

FCG Planeko Oy

TUUSULAN KUNTA

**KELLOKOSKEN JÄTEVESIVIEMÄRI- JA VEDENJAKELU-
VERKOSTON MALLIEN PÄIVITYS**

Raportti

0674-D2881

10.7.2009



SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO	1
2	KELLOKOSKEN VEDENJAKELU.....	2
2.1	Vedenjakeluverkoston yleiskuvaus.....	2
2.2	Vedenjakelumallin rakentaminen	2
2.3	Vedenjakelumallin laajuus	3
2.4	Nykytilanteen tarkastelu.....	3
2.5	Nykytilanteen toiminnan analysointi.....	6
2.5.1	Minimi- ja maksimipainetasot.....	6
2.5.2	Maksimipainehäviöt.....	8
2.6	Ennusteajankohdan toiminnan analysointi (v. 2031)	9
2.6.1	Minimi- ja maksimipainetasot.....	11
2.6.2	Maksimipainehäviöt.....	13
2.6.3	Toimenpide-ehdotukset	15
3	KELLOKOSKEN JÄTEVESIVIEMÄRÖINTI	18
3.1	Jätevesiviemäriverkoston yleiskuvaus	18
3.2	Viemärimallin rakentaminen.....	18
3.3	Verkostomallin laajuus	18
3.4	Nykytilanteen tarkastelu.....	19
3.5	Nykytilanteen toiminnan analysointi.....	19
3.5.1	Täyttöasteet.....	19
3.5.2	Maksimivirtaamat	22
3.5.3	Verkoston teoreettinen kapasiteetti.....	24
3.6	Ennusteajankohdan toiminnan analysointi (v. 2031)	26
3.6.1	Täyttöasteet.....	26
3.6.2	Maksimivirtaamat	28
3.6.3	Verkoston teoreettinen kapasiteetti.....	30
3.6.4	Toimenpide-ehdotukset	32

LIITTEET

LIITE 1: Vedenottamoiden antoisuus ja pumppauskapasiteetti

LIITE 2: Vesitase, m³/h

LIITE 3: Vedenjakeluverkoston saneerausehdotukset

LIITE 4: Verkoston maksimipainehäviöt saneerausehdotusten jälkeen

TUUSULAN KUNTA
KELLOKOSKEN JÄTEVESIVIEMÄRI- JA VEDENJAKELUVERKOSTON MALLIEN PÄIVITYS**1 JOHDANTO**

Tässä työssä on analysoitu Tuusulan Kellokosken alueen vedenjakelu- ja jätevesiviemärintijärjestelmien hydraulista toimintaa verkostomallinnuksen avulla. Verkostomallinnusta voidaan käyttää verkoston suunnittelun, kaavasuunnittelun ja mitoituksen apuvälineenä.

Kellokoski on voimakkaasti kasvava alue, johon on kaavoitettu mm. useita uusia omakoti- ja pientaloalueita. Uudet asuinalueet asettavat haasteita vedenjakelu- ja viemärintijärjestelmien veden johtamiskapasiteettien riittävyydelle tulevaisuudessa. Tämän työn keskeisimpänä tavoitteena oli selvittää miten Kellokosken alueen vedenjakelu- ja jätevesiviemärintijärjestelmien kapasiteetit tulevat riittämään tulevaisuuden ennustejankohdan mukaisissa maksimivedenkulutustilanteissa.

Tämä työ on laadittu FCG Planeko Oy:ssä Tuusulan kunnan toimeksiannosta. Työn ohjausryhmään kuuluivat:

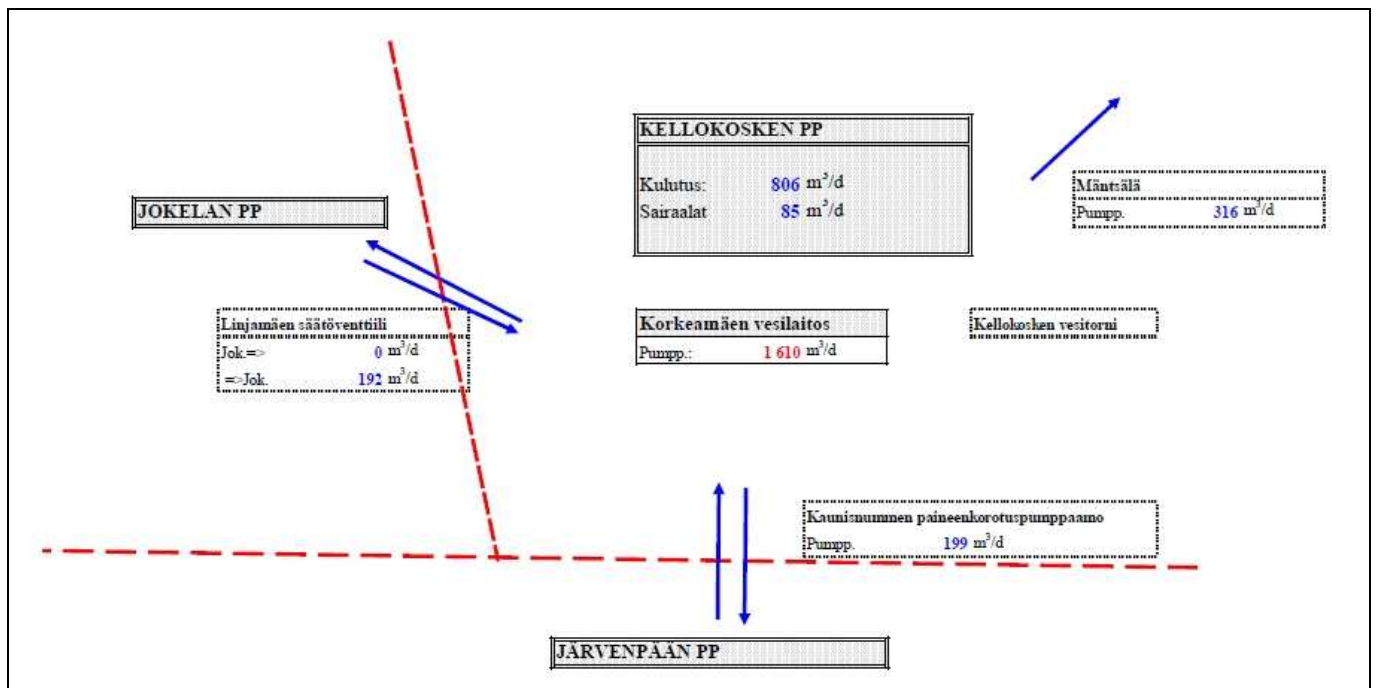
- Jukka Sahlakari Tuusulan kunta
- Lassi Jutila Tuusulan kunta
- Matti Heikkinen FCG Planeko Oy
- Miika Forsberg FCG Planeko Oy
- Hanna Riihinen FCG Planeko Oy

10.7.2009
päivitys

2 KELLOKOSKEN VEDENJAKELU

2.1 Vedenjakeluverkoston yleiskuvaus

Kellokosken vedenjakeluverkosto muodostaa oman painepiirinsä Tuusulan seudun vesilaitos kuntayhtymän (TSV) vedenjakelujärjestelmässä (Kuva 1). Painepiiriin kuuluu oma Korkeamäen vedenottamo sekä vesitorni. Nykytilanteen normaalissa vedenkäyttötilanteessa Korkeamäen vedenottamon antoisuus ja pumppauskapasiteetti riittävät hyvin sekä Kellokosken että Mäntsälän tarpeisiin (Liite 1).



Kuva 1. Kellokosken painepiiri.

2.2 Vedenjakelumallin rakentaminen

Vedenjakelujärjestelmän hydraulinen tarkastelu tehtiin Danish Hydraulic Instituten (DHI) Mike Urban -ohjelmalla. Ohjelmalla voidaan tarkastella sekä vedenjakelu- että viemäriverkostoja. Vedenjakelujärjestelmän hydraulinen tarkastelu suoritettiin dynaamisessa tilanteessa halutulla aika-asteleella edeten. Dynaamisen tarkastelun tuloksena saadaan esimerkiksi yhden vuorokauden ajalta tunnin aika-asteleella etenevä hydraulinen verkostomalli.

Vedenjakelujärjestelmän mallin rakentaminen perustuu verkoston fyysisiin rakennetietoihin ja vesitaseeseen. Verkoston rakennetiedoista luodaan verkostomalli, johon sisällytetään riittävällä tarkkuudella verkoston solmupisteet, vesijohdot ja erityislaitteet, kuten ylävesisäiliöt, paineenkorotuspumppaamot sekä vedensyöttöpisteet. Vesitase luodaan vedenkulutustiedoista ja rajapisteen virtaamatiedoista (paineenkorotusasema, säätöventtiili tms.) sekä vesitornin pinnanvaihtelutiedoista. Vesitase muodostettiin sekä nykytilanteen että ennustejankohdan mukaisilla virtaamatiedoilla. Taulukossa 1 on esitetty Kellokosken sekä nykytilanteen että ennustejankohdan mukaiset maksimipäivän vedenkulutusmäärät (m³/d). Ennustejankohdan mukainen päiväkohmainen vedenkulutus on lähes 2,5 -kertainen nykytilanteeseen nähden.

Taulukko 1: Nykytilanteen ja ennustejankohdan vedenkulutus.

Vedenkulutus	Nykytilanne	Ennustejankohda
Q (m ³ /d)	806	1 978

Luodusta verkostomallista ohjelma laskee johtopituudet koordinaattien perusteella. Muita johtokohtaisesti määriteltäviä tietoja ovat putken sisähalkaisija ja karkeuskerroin. Darcy-Weisbach karkeuskertoimina käytettiin seuraavia arvoja:

- muoviputket $k = 0,2$
- valurauta- ja betoniputket $k = 10$.

2.3 Vedenjakelumallin laajuus

Mallinnettavan vedenjakeluverkoston laajuus rajattiin yhteistyössä Tilaaajan kanssa. Mallinnettava verkosto käsitti kaikki yli 90 mm ulkohalkaisijaltaan olevat tai muuten verkoston hydraulisen kapasiteetin kannalta oleelliset vesijohdot. Mallinnettavaan verkostoon sisältyi:

- 120 solmupistettä
- 139 putkea
- 1 vesitorni (tilavuus n. 450 m³)
- 1 paineenkorotuspumppaamo (Kaunisnummi)
- 1 säätöventtiiliasema (Linjamäki)
- 1 vedenottamo (Korkeamäki)
- 1 virtausmittausasema (Mäntsälä)

Mallinnettava verkosto oli noin 29,5 km:n laajuinen putkipituudessa lasketunna.

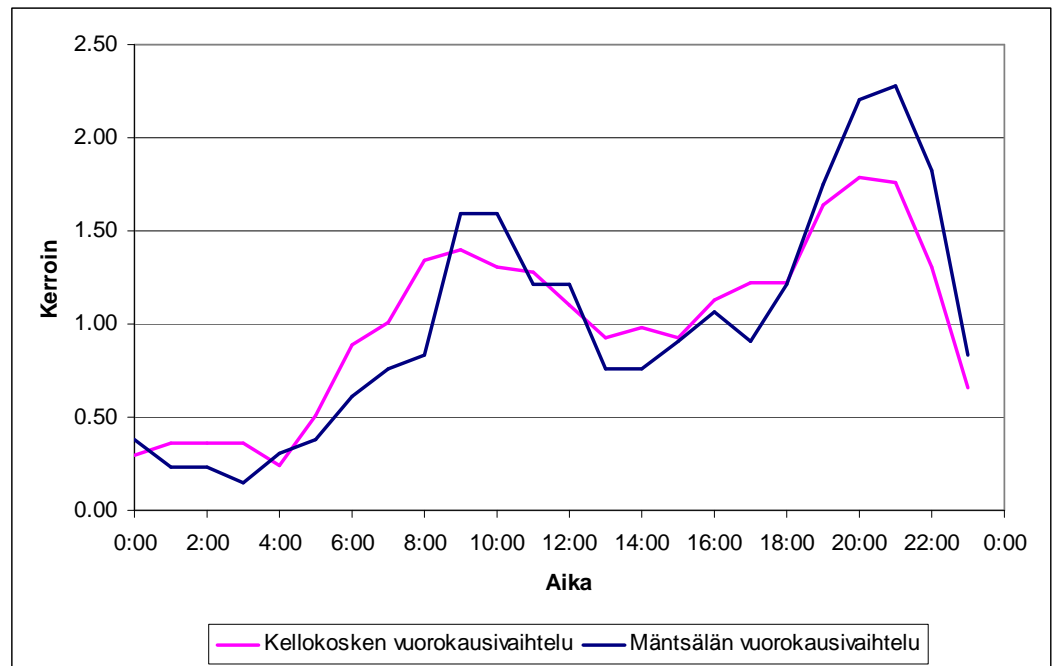
2.4 Nykytilanteen tarkastelu

Mallinnustyön lähtötietoina käytettiin aikaisemmin luotua TSV:n vedenjakelumallia (Suunnittelukeskus Oy, 2004), josta Kellokosken verkosto-osa erotettiin omaksi malliksi. Verkostomalli päivitettiin vastaamaan nykytilannetta ajan tasalla olevan verkostokartan avulla.

Nykytilannetarkastelussa vedenjakeluverkoston automaatiojärjestelmää simuloitiin asettamalla verkoston rajapisteisiin (Kaunisnummi, Linjamäki, Korkeamäki ja Mäntsälä) sekä vesitornille toteutuneet virtaamat.

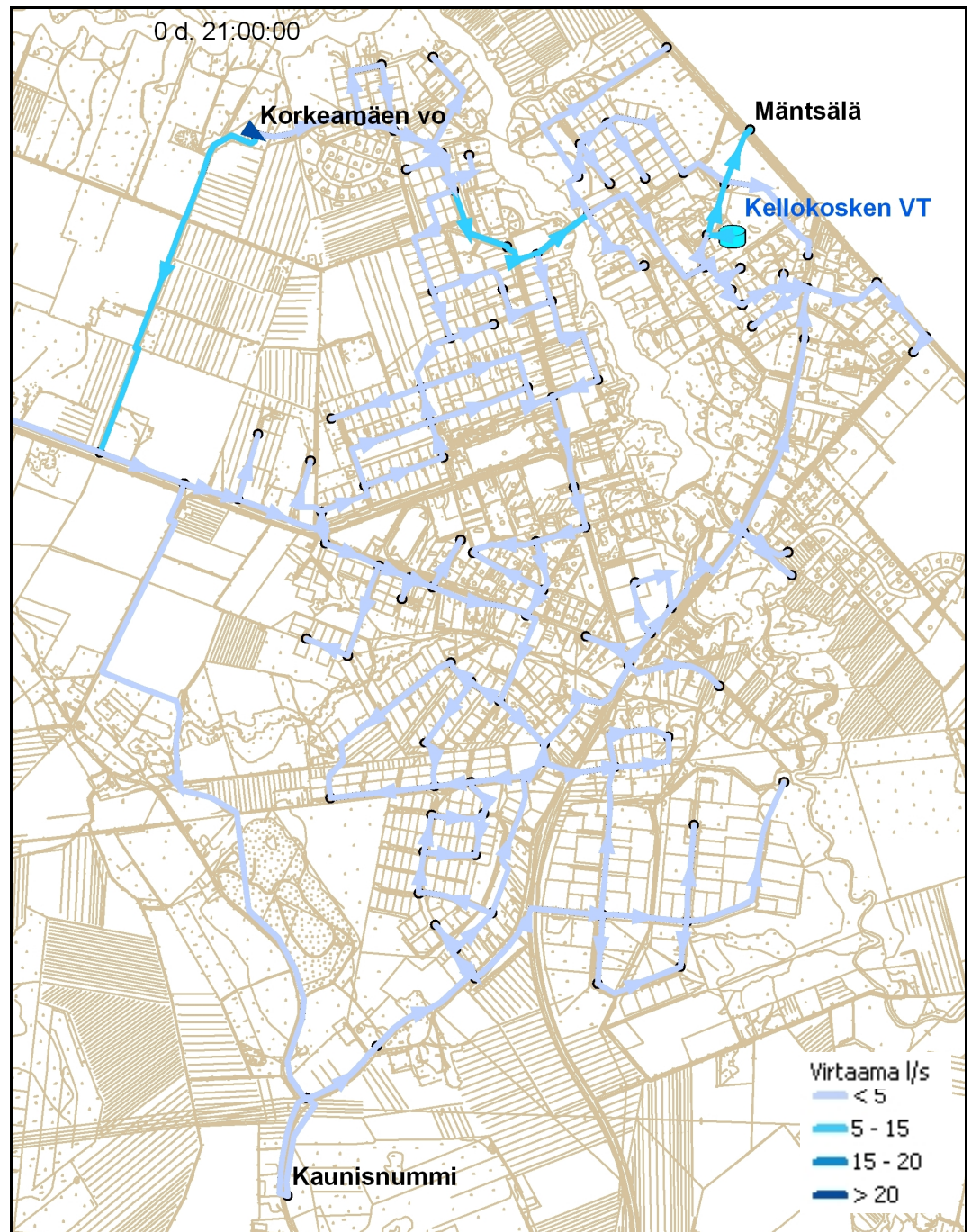
Nykytilanteen mukainen tuntikohtainen vesitase (liite 2) laadittiin TSV:n mittaamien vedenkulutustietojen, rajapisteiden virtaamatietojen sekä vesitornin pinnanvaihtelutietojen avulla. Vuoden 2008 maksimikulutuspäivä oli 5.6.2008, joka valittiin nykytilanteen mallinnusajankohdaksi.

Kuvassa 2 on esitetty automaatiotietojen perusteella laadittu Kellokosken alueen ja Mäntsälän ottaman vedenkulutuksen vuorokausivaihtelukertoimet. Kellokosken vedenkulutuksen suurin tuntivaihtelukerroin 1,79 osuu klo 20:00 kohdalle ja Mäntsälän 2,28 klo 21:00 kohdalle. Kellokosken vedenkulutus jaettiin solmupisteille Tuusulan kunnan toimittamien vedenkulutustietojen perusteella ja vedenkulutus asetettiin noudattamaan vuorokausivaihtelukäyrää.



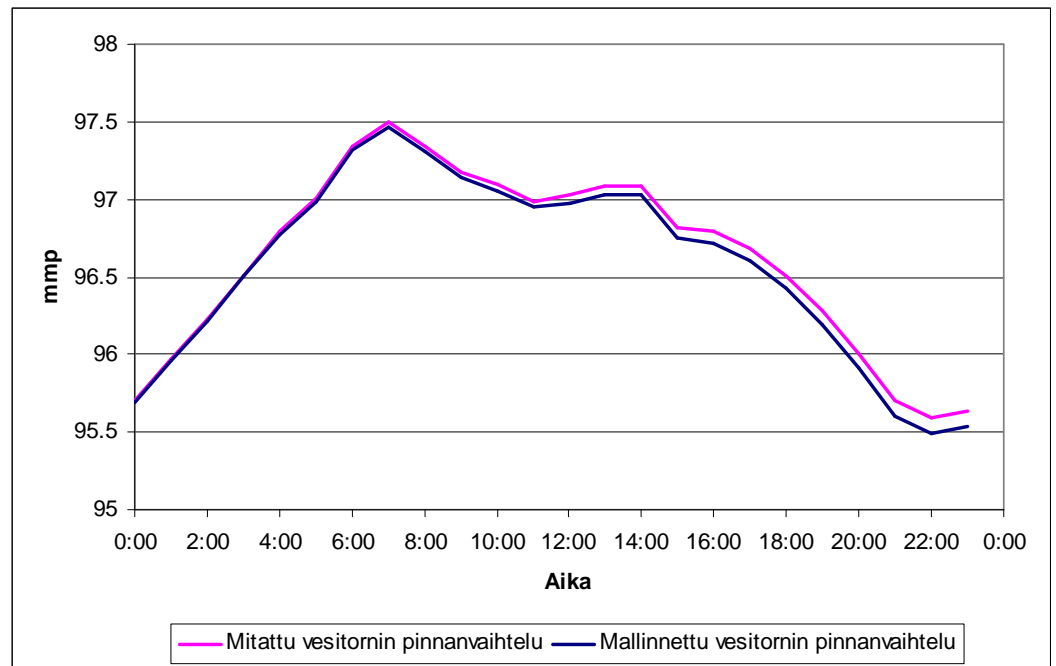
Kuva 2: Maksimivuorokauden 5.6.2008 Kellokosken vedenkulutuksen ja Mäntsälän ottaman veden vuorokausivaihtelukertoimet.

Mallilla simuloitiin Kellokosken painepiirin käyttäytymistä vuorokauden ajan. Virtaamat (l/s) ja virtaussuunnat vedenkäytön huipputunnin aikaan on esitetty kuvassa 3.



Kuva 3. Virtaamat ja virtaussuunnat klo 21.00 nykytilanteessa.

Mitatut ja mallinnetut painetasot verkostossa saatiin vastaamaan hyvin toisi-
aan. Kuvassa 4 on esimerkiksi esitetty mitattu ja mallinnettu vesitornin pin-
nanvaihtelukäyrä, jotka ovat hyvin lähellä toisiaan.

10.7.2009
päivitys

Kuva 4: Kellokosken vesitornin pinnan vaihtelukäyrä.

Vesitorni täyttyy yöaikaan, kun kulutus on vähäistä ja tyhjenee päivällä sekä illalla kulutuksen ollessa suurimmillaan. Vesitornin pinta on korkeimmillaan aamulla klo 7:00 noin tasolla 97,5 mmp ja alimmillaan klo 22:00 noin tasolla 95,5 mmp.

2.5 Nykytilanteen toiminnan analysointi

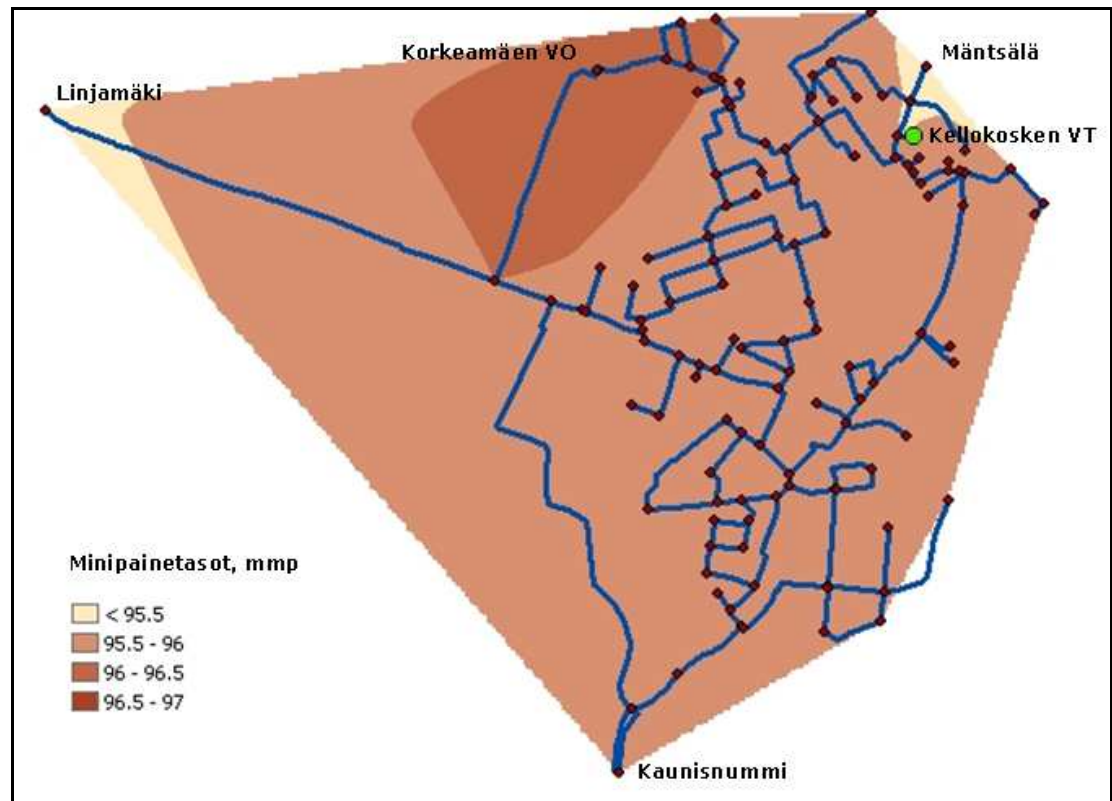
Nykytilanteen hydraulisessa toiminnan analysoinnissa hyödyllisin tieto on mallinnettuna ajanjaksona esiintyneet minimi- tai maksimitilanteet, jotka voivat esiintyä verkoston eri osissa eri aikoina riippuen mm. vesitornin pinnankorkeudesta ja verkostoon pumpattavasta vesimäärästä. Tässä työssä nykytilanteen verkoston toimintaa on analysoitu:

- minimi- ja maksimipainetasojen,
- maksimipainehäviöiden,
- maksimivirtausnopeuksien ja
- maksimivirtaamien avulla.

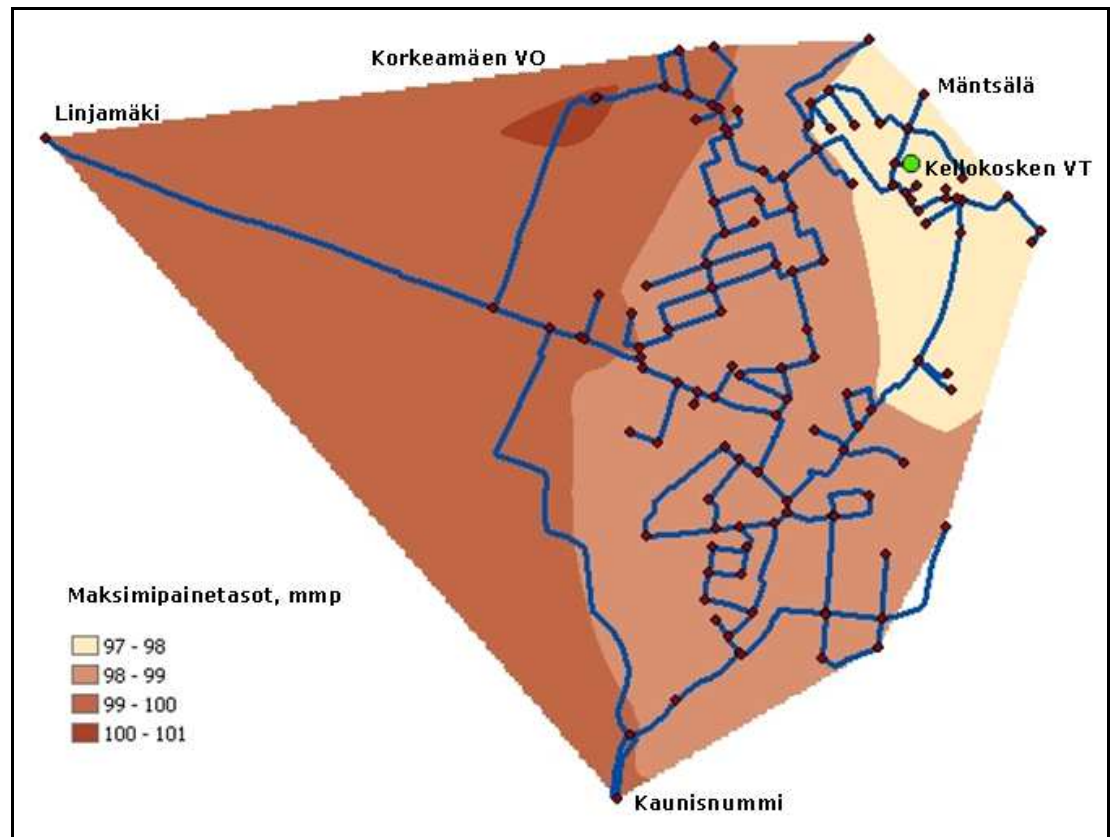
2.5.1 Minimi- ja maksimipainetasot

Minimipainetasoilla tarkoitetaan laskentatilanteessa esiintyvää pienintä painetasoa verkostossa. Minimipainetaso esiintyy yleensä silloin, kun vesitornin pinta on alhaisimmillaan tai, kun vedenkulutus on kaikkein suurimmillaan. Kellokoskella Tuusulan kunnan ilmoittama painetasovaatimus on välillä 95 - 110 mmp. Kuvassa 5 on esitetty mallinnetut minimipainetasot Kellokoskella 5.6.2008 maksimivuorokauden vedenkulutustilanteessa. Tulosten perusteella minimipainetasovaatimus täyttyy mallinnetussa vuoden 2008 maksimipäivän tilanteessa.

Vastaavasti maksimipainetasoilla tarkoitetaan laskentatilanteessa esiintyvää suurinta painetasoa verkostossa. Maksimipainetaso esiintyy yleensä silloin, kun vesitornin pinta on korkeimmillaan tai kun vedenkulutus on pienimmillään. Kuvassa 6 on esitetty maksimipainetasot verkostossa. Tulosten perusteella painetaso pysyy vaatimuksen mukaisena mallinustilanteessa.



Kuva 5: Nykytilanteen minimipainetasot, mmp.

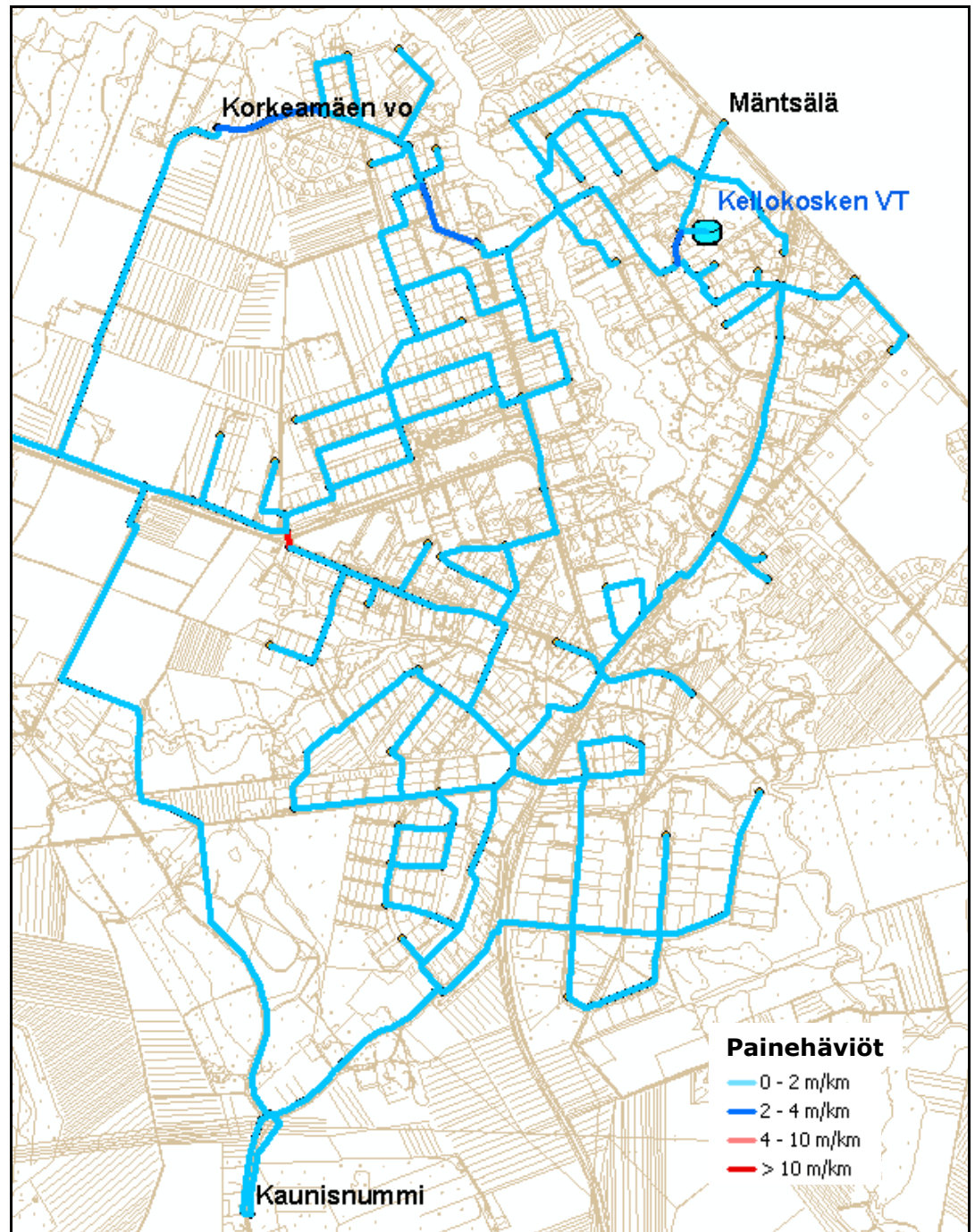


Kuva 6: Nykytilanteen maksimipainetasot, mmp

10.7.2009
päivitys

2.5.2 Maksimipainehäviöt

Painehäviöllä tarkoitetaan virtausvastuksesta syntyvää paineen alenemaa, mittayksikkönä m/km, eli ‰. Maksimipainehäviöt putkissa esiintyvät silloin, kun virtaama on suurimmillaan. Yli 10 m/km esiintyviä painehäviöitä voidaan jo pitää suurina. Suuret painehäviöt tarkoittavat suuria pumppauskustannuksia. Mikäli maksimipainehäviö on alle 1 m/km, putki on väljästi mitoitettu. Kuussa 7 on esitetty verkostossa esiintyvät maksimipainehäviöt.



Kuva 7: Nykytilanteen maksimipainehäviöt, m/km

Painehäviöt putkiosuuksilla pysyvät kohtuullisina mallinnetussa maksimitilanteessa. Kellokoskentien varressa on 45 m pitkän putkiosuuden (Ø100VRA) painehäviö hetkellisesti 12 m/km. Putken maksimivirtausnopeus on 0,5 m/s.

Koska tilanne on hetkellinen, eikä virtausnopeus ole suuri, ei osuus vaikuta ratkaisevasti vedenjohtokykyyn.

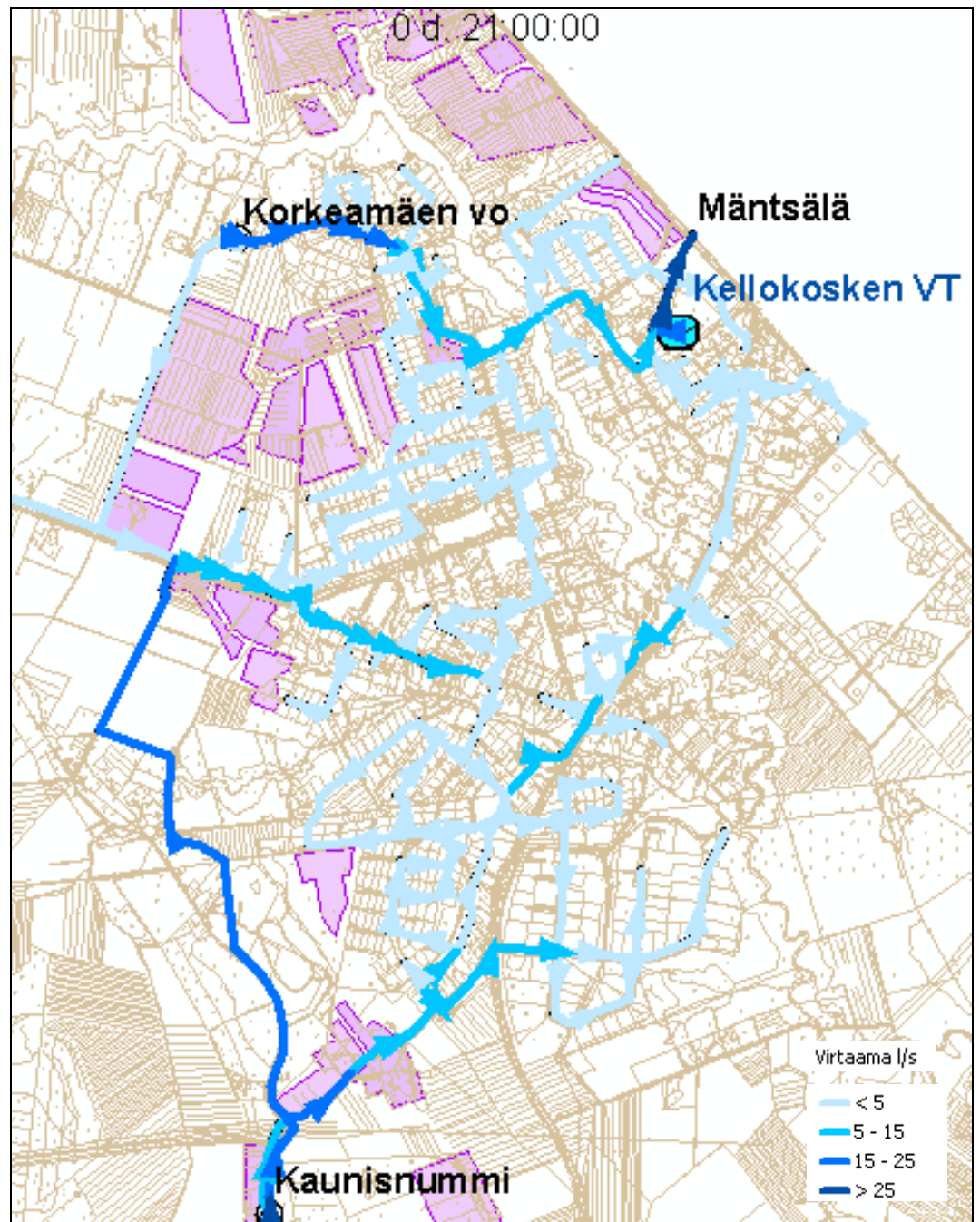
2.6 Ennustejankohdan toiminnan analysointi (v. 2031)

Vedenkäytön ennusteet laadittiin Tuusulan kunnan kaavoitus- ja maankäyttötietojen sekä Mäntsälän ja Pornaisten ennustetun vedenoton (Suunnittelukeskus Oy, 2006) perusteella. Ennustejankohdan mukainen vesitase on esitetty liitteessä 2.

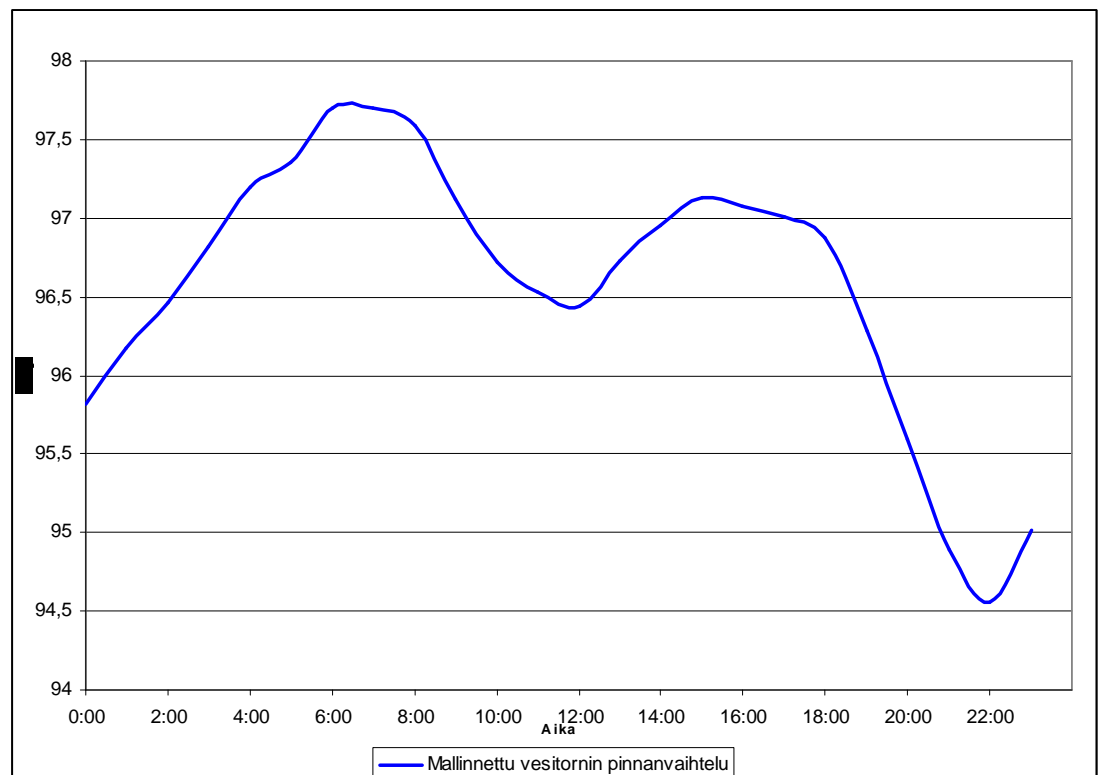
Kellokoskelle on kaavoitettu useita uusia alueita. Mallilla tarkasteltiin suurimpien kaava-alueiden liittämistä vesijohtoverkkoon. Nykytilanteeseen verrattuna Kellokosken painepiirin ja Mäntsälään johdettavan veden yhteismäärä kasvaa lähes 2000 m³/d.

Korkeamäen vedenottamon teoreettinen maksimikapasiteetti on 130 m³/h, mutta vuorokausitasolla pohjavesiesiintymän antoisuus on käytännössä n. 2000 m³/d. Tarvittava vesimäärä (n. 1600 m³/d) on johdettava Kellokosken painepiiriin Jäniksenlinnan laitokselta Kaunisnummen paineenkorotusaseman kautta.

Ennustejankohdan laskennassa Korkeamäen laitokselta pumpataan n. 75–85 m³/h vuorokauden ympäri ja Kaunisnummen paineenkorotusasemalta n. 65–115 m³/h aikavälillä 6:00–24:00. Kaunisnummen paineenkorotusasema asetettiin toimimaan vakioainesäädöllä (painetaso 105 mmp). Virtaamat (l/s) ja virtaussuunnat vedenkäytön huipputunnin aikaan on esitetty kuvassa 8 ja vesitornin pinnanvaihtelukäyrä kuvassa 9.



Kuva 8: Virtaamat ja virtaussuunnat klo 21.00 ennustejankohtana.

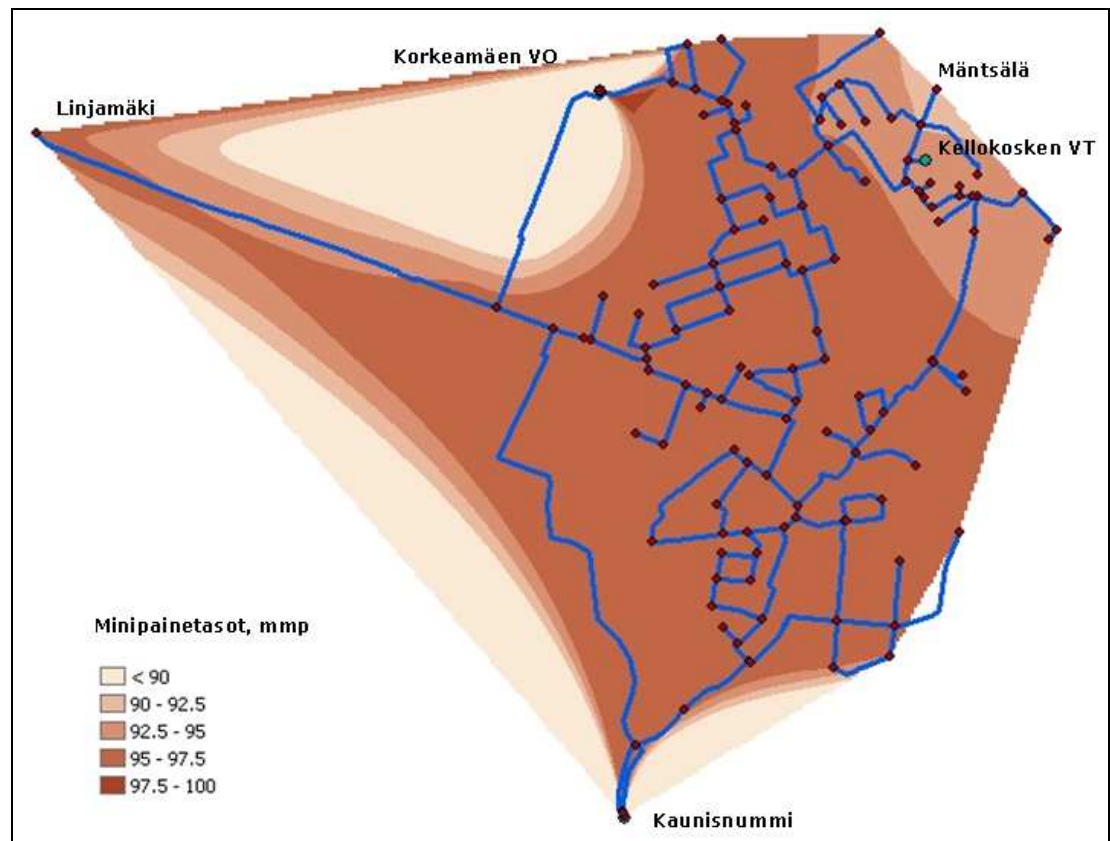
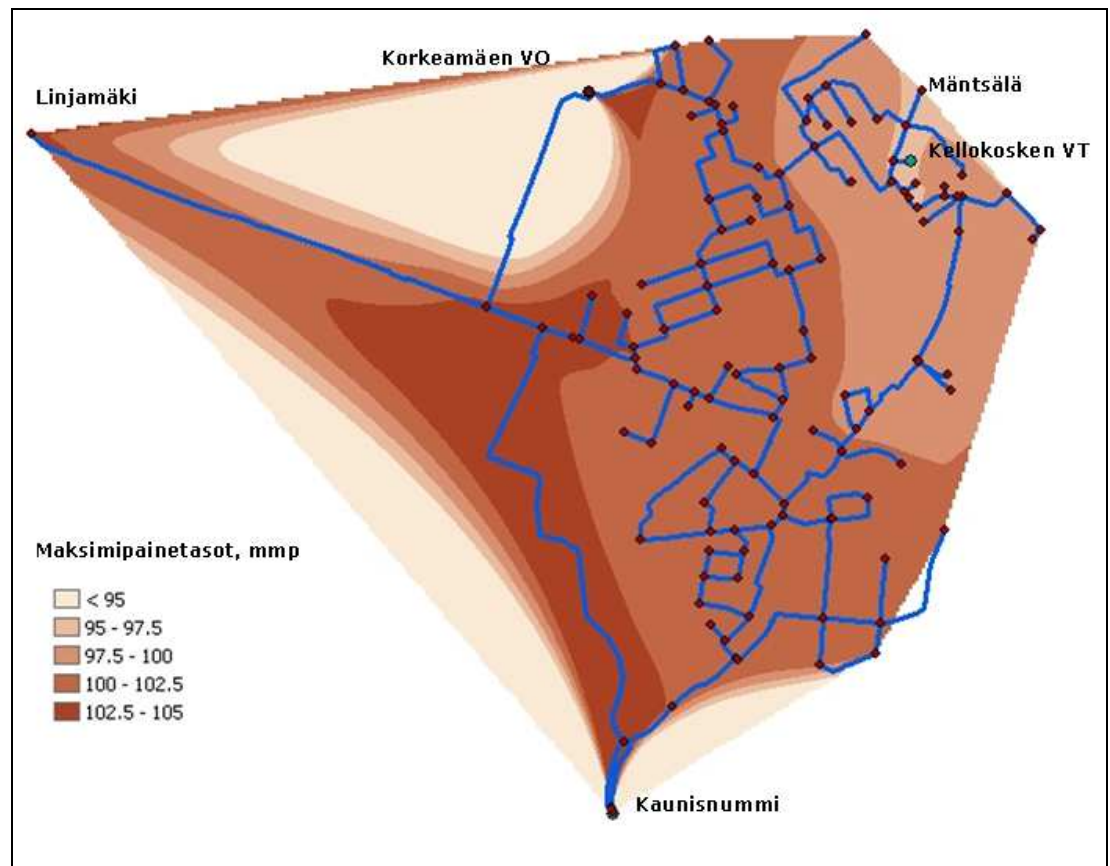


Kuva 9: Kellokosken vesitornin pinnanvaihtelukäyrä ennustettuna ajankohtana.

Nykytilanteeseen verrattuna ennustetussa ajankohdassa Kellokosken eteläosissa virtaamat ovat selvästi suurempia (maksimivirtaamat 15 - 25 l/s tai jopa yli 25 l/s), vrt. kuvat 3 ja 8. Pääasiallinen veden virtaussuunta on ennustetussa ajankohdassa etelästä pohjoiseen sekä Korkeamäen vedenottamolta Mäntsälää päin.

2.6.1 Minimi- ja maksimipainetasot

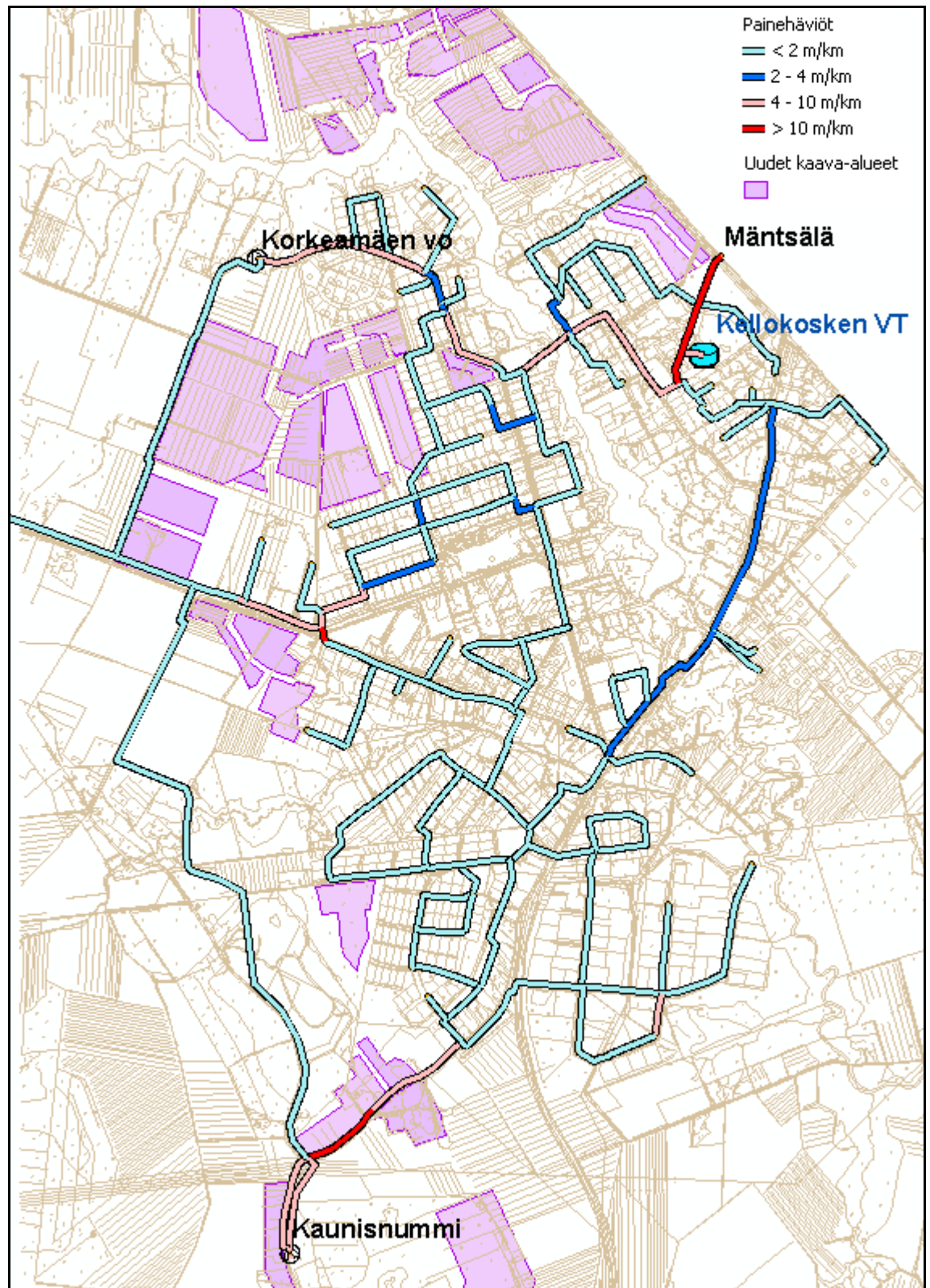
Kuvissa 10 ja 11 on esitetty ennustejankohdan minimi- ja maksimipainetasot.

10.7.2009
päivitys**Kuva 10. Ennustejankohdan minimipainetasot, mmp****Kuva 11. Ennustejankohdan maksimipainetasot, mmp**

Kellokosken painepiirin painetasovaatimus (95 mmp – 110 mmp) ei täyty ennustetussa tilanteessa, vaan vesitornin ympäristössä painetaso laskee alle 95 mmp. Korkeamäen vedenottamon ja Kaunisnummen lähellä esiintyvät alle 95 mmp:n painetasot johtuvat mallinnustekniikasta, eivätkä todellisuudessa ole painetasovaatimuksen alittavia alueita.

2.6.2 Maksimipainehäviöt

Kuvassa 12 on esitetty ennusteajankohdan maksimipainehäviöt.

10.7.2009
päivitys

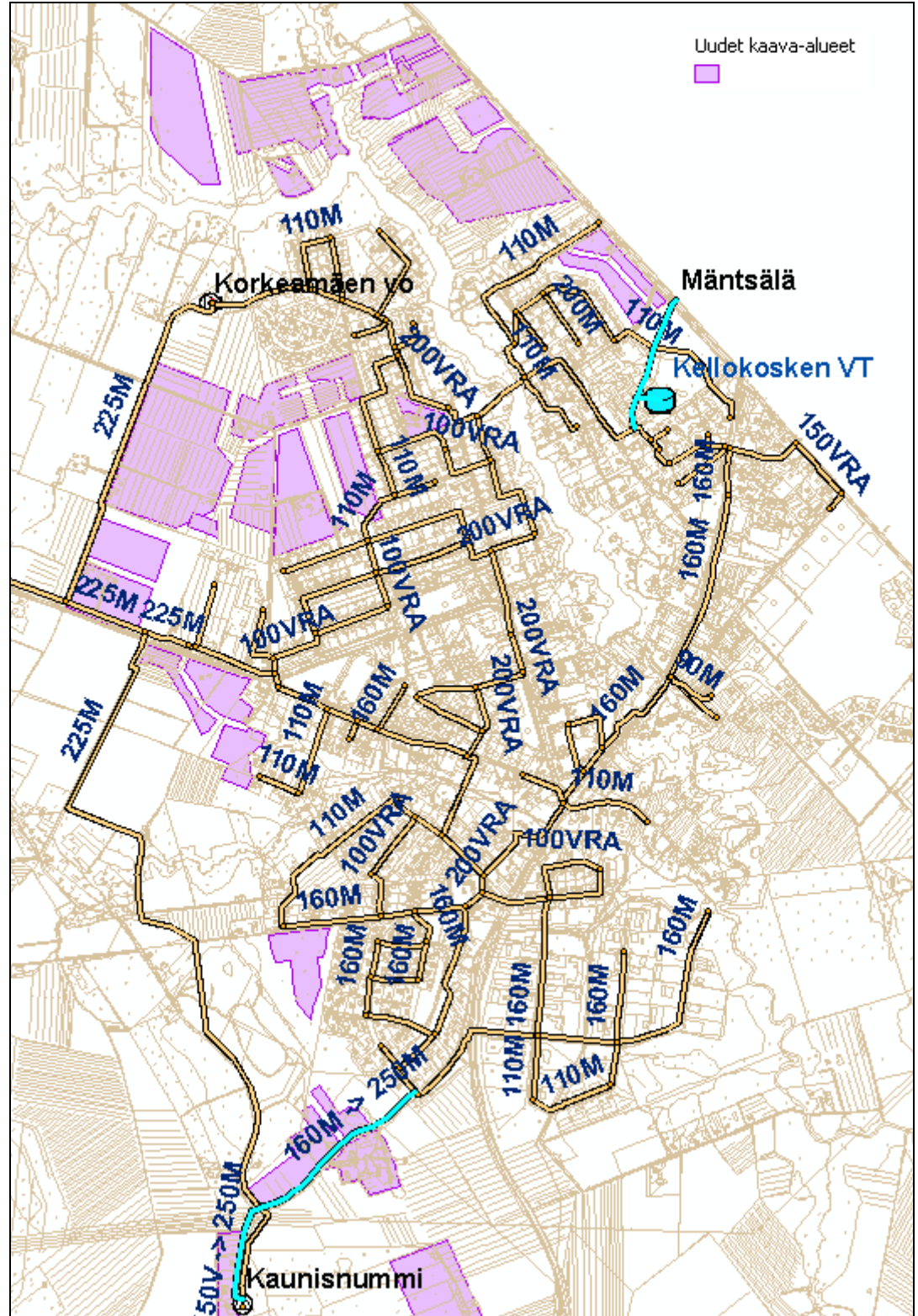
Kuva 12. Ennusteajankohdan maksimipainehäviöt, m/km

Jos Kaunisnummesta johdetaan tulevaisuudessa 1600 m³/d Kellokosken painepiiriin, ei verkoston kapasiteetti riitä Mäntsälän rajalle asti. Suurimmat painehäviöt syntyvät Kaunisnummen paineenkorotusaseman jälkeisellä putkiosuudella (Ø150VR/Ø160M) sekä Mäntsälään johtavalla osuudella (Ø200VRA).

10.7.2009
päivitys

2.6.3 Toimenpide-ehdotukset

Mallilla tarkasteltiin putkikokojen suurentamisen vaikutusta verkoston toimintaan (kuva 13).



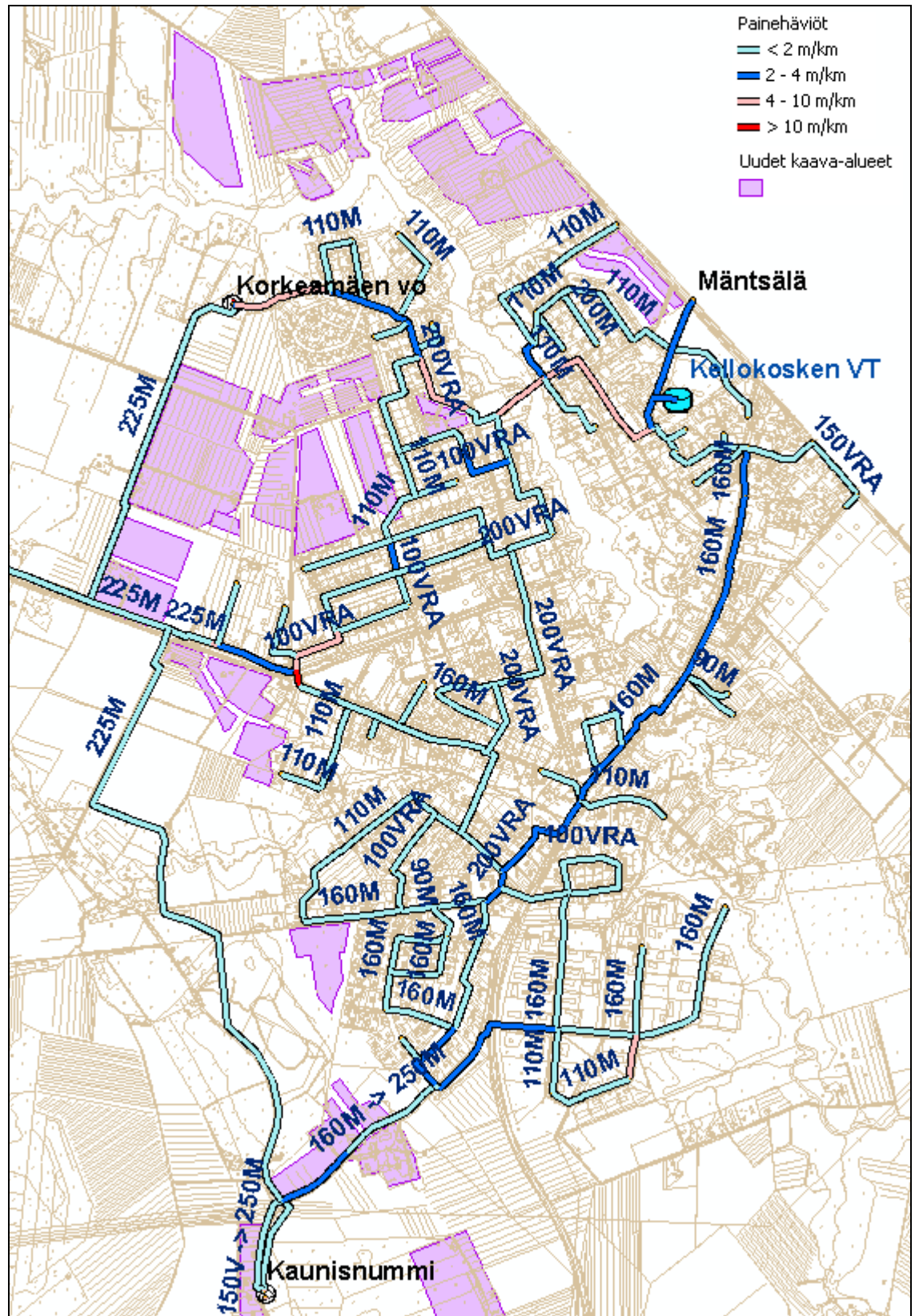
Kuva 13. Saneerausehdotukset

Saneeraamalla kuvassa 13 sinisellä esitetyt putkiosuudet Ø250M-putkiksi ja kasvattamalla Kaunisnummen paineenkorotusaseman pumppauskapasiteettia

saadaan painetasovaatimus täytettyä myös ennustejankohdan tilanteessa. Mallinnetussa tilanteessa Kaunisnummen maksimitunnin pumppaus on n. 115 m³/h, kun nykyinen pumppauskapasiteetti on n. 15 m³/h. Saneerattavat putkiosuudet on esitetty myös liitteessä 3.

Minimipainetaso Mäntsälän liityntäpisteessä on laskennan mukaan ehdotettujen saneerausten jälkeen 96 mmp. Kaunisnummen lähtöpainetaso on n. 103 mmp, kun ilman putkisaneerauksia jouduttiin painetaso nostamaan tasoon 105 mmp.

Kuvassa 14 on merkitty punaisella saneerausehdotusten jälkeen yli 4 m/km painehäviöitä aiheuttavat putkiosuudet. Osuudet eivät vähennä vedenjohtokapasiteettia, mutta putkikokoon kasvattamisen tarpeellisuus osuuksilla kannattaa tarkastaa, kun saneeraus tulee ajankohtaiseksi. Putkiosuudet on esitetty myös liitteen 4 karttakuvissa.



Kuva 14. Painehäviöt Kaunisnummen ja vesitorin alueen saneerausehdotusten jälkeen.

3 KELLOKOSKEN JÄTEVESIVIEMÄRÖINTI

3.1 Jätevesiviemäriverkoston yleiskuvaus

Tuusulan viemäröintijärjestelmä on jaettu neljään osaan: Hyrylä, Jokela, Kellokoski ja Maantiekylä. Tässä työssä on analysoitu Kellokosken jätevesiviemäröintijärjestelmän hydraulista toimivuutta. Kellokosken viemäröintijärjestelmään kuuluu kaksi Tuusulan kunnan omistamaa pääpumppaamoa (Omenalahti ja Kariniemi) sekä yksi Keski-Uudenmaan vesiensuojelun kuntayhtymän omistama pumppaamo (Rajalinna). Kellokosken jätevedet johdetaan keskitetysti Rajalinnan pumppaamolle, josta ne pumpataan eteenpäin ns. meriviemäriin. Meriviemäriä pitkin jätevedet johdetaan edelleen Viikinmäen jätevedenpuhdistamolle.

3.2 Viemärimallin rakentaminen

Viemäröintijärjestelmän mallintamisessa käytettiin tanskalaisen DHI:n (*Danish Hydraulic Institute*) Mike Urban-ohjelmistoa.

Jätevesiviemäröintijärjestelmän mallin rakentamisessa erotellaan asumisjätevedet ja vuotovedet toisistaan. Asumisjätevesien muodostuminen noudattaa usein melko tarkasti alueen vedenkulutusmääriä ja vuorokausivaihtelurytmiä. Vuotovesien muodostuminen on puolestaan riippuvainen mm. verkoston kunnosta ja hydrologisista sekä hydrogeologisista olosuhteista.

Lähtötietoina viemärimallin rakentamisessa käytettiin:

- Tuusulan viemäriverkostomallia (Suunnittelukeskus Oy, 2005)
- ajan tasalla olevaa verkostokarttaa,
- vedenkulutustietoja ja
- virtaamamittaustietoja.

Luodusta verkostomallista ohjelma laskee viemäriputkien pituudet koordinaattien perusteella. Muita viemärikohtaisesti määriteltäviä tietoja ovat putken sisähalkaisija ja karkeuskerroin. Manningin kertoimina käytettiin seuraavia arvoja:

- | | |
|----------------|---------|
| - muoviputket | M = 80 |
| - betoniputket | M = 75. |

3.3 Verkostomallin laajuus

Kellokosken jätevesiviemäriverkostomallia rakennettaessa otettiin aikaisemmin laadittu Tuusulan viemäriverkostomalli (Suunnittelukeskus Oy, 2005) lähtöaineistoksi, johon ajan tasalla olevan verkostokartan avulla päivitettiin kaikki vähintään 160 mm ulkohalkaisijaltaan tai muuten verkoston hydraulisen kapasiteetin kannalta oleelliset viemärit. Mallinnettu viemäriverkostomalli koostui yhteensä:

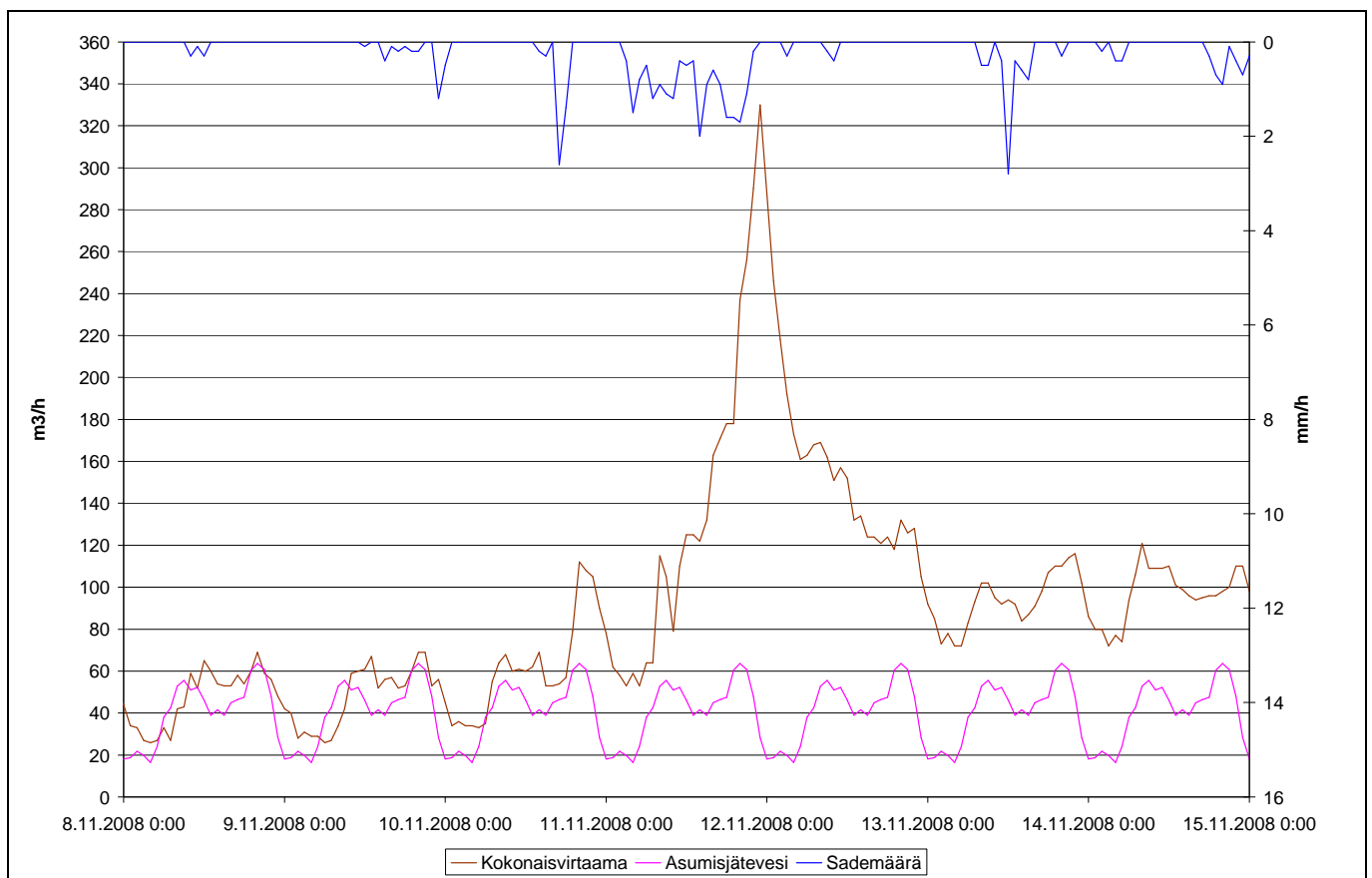
- 230 tarkastuskaivosta,
- 227 jätevesiviemäriputkesta ja
- 4 pumppaamosta.

Mallinnettava viemäriverkosto oli noin 20,2 km:n laajuinen putkipituudessa laskettuna.

10.7.2009
päivitys

3.4 Nykytilanteen tarkastelu

Kellokosken jätevesiviemäriverkoston nykytilanteen tarkastelu laadittiin 12.11.2008 virtaamatiedoilla, jolloin Rajalinnan jätevesipumppaamolla mitattiin vuoden 2008 aikana vuorokauden maksimivirtaama 3 768 m³/d. Mallin-
nusajankohtana viemäriin kulkeutuvan asumisjäteveden määräksi asetettiin
vedenkulutus- ja virtaamamittaustietojen perusteella 977 m³/d (sis. Ohkolan
jätevedet 207 m³/d). Mittaamattoman veden absoluuttinen määrä Kellokos-
ken verkostossa oli 2 791 m³/d, jolloin suhteessa mittaamatonta vettä oli noin
74 % kokonaisvirtaamasta laskettuna. Kuvassa 15 on esitetty mallin-
nusajankohdaksi valittu Rajalinnan pumppaamon maksimivirtaamatilanne. Punainen
käyrä esittää asumisjätevettä (m³/h), ruskea kokonaisvirtaamaa (m³/h) ja si-
nen sadeintensiteettiä (mm/h).



Kuva 15: Nykytilanteen maksimivirtaamatilanne Kellokoskella 12.11.2008.

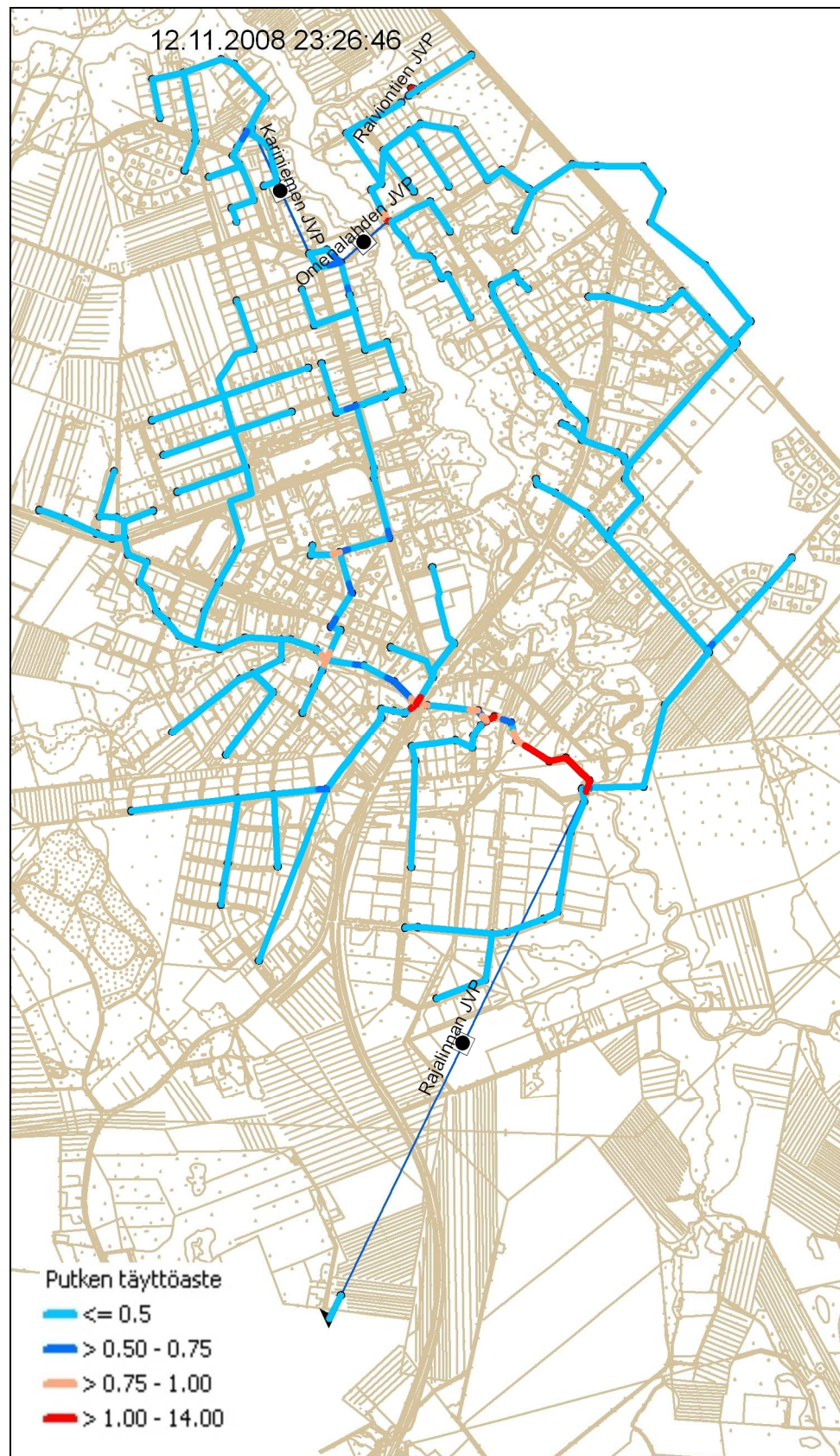
3.5 Nykytilanteen toiminnan analysointi

3.5.1 Täyttöasteet

Viemäriverkoston hydraulista toimintaa arvioitaessa on tarkasteltu viemärien kykyä suoriutua mallinnetuista vedenkulutus- ja vuotovesitilanteista. Mallin-
nusohjelma laskee viemäriin mitta- ja materiaalitietojen perusteella viemäri-
kohtaisen putken täyttöasteen kullakin ajanhetkellä. Tämä tarkoittaa prosent-
teina putken täyttymistä virtaamatilanteessa. Esimerkiksi 50 % täyttöaste
tarkoittaa, että putki on puoliksi täynnä ja 100 % tarkoittaa vastaavasti, että
putki on täynnä, ts. juuri muodostumassa paineelliseksi. Mikäli putken täyttö-
aste on yli 100 %, putki on paineellinen. Mallinnuksella on haettu suurimmat
esiintyvät täyttöasteet viemärikohtaisesti. Mikäli suurin täyttöaste ylittää

100 %, on kyseinen viemäri mitä todennäköisimmin ns. pullonkaula viemäri-
verkoston hydraulisessa toiminnassa ja saattaa aiheuttaa tulvimista viemäri-
verkostossa.

Kuvassa 16 on esitetty maksimivirtaamatilanteessa esiintyvät jätevesiviemäri-
verkoston suurimmat täyttöasteet. Vaalean sininen väri kuvaa alle 50 %:n
täyttöastetta, tumman sininen 50 - 75 %:n täyttöastetta, vaalean punainen
75 - 100 %:n täyttöastetta ja punainen yli 100 %:n täyttöastetta.

10.7.2009
päivitys

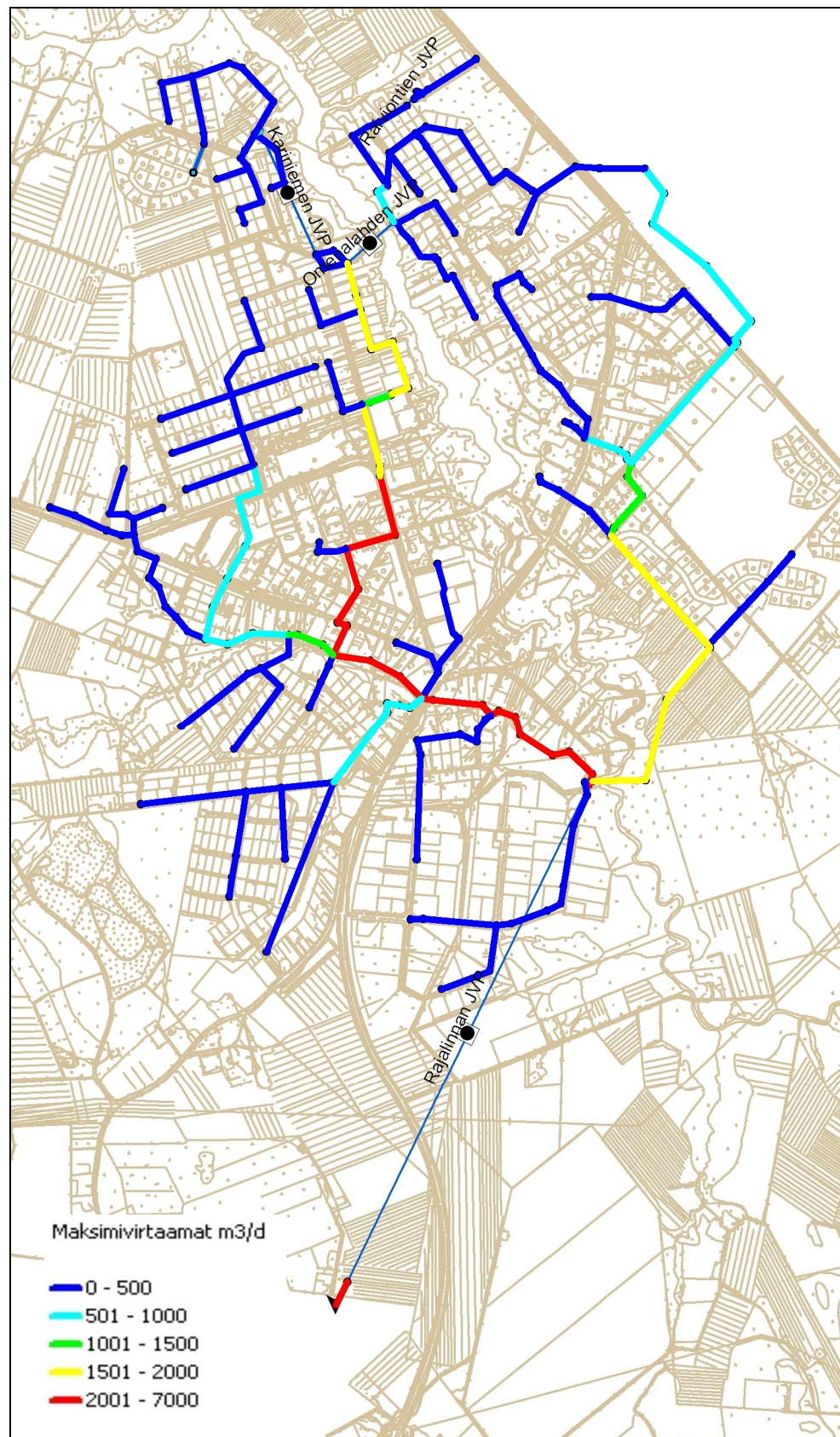
Kuva 16: Nykytilanteen viemäriputkien maksimitäyttöasteet.

Voidaan todeta, että vuoden 2008 maksimivirtaamatilanteessa verkoston täyttöasteet ovat melko alhaisia lukuun ottamatta pumppaamoille tulevia linjoja. Erityisesti Rajalinnan pumppaamolle lännestä päin johtava viettoviemäri (Ø300B/Ø315M) muuttuu noin 450 m pituudelta paineelliseksi.

3.5.2 Maksimivirtaamat

Eri mallinnustilanteista on myös esitetty putkikohtaiset maksimivirtaamat. Maksimivirtaaman ajankohta saattaa vaihdella esim. pumppaamoiden käynnistymisistä johtuen, mutta ohjelma tulostaa kaikkien putkien osalta laskentajakson aikana suurimman esiintyvän virtaaman.

Kuvassa 17 on esitetty mallinnusajankohdan aikana esiintyneet maksimivirtaamatilanteessa. Tumman sininen väri kuvaa 0 - 500 m³/d virtaamaa, vaalean sininen 500 - 1000 m³/d virtaamaa, vihreä 1000 - 1500 m³/d virtaamaa, keltainen 1500 - 2000 m³/d virtaamaa ja punainen 2000 - 7000 m³/d virtaamaa.

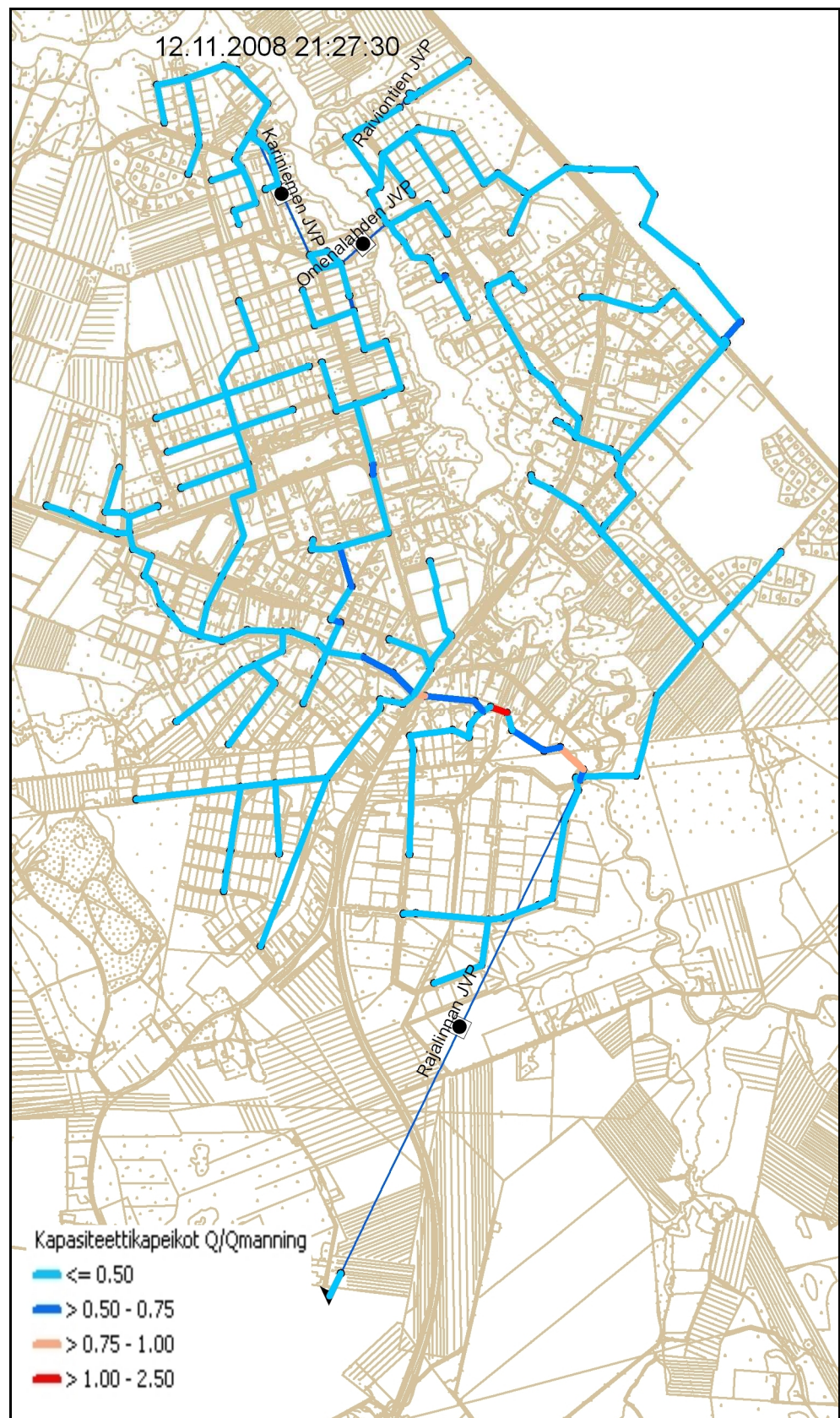


Kuva 17: Nykytilanteen viemäriputkien maksimivirtaamat (m³/d).

3.5.3 Verkoston teoreettinen kapasiteetti

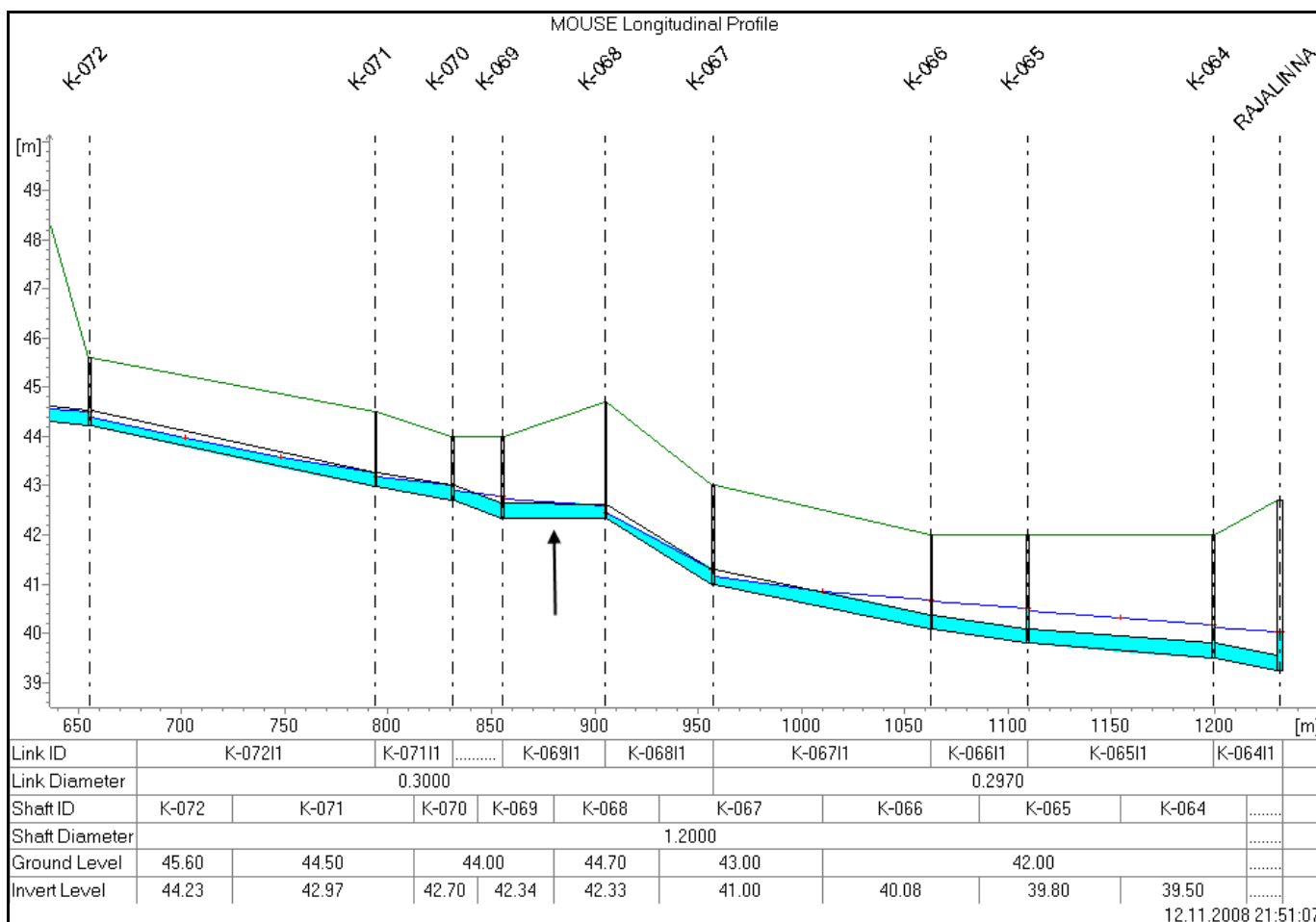
Mallinnustilanteista on myös esitetty putkikohtaiset teoreettiset maksimivirtaamat. Mallinnusohjelma laskee kullekin viemärihalkaisijasta, karkeuskerroimesta ja viettokaltevuudesta riippuvan teoreettisen maksimivirtaaman, jonka putki kykenee välittämään ollessaan täynnä (ts. täyttöaste on 100 %). Kun laskentatilanteesta esiintyvistä maksimivirtaamista ja täyden putken teoreettisesta maksimivirtaamasta muodostetaan osamäärä, saadaan kullekin putkelle suhdeluku Q_{\max}/Q_{full} . Tämä suhdeluku paljastaa kunkin putken kapasiteetin riittävyden huippuvirtaamatilanteessa. Mikäli suhdeluku ylittää arvon 1,0 on kyseinen viemäri ns. pullonkaula viemäriverkoston hydraulisessa toiminnassa ja aiheuttaa vedenpinnan nousua yläpuolisessa verkostossa ja sen myötä mahdollisesti esim. tulvimista kellareihin tai maanpinnalle. Jos suhdeluku on lähellä 1,0:a, on putki mahdollisesti muodostumassa tulevaisuudessa kapasiteettikapeikoksi.

Kuvassa 18 on esitetty verkoston maksimivirtaamatilanteessa esiintyvät kapasiteettikapeikot. Vaalean sininen väri kuvaa alle 0,5 suhdelukua, tumman sininen 0,5 - 0,75 suhdelukua, vaalean punainen 0,75 - 1,0 suhdelukua ja punainen yli 1 suhdelukua.

10.7.2009
päivitys

Kuva 18: Nykytilanteen kapasiteettikapeikat.

Voidaan todeta, että Rajalinnan pumppaamolle lännestä päin johtavassa viettoviemäriässä ($\varnothing 300\text{B}/\varnothing 315\text{M}$) on havaittavissa kapasiteettikapeikko, joka aiheuttaa padottamista yläpuolisissa verkosto-osissa. Kapasiteettikapeikosta on esitetty pituusleikkaus kuvassa 19.

10.7.2009
päivitys

Kuva 19: Kapasiteetikapeikko Rajalinnan pumppaamolle johtavassa viettoviemärissä.

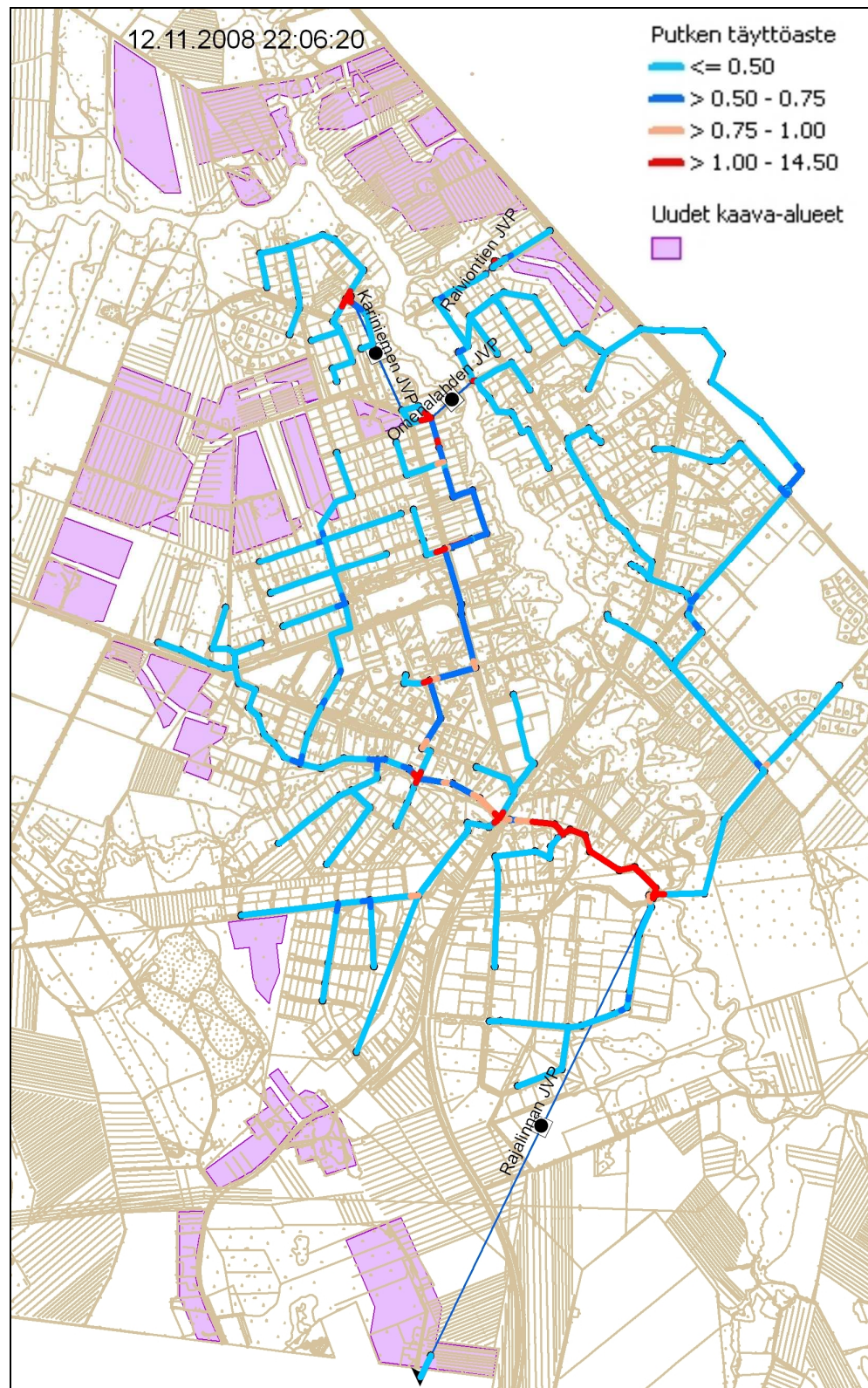
Kapasiteetikapeikon saneeraaminen putkihalkaisijaa pienentävällä saneerausmenetelmällä ei ole suositeltavaa, koska tällöin veden pinnan padottuminen yläpuolisiin verkosto-osiin voi olla suurempaa. Nykytilanteen maksimivirtaamalla kapasiteetikapeikon aiheuttama veden pinnan nousu yläpuolisiin verkosto-osiin on melko vähäistä.

3.6 Ennusteajankohdan toiminnan analysointi (v. 2031)

Kellokosken jätevesiviemäriverkoston ennusteajankohdan tarkastelu laadittiin osayleiskaavasta (v. 2031) johdettujen virtaamatietojen perusteella. Mitoitus-tilanteessa ennusteajankohdan kokonaisvirtaamaksi muodostui 4 779 m³/d. Osayleiskaavasta johdettujen vedenkulutusmäärien perusteella asumisjäteveden määräksi muodostui ennusteajankohdassa 1 988 m³/d (sis. Ohkolan jätevedet 207 m³/d). Mittaamattoman veden absoluuttiseksi määräksi arvioitiin 2 791 m³/d, jolloin suhteelliseksi määräksi muodostui noin 58 % kokonaisvirtaamasta laskettuna.

3.6.1 Täyttöasteet

Kuvassa 20 on esitetty ennusteajankohdan maksimivirtaamatilanteessa esiintyvät jätevesiviemäriverkoston suurimmat täyttöasteet. Vaalean sininen väri kuvaa alle 50 %:n täyttöastetta, tumman sininen 50 - 75 %:n täyttöastetta, vaalean punainen 75 - 100 %:n täyttöastetta ja punainen yli 100 %:n täyttöastetta.

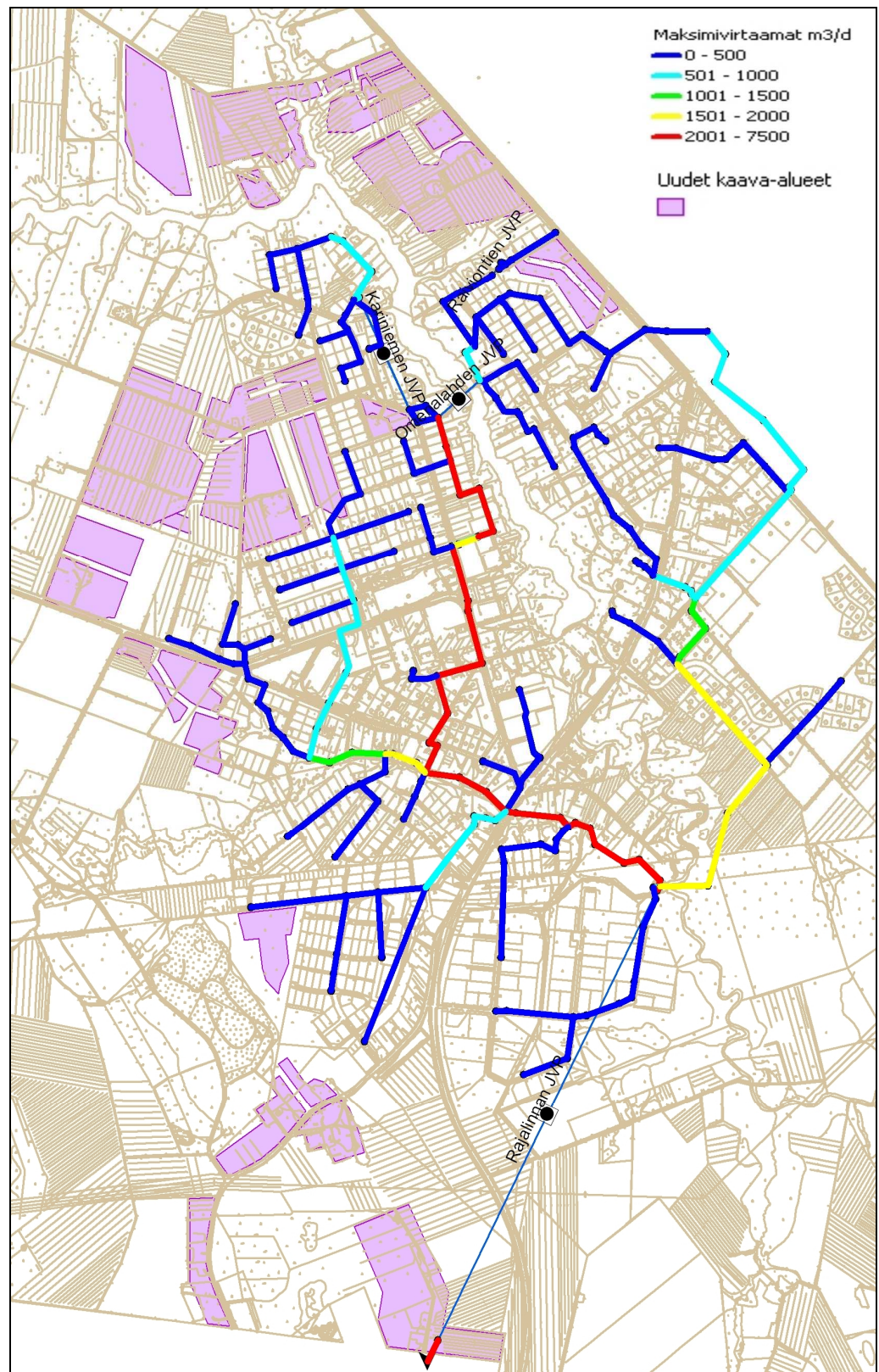
10.7.2009
päivitys

Kuva 20: Ennusteajankohdan täyttöasteet.

Voidaan todeta, että jätevesiviemäriverkoston täyttöasteet ovat ennusteajankohdan mukaisilla maksimivirtaamilla nykytilanteen täyttöasteita suuremmat, erityisesti Rajalinnan pumppaamolle lännestä johtavassa viettoviemäriä.

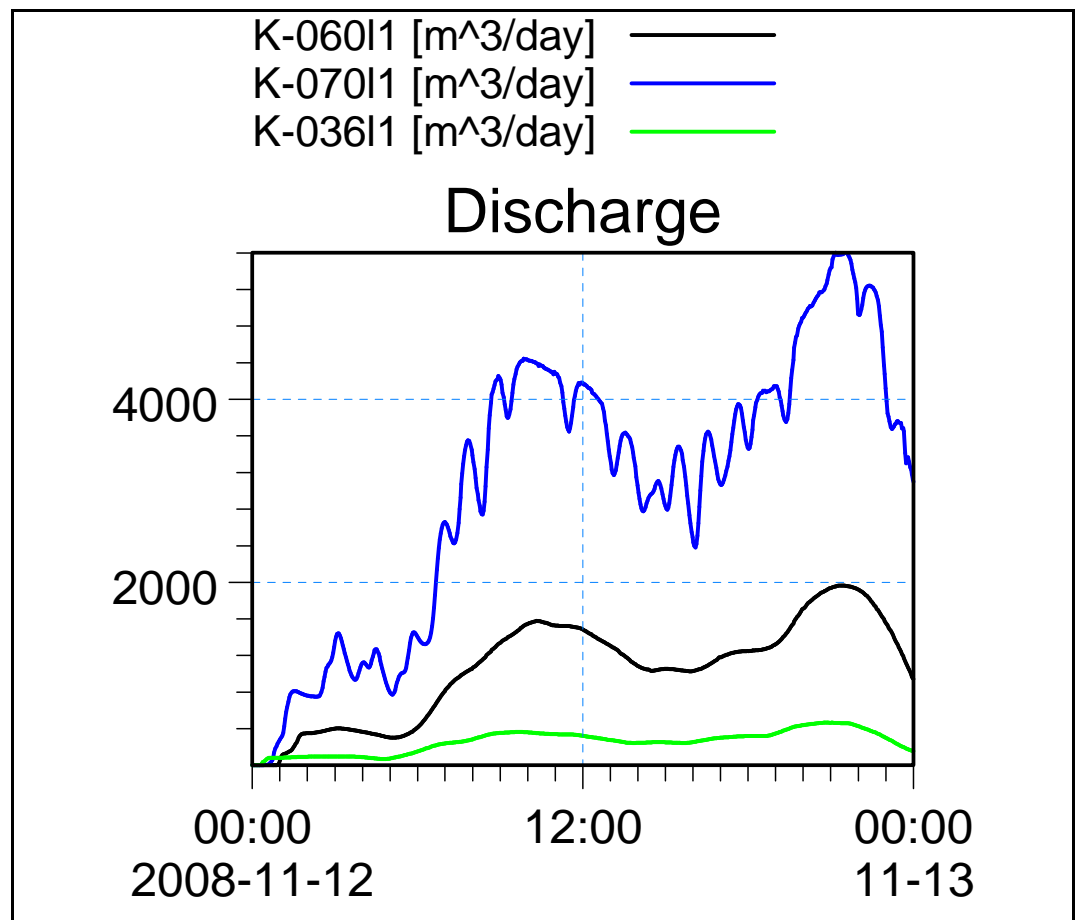
3.6.2 Maksimivirtaamat

Kuvassa 21 on esitetty ennusteajankodan aikana esiintyneet maksimivirtaamatilanteessa. Tumman sininen väri kuvaa 0 - 500 m³/d virtaamaa, vaalean sininen 500 - 1000 m³/d virtaamaa, vihreä 1000 - 1500 m³/d virtaamaa, keltainen 1500 - 2000 m³/d virtaamaa ja punainen 2000 - 7500 m³/d virtaamaa.

10.7.2009
päivitys

Kuva 21: Ennustejankohdan viemäriputkien maksimivirtaamat.

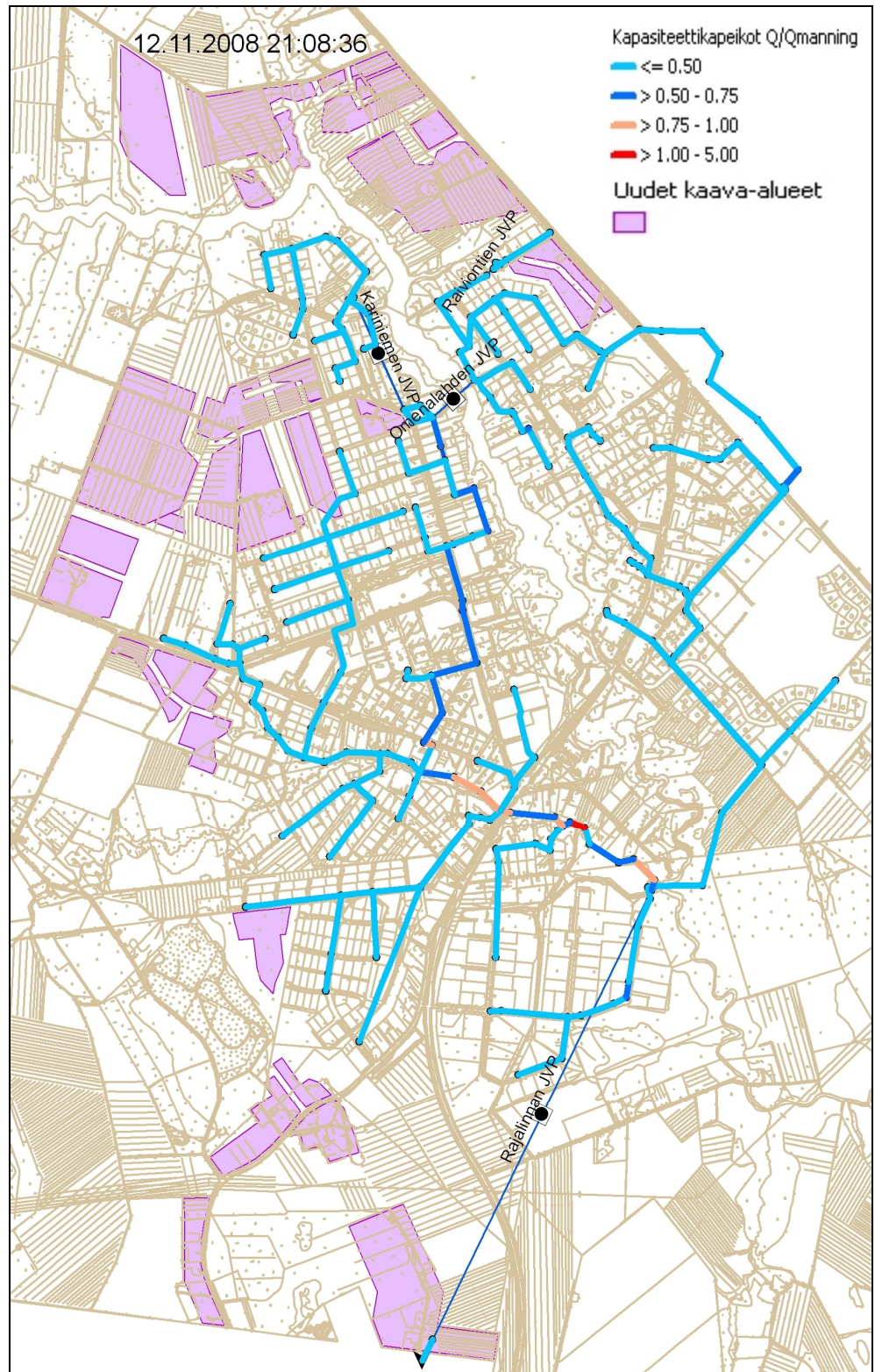
Virtaamat ennustejankohdan mukaisessa tilanteessa ovat nykytilanteen virtaamia suurempia. Suurimmat virtaamat ovat Omenalahden pumppaamolta Rajalinnan pumppaamolle johtavassa viettoviemäriä. Kuvassa 22 on esitetty Rajalinnan pumppaamolle johtavien linjojen virtaamavaihtelut mallinnetulta ajanjaksolta. Sininen käyrä kuvaa lännestä johtavaa viettoviemäriä, musta idästä johtavaa ja vihreä etelästä johtavaa.

10.7.2009
päivitys

Kuva 22: Rajalinnan pumppamolle johtavien viemärilinjojen virtaamia.

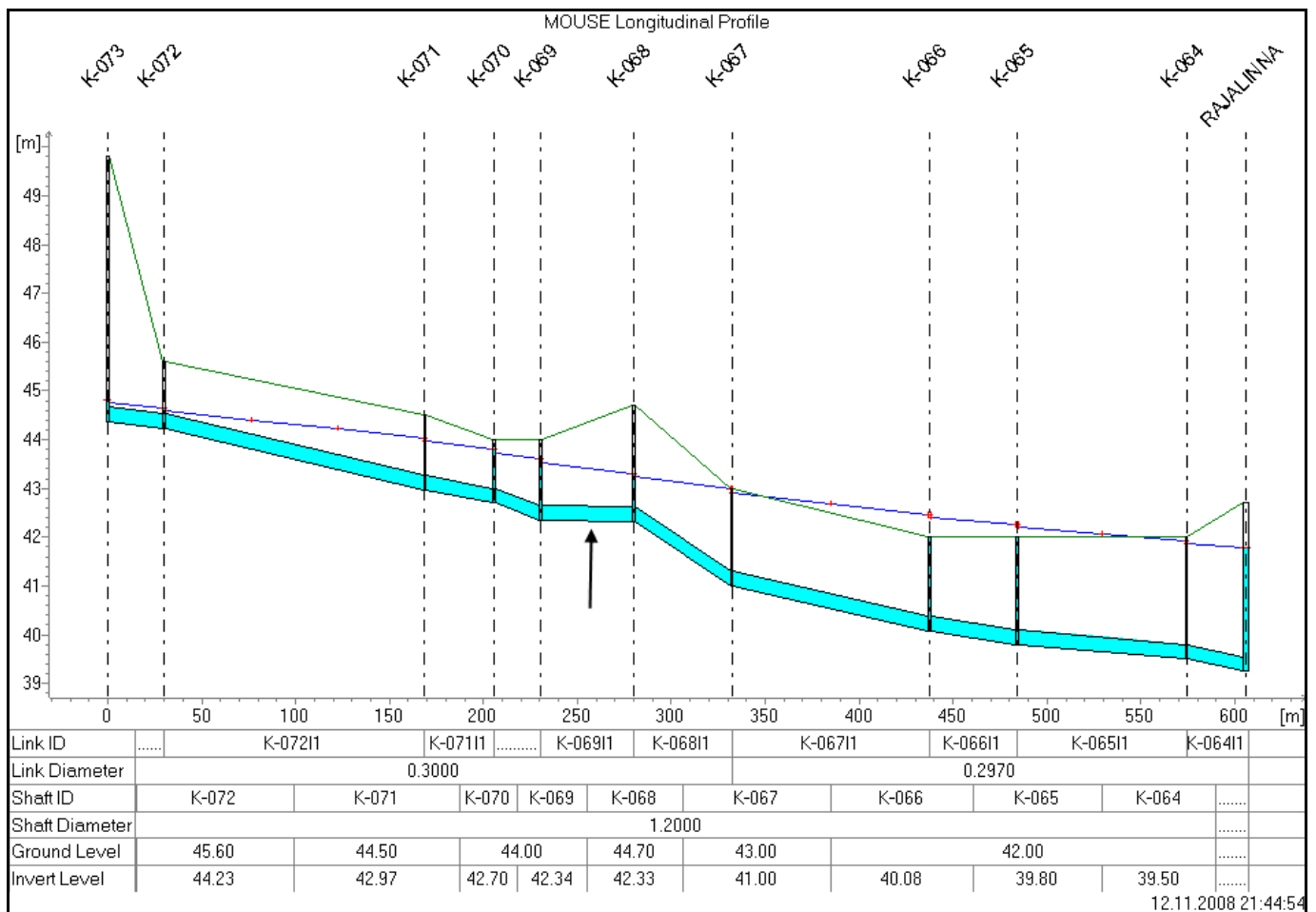
3.6.3 Verkoston teoreettinen kapasiteetti

Kuvassa 23 on esitetty verkoston maksimivirtaamatilanteessa esiintyvät kapasiteettikapeikot. Vaalean sininen väri kuvaa alle 0,5 suhdelukua, tumman sininen 0,5 – 0,75 suhdelukua, vaalean punainen 0,75 - 1,0 suhdelukua ja punainen yli 1 suhdelukua.



Kuva 23: Ennusteajankohdan kapasiteettikapeikat.

Voidaan todeta, että ennusteajankohdan mukaisilla virtaamilla kapasiteettikapeikkoja esiintyy samassa viettoviemärisä (Ø300B/Ø315M) kuin nykytilan tarkastelussa (Rajalinnan pumppaamolle lännestä johtava linja).



Kuva 24: Kapasiteetikapeikko Rajalinnan pumppaamolle johtavassa viettoviemärissä.

Kapasiteetikapeikko aiheuttaa veden pinnan nousua yläpuolisissa verkosto-osissa myös ennustejankohdan maksimivirtaamatilanteissa. Kuvassa 24 on merkittynä kapasiteetikapeikko sekä veden pinnan taso Rajalinnan pumppaamolle johtavassa viettoviemärissä. Mallissa kapasiteetikapeikon lisäksi ongelman muodostaa Rajalinnan pumppaamon pumppauskapasiteetti. Kuvassa 24 veden pinnan nousu maanpintaa ylemmäksi, johtuu Rajalinnan pumppaamon kapasiteetin riittämättömyydestä ennustejankohdan maksimivirtaamatilanteissa. Todellisuudessa pumppaamon kapasiteetti on mahdollisesti mallinnettua kapasiteettia suurempi, jolloin pumppaamoa edeltävä veden pinnan nousu olisi myös vähäisempää.

3.6.4 Toimenpide-ehdotukset

Kokonaisuudessaan Kellokosken jätevesiviemäriverkoston hydraulinen kapasiteetti riittää melko hyvin nyky- ja ennustejankohdan mukaisissa maksimivirtaamatilanteissa. Virtaamien perusteella määritettynä Omenalahden pumppaamolta Rajalinnan pumppaamolle johtava viettoviemäri on tärkein runkoviemäri Kellokosken verkostossa.

Kellokosken alueella tulisi panostaa vuotovesien pääsyn vähentämiseen (vuotovesiprosentti nykytilanteessa noin 74 %) jätevesiviemäriverkoston sekä pumppaamojen kapasiteettien parantamiseen ja ylläpitämiseen. Vuotovesien kulkeutumisreittien selvittämiseksi suosittelemme jätevesiviemäriverkoston kuntotutkimuksia savukokeiden avulla. Savukokeiden avulla voidaan osoittaa mm. kiinteistöjen mahdollisia sade- ja kuivatusvesiliitoksia jätevesiviemäriin sekä paikallistaa vuotokohtia.

Mallissa havaitun kapasiteettikapeikon (kuva 24) saneerausta ei suositella tehtäväksi putkikokoa pienentävällä menetelmällä, koska tällöin veden pinta voi nousta yläpuolisissa verkosto-osissa merkittävästi.

FCG Planeko Oy

Hyväksynyt:

Matti Heikkinen
suunnittelupäällikkö, dipl.ins.

Tarkastanut:

Hanna Riihinen
projekti-insinööri, dipl.ins.

Laatinut:

Miika Forsberg
projekti-insinööri, dipl.ins.

Taulukko: Vedenottamoiden antoisuus ja pumppauskapasiteetti.

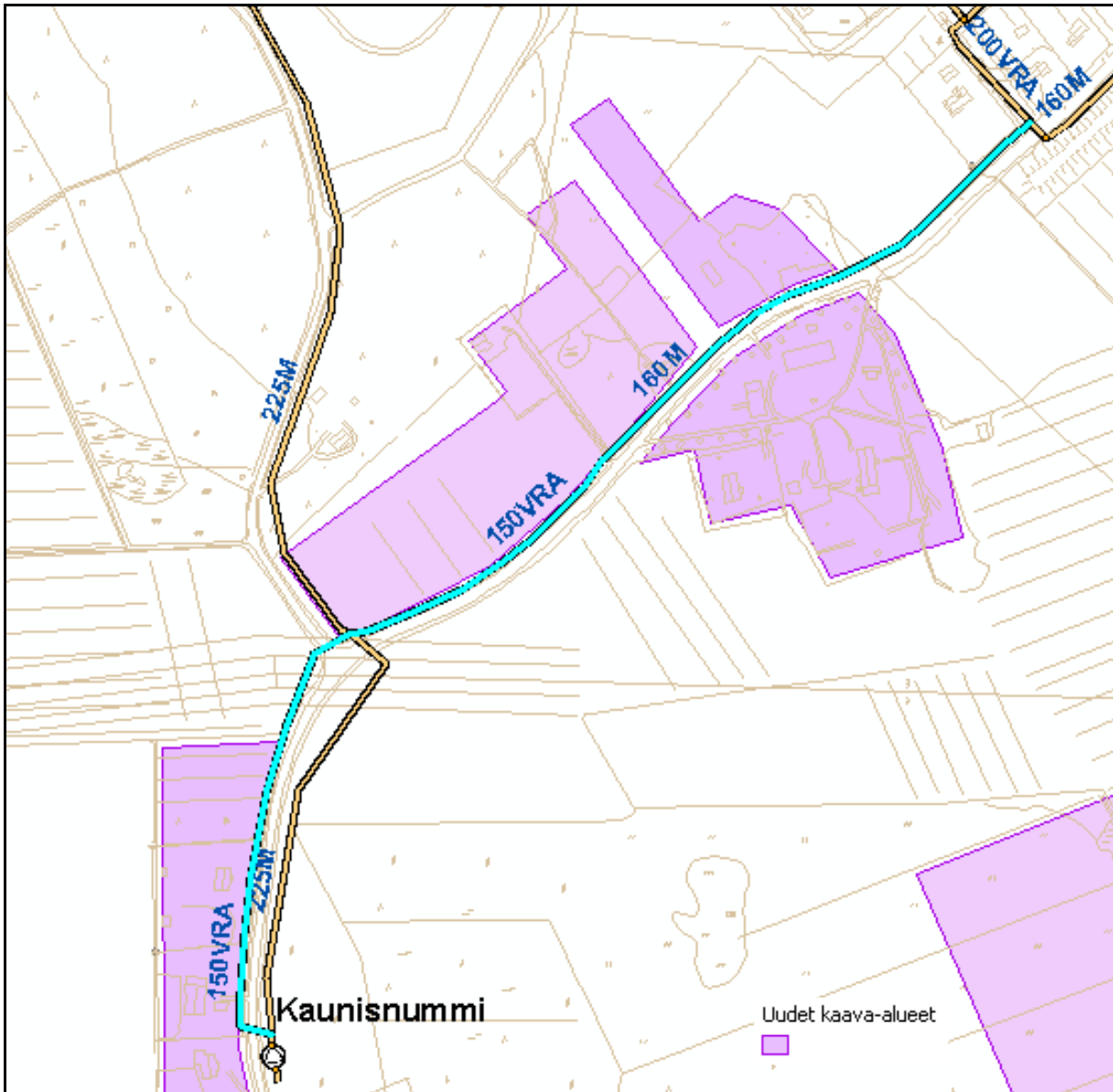
Vedenottamot osa-alueittain	Vesioikeuden lupa tai antoisuus (m ³ /d)	Kapasiteetti (m ³ /h)
<i>Kellokosken painepiiri</i>		
Korkeamäki	2 400	130
<i>Yhteinen vedenottamo</i>		
Jäniksenlinna	13 200	800

Taulukko: Vesitase 5.6.2008 maksimikulutuspäivä, m³/h.

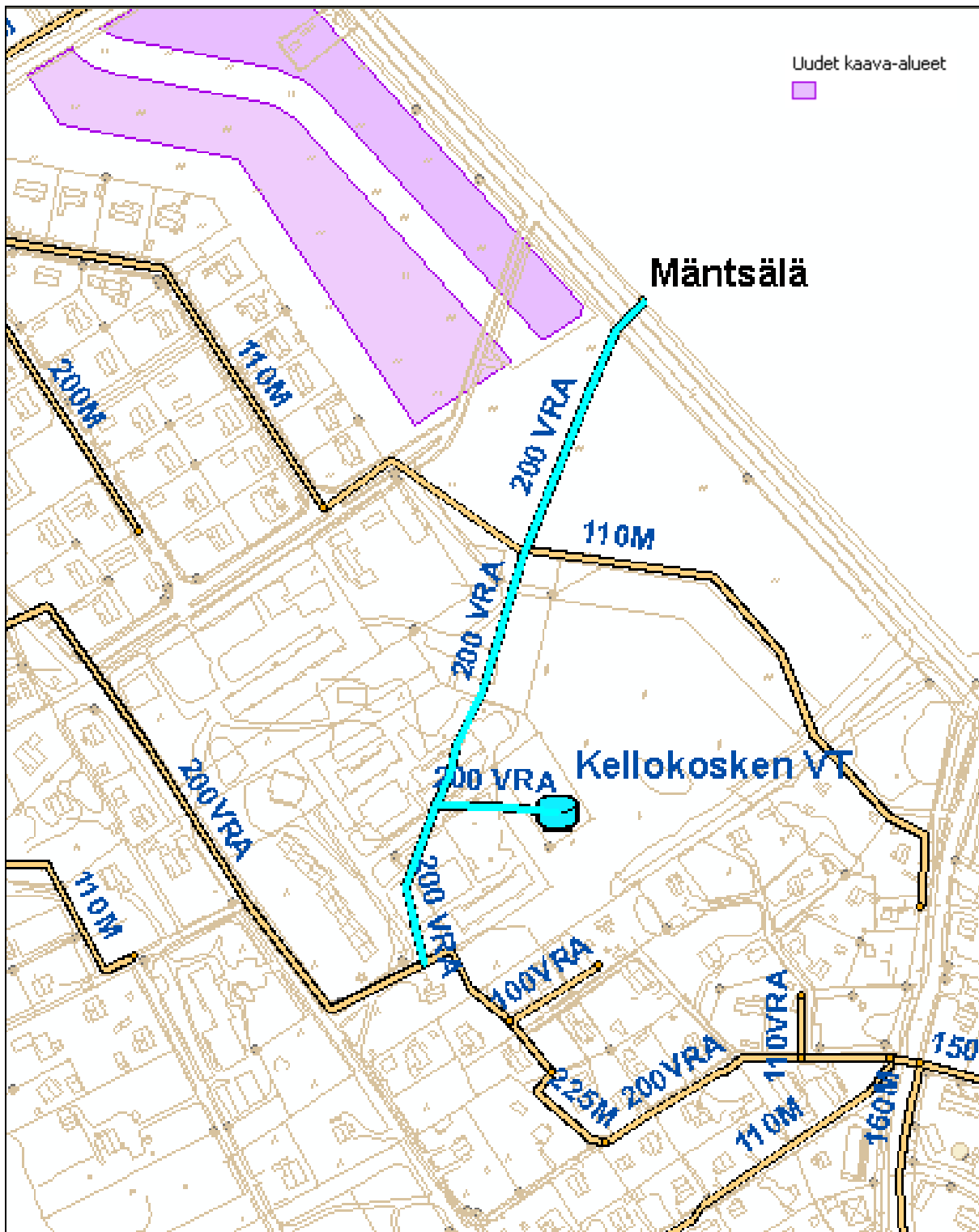
Aikaväli	Korkeamäki	Kaunisnummi	Linjamäki	Sairaala	Ohkolan sairaala	Mäntsälä	Kellokoski VT	Kellokoski	Syötöt - Kulutukset
0:00 1:00	64	20	10	1	0	5	-18	10	0
1:00 2:00	71	21	10	0	0	3	-25	12	0
2:00 3:00	72	20	10	2	1	3	-24	12	0
3:00 4:00	71	20	10	1	0	2	-26	12	0
4:00 5:00	68	20	10	0	1	4	-25	8	0
5:00 6:00	68	20	5	1	0	5	-20	17	0
6:00 7:00	73	0	0	3	1	8	-31	30	0
7:00 8:00	72	0	9	4	1	10	-14	34	0
8:00 9:00	68	15	5	5	1	11	14	45	0
9:00 10:00	71	6	5	6	1	21	15	47	0
10:00 11:00	72	0	10	4	1	21	8	44	0
11:00 12:00	67	0	10	6	1	16	9	43	0
12:00 13:00	72	0	10	5	1	16	-3	37	0
13:00 14:00	67	7	10	4	0	10	-5	31	0
14:00 15:00	73	16	9	4	1	10	0	33	0
15:00 16:00	32	0	10	3	1	12	25	31	0
16:00 17:00	70	7	10	3	1	14	3	38	0
17:00 18:00	69	13	10	2	1	12	10	41	0
18:00 19:00	69	14	10	3	1	16	16	41	0
19:00 20:00	62	0	0	3	2	23	21	55	0
20:00 21:00	68	0	0	3	1	29	25	60	0
21:00 22:00	73	0	10	1	1	30	28	59	0
22:00 23:00	69	0	9	1	1	24	10	44	0
23:00 0:00	49	0	10	0	1	11	-5	22	0
YHTEENSÄ	1610	199	192	65	20	316	-12	806	0

Taulukko: Vesitase ennustetussa tilanteessa, m³/h

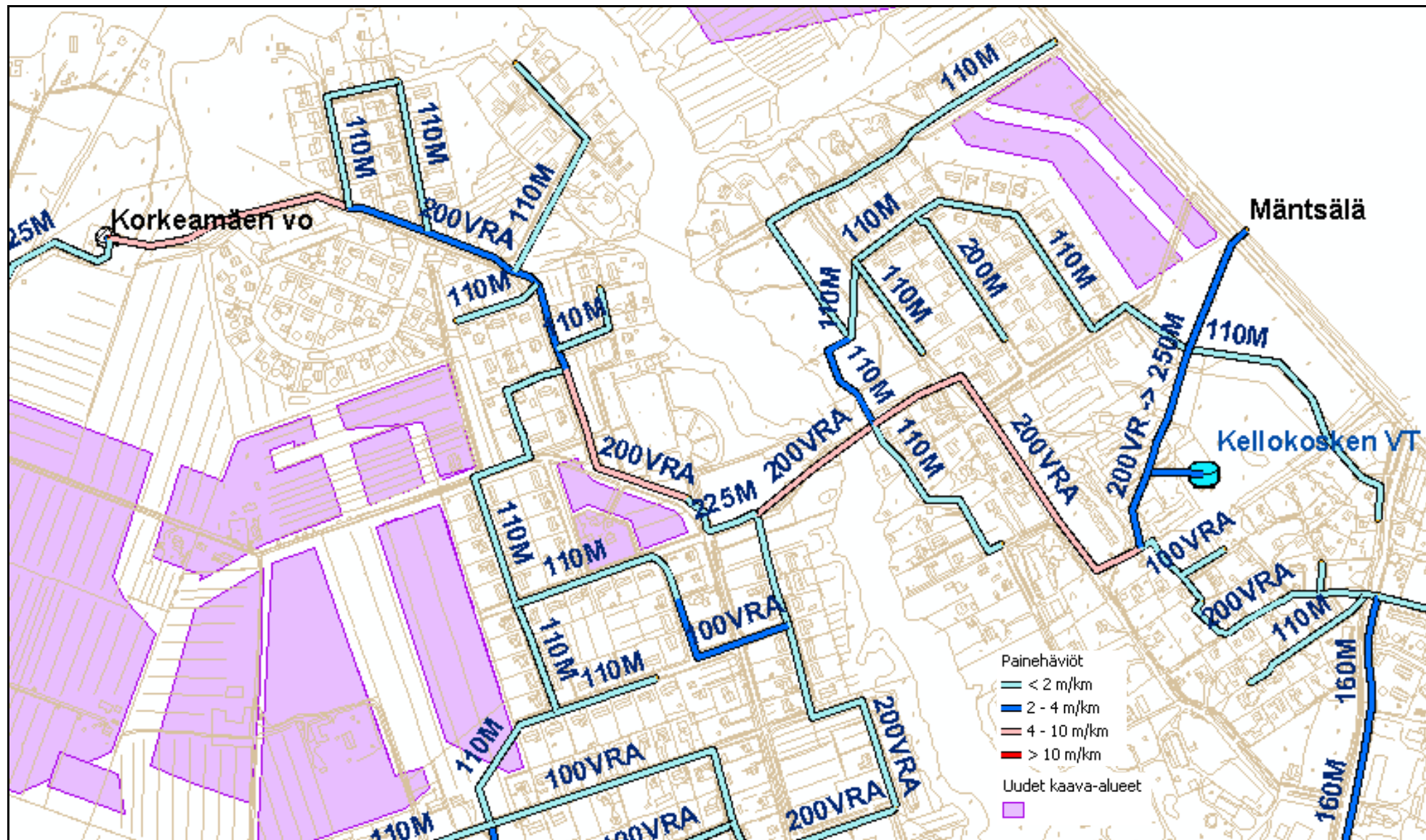
Aikaväli	Korkeamäki	Kaunisnummi	Linjamäki	Sairaala	Ohkolan sairaala	Mäntsälä	Kellokoski VT	Kellokoski	Syötöt - Kulutukset
0:00 1:00	84	0	10	0	0	12	-32	30	0
1:00 2:00	84	0	10	3	2	12	-27	30	0
2:00 3:00	83	0	10	2	0	9	-33	29	0
3:00 4:00	82	0	10	0	2	15	-35	20	0
4:00 5:00	83	0	5	2	0	20	-14	42	0
5:00 6:00	75	67	0	5	2	30	-32	73	0
6:00 7:00	76	77	9	6	2	39	-13	84	0
7:00 8:00	77	86	5	8	2	48	10	110	0
8:00 9:00	77	90	5	9	2	80	44	115	0
9:00 10:00	78	92	10	6	2	80	37	109	0
10:00 11:00	78	92	10	9	2	62	18	105	0
11:00 12:00	77	87	10	8	2	62	8	90	0
12:00 13:00	76	80	10	6	0	38	-27	75	0
13:00 14:00	76	80	9	6	2	38	-21	80	0
14:00 15:00	76	78	10	5	2	45	-16	76	0
15:00 16:00	77	85	10	5	2	56	5	94	0
16:00 17:00	77	88	10	4	2	56	7	100	0
17:00 18:00	77	88	10	5	2	60	12	100	0
18:00 19:00	78	98	0	5	4	87	55	135	0
19:00 20:00	79	106	0	5	2	95	64	147	0
20:00 21:00	81	114	10	3	2	100	65	145	0
21:00 22:00	79	101	9	2	2	90	31	108	0
22:00 23:00	76	77	10	0	2	44	-42	55	0
23:00 0:00	74	57	10	2	0	20	-76	23	0
YHTEENSÄ	1882	1643	192	105	42	1196	-12	1978	0



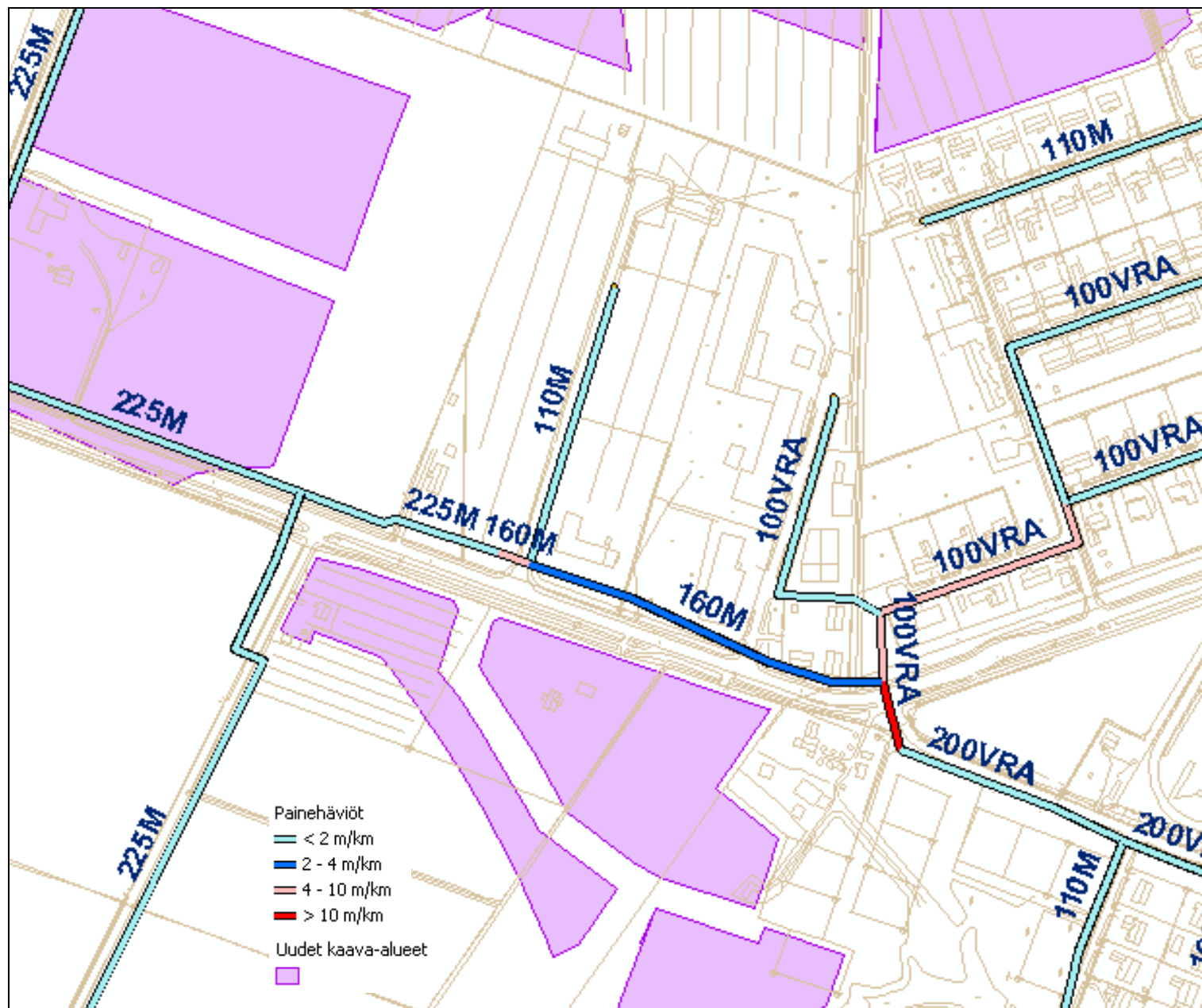
Kuva: Kaunisnummen paineenkorotusaseman jälkeinen putkiosuus ø150VRA/ø160M saneeraus ø250M-putkeksi.



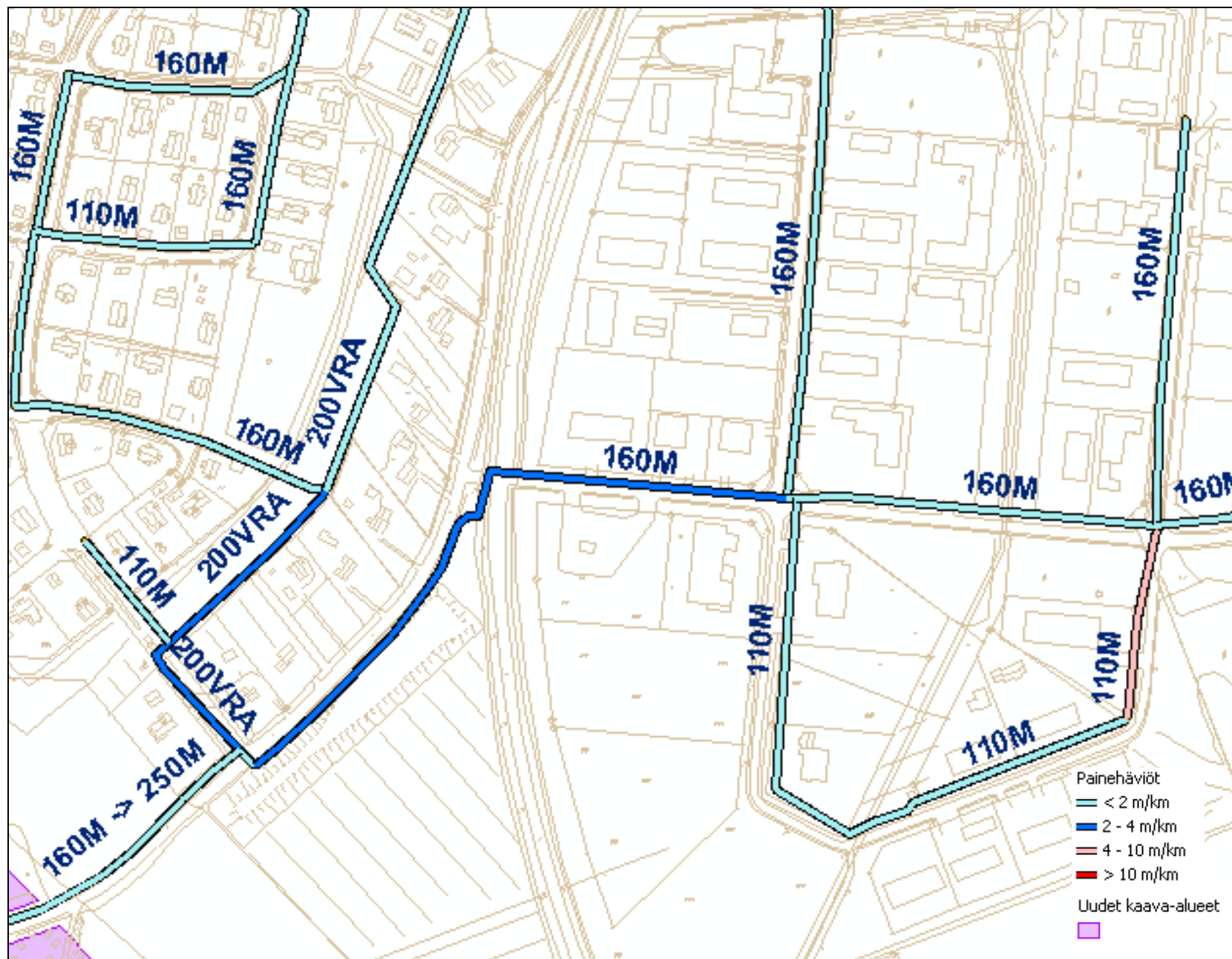
Kuva: Mäntsälään johtavan \varnothing 200VRA-putkiosuuden saneeraus \varnothing 250M-putkeksi.



Kuva: Maksimipainehäviöt Korkeamäen vedenottamolta Kellokosken vesitornille saneerausehdotusten jälkeen.



Kuva: Maksimipainehäviöt saneerausehdotusten jälkeen (Koulutien alitus).



Kuva: Maksimipainehäviöt saneerausehdotusten jälkeen (Repsikantie).