesialueella, Alavus.

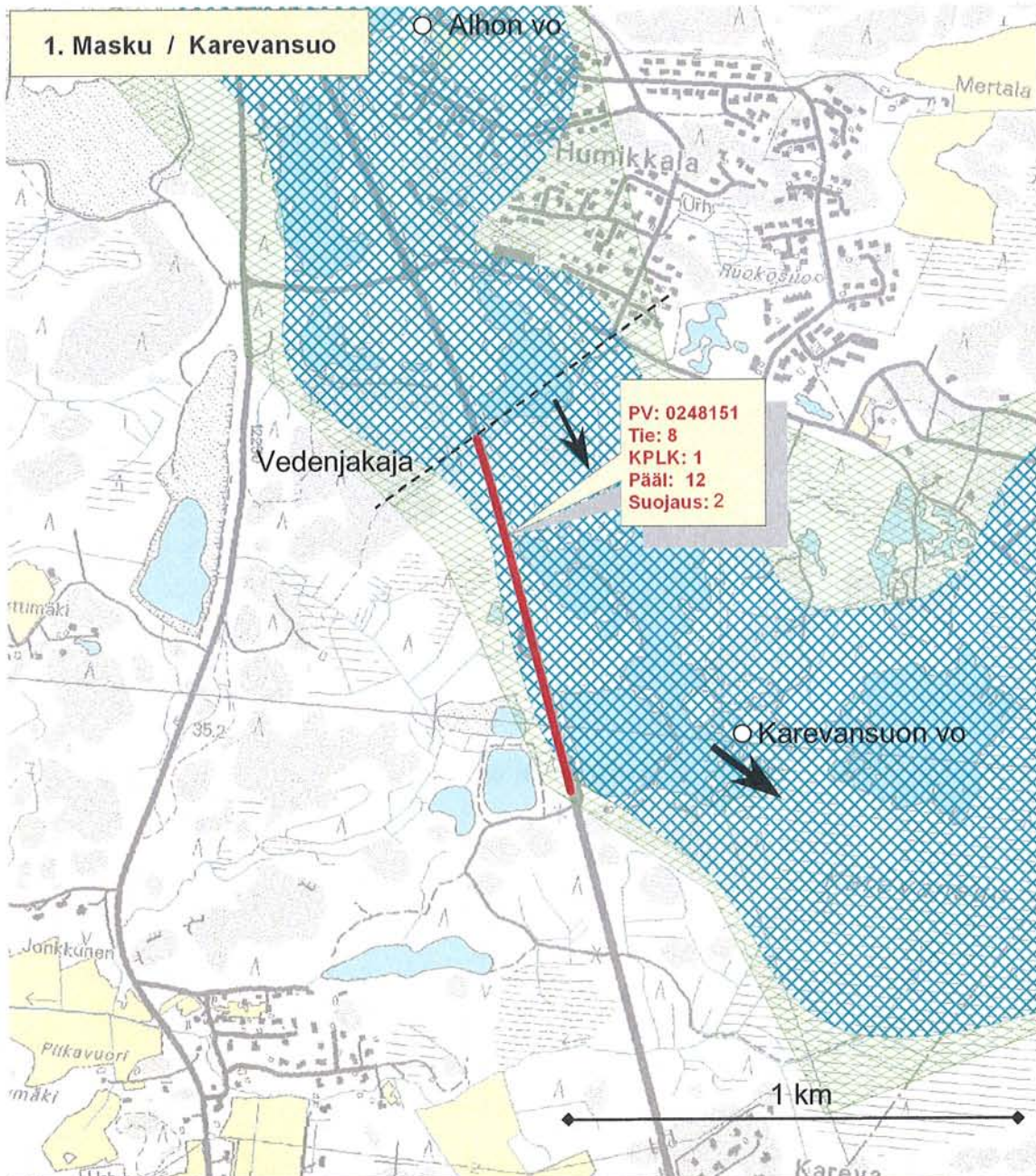
Tielaitos, Vaasan tiepiiri 1992. Mt:n 749 parantaminen välillä Ykspihlaja - Piispanmäki, Patamäen pohjavesialueen suojaus.

Tielaitos, Vaasan tiepiiri, Tpg-ryhmä 1995. Pohjaveden suojaussuunnitelma. Pohjavesialueiden tiesuojaukset Pöyhösenkankaan ja Kaupinkankaan pohjavesialueilla.

Tielaitos, Vaasan tiepiiri, Tienpidon suunnittelu 1999. Tiesuolan käytön vaikutus pohjavesiin. Kloridipitoisuuden seuranta 1996-1998. Vaasa. 35 s. + liitt. 3 s.

## 9 LIITTEET

1. Masku, Karevansuo
2. Luumäki, Taavetti
3. Ylöjärvi, Ylöjärvenharju
4. Juva, Hatsola
5. Ylihärmä, Pöyhösenkangas
6. Kokkola, Patamäki
7. Juva, Rapionkangas
8. Valkeala, Utti
9. Mynämäki, Motelli
10. Lapinlahti, Haminämäki-Humppi
11. Kalajoki, Kourinkangas
12. Alavus, Pyylampi
13. Mynämäki, Hiivaniitty
14. Mikkeli, Pursiala
15. Luumäki, Kaunistranta



**SUOJAUS:**

- 0= ei suojausta
- 1= lieympäristö rakenteellisesti suojattu, mutta tapaa ei ole määritetty tai se ei ole mikään seuraavista
- 2= tiivistetty maakerros
- 3= bentoniitti ja kuitukankaat (bentoniittimatto)
- 4= min 15 cm kerros bentoniitin ja maan sekoitusta
- 5= paksu, min 1 mm muovi
- 6= ohut muovi ja maativiste

**PÄÄLLYSTE:**

- 11= BET sementtibetoni
- 12= AB asfalttibetoni
- 13= ABK sidottu kantava kerros
- 14= VA valuasfaltti
- 15= KIVI kiveys, laatoitus tms.
- 21= PAB pehmeä asfalttibetoni
- 22= ÖS öljysora, emulsiosora
- 24= BLS bitumiliuosora
- 31= SOP soratien pinta- ja imeytyskäsitely

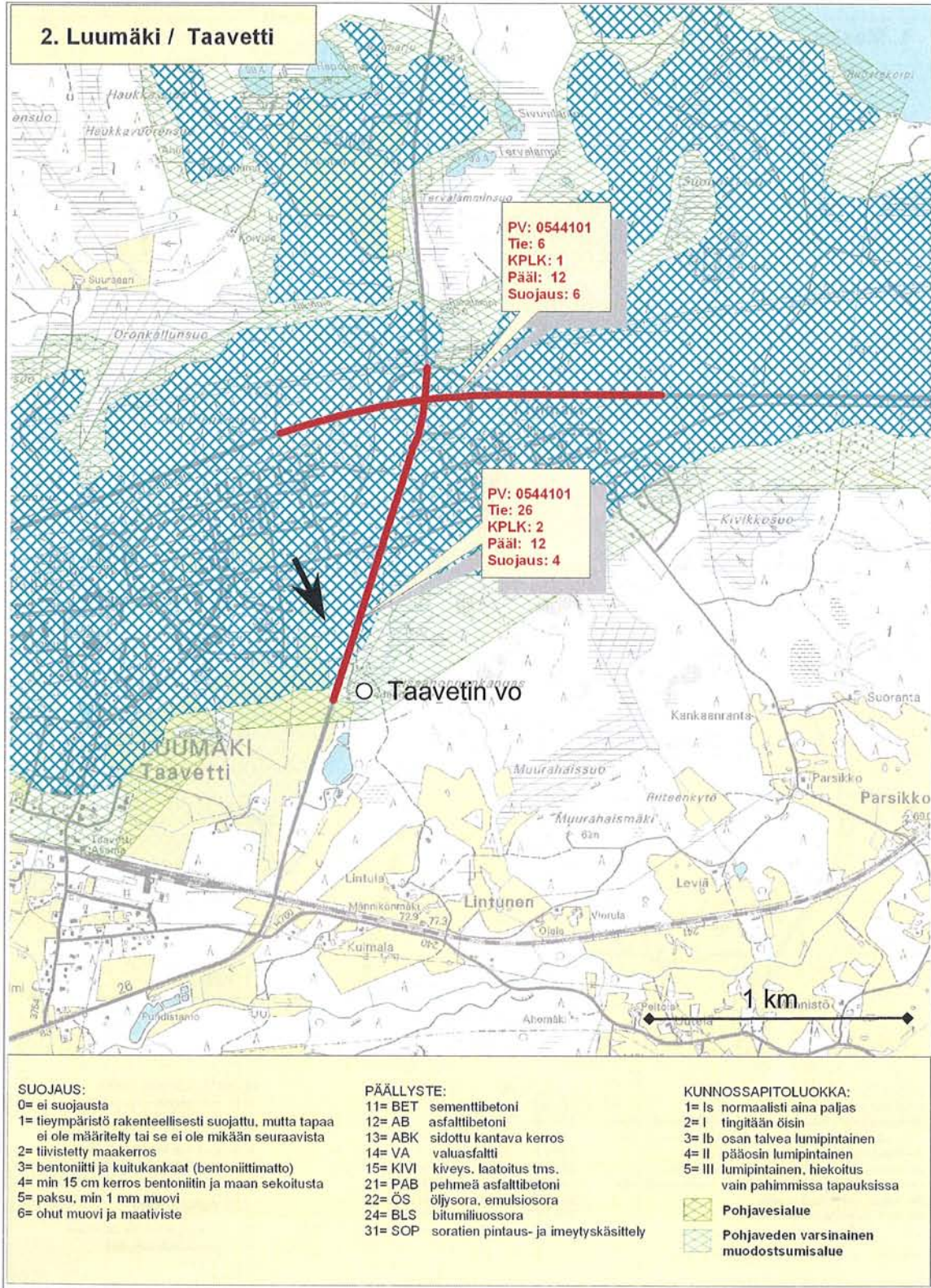
**KUNNOSSAPITOLUOKKA:**

- 1= Is normaalisti aina paljas
- 2= I tingitään öisin
- 3= Ib osan talvea lumipintainen
- 4= II pääosin lumipintainen
- 5= III lumipintainen, hiekoitus vain pahimmissa tapauksissa

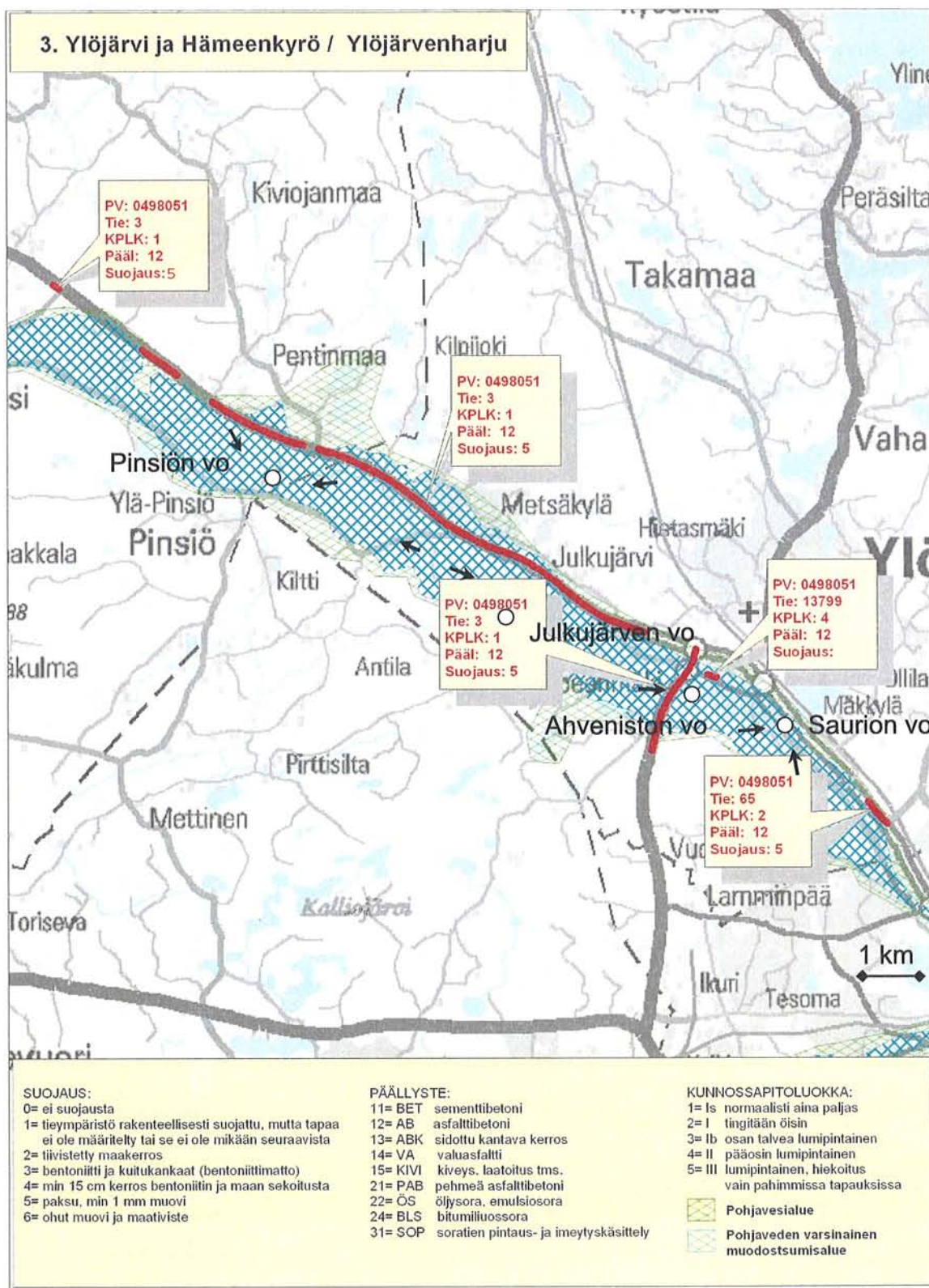
Pohjavesialue

Pohjaveden varsinainen muodostumisalue



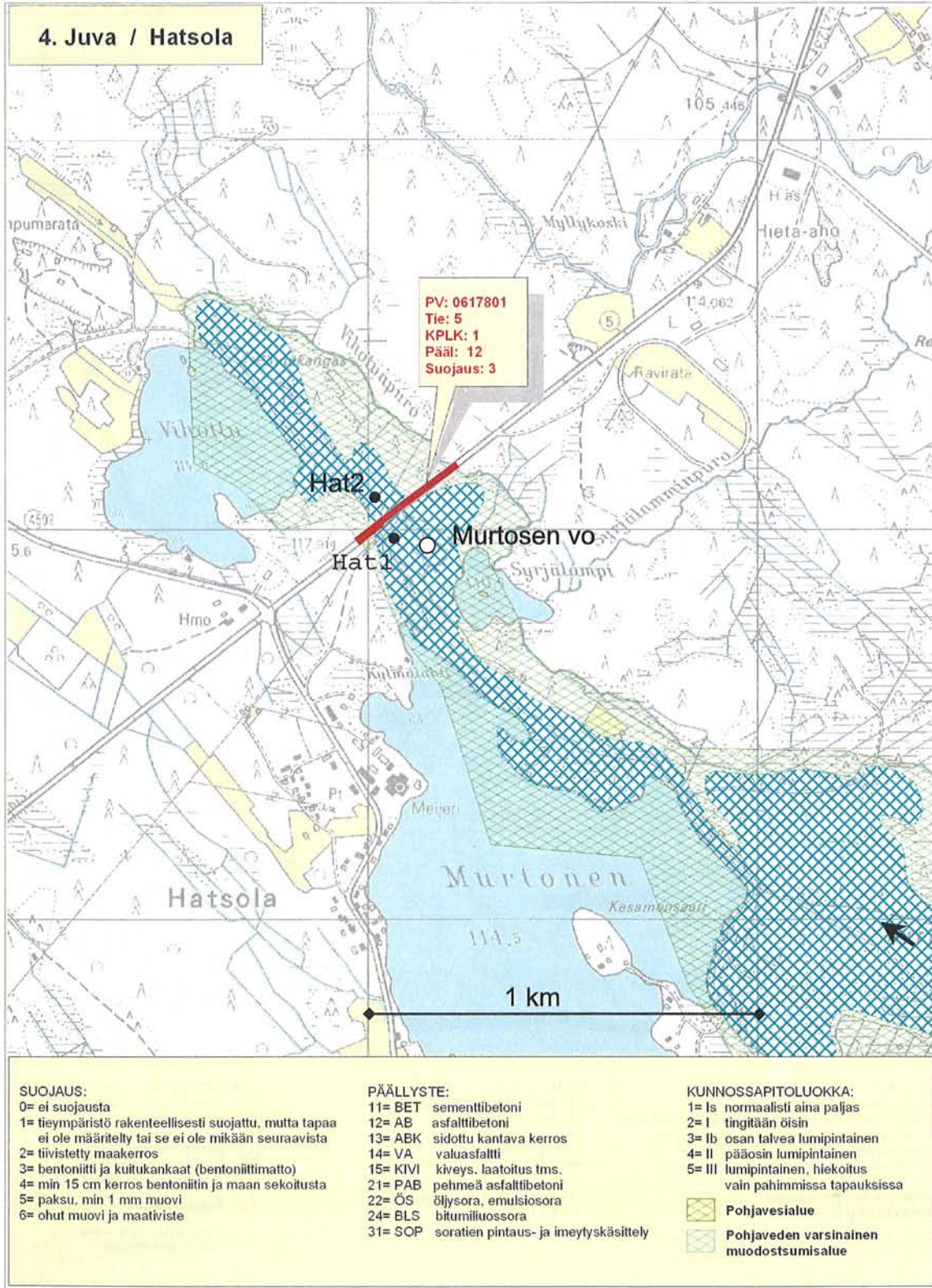






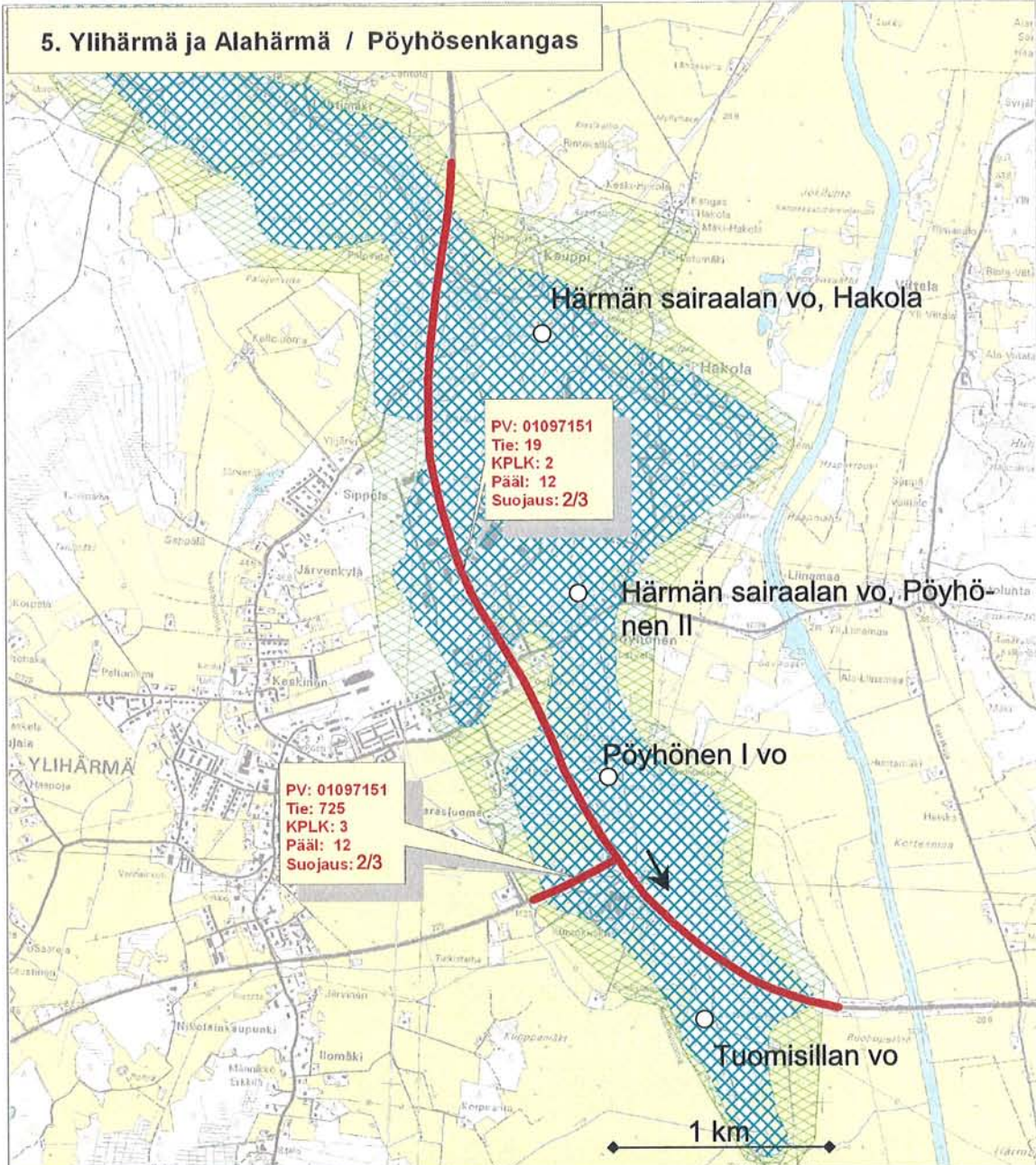


# Liite 4





## 5. Ylihärmä ja Alahärmä / Pöyhösenkangas

**SUOJAUS:**


- 0= ei suojausta  
1= tieympäristö rakenteellisesti suojattu, mutta tapaa ei ole määritelty tai se ei ole mikään seuraavista  
2= tiivistetty maakerros  
3= bentoniitti ja kuitukankaat (bentoniittimatto)  
4= min 15 cm kerros bentoniitin ja maan sekoitusta  
5= paksu, min 1 mm muov  
6= ohut muov ja maativeste


**PÄÄLLYSTE:**

- 11= BET sementtibetoni  
12= AB asfalttibetoni  
13= ABK sidottu kantava kerros  
14= VA valuasfaltti  
15= KIVI kiveys, laatoitus tms.  
21= PAB pehmeä asfalttibetoni  
22= ÖS öljysora, emulsiosora  
24= BLS bitumiliuosora  
31= SOP soratien pinta- ja imeytyskäsitely

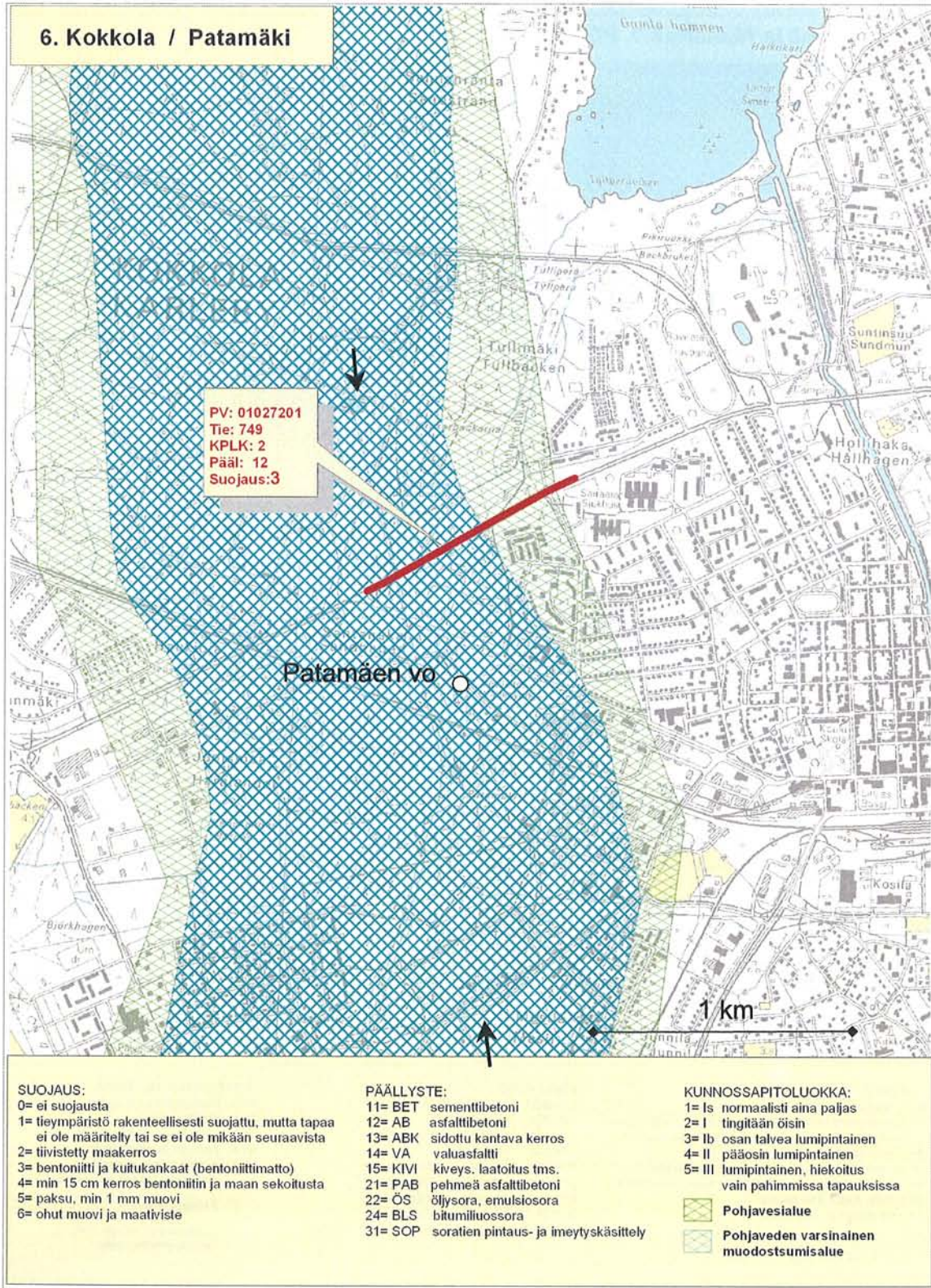
**KUNNOSSAPITOLUOKKA:**

- 1= Is normaalisti aina paljas  
2= I tingitään öisin  
3= Ib osan talvea lumipintainen  
4= II pääosin lumipintainen  
5= III lumipintainen, hiekoitus vain pahimmissa tapauksissa

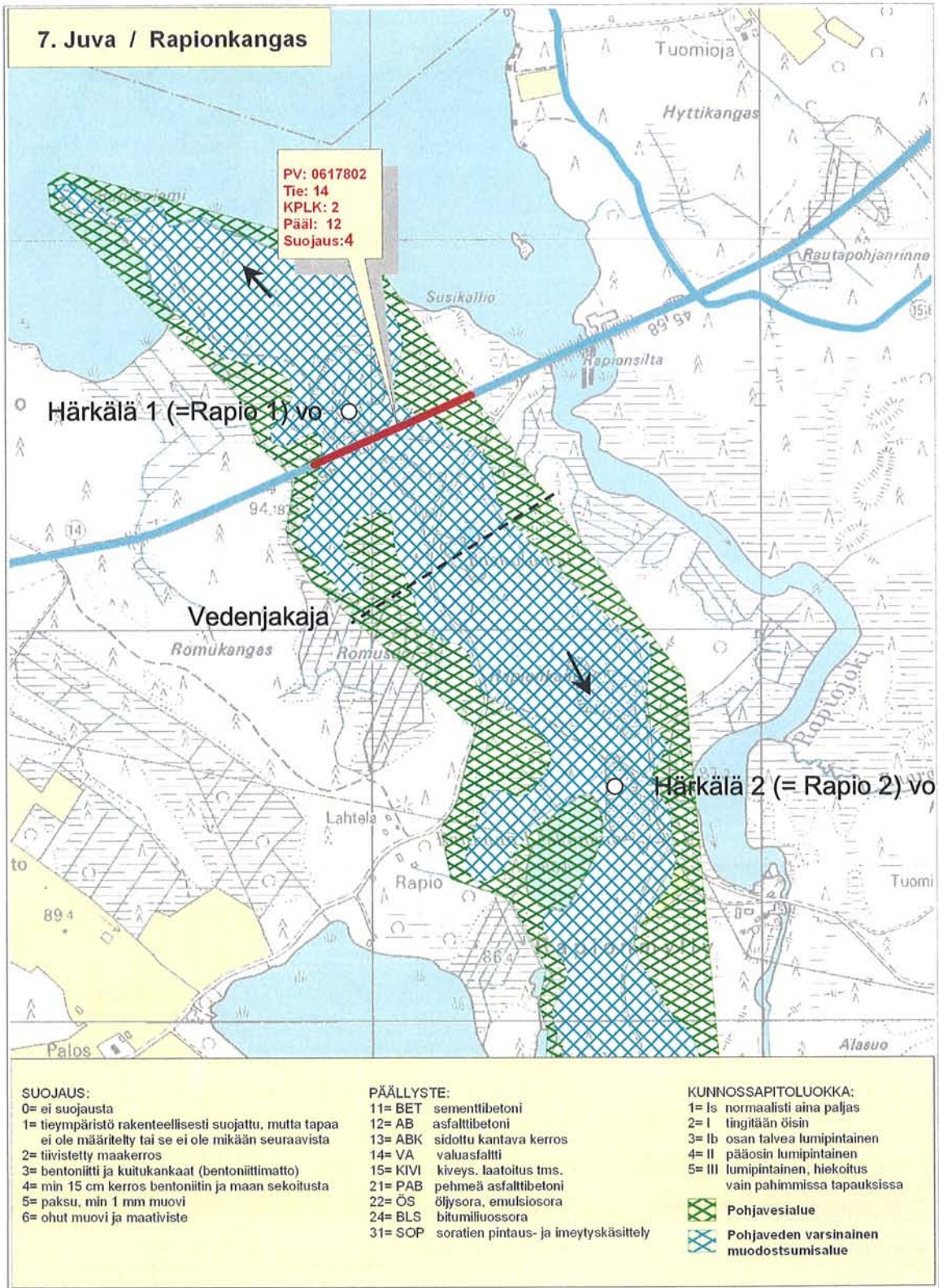
 Pohjavesialue

 Pohjaveden varsinainen muodostumisalue



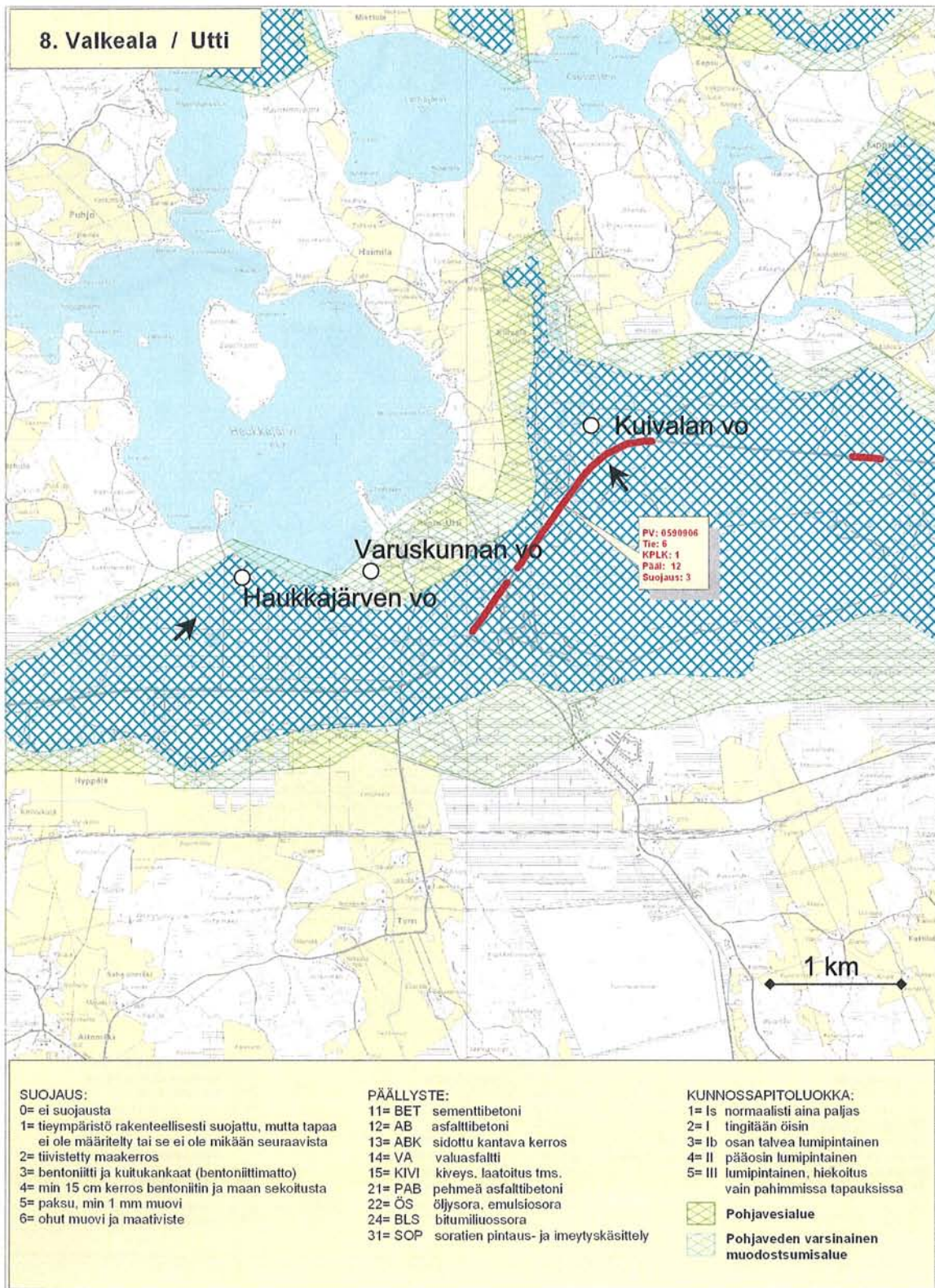






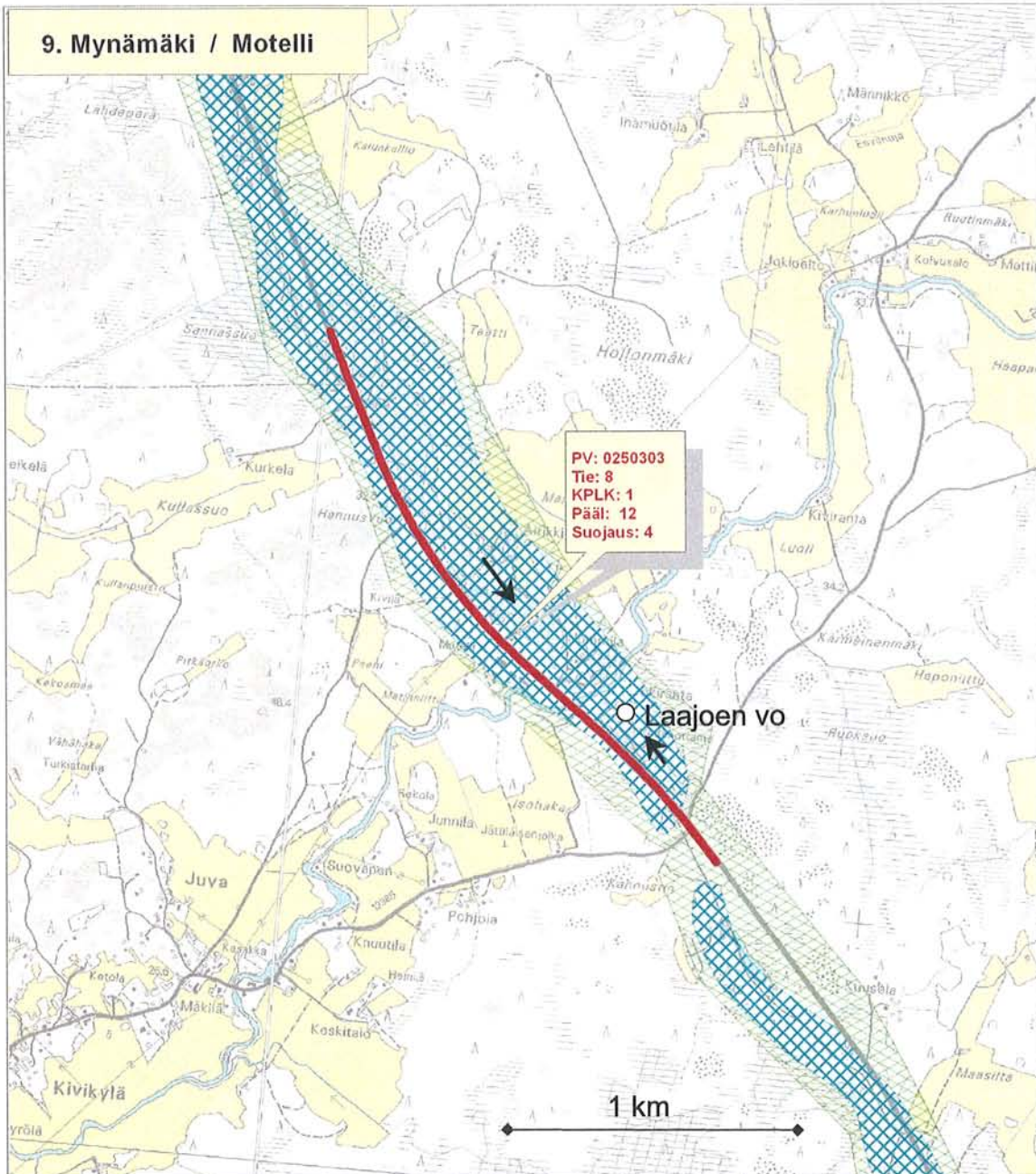


# Liite 8





9. Mynämäki / Motelli



PV: 0250303  
Tie: 8  
KPLK: 1  
Pääl: 12  
Suojaus: 4

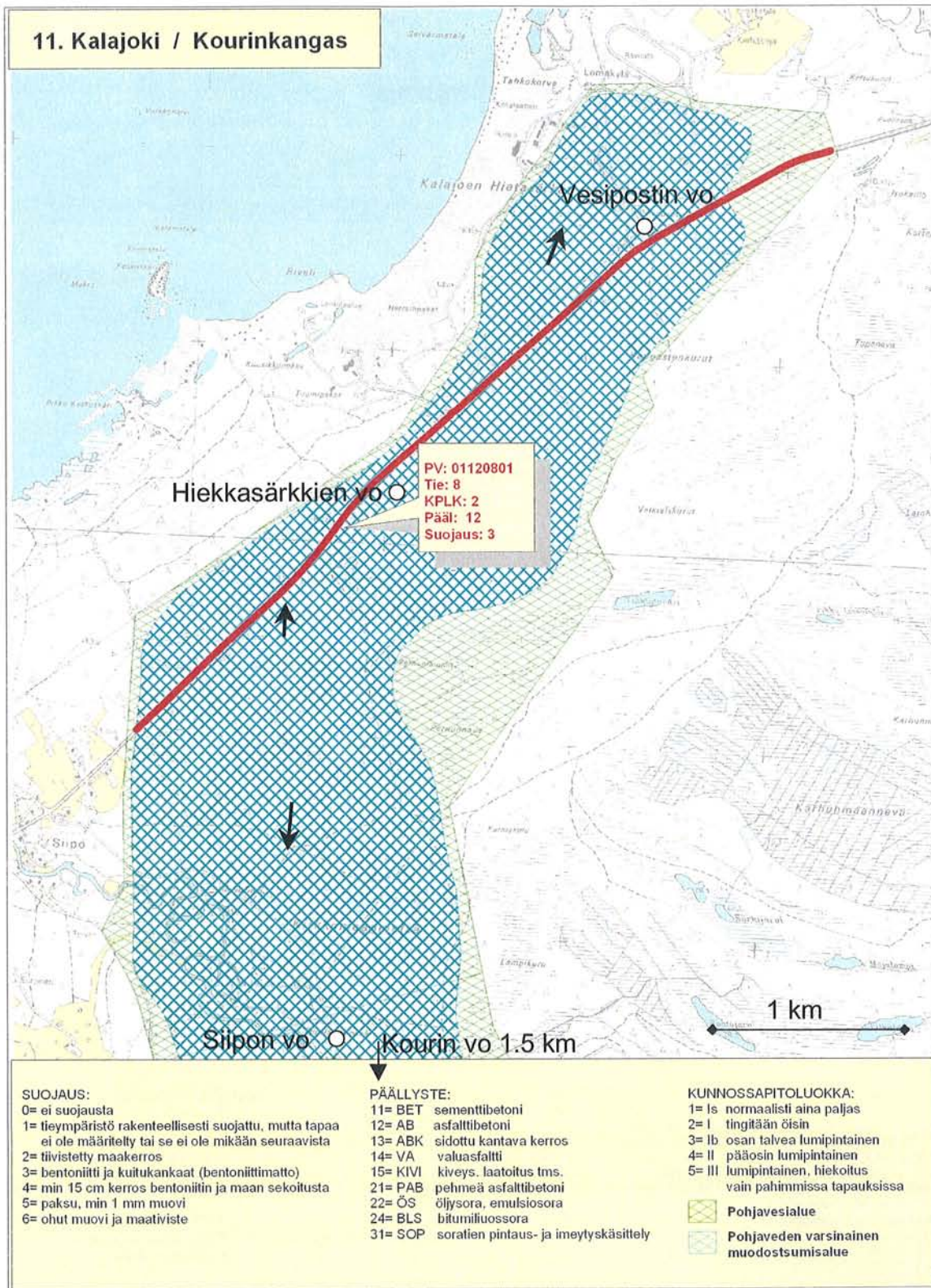
1 km

<p><b>SUOJAUS:</b> 0= ei suojausta 1= tiempäristö rakenteellisesti suojattu, mutta tapaa ei ole määritetty tai se ei ole mikään seuraavista 2= tiivistetty maakerros 3= bentoniitti ja kuitukankaat (bentoniittimatto) 4= min 15 cm kerros bentoniitin ja maan sekoitusta 5= paksu, min 1 mm muovi 6= ohut muovi ja maativeste</p>	<p><b>PÄÄLLYSTE:</b> 11= BET sementtibetoni 12= AB asfalttibetoni 13= ABK sidottu kantava kerros 14= VA valuasfaltti 15= KIVI kiveys, laatoitus tms. 21= PAB pehmeä asfalttibetoni 22= ÖS öljysora, emulsiosora 24= BLS bitumiliuosora 31= SOP soratien pinta- ja imeytyskäsittely</p>	<p><b>KUNNOSSAPITOLUOKKA:</b> 1= Is normaalisti aina pallas 2= I tingitään öisin 3= Ib osan talvea lumipintainen 4= II pääosin lumipintainen 5= III lumipintainen, hiekoitus vain pahimmissa tapauksissa</p> <p> Pohjavesialue  Pohjaveden varsinainen muodostusalue</p>
----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------



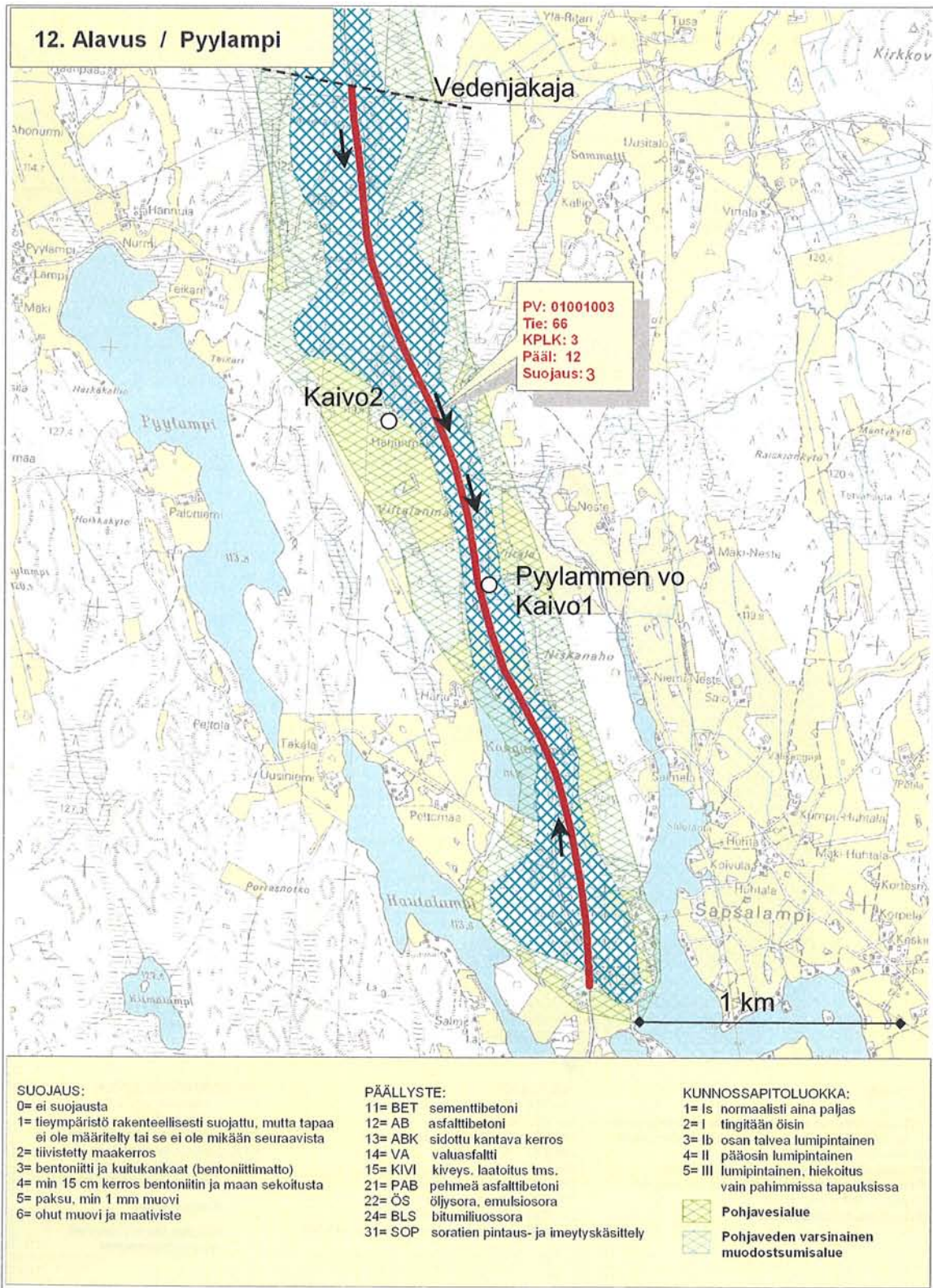








# Liite 12



## 12. Alavus / Pyylampi

Vedenjakaja

PV: 01001003  
Tie: 66  
KPLK: 3  
Pääl: 12  
Suojaus: 3

Kaivo2

Pyylammen vo  
Kaivo1

1 km

### SUOJAUS:

- 0= ei suojausta
- 1= tieympäristö rakenteellisesti suojattu, mutta tapaa ei ole määritelty tai se ei ole mikään seuraavista
- 2= tiivistetty maakerros
- 3= bentoniitti ja kuitukankaat (bentoniittimatto)
- 4= min 15 cm kerros bentoniitin ja maan sekoitusta
- 5= paksu, min 1 mm muovi
- 6= ohut muovi ja maativeste

### PÄÄLLYSTE:

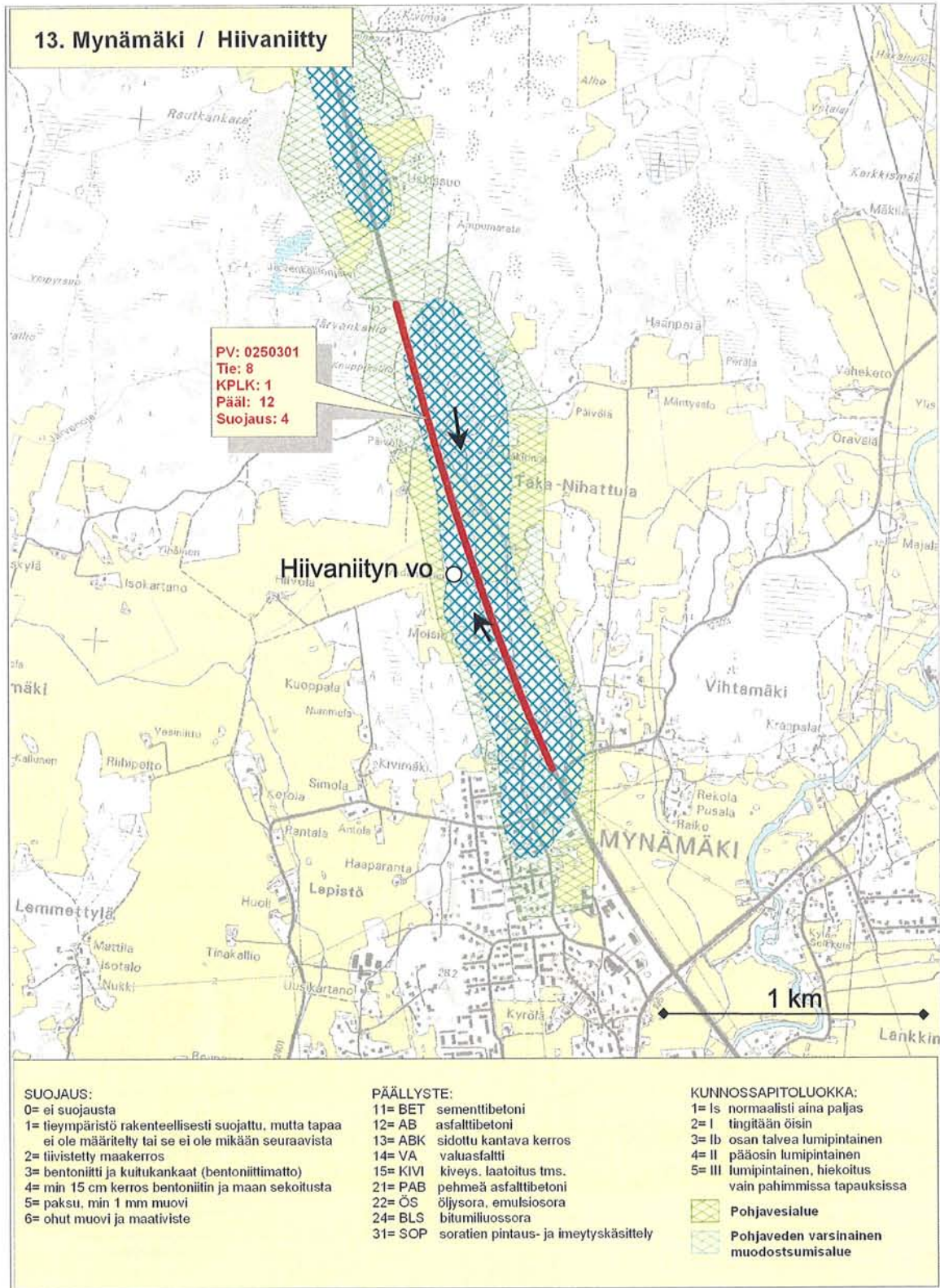
- 11= BET sementtibetoni
- 12= AB asfalttibetoni
- 13= ABK sidottu kantava kerros
- 14= VA valuasfaltti
- 15= KIVI kiveys, laatoitus tms.
- 21= PAB pehmeä asfalttibetoni
- 22= ÖS öljysora, emulsiosora
- 24= BLS bitumiliuosora
- 31= SOP soratien pinta- ja imeytyskäsitely

### KUNNOSSAPITOLUOKKA:

- 1= Is normaalisti aina paljas
- 2= I tingitään öisin
- 3= Ib osan talvea lumipintainen
- 4= II pääosin lumipintainen
- 5= III lumipintainen, hiekoitus vain pahimmissa tapauksissa

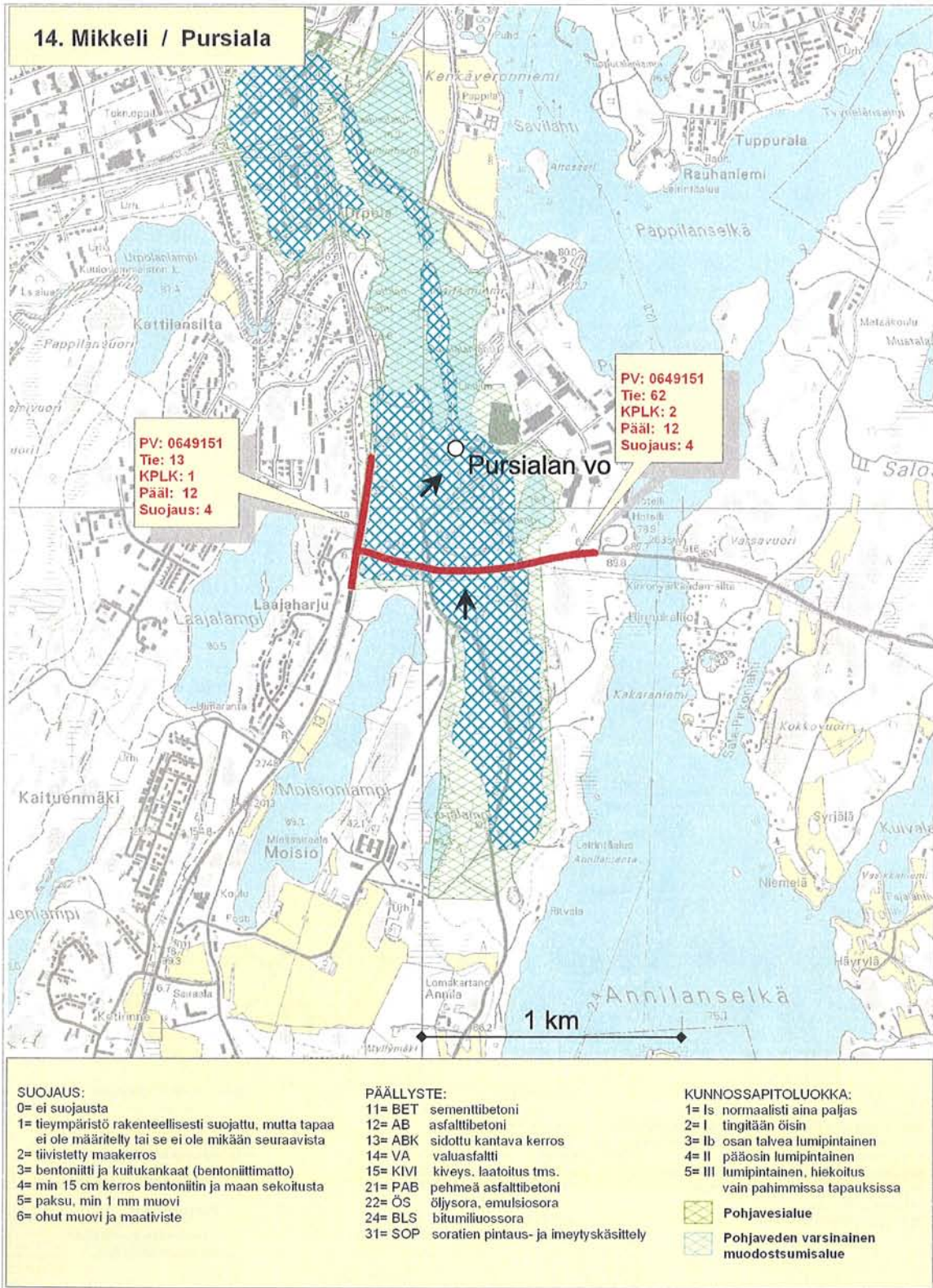
- Pohjavesialue
- Pohjaveden varsinainen muodostusalue



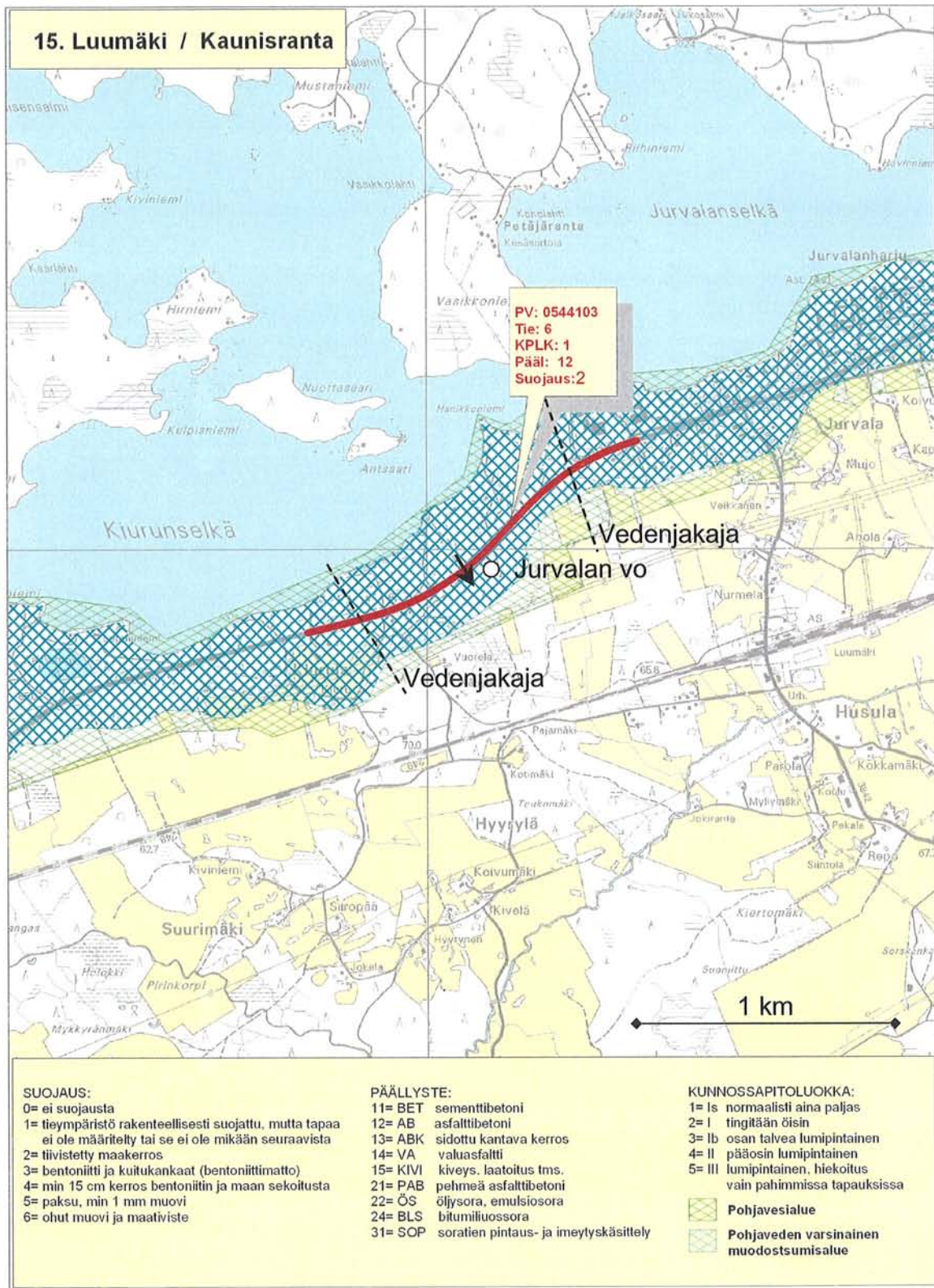




# Liite 14











## Ympäristö/vaikutukset

- TIEL 3200555 Ohikulkutie ja taajama (TS 9/1999)
- TIEL 3200558 Niittykasvillisuuden perustaminen tieluiskuihin - Koetuloksia ja kirjallisuusselvitys (TS 12/1999)
- TIEL 3200560 Saneerattujen taajamien viherympäristö, kivetyt pinnat, kalusteet - Kuntotarkastelu (TS 15/1999)
- TIEL 3200590 Taajamateiden suunnittelun kehittäminen. Seurantatutkimus. Jaala, Keuruu, Sotkamo. (TS 1/2000)
- TIEL 4000205 Tierummut vaellusesteinä - Ongelman kuvaus ja ratkaisumalleja (SJ 22/1999)
- TIEL 4000206 Suomen tieliikenteen polttoaineperäisten päästöjen aiheuttamat ympäristökustannukset - Vuoden 1996 selvityksen päivitys (SJ 23/1999)
- TIEL 4000215 Tieliikenne-ennuste vuosille 1997-2030. Vuoden 1995 ennusteen päivitys (SJ 35/1999)
- TIEL 4000216 Tieliikenteen ajokustannukset: Onnettomuuskustannukset Suomessa ja Ruotsissa (SJ 36/1999)
- TIEL 4000217 Tieliikenteen ajokustannukset: Ajoneuvokustannukset (SJ 37/1999)
- TIEL 4000216 Tieliikenteen ajokustannukset: Aikakustannukset (SJ 36/1999)
- TIEL 4000241 Mitä on tehty? - Tielaitoksen ympäristön toimenpideohjelman 1997 - 2000 toteuttaminen (SJ 13/2000)
- TIEL 4000250 Miten on käynyt? - Tielaitoksen ympäristöohjelman vaikutukset (SJ 30/2000)

## Tietekniikka

- TIEL 3200562 Törmäyskokeet Tielaitoksen tiekaiteeseen 1993-1999 (TS 17/1999)
- TIEL 3200571 Asfalttinormien kiviainesten hienoainesseoksen laatuvaatimukset (TS 26/1999)
- TIEL 3200575 Kuulamyly- ja Micro-Deval -kokeiden tulosten vastaavuus (TS 30/1999)
- TIEL 3200578 Halvat kevyen liikenteen väylät (TS 35/1999)
- TIEL 3200579 Kiviaineksen pintakarkeuden vaikutus kuulamylyarvoon (TS 36/1999)
- TIEL 3200580 Kiviaineksen välilajitteen raemuodon vaikutus päällysteen ominaisuuksiin (TS 37/1999)
- TIEL 3200591 Kasvipeitteisen meluesteen kokeilu (TS 2/2000)
- TIEL 3200594 Betonimurskeen käyttö tien päällysrakennekerroksissa. Mitoitus- ja työohje (TS 5/2000)
- TIEL 3200599 Tiesuolan käytön arviointi talvikuukausien lämpötilan avulla (TS 9/2000)
- TIEL 3200604 Syvästabiloitujen pilarien ja maan yhteistoiminta (TS 15/2000)
- TIEL 3200611 Lentotuhkafilleri SMA-päällysteessä - Työskentely- ja ympäristövaikutukset (TS 23/2000)
- TIEL 3200622 Asfalttipäällysteiden deformatioiden vähentäminen (TS 36/2000)
- TIEL 3200625 Varusteluettelot (TS 39/2000)
- TIEL 3200630 Painumalaskentamenetelmien käyttökelpoisuuden arviointi (TS 44/2000)
- TIEL 4000199 Selvitys tien häikäisysojista (SJ 5/1999)
- TIEL 4000200 Kelirikkoisen soratien kantavuuden parantamismenetelmiä. Bitumistabilointi ja raudoitettu murske. Loppuraportti. (SJ 6/1999)
- TIEL 4000201 Teiden talvihoidon yhteiskunnalliset vaikutukset. Yhteenvedo tehdyistä selvityksistä. (SJ 9/1999)
- TIEL 4000202 Tutkimus- ja kehittämistoiminnan vuosiraportti 1998 (SJ 10/1999)
- TIEL 4000209 Kevyen liikenteen kaatumistapaturmien selvittäminen sairauskertomusten perusteella - Jyväskylä (SJ 26/1999)
- TIEL 4000210 Laatuvaatimusten asettaminen, kun urakka sisältää suunnittelun ja rakentamisen (SJ 27/1999)
- TIEL 4000222 Tunnin pilotti. Hoidon toteutuminen, II väliraportti syyskuu 1999 (SJ 41/1999)
- TIEL 4000228 Masuunikuonatuotteiden E-moduulit (SJ 49/1999)
- TIEL 4000229 Analyttisessä mitoituksessa käytettävät asfalttipäällysteen jäykkyydet ja väsymismallit (SJ 50/1999)
- TIEL 4000232 Tunnin pilotti - Vaikutus liikenneturvallisuuteen (SJ 54/1999)
- TIEL 4000236 Kevyen liikenteen väylien kunnossapitotason ja kaatumistapaturmien selvitys. Kesäkauden osaraportti (SJ 5/2000)
- TIEL 4000239 Pyöräteiden routavauriotutkimus (SJ 10/2000)
- TIEL 4000253 Tielaitoksen luiskasuojaukset (SJ 33/2000)
- TIEL 4000255 Los Angeles ja Micro-Deval -kokeiden vertailu (SJ 35/2000)
- TIEL 4000262 Luiskasuojauksien vaikutuksista pohjaveden kloridipitoisuuteen eräissä kohteissa (SJ 42/2000)



## Tie- ja liikennetekniikka -yksikön julkaisuja 1999-2000

### OHJEET JALAA TUVAATIMUKSET

TIEL 2110014	Läjitälysalueen suunnittelu - Läjitälysalueohje
TIEL 2140015	Rakenteen parantamista edeltävät tutkimukset
TIEL 2140016	Puun käyttö melusteissa
TIEL 2150008	Luonnon monimuotoisuus ja tienpito - Tieluonnon hoito-ohjelma
TIEL 2150009	Tiehankkeiden ja tienpidon toimien ympäristövaikutusten selvittäminen
TIEL 2150010	Tiehankkeen vaikutukset ihmisiin ja yhteisöihin
TIEL 2210013	TYLT: Tiekaiteet
TIEL 2210014-2000	TYLT: Yleiset perusteet - Leikkaukset, kaivannot ja avo-ojarakenteet - Penger- ja kerrosrakenteet - Lisäykset ja muutokset vuonna 2000
TIEL 2212456-2000	TYLT: Perustamis- ja vahvistamistyöt
TIEL 2212802-2000	TYLT: Päälystystyöt
TIEL 2212809-98	TYLT: Murskaustyöt
TIEL 2230054	Keuyen liikenteen väylien hoito; Menetelmätieta
TIEL 2230055	Viherhoito tieympäristössä
TIEL 2240002-98	Yleiset arvonmuutosperusteet: Murskaustyöt
TIEL 2243560-2000	Yleiset arvonmuutosperusteet: Päälystystyöt

### SELVITYKSIÄ (=TS) JA SISÄISIÄ JULKAISUJA (=SJ):

#### Liikennetekniikka

TIEL 3200561	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Ohitusnäkemät (TS 16/1999)
TIEL 3200566	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Perusverkon eritasoliittymien turvallisuus (TS 21/1999)
TIEL 3200570E	S 12 Improvement solutions for main roads: New road types - Summary on test roads in Finland (TS 25/1999)
TIEL 3200602	Raskaat ajoneuvot kiertoliittymissä (TS 12/2000)
TIEL 3200602E	Roundabouts and heavy vehicles (TS 13/2000)
TIEL 3200603	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Tietyömaiden liikennehaittojen arviointi (TS 14/2000)
TIEL 3200613	Kiertoliittymien turvallisuus (TS 25/2000)
TIEL 4000191	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tietyypit - Koeteiden turvallisuus (SJ 20/1999)
TIEL 4000193	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uudet tietyypit - Selvitys ulkomaisista kokemuksista (SJ 21/1999)
TIEL 4000212	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Parannettavien pääteiden suuntaus (SJ 30/1999)
TIEL 4000213	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tietyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 6 välillä Koskenkylä - Kouvola Osa A: Raportti, Osa B: Liitekartat (SJ 31/1999)
TIEL 4000214	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Keuyen liikenteen ja yksityistieliittymien yhteiset ratkaisut (SJ 33/1999)
TIEL 4000221	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Tutkimussuunnitelma (SJ 42/1999)
TIEL 4000227	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Kapeiden pientareiden vaikutus kaksiajorataisten teiden turvallisuuteen (SJ 48/1999)
TIEL 4000233	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tietyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 5 välillä Joroinen - Varkaus (SJ 55/1999)
TIEL 4000234	S 12 Pääteiden parantamisratkaisut: Uusien tietyypivaihtoehtojen vertailu - Vt 4 välillä Haurukylä - Haaransilta - Kempele (SJ 56/1999)
TIEL 4000242	Liikenneteknisen mitoituksen perusarvot (SJ 14/2000)
TIEL 4000243	Taajamakeskustateiden poikkileikkaukset Testiajo- ja kirjallisuusselvitys (SJ 18/2000)
TIEL 4000245	Joukkoliikenne - Opas tiepiiriin joukkoliikenneselvityksen laatimiseksi (SJ 23/2000)
TIEL 4000247	S 12 Improvement solutions for main roads: Nordic Highway Capacity - Uninterrupted Flow Facilities in Denmark, Finland, Norway and Sweden (Finnra Internal Publications 4/2000)