

The logo for Roadscanners, featuring a stylized white arrow pointing right, with the word "ROADSCANNERS" in white capital letters above it.

ROADSCANNERS

Kuivatuksen kunnossapidon digitaalisen hallinnan kehittäminen

Anssi Hiekkalahti | Roadscanners Oy | Väylät & Liikenne 23.3.2023

**BEYOND
THE
SURFACE**

Kuivatuksen kunnossapidon digitaalisen hallinnan kehittäminen - KUNDI



- Tutkimus- ja kehitysprojekti, jossa mukana Roadscanners Oy, Arkance Systems Finland Oy ja Tampereen Yliopiston Tutkimuskeskus Terra. Tilaajapuolella ja ohjausryhmässä mukana myös Väylävirasto ja ELY.
- Pilottikohteet 11295, 11297, 11321 Uudenmaan ELY:n alueella



Väylävirasto



Elinkeino-, liikenne- ja ympäristökeskus



Nykytila ja projektin tavoite

- Kuivatuksen parannuksia tehdään nykyisellään vaihtelevalla suunnittelutasolla ja kalustolla
- Kevyimmillään toteutettuna sivuojen perkaus on hyvin edullista massatyötä, jossa työn toteuttava urakoitsija saattaa saada lähtötietona vain tietyn tiejakson/paaluvälin, josta ojat tahdotaan puhdistaa
- Projektissa testattiin uusia digitaalisia menetelmiä kuivatuksen kunnon objektiiviseen mittaamiseen, kuivatussuunnitteluun, työn toteutukseen, laadunvalvontaan ja seurantaan
- Tavoitteena oli, että pystyttäisiin tunnistamaan kuivatuspuutteet ja saataisiin parempaa työn laatua, mutta kuitenkin niin, että kustannukset eivät karkaisi liian suuriksi. Kustannuksien kurissa pitämiseksi tehtiin joitain rajauksia testattujen laitteistojen ja menetelmien suhteen.

Pilotin mukaisen kuivatuksen parannuksen pääkohdat

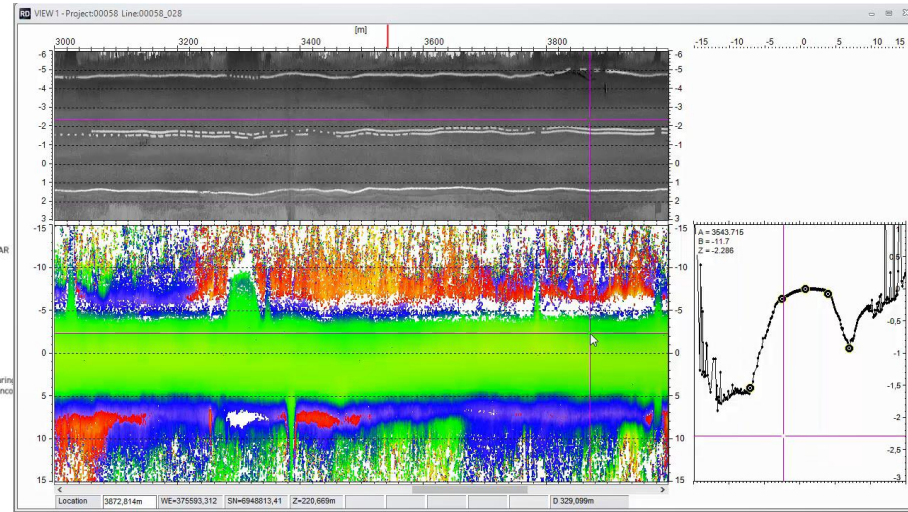
- Kuivatuksen kunnon diagnostiikka (Road Doctor Survey Van)
- Suunnitelmat perustuen mittauksiin (Road Doctor, Trimble Business Center)
- Kuivatuksen parantaminen koneohjauksella 3D/2D (Novatron)
- Laadunvarmistus mittaamalla työn valmistuttua (Road Doctor Survey Van)
- Seuranta (Road Doctor Survey Van)

Kuivatussuunnittelun lähtötiedot

Road Doctor Survey Van -mittaus



- Liikkuva mittaus, jossa saadaan paljon tietoa tien kunnosta yhdellä ajokerralla kustannustehokkaasti. Kuivatussuunnittelun kannalta tärkeimpiä aineistoja:
- **Laserkeilausaineisto:**
 - Tien poikkileikauksen taitepisteet (ojan pohjat, pientareet, ulkoluisikan yläreuna, keskiharjanne)
 - Tarkka suhteellinen korkeustaso. Pilotissa testattiin MML-laserkeilauksen käyttämistä absoluuttisen korkeustason korjauksessa. Koneohjauksen yhteydessä mallin korkeustaso nollattiin tarvittaessa tien pintaan. Georeferoimalla voisi absoluuttista tarkkuutta edelleen parantaa.
- **Maatutka-aineisto:**
 - Päälysrakenteen kokonaispaksuus sekä suhde ojanpohjan tasoon, muut tierakenteet
- **Videot:**
 - Visuaalinen kuivatuksen taso



Kuivatussuunnittelun lähtötiedot

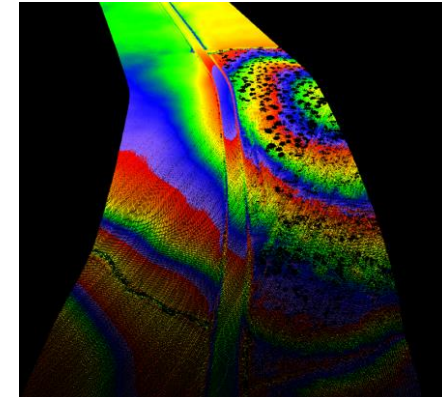
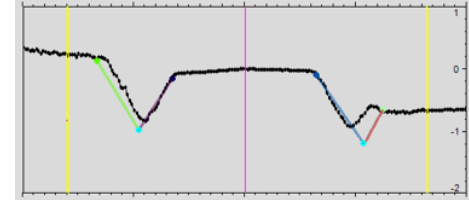
Maanmittauslaitoksen aineistot

- **Kiinteistörajat:**

- Muodostettiin tien reunan suuntainen taiteviiva – tiealueen raja, jota hyödynnettiin laajasti suunnittelu- ja toteutusvaiheessa

- **Laserkeilausaineisto (5 pistettä/m²):**

- Mittausajankohdasta riippuva kasvillisuuden määrä usein estää ojan pohjan määrittämisen aineistosta -> ajoneuvolaserkeilaus (esim. RDSV) yleensä välttämätöntä tehdä
- Hyödynnettiin ajoneuvolaserkeilauksen absoluuttisen korkeustason referenssinä sekä laajempialaiseen maastonmuotojen tarkasteluun



Kuivatussuunnittelun lähtötiedot

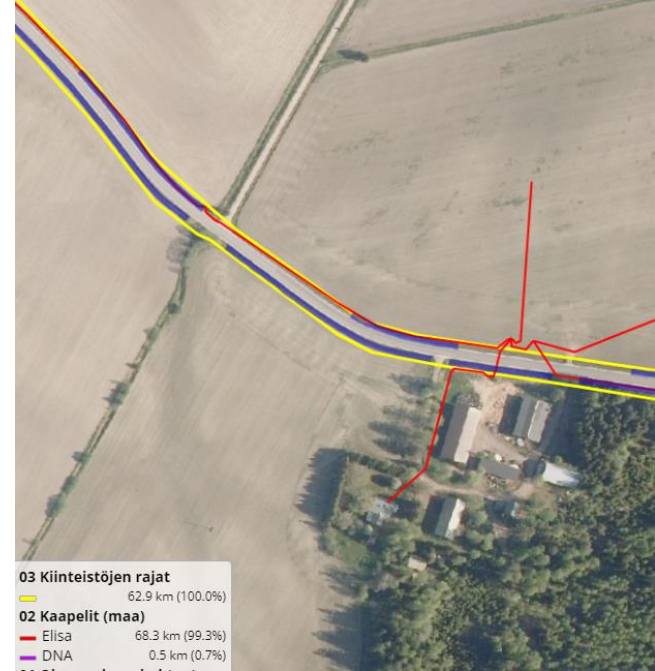
Muut olemassa olevat aineistot

• Kaapelitiedot:

- Osa tiedoista saatavissa Internet-palveluista, osa erikseen kysyttävä paikallisilta verkkoyhtiöiltä jne
- Tietojen laatu ja saatavuus vaihtelee
- Urakoitsija tilaa kuitenkin vielä kaapelinäytöt kohdetta toteuttaessaan
- Syvyystieto puuttuu

• Velho-tiedot:

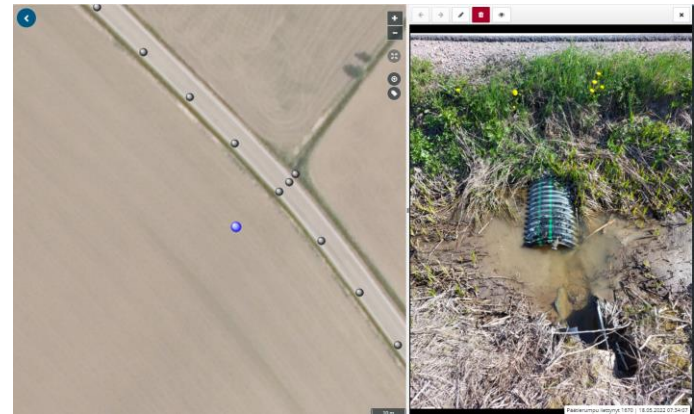
- **Päällystettyjen teiden kuivatuspuutteiden inventointitiedot** - hyödyllisiä ainakin tarkemman kuivatussuunnittelun kohteita valittaessa
- **Rumpu- ja laskuojatiedot** - hyödyllisiä (jos ajantasalla), yleensä tarkistettava suunnittelun yhteydessä
- **Tien kuntotiedot**



Kuivatussuunnittelun lähtötiedot

Muut mitattavat tiedot

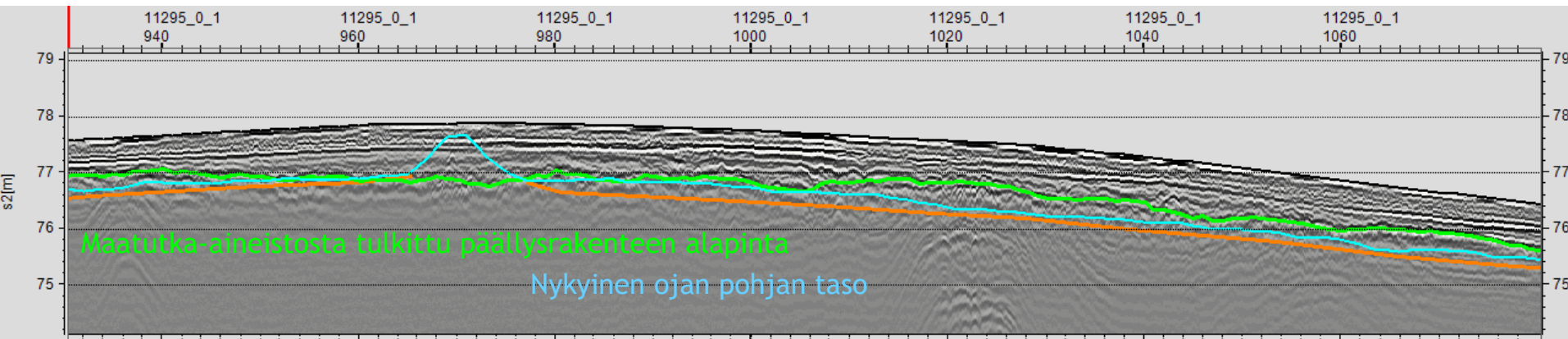
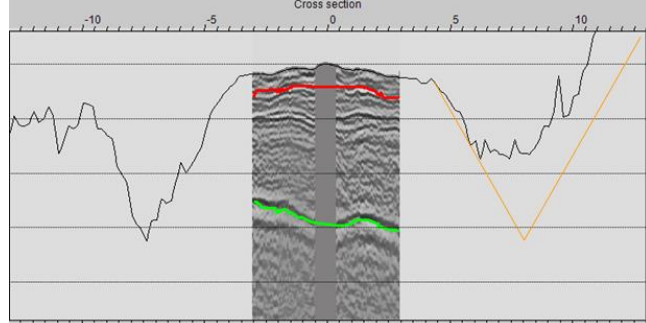
- Rumpujen ja laskuojien kunto yleensä tarkistettava maastokäynnin yhteydessä
- Myös korkeustaso saattaa olla hyödyllistä mitata – ainakin kuivatuksen kannalta oleellisimmista rummuista ja laskuojista
- Pilotissa mitattiin käsin joitain referenssipisteitä sekä tärkeimpien rumpujen korkeustaso
- Rummut ja laskuojat valokuvattiin ja kunto arvioitiin – tiedot vietiin kartalle roaddatacenter.com –palveluun



Kuivatussuunnittelu

Uuden ojan syvyystason määrittäminen

- Sivuojan oikean syvyystason määrittäminen on mahdollista nykytekniikan avulla – varmistetaan ettei vesi pääse imeytymään tierakenteeseen



Suunniteltu uusi ojanpohja:

- tavoite 20-30cm päällysrakenteen alapuolella
- huomioitava nykyiset rummut ja laskuojat
- riittävä pituuskaltevuus
- tiealueen riittävyys luiskakaltevuudet huomioon ottaen
- mahdolliset kaapelit jne esteet

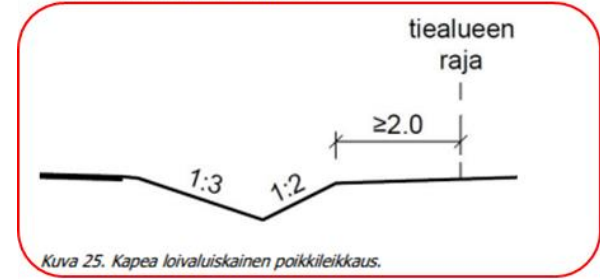
Kuivatussuunnittelu

Tiealueen aiheuttamat rajoitteet

- Tiealue on määritetty kauan sitten, usein teitä ei ole suunniteltu nykyohjeiden mukaan, eikä suunnittelussa ole huomioitu tulevia tarpeita tai kuivatusta tarpeeksi hyvin
- Myös tiealueelle sijoitetut kaapelit ja muut esteet ongelmallisia
- Kuivatuksen parannusta suunniteltaessa ei aina ole mahdollista saavuttaa suositeltuja luiskakaltevuuksia
 - Tehtävä kompromisseja mm. luiskakaltevuuden ja/tai ojasyvyyden suhteen

Esimerkki Väyläviraston ohjeesta 16/2021

Kun tien KVL on enintään 1 500 ajon/vrk tai suunnittelunopeus enintään 70 km/h, hyväksytään leikkauksissa ja erikorkuisilla penkereillä kuvan 25 mukainen kapea loivaluiskainen poikkileikkaus. Sitä käytetään myös ensisijaisesti sorateilla, vaikka suunnittelunopeus olisi korkeampikin.



Kuva 25. Kapea loivaluiskainen poikkileikkaus.

Kapeassa loivaluiskaisessa poikkileikkauksessa ojan pohjaa ja ulkoluisikan yläreunaa ei pyöristetä.

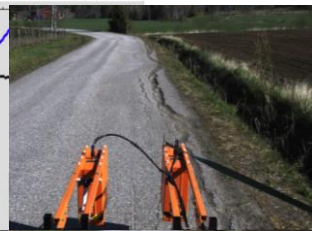
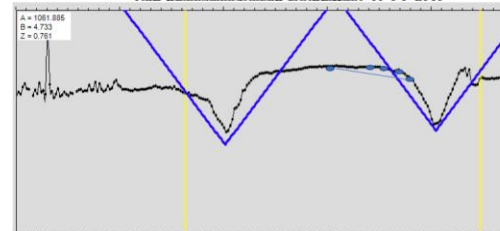
Ahtaissa paikoissa myös sisäluisikan kaltevuus voi olla 1:2.

6.2.10 Jyrkkäluiskaisen tien sivuojat

Tietä sanotaan jyrkkäluiskaiseksi, jos nolatasauksessa sivuojan sisäluisikan kaltevuus on jyrkempi kuin 1:2. Tyypillisesti sisä- ja ulkoluisikan kaltevuus on tällöin 1:1...1:1,5. Jyrkkäluiskaista sivuojaa on käytetty yksityisteiden lisäksi vähäliikenteisillä, lähinnä sorapäällysteisillä maanteillä.

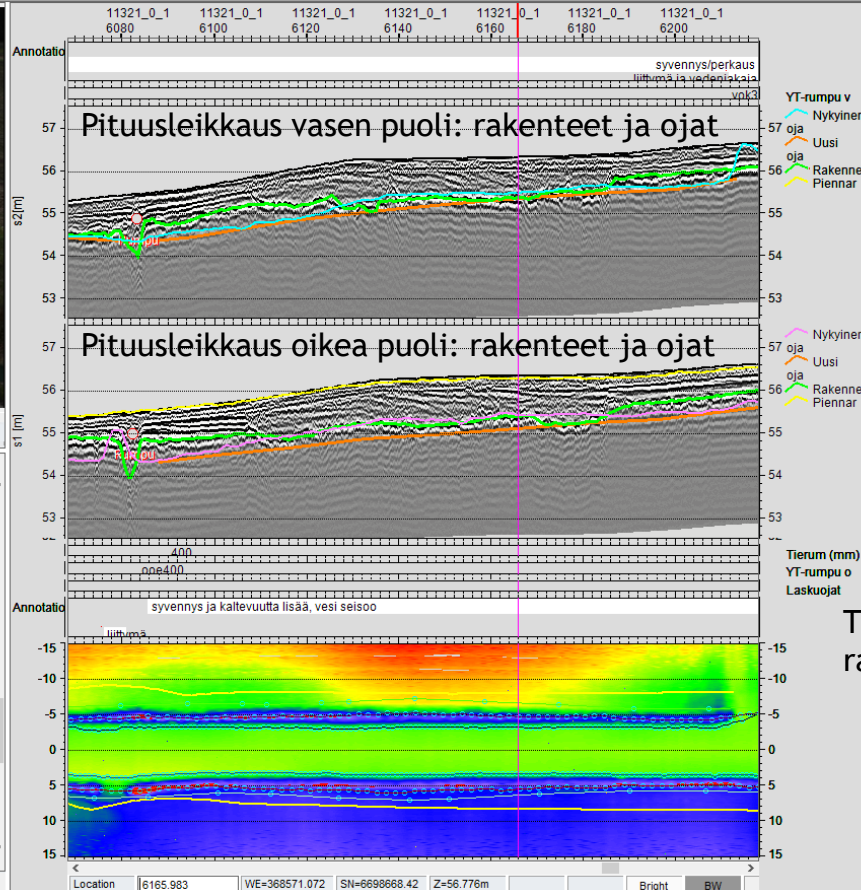
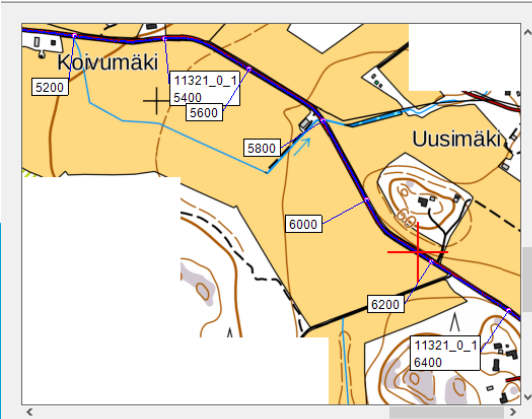
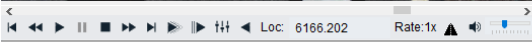
Väyläviraston ohjeita 16/2021

Tien poikkileikkaus suunnitelma 31.12.2021

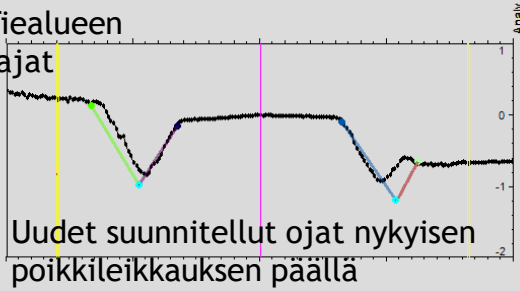


Kuivatussuunnittelu

Suunnitteluohjelmistossa (Road Doctor)



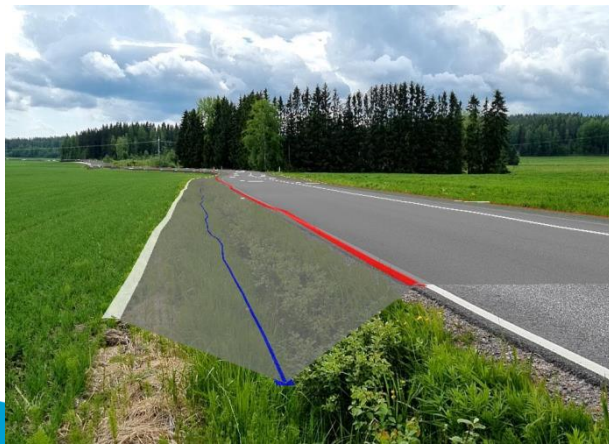
Esimerkkinäkymä Road Doctor -ohjelmistossa tehtävästä kuivatussuunnittelusta. Näkymää pystytään muokkaamaan ja lisäämään tai poistamaan siitä haluttuja aineistoja.



Maastokäynnit

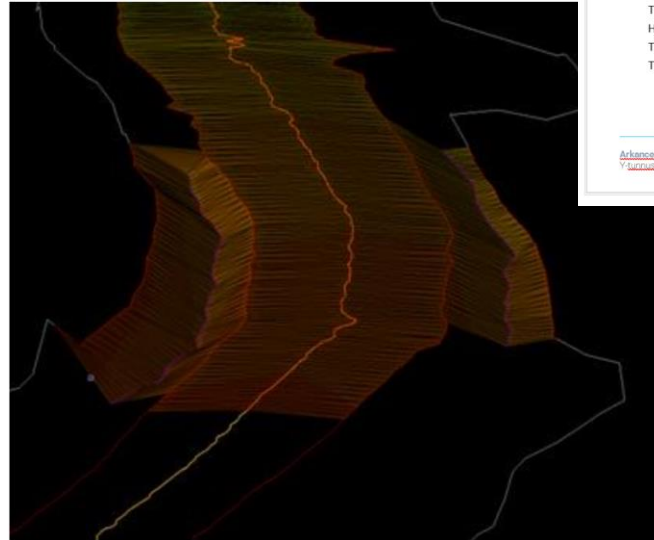
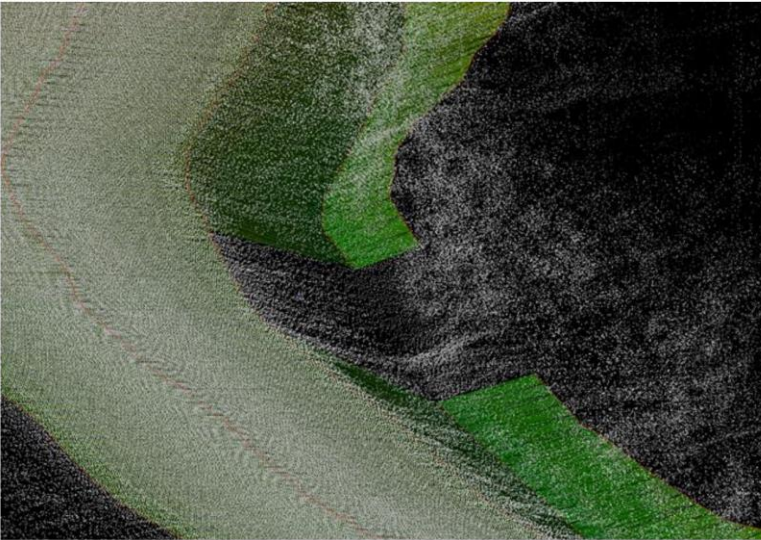


- Kuivatuksen parannusprojektin suunnitteluun ja toteutukseen liittyen tarvitaan maastokäynti tai maastokäyntejä
- Kuivatuspilotissa oli mukana myös lisätyn todellisuuden tarkastelut suunnittelun apuna (Trimble Sitevision). Järjestelmä sopii kuivatusprojektissa parhaiten kohteiden valvojalle, yleiseen suunnitelmien visualisointiin sekä mahdollisesti suunnittelijalle maastokäyntien yhteydessä hyödynnettäväksi.



Koneohjausmallit

- Road Doctor- ohjelmistosta saatiin uusille ojille taiteviivat
- Taiteviivoista muodostettiin koneohjausmallit Trimble Business Centerissä



Prodigial: Kuivatuksen kunnossapidon digitaalinen kehittäminen (KUNDI) Tietomalliselostus

© Arkance Systems Finland Oy 2022

Tila: luonnos
Tekijä: [Tekijä]
Hyväksytty:
Tyyppi: julkinen
Tiedosto: Asiakirja2

Muutettu: 08/08/2022

Päivämäärä: 08/08/2022

Arkance Systems Finland Oy
Y-tunnus: 2209325-1

Klovippolentie 1-2
FI-02180 Espoo

info.fi@arkance-systems.com
www.arkance-systems.fi

Toteutus

- Teillä 11321 ja 11295 sivuojat kaivettiin loppusyksystä 2022. 11297 ei vielä toteutettu. Laadunvarmistusmittaukset juuri ennen lumien tuloa, jolloin 11295 vielä kesken. Tästä johtuen laadunvarmistusmittausten johtopäätökset ja havainnot koskevat 11321 tietä.
- Kaivutyöt sujuivat ilman suurempia ongelmia. Kaivinkonekuskin kommentteja työn jälkeen:
 - Ojan oikea korkeustaso saadaan tarkemmin
 - Ei nopeampaa tai hitaampaa kuin perinteinen
 - Tarkistanut/nollannut mallin korkeustasoa tien pinnan tasoon noin 20-100m välein (ei kiinteää tukiasemaa)
 - Käyttänyt hieman omaa harkintaa:
 - Peltojen kohdilla ulkoluiskasta ei ole aivan niin paljon ottanut kuin mallissa
 - Rumpujen liittymäkohdan ojantaso joissain kohdin sovittanut
 - Ei tullut yllätyksiä kaapeleiden kanssa

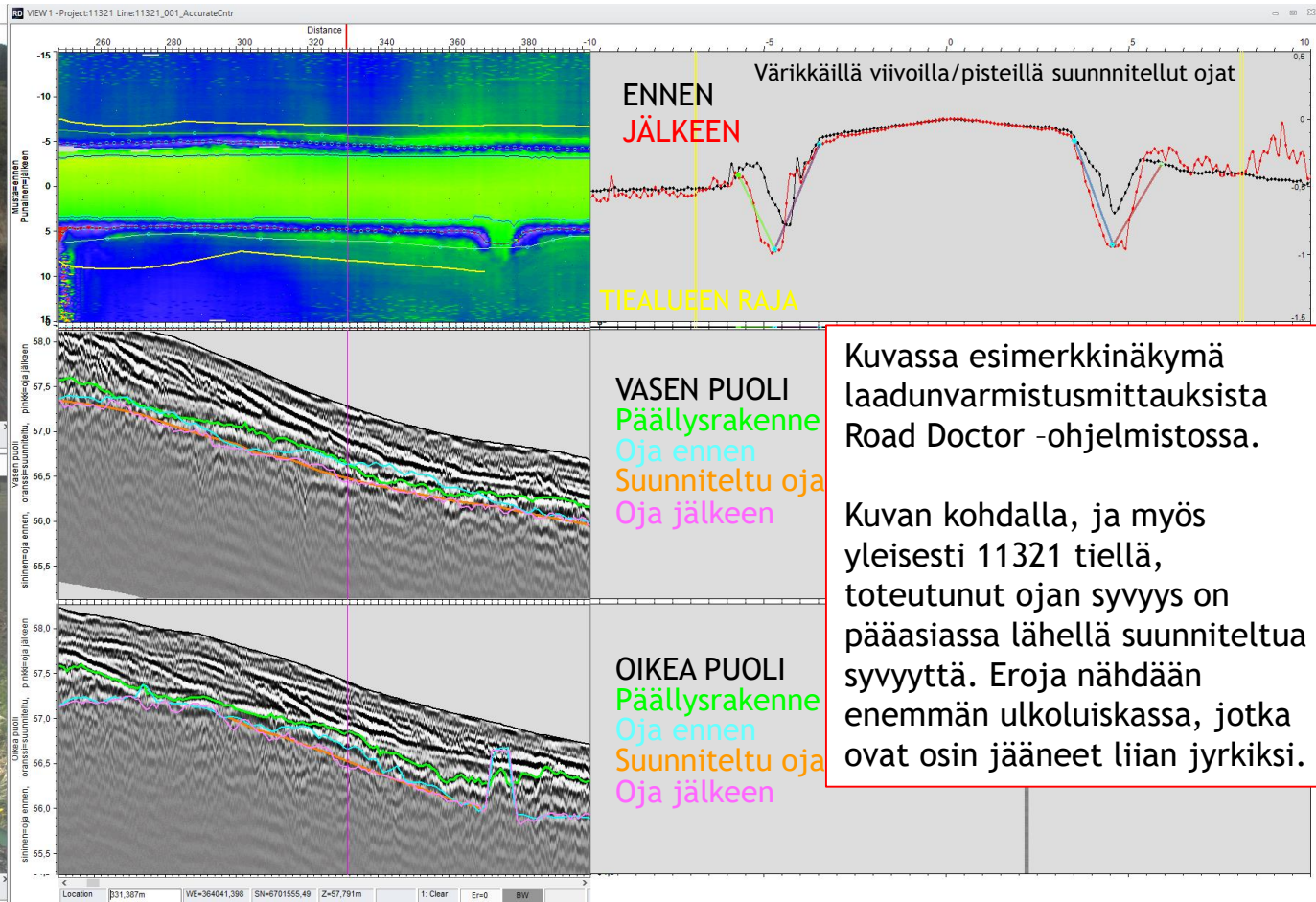


Laadunvarmistusmittaukset

VIEW 6 - Project:11321 Line:11321_001_AccurateCntr



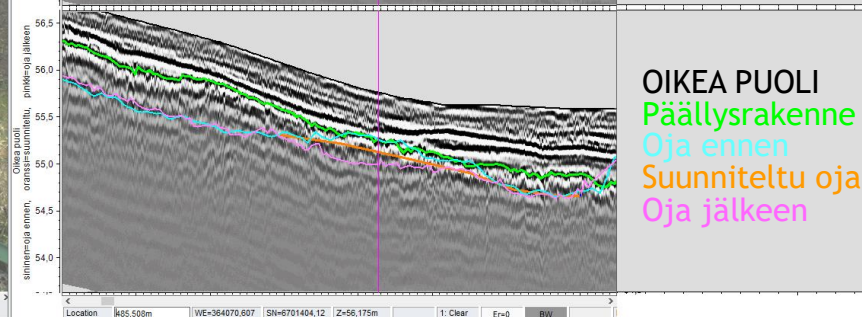
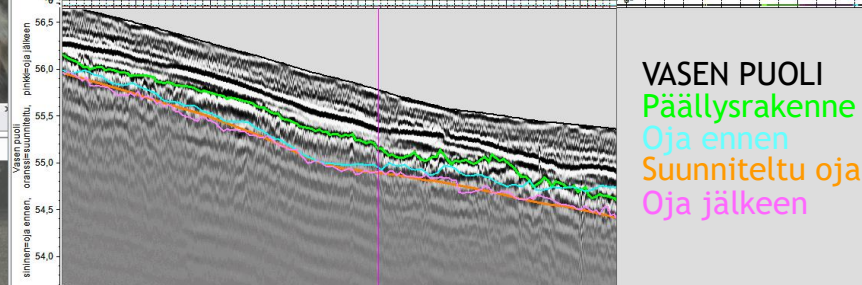
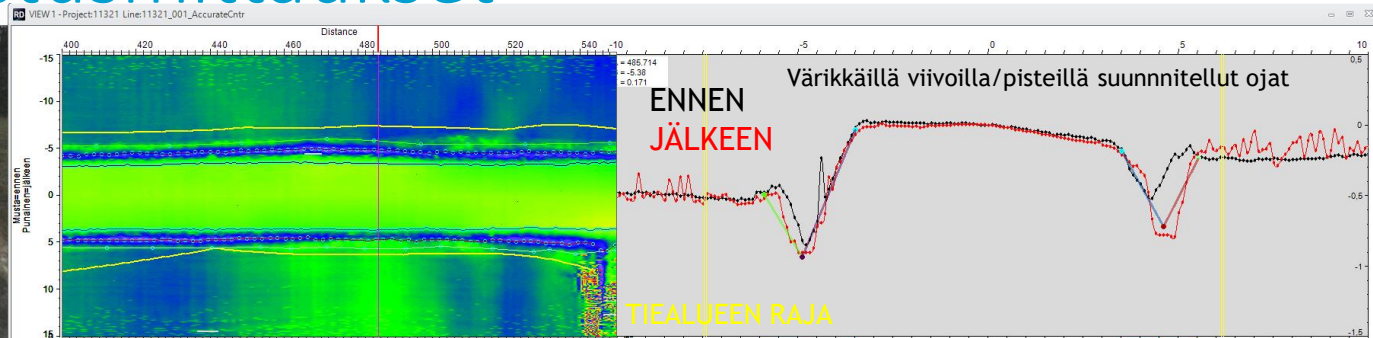
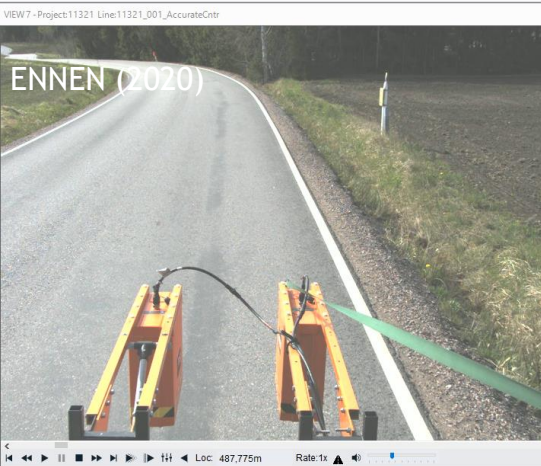
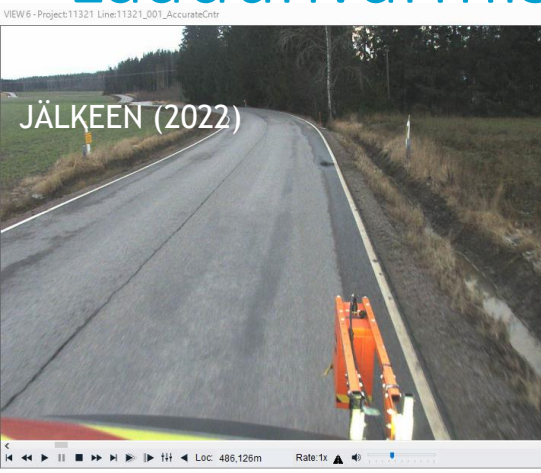
VIEW 7 - Project:11321 Line:11321_001_AccurateCntr



Kuvassa esimerkkinäkymä laadunvarmistusmittauksista Road Doctor -ohjelmistossa.

Kuvan kohdalla, ja myös yleisesti 11321 tiellä, toteutunut ojan syvyys on pääasiassa lähellä suunniteltua syvyyttä. Eroja nähdään enemmän ulkoluisassa, jotka ovat osin jääneet liian jyrkiksi.

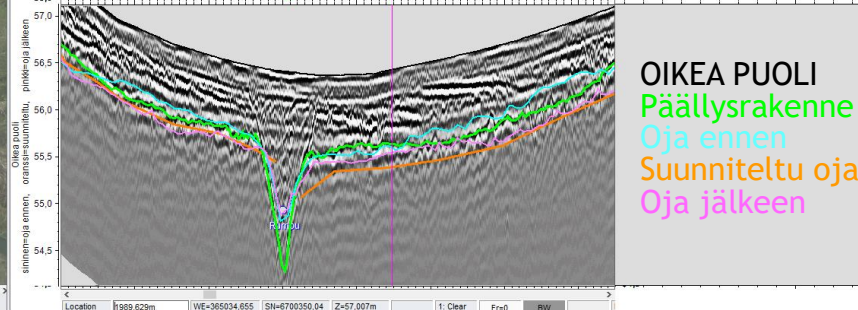
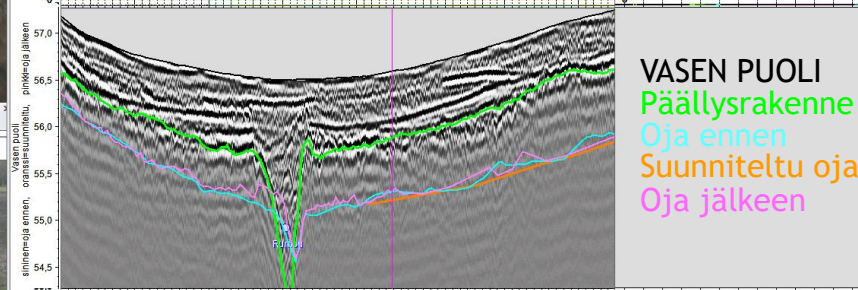
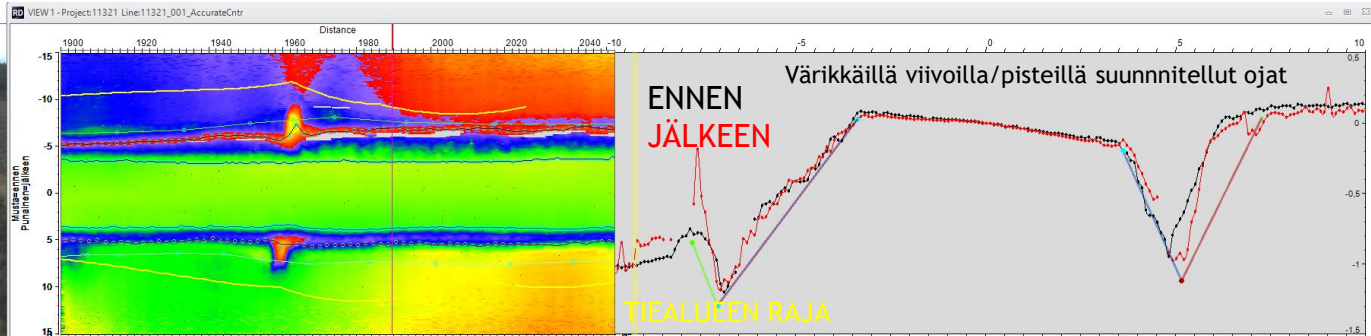
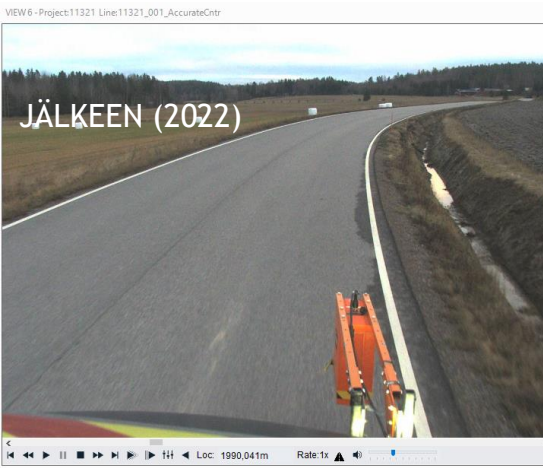
Laadunvarmistusmittaukset



Kuvassa esimerkkinäkymä laadunvarmistusmittauksista Road Doctor -ohjelmistossa.

Tässä kohdalla oikean puolen oja on kaivettu suunniteltua syvemmäksi ja hieman "pussimaiseksi". Todennäköisesti tästä johtuen ojassa näkyikin jonkin verran vettä laadunvarmistusmittauksen aikaan.

Laadunvarmistusmittaukset



Kuvassa esimerkinäkymä laadunvarmistusmittauksista Road Doctor -ohjelmistossa.

Kuvan kohdalla jostain syystä ei ole kaivettu oikean puolen ojaa aivan suunnitelman mukaiselle syvyydelle eikä ulkoluiskaa ole viety ulospäin, jolloin luiskasta on tullut hyvin jyrkkä. Ehkä varottu menemästä pellon puolelle, vaikka tiealueen puolesta varaa olisi hyvin ollut.

Laadunvarmistusmittaukset

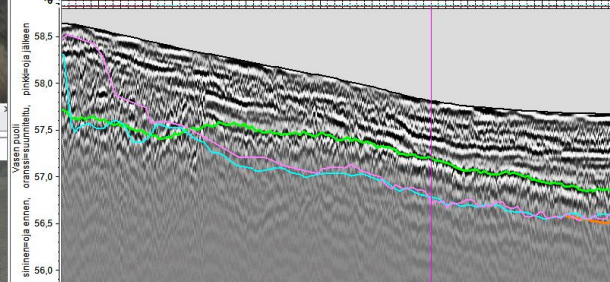
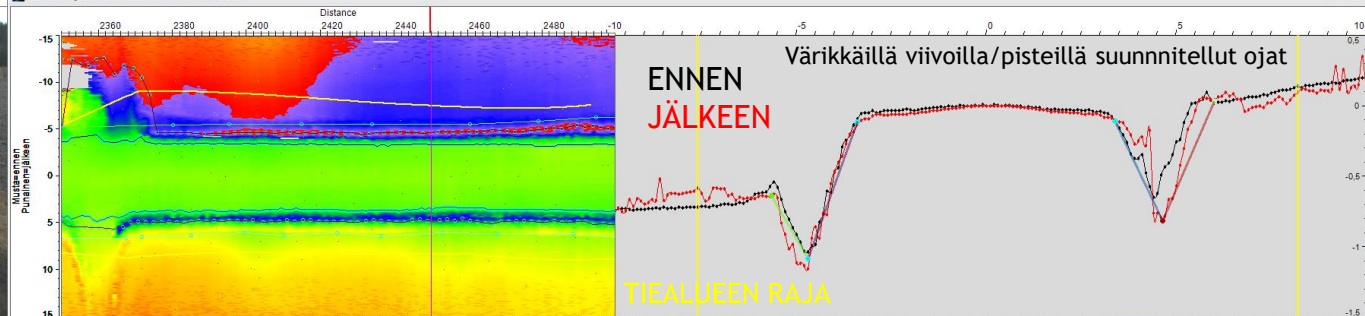
VIEW 6 - Project:11321 Line:11321_001_AccurateCntr



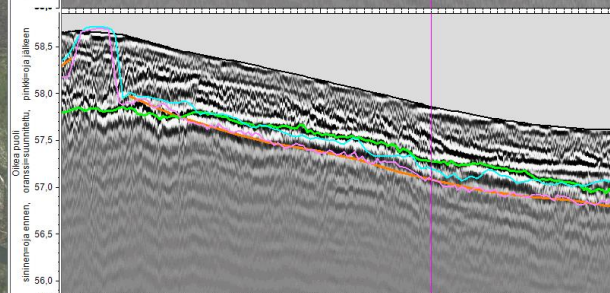
VIEW 7 - Project:11321 Line:11321_001_AccurateCntr



VIEW 1 - Project:11321 Line:11321_001_AccurateCntr



VASEN PUOLI
Päällysrakenne
Oja ennen
Suunniteltu oja
Oja jälkeen



OIKEA PUOLI
Päällysrakenne
Oja ennen
Suunniteltu oja
Oja jälkeen

Kuvassa esimerkkinäkymä laadunvarmistusmittauksista Road Doctor -ohjelmistossa.

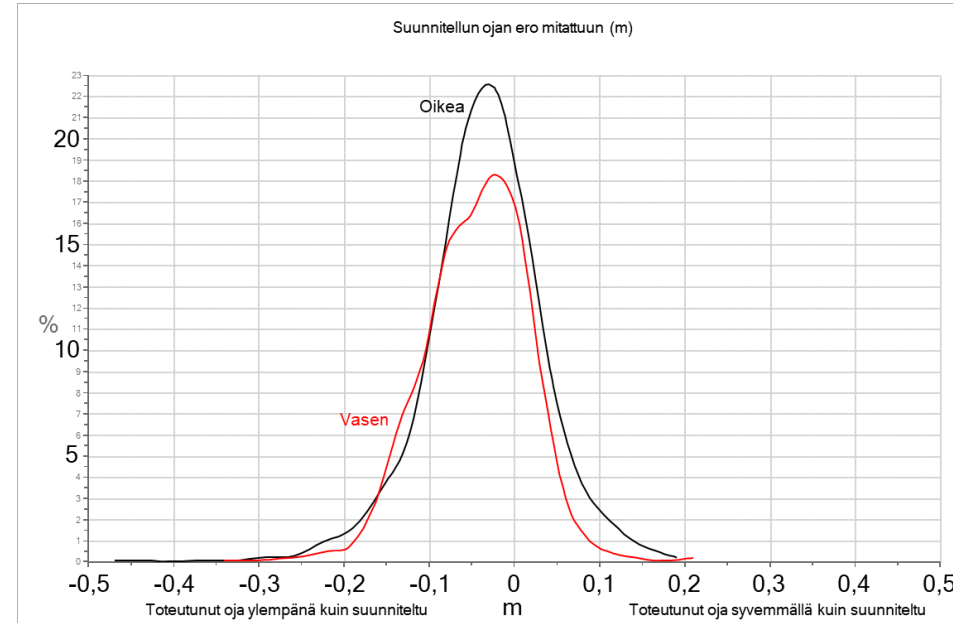
Kuvan kohdalla, toteutunut ojan syvyys on lähellä suunniteltua syvyyttä. Ulkoluiska on hieman jyrkempi kuin suunnitelmassa.

Laadunvarmistusmittaukset



Yhteenveto

- Toteutuneet-ojat seuraavat suhteellisen hyvin suunniteltua ojasyvyyttä niillä kohdin, joihin uusi ojanpohjakorko on suunniteltu. Laadunvarmistusmittauksista laskettu vasemman ojan toteutunut mediaani 3,2cm ylempänä kuin suunniteltu, oikean 4,0cm ylempänä.
- Ulkoluiskissa huomattavissa, että paikoin ei ole otettu niin paljon materiaalia kuin suunnitelmissa ja siitä syystä toteutuneessa ojassa osin jyrkempi ulkoluiska kuin tavoiteltu
- Kaivinkoneen kauha ollut n. 30cm leveä. Suunnitelmissa suunniteltu terävä V-pohja. Huomattavissa pienenä erona suunnitellun ja toteutuneen ojan välillä. Tämäkin hieman jyrkentää ulkoluiskaa.
- Laadunvarmistusmittausten aikaan muutamilla kohdin kesän jäljiltä heinää vielä pystyssä ja kostean syksyn jäljiltä paikoin hieman vettä ojassa, jotka estävät hieman keilaimen näkyvyyttä ojan pohjalle



Projektin yhteenveto



- Nykyisillä tekniikoilla saadaan mitattua kuivatuksen kunto riittävän tarkasti ja kustannustehokkaasti kuivatuksen suunnittelua varten. Mittausajankohta oltava riittävän aikaisin keväällä ennen heinän kasvua.
- Suunnitteluohjelmistoilla pystytään näkemään virtaussuunnat ja ojan tavoitesyvyydet helposti ja tarkastelemaan kaikkia tarvittavia aineistoja samanaikaisesti
- Koneohjaus toimi kaivinkonekuskin kommenttien mukaan hyvin
- Kaapelit ja johdot tiealueella voivat olla ongelmallisia, jos syvennetään ojaa/luiskia rajummin
- Myös tiealueen kapeus aiheuttaa usein rajoituksia (ja pellot saattavat olla levinneet tiealueelle)
- Laadunvarmistus ja kunnon seuranta laserkeilaamalla on helppo toteuttaa
- Mittauksiin perustuen suunnittelemalla saadaan parempaa laatua kuin perinteisellä tyylillä. Kun ojan haluttu taso kerran suunnitellaan, pystyttäisiin suunnitelmia hyödyntämään myös jatkossa ojia peratessa.
- Tulosten tiedonhallinnassa mm. siirtäminen Velhoon vielä kehitettävää
- Teiden kuntomittauksissa ollaan siirtymässä laserkeilaukseen. Tämä mahdollistaisi oikeaan aikaan tehtynä myös ojien kunnon seurannan sekä suunnittelun lähtötietojen mittauksen samassa yhteydessä.