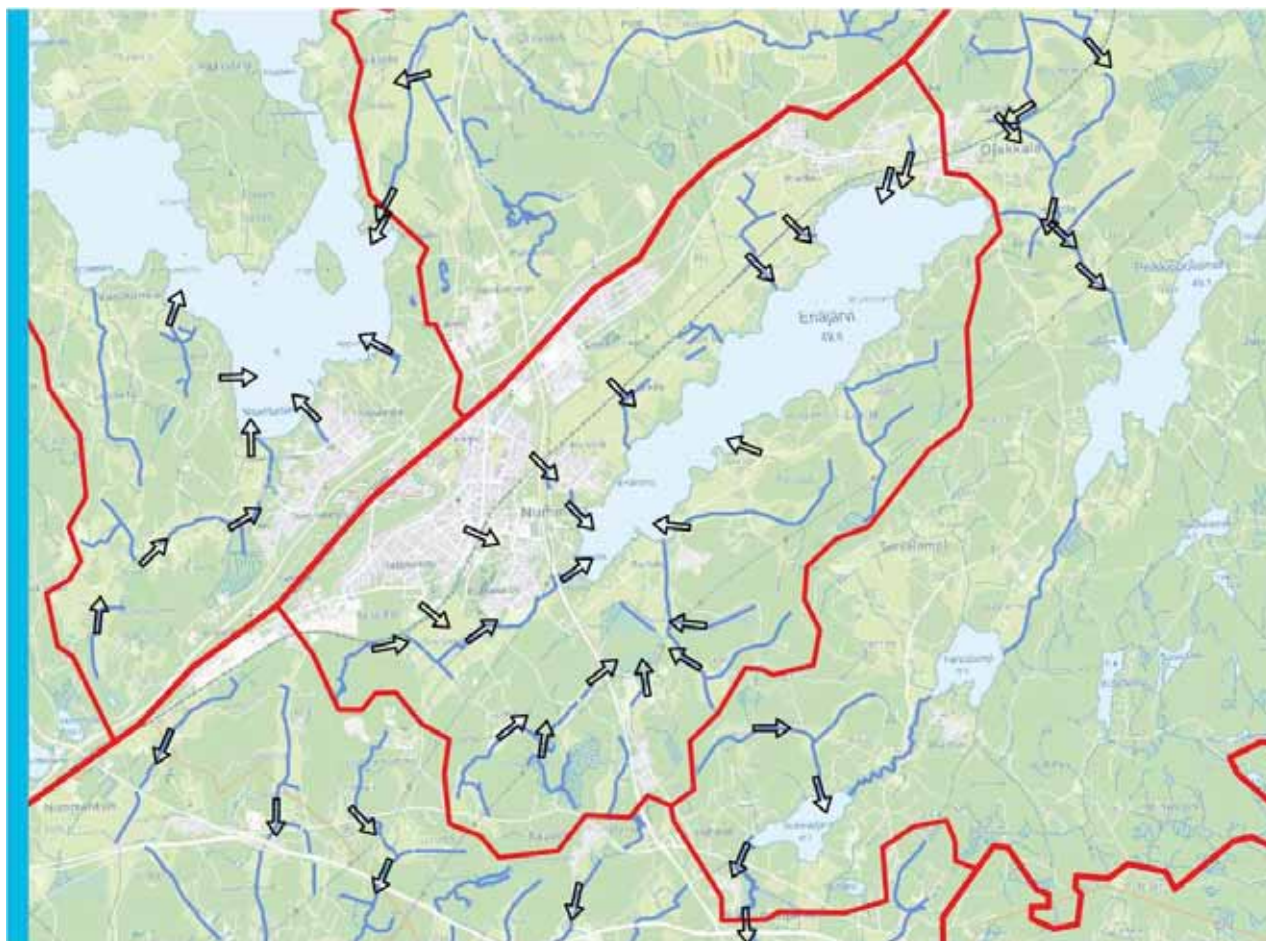


Nummelan ja Ojakkalan hulevesien hallintasuunnitelma



1.8.2013

SITO

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	2
2	HULEVESIEN HALLINNAN YLEISET PERIAATTEET	2
3	SUUNNITTELUALUE JA SEN NYKYTILA	3
3.1	Suunnittelualue	3
3.2	Pintavesien valuntareitit	4
3.2.1	Vesistöalueet	4
3.2.2	Suunnittelualueen jakaminen osavaluma-alueisiin.....	6
3.3	Vesistökuormitus ja vedenlaatu	7
3.3.1	Vesistökuormitus yleisesti.....	7
3.3.2	Vedenlaatu.....	8
3.4	Pohjavesiolosuhteet	11
3.5	Pinnanmuodot	12
3.6	Maankäyttö.....	13
3.7	Luontoarvot	14
3.8	Hulevesiolosuhteet.....	16
3.8.1	Osavaluma-aluejako	16
3.8.2	Pintavalunta ja kuormitus.....	24
4	MAANKÄYTÖN MUUTOKSET SUUNNITTELUALUEELLA.....	27
5	MAANKÄYTÖN TIIVISTYMISEN VAIKUTUKSET SUUNNITTELUALUEELLA.....	29
5.1	Hulevesien määrä	29
5.2	Vaikutus pohjavesiolosuhteisiin	31
5.3	Vesistökuormitus valuma-alueittain	32
5.4	Kuormitus- ja vesistövaikutusarvio suunnittelualueen järviin ja Siuntionjokeen	34
5.5	Vaikutukset arvokkaisiin luontokohteisiin.....	35
6	HULEVESIEN HALLINNAN TARPEEN ARVIOINTI.....	37
7	HULEVESIEN HALLINTATOIMENPITEET	38
7.1	Hulevesien keskitetty ja hajautettu hallinta	38
7.2	Hulevesien hallinta pohjavesialueella	39
7.3	Suosituksukset hulevesien hallintaan.....	41
7.3.1	Alueellisten hajautettujen hulevesienhallintaratkaisuiden soveltaminen	42
7.3.2	Keskitettyjen hallintaratkaisuiden yleispiirteinen määrittely.....	43

Liitteet:

- Liite 1 Arvokkaat luontokohteet
- Liite 2 Pohjavesialueet ja riskit pohjaveden määrälliselle muodostumiselle
- Liite 3 Aluekohtaiset kuormitukset ja laskentaperusteet
- Liite 4 Maankäytön aiheuttamat muutokset maksimivirtaamiin
- Liite 5 Hulevesien hallinnan toimenpide-ehdotukset

1 Johdanto

Tässä työssä on laadittu hulevesien hallintasuunnitelma Nummelan ja Ojakkalan taajamiin. Yleispiirteisessä hulevesienhallintasuunnitelmassa tunnistetaan nykyiset hulevesien hallinnan ongelmat ja kaavoituksen mukaisen maankäytön toteutumisesta tulevaisuudessa aiheutuvat potentiaaliset hulevesivaikutukset. Maankäytön muutosten potentiaaliset hulevesivaikutukset esitetään siten kuin tässä raportissa esitettäviä hulevesien hallintaa parantavia toimenpiteitä ei toteutettaisi. Tässä työssä on määritetty keskeiset hulevesien hallintaan tarvittavat rakenteet ja alueelliset hulevesien hallintatavoitteet, joiden avulla saadaan korjattua nykyiset alueelliset hulevesiongelmat ja ehkäistyä tulevan maankäytön tiivistymisestä aiheutuvat hulevesivaikutukset.

2 Hulevesien hallinnan yleiset periaatteet

Hulevesien hallinnan yleisenä tavoitteena on vähentää rakentamisesta aiheutuvia haitallisia vesitaloudellisia vaikutuksia. Näitä haitallisia vesitaloudellisia vaikutuksia ovat muun muassa purovesistöjen virtaamien äärevöityminen (tulviminen / kuivuminen) ja vaikutukset alueen pohjavesitasapainoon. Hulevesien hallinnan suunnittelu laaditaan valuma-alueelähtöisesti. Valuma-aluetta tarkastellaan kokonaisuutena ja tavoitteena on, että valuma-alueelle kohdistuvien maankäyttöliisten muutosten myötä vesitaloudellinen tasapaino muuttuu mahdollisimman vähän eikä hulevesistä aiheudu haittaa terveydelle, turvallisuudelle, luonnolle, viihtyisyydelle tai muulle yhdyskuntarakenteen toimivuudelle.

Hulevesien hallintatoimenpiteet voidaan ryhmitellä seuraavasti:

- Hulevesien muodostumisen ehkäiseminen ja määrän vähentäminen
- Syntyneiden hulevesien imeyttäminen
- Hulevesien kuljettamien lika-ainesten vähentäminen
- Hulevesivirtaamien tasaaminen viivyttämällä

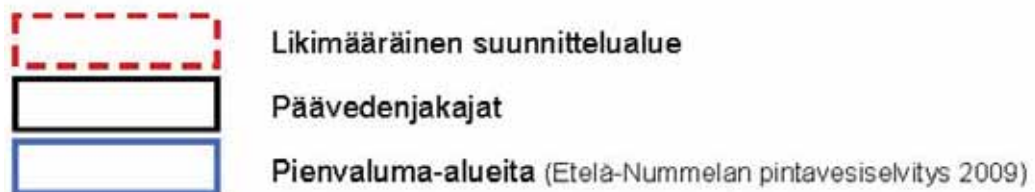
Hulevesien hallinta voidaan pyrkiä toteuttaa mahdollisimman luonnonmukaisilla ratkaisuilla. Tämä edellyttää hulevesien hallintaan tarvittavien ja siihen soveltuvien alueiden varaamista nimenomaan tähän tarkoitukseen. Luonnonmukaisten hallintamenetelmien laaja soveltaminen on mahdollista lähinnä uusien alueiden rakentamisen yhteydessä.

Luonnonmukaisella hulevesienhallinnalla ei yleensä pystytä korvaamaan alueen hulevesiviemärointiä kokonaan vaan luonnonmukaisista hulevesiratkaisuista ja perinteisestä hulevesiviemäroinnistä muodostetaan hyvä toiminnallinen kokonaisuus. Kustannuksia arvioitaessa on myös huomioitava luonnonmukaisten ratkaisuiden edellyttämä säännöllinen ylläpito.

3 Suunnittelualue ja sen nykytila

3.1 Suunnittelualue

Suunnittelualue kattaa aikaisemmin Etelä-Nummelaan laaditun pintavesiselvityksen suunnittelualueen (Pöyry 2009) lisäksi Ojakkalan taajaman, Hiidenveden ranta-alueet ja Enäjärven läntisen ranta-alueen (Kuva 1).



Kuva 1 Suunnittelualue (Vihti, tarjouspyyntöaineistosta) Kartalla näkyvät päävedenjakajat ovat Suomen vesistöaluejaossa 3. jakovaiheen vesistö-alueita.

3.2 Pintavesien valuntareitit

3.2.1 Vesistöalueet

Suunnittelualueetta halkova Lohjanharju muodostaa luonnollisen vedenjakajan ja ohjaa harjualueen suurten korkeuserojen vaikutuksesta voimakkaasti pintavalunnan suuntia. Toinen hulevesivirtaamia alueella merkittävästi ohjaava muodostuma on Hanko-Hyvinkää rautatie, joka halkaisee suunnittelualueen harjunsuuntaisesti ja rajoittaa virtaamia harjualueen ja Enäjärven välillä. Rautatien allittavia virtausreittejä on suunnittelualueella yhteensä 13 kappaletta.

Nummelan taajaman eteläpuolisilla alueilla virtaamia rajoittaviksi rakenteiksi muodostuvat useat ajoneuvoliikenteen väylät: Helsinki-Turku moottoritie (VT1), Porintie (VT2) ja Turuntie (Mt110).

Suunnittelualue sijoittuu Siuntionjoen vesistöalueen neljälle ylimmälle osavaluma-alueelle ja Karjaanjoen alueen kahdelle osavaluma-alueelle.

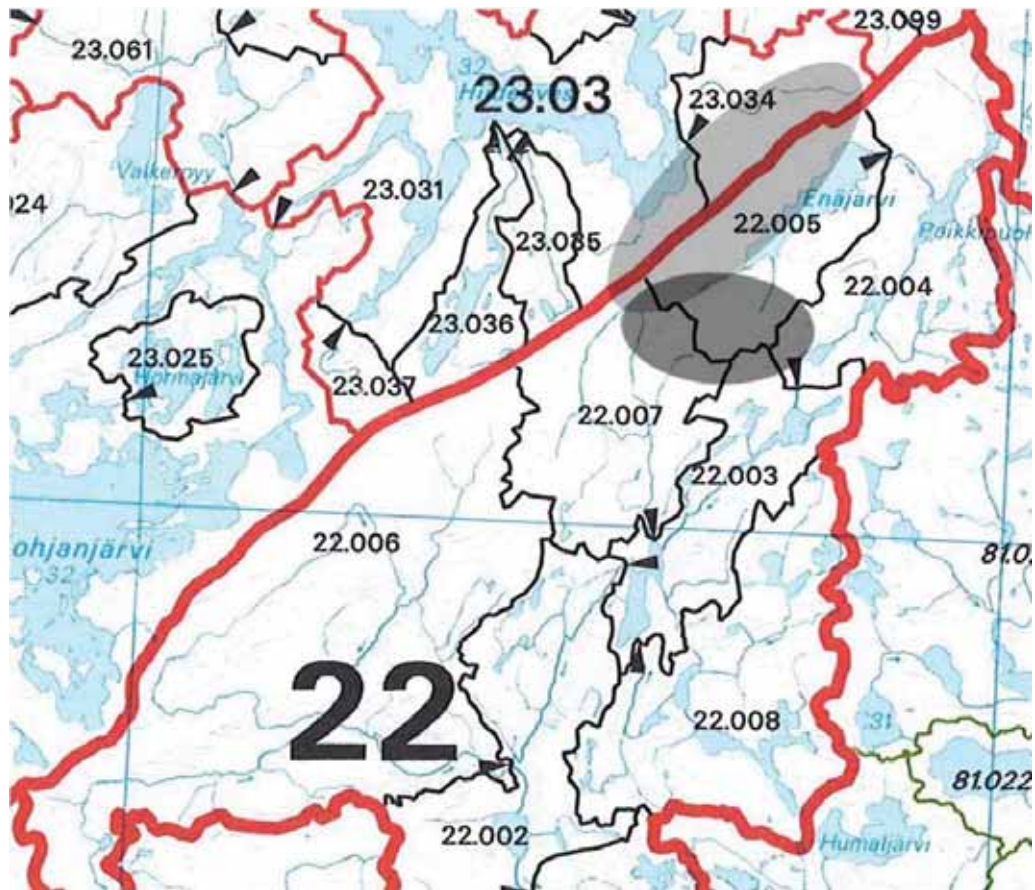
Siuntionjoen vesistöalue (nro 22, F=487 km²)

- Björnträskin valuma-alue (nro 22.003, F=226 km²),
- Palojärvenkosken alue (nro 22.004, F=86 km²),
- Enäjärven valuma-alue (nro 22.005, F=33 km²) ja
- Risupakkaojan valuma-alue (nro 22.007, F=42 km²).

Karjaanjoen vesistöalue (nro 23, F=2046 km²)

- Hiidenveden lähialue (nro 23.031, F=935 km²),
- Oinasjoen vesistöalue (nro 23.034, F=23 km²)

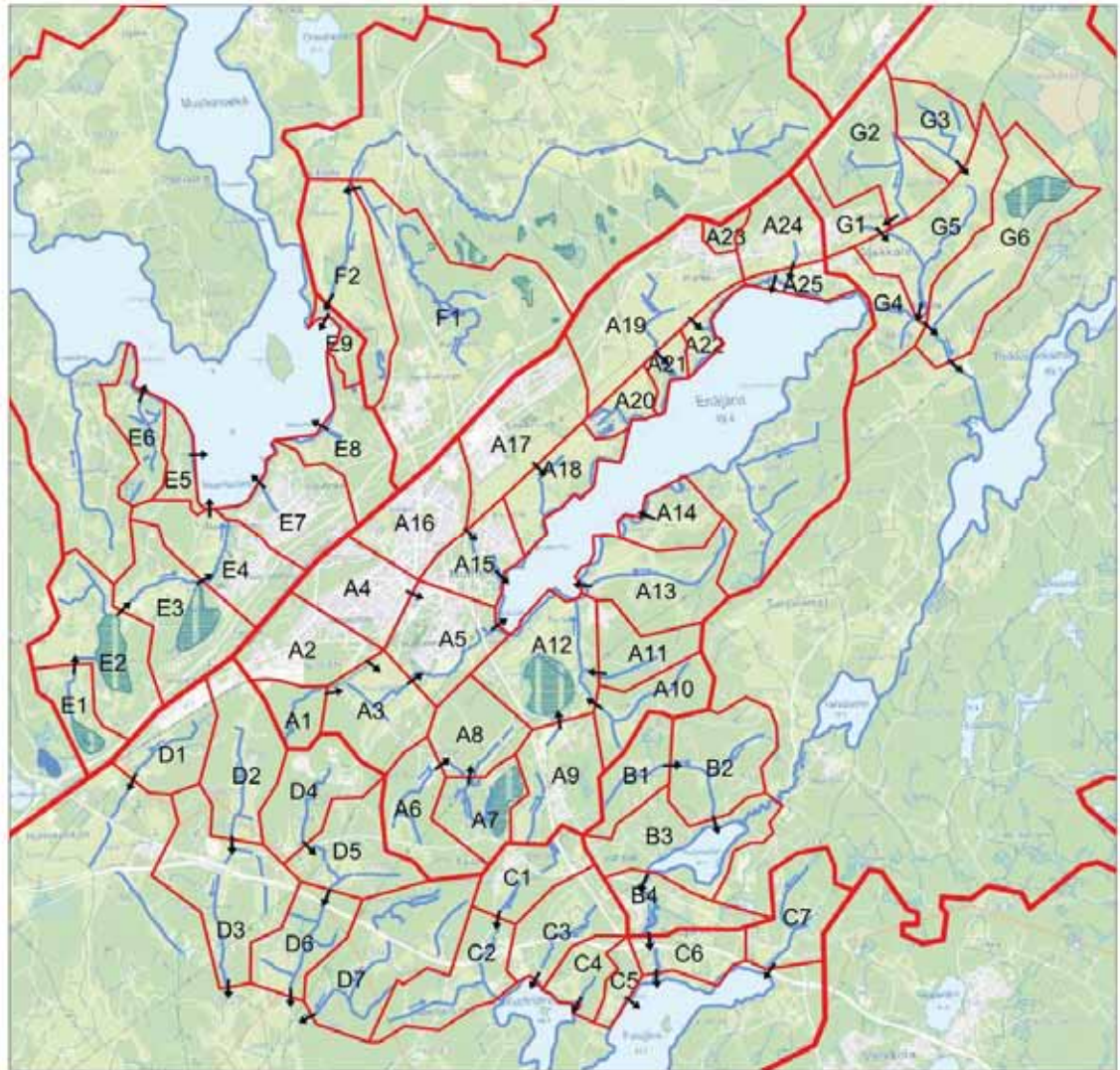
Enäjärven valuma-alueelta vedet kulkeutuvat Palojärvenkosken alueelle ja sieltä edelleen Björnträskin alueelle, jonne tulee vedet myös Risupakkaojan valuma-alueelta. Suunnittelualueen sisäpuolelle jää kaksi järveä, Enäjärvi ja Huhmarjärvi. Enäjärvi laskee Hulttilanjokea pitkin Poikkipuoliaisen Linnalahteen ja edelleen Tervalammen kautta Huhmarjärveen. Huhmarjärvi laskee Huhmarjokea (Siuntionjokea) pitkin Palojärveen. Suunnittelualueelta pintavesiä kulkeutuu myös Poikkipuoliaiseen, Kypärijärveen, Palojärveen ja Hiidenveteen



Kuva 2 Suunnittelualueen karkea sijoittuminen vesistöalueille

3.2.2 Suunnittelualueen jakaminen osavaluma-alueisiin

Koko suunnittelualue jaettiin osavaluma-alueisiin (Kuva 3). Osa-valuma-alueiden määrittämisen lähtökohtana käytettiin aikaisemman selvityksen (Pöyry 2009, Kuva 1) valuma-alueita siten, että osavaluma-aluejaotus laajennettiin koko suunnittelualueelle.



Kuva 3 Suunnittelualue ja osavaluma-alueerajaukset

3.3 Vesistökuormitus ja vedenlaatu

3.3.1 Vesistökuormitus yleisesti

Suunnittelualueella on ainoastaan yksi pistekuormittaja, Nummelan jätevedenpuhdistamo, joka sijaitsee Siuntionjoen vesistöalueella. Suunnittelualueelta tulee vesistöihin kuormitusta hajakuormituksena, joiden lähteitä ovat muun muassa:

- Maatalous
- Metsätalous
- Haja-asutus
- Ilmalaskeuma

Siuntionjoen vesistön kuormituksesta merkittävä osa on maatalouden hajakuormitusta (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö 2012a), mutta vesistöalueella on Nummelan jätevedenpuhdistamon lisäksi myös muita pistekuormittajia.

Nummelan jätevedenpuhdistamon puhdistetut jätevedet johdetaan Risupakkaojan latvahaaraan, joka on pääasiassa viemäri. Jätevedenpuhdistamon vaikutus näkyy luontoselvityksen mukaan (Luontotieto Keiron Oy 2007) häiriönä puron luonnontilassa. Vaikka puron virtaama on tasainen ja runsas, ja vesi on kirkkaan näköistä, mutta puron uoma on lajistoltaan lähes kuollut. On kuitenkin huomattava, että ilman jätevedenpuhdistamon virtaamaa, puron virtaama olisi huomattavasti nykyistä heikompi. Alivirtaama-aikana uoma olisi todennäköisesti kuiva. Risupakkaojaa kuormittavat myös Soraset Yhtiöt Oy:n Ratametsän maankaatopaikka ja Muijalan teollisuuskaatopaikka, jotka sijaitsevat ojan läntisen haaran latvoilla. Kyseiset alueet eivät sijaitse suunnittelualueella.

Enäjärven nykykuormituksen suuruudesta ei ole tietoa. Pistekuormitusta ei johdeta enää järveen, mutta järven tilaa on vuosia heikentänyt järven sisäinen kuormitus. Lisäksi järven valuma-alueella on runsaasti peltoja, joista järveen aiheutuu ravinne- ja kiintoainekuormitusta. Myös haja-asutus kuormittaa järveä. Vuosina 1994–1995 Enäjärveen kohdistuva sisäinen kuormitus oli lähes 45 kertaa ulkoista kuormitusta suurempaa (Lempinen 1998). Myös nykyisten vedenlaatutietojen perusteella sisäinen kuormitus on todettu voimakkaaksi (Ramboll 2013).

Hiidenveteen aiheutuu sekä piste- että hajakuormitusta. Hiidenveden ulkoinen kuormitus on erittäin suurta ja järvi onkin voimakkaasti ulkokuormitteinen. Järveen tulee siis enemmän kiintoainetta ja ravinteita kuin sieltä poistuu (www.hiidenvesi.fi). Hiidenveden valuma-alueesta 70 % on metsää, 17 % peltoa ja 10 % vesialueita (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013). Hiidenveteen aiheutuvasta fosforikuormituksesta yli 60 % aiheutuu peltoviljelystä (Saarijärvi 2003 ja Ramboll 2012). Suurin osa typpikuormituksesta on peräisin luonnonhuhoumasta (41 %) ja peltoviljelystä (35 %) (Saarijärvi 2003). Hiidenveden ravinteista suurin osa tulee Kuninkaanlahteen laskevan Vanjoen ja Kirkkojärveen laskevan Vihtijoen mukana (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012b). Järveä kuormittavat hajakuormituksen lisäksi muutamat pistekuormittajat, joiden osuus kokonaiskuormituksesta on kuitenkin pieni. Hiidenveden pistekuormittajia ovat Karkkilan kaupunki, Vihtin vesihuoltolaitos, Hopeaniemen kuntoutumiskeskus ja kylpylä, Hiidenpirtti ja Valtion maatalousteknologian tutkimuslaitos.

Maankäytön, ominaiskuormituslukujen ja pinta-alojen perusteella laskettu nykytilan kuormitus on esitetty luvussa 3.8.2.

3.3.2 Vedenlaatu

Suunnittelualueen ja sen vaikutuspiirissä olevien järvien ja jokien tilaa on tarkasteltu viime vuosien vedenlaatutulosten perusteella. Vedenlaatutiedot ovat peräisin ympäristöhallinnon HERTTA-/OIVA-tietojärjestelmästä tai tarkkailuraporteista. Suurin tarkastelluista järvistä on Hiidenvesi (Taulukko 1).

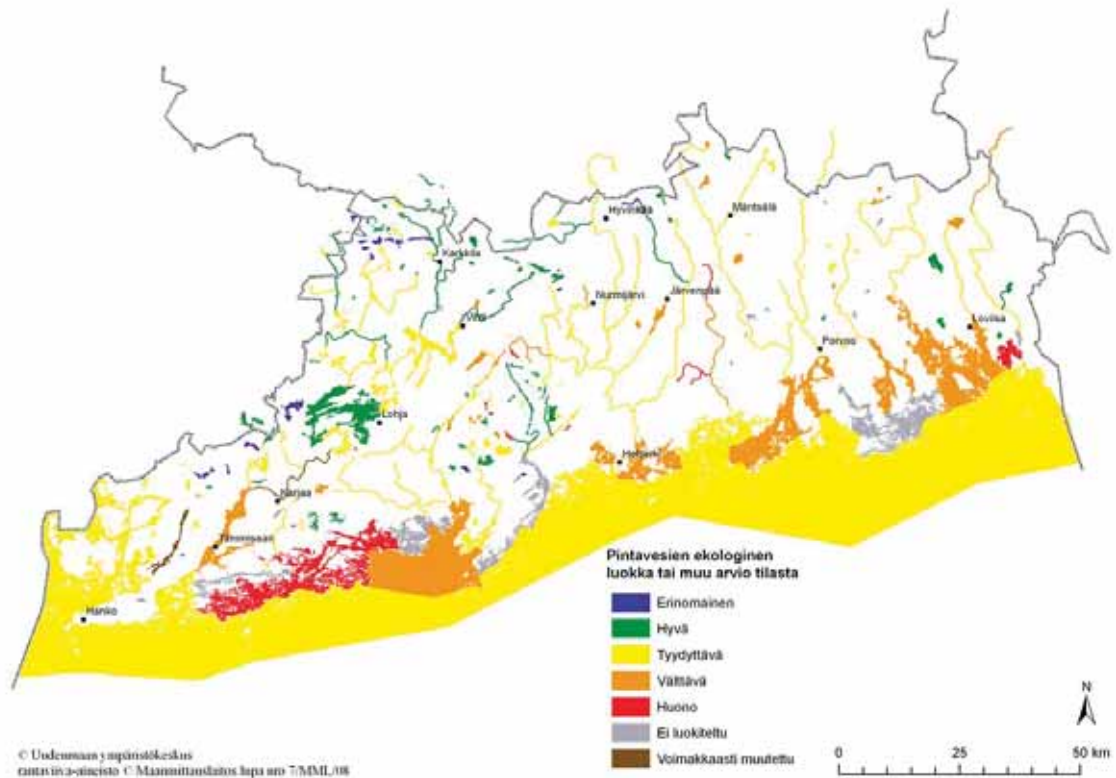
Taulukko 1 Järvien tunnuslukuja (lähde: mm. www.jarviwiki.fi)

Järvi	Pinta-ala (km ²)	Valuma-alue (km ²)	Keskisyvyys
Enäjärvi	4,9	34	3,2
Poikkipuoliainen	1,9	62	1,4
Huhmarjärvi	0,37	84	
Palojärvi	1,7	103	3,7
Kypärijärvi	0,51	6,3	
Hiidenvesi	30	935	6,7

Hiidenvesi on Uudenmaan toiseksi suurin järvi ja muodostuu useasta vesialtaasta, joista Nummelanselkä sijaitsee suunnittelualuetta lähimpänä ja sinne laskee suunnittelualueen pintavesiä. Hiidenveden vedenlaatu on välttävä, ja järvessä esiintyy ajoittain voimakkaita leväkukintoja yli kymmenen vuotta kestäneistä kunnostustoimenpiteistä huolimatta. Hiidenvesi on ekologiselta luokaltaan tyydyttävä.

Hiidenveden kunnostushankkeessa 2008–2011 toteutettiin useita vedenlaatuun tärkeitä toimenpiteitä, kuten suojavyöhykkeiden, kosteikkojen ja laskeutusaltaiden perustamista (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012c). Hankkeen loppuraportin mukaan Hiidenveden vedenlaadussa on ollut havaittavissa kohenemistä. Esimerkiksi leväbiomassan avulla mitattu rehevyys oli vähentynyt. Koska järven tila riippuu voimakkaasti ulkoisen kuormituksen määrästä, on tärkeää, että etenkin Hiidenveden lähialueella tehtävät toimet ja suunnitelmat toteutetaan mahdollisimman vähän vesistöä kuormittaen. Hiidenveden lähialueen kosteikkojen yleissuunnitelma on ilmestynyt vuonna 2012 (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012d).

Hiidenveden vedenlaatua tarkkaillaan kuormittajien yhteistarkkailuna. Vesinäytteitä otetaan kuusi kertaa vuodessa. Suunnittelualueen lähin yhteistarkkailun vedenlaadun havaintopiste on Nummelanselällä sijaitseva *Nummelanselkä 7 (Hiidenv. Raatosari 9)*. Vuonna 2011 kyseiseltä havaintopisteeltä otettiin näytteitä myös ELY-keskuksen Maamet-ohjelman ja Gasumin kaasuputken upotuksen vesistö tarkkailun puitteissa. Velvoitetarkkailuraportin (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012b) mukaan pintavesi metrin vuonna 2011 kyseisellä pisteellä vaihteli lievästi sameasta sameaan (8,1–25 FNU). Vesi oli emäksistä (pH7,4–8,0) ja tummahkoa 50–80 mg/l Pt. Lievää humusleimaa ilmensi väriarvojen lisäksi kemiallisen hapenkulutuksen (COD_{Mn}) arvot (9,8–11 mg/l). Ravinnepitoisuudet olivat korkeita (kok.P 41–52 µg/l ja kok.N 950–1700 µg/l). Vesi oli a-klorofyllipitoisuuksien perusteella vuosina 2010–2011 pääasiassa rehevää tai erittäin rehevää.



Kuva 4 Pintavesien ekologinen luokitus Uudenmaan ELY-keskuksen alueella
(lähde: www.ymparisto.fi)

Suunnittelualueella sijaitseva **Enäjärvi** on Siuntionjoen vesistön matala latvajärvi, jonne on aikoinaan johdettu jätevesiä, minkä vuoksi järvi on rehevöitynyt. Enäjärven tilan parantamiseksi on järvellä tehty useita hoitotoimenpiteitä. Järvellä on suoritettu hoitokalastusta, ja järveä on ilmastettu. Järveen laskeviin ojiin on tehty useita laskeutusaltaita ja kosteikkoja. Järven tila on parantunut kunnostustoimenpiteiden seurauksena, mutta järvi on edelleen hyvin rehevä. Järven tilaa seurataan talvella noin kerran kuussa ja kesäaikaan kaksi kertaa kuussa. Enäjärvi kuuluu ekologisessa luokituksessa luokkaa välttävä. Enäjärveä on viimeksi kunnostettu vuosina 2005–2012 (Ramboll 2013).

Uudenmaan ELY-keskus seuraa Enäjärven tilaa kahdella pisteellä. Tässä yhteydessä Enäjärven vedenlaatua on tarkasteltu havaintopisteen *Enäjärvi Rompsinmäki 5* vuosien 2011–2013 vedenlaatutietojen perusteella. Pintaveden humuspitoisuus vaihteli COD_{Mn}-arvojen (7,8–14 mg/l) perusteella vähäisestä melko runsaaseen ja veden väriarvot (25–100 mg/l Pt) melko alhaisista melko suuriin. Pintaveden kokonaisravinnepitoisuudet olivat korkeita, mutta epäorgaanisten ravinteiden pitoisuudet olivat kesällä (kesä-elokuu) usein alhaisia levien kulutuettua vapaana olevat ravinteet kasvuunsa. Levien tuotantoa rajoittavana ravinteena toimi pääasiassa typpi epäorgaanisten ravinteiden suhteiden perusteella. Kesä-elokuun klorofylli-a:n pitoisuudet (36–98 µg/l) olivat tyypillisiä pääasiassa erittäin reheville vesille. Myös kesäajan pH-arvot pintavedessä kertoivat runsaasta levätuotannosta; Molempina kesinä veden pH nousi jopa yli yhdeksään (pH max 9,1). Pintavedessä esiintyi usein hapen yläkyllästystä voimakkaan perustuotannon vuoksi. Pintaveden sameus (4,7–47 FNU) vaihteli vähäisestä selvään. Alusvesi oli usein kesäisin ja loppupalvesta vähähappinen tai käytännössä hapeton. Järven puskurikyky oli alkaliniteettiarvojen perusteella hyvä.

Enäjärven alapuolisen **Poikkipuoliaisen** vedenlaatua on tarkasteltu vuosien 2009 ja 2011 vedenlaatutulosten perusteella pisteellä *Poikkipuoliainen syv. 1*. Vedenlaatutu-

lostien perusteella Poikkipuoliainen on rehevä tai erittäin rehevä järvi, jonka alusvesi kärsii usein hapettomuudesta talvisin ja kesäisin. Klorofylli a:n pitoisuudet olivat korkealla tasolla molempina vuosina heinäkuussa 100 ja 51 µg/l. Pintaveden kemiallisen hapenkulutuksen (11–16 mg/l ja väriarvojen (50–150 mg/l Pt) perusteella järven vesi oli humuspitoista. Pintavesi vaihteli lievästi happamasta selvästi emäksiseen (pH 6,7–8,9) ja sen sameus lievästä selvään (4,7–23 FNU). Poikkipuoliainen on ekologiselta luokituksestaan välttävä.

Siuntionjoen vedenlaatua tarkasteltiin tässä yhteydessä joen yläosassa (havaintopiste *Siuntionjoki 39,4* eli *PP4*) sijaitsevan havaintopisteen vuosien 2011–2013 vedenlaatutietojen perusteella. Piste sijaitsee Poikkipuolialaisen luusuan alapuolella. Siuntionjoki on kokonaisravinnepitoisuuksiensa perustella rehevä tai erittäin rehevä. Kesä-elokuussa pintaveden kokonaisfosforipitoisuudet vaihtelivat välillä 76–130 µg/l ja kokonaistyyppipitoisuudet välillä 1000–1900 µg/l. Levien kasvua rajoittavana ravinteena toimi fosfori kesä-elokuun epäorgaanisten ravinnepitoisuuksien perusteella. Joen pintavesi oli COD_{Mn} -arvojen (8,7–16 mg/l) ja väriarvojen (35–140 mg/l Pt) perusteella humuspitoista. Veden sameus vaihteli vähäisestä selvään sameuteen (2,9–48 FTU). Happitilanne oli ajoittain heikentynyt (min 3,4 mg/l O₂). Joen puskurikyky oli alkaliniteettiarvojen perusteella hyvä. Siuntionjoki kuuluu ekologiselta luokituksestaan pääasiassa luokkaan tyydyttävä.

Suunnittelualueella sijaitseva **Huhmarjärvi** on pisteen *Huhmarjärvi keskiosa 1* vuosien 2005 ja 2011 vedenlaatutulosten perusteella rehevä tai erittäin rehevä järvi, jonka alusvedessä ilmenee happiongelmiä. Klorofylli-a:n pitoisuudet vaihtelivat välillä 14–84 µg/l kesä-elokuussa. Pintavedessä oli COD_{Mn}-arvojen (11–17 mg/l) perusteella melko runsaasti humusta, ja veden väri vaihteli ollen pääasiassa tummaa. Pintaveden pH-arvot vaihtelivat laajalla välillä (6,6–8,4) ja sameus pääasiassa lievästä kohtalaiseen. Järven puskurikyky oli alkaliniteettiarvojen perusteella hyvä. Huhmarjärvi on ekologiselta luokituksestaan välttävä.

Huhmarjärven alapuolella sijaitsevan **Palojärven** vedenlaatua on tarkkailtu vuosina 2006, 2009 ja 2013 pisteellä *Palojärvi Palosaari 3*. Tulosten perusteella järvi on rehevä järvi, ja järven alusvedessä esiintyy vähähappisuutta ja hapettomuutta muiden edellä mainittujen järvien tapaan. Klorofylli a:n pitoisuudet olivat heinäkuussa 15 ja 17 µg/l. Pintaveden COD_{Mn} -arvot vaihtelivat 12–17 mg/l ja väri 70–140 mg/l Pt humuspitoisuutta ilmentäen. Pintaveden sameus (5,3–22 FNU) vaihteli lievästä selvään sameuteen. Pintavesi vaihteli lievästi happamasta emäksiseen (6,8–7,6). Järven puskurikyky oli alkaliniteettiarvojen perusteella hyvä. Palojärvi on ekologiselta luokituksestaan tyydyttävä.

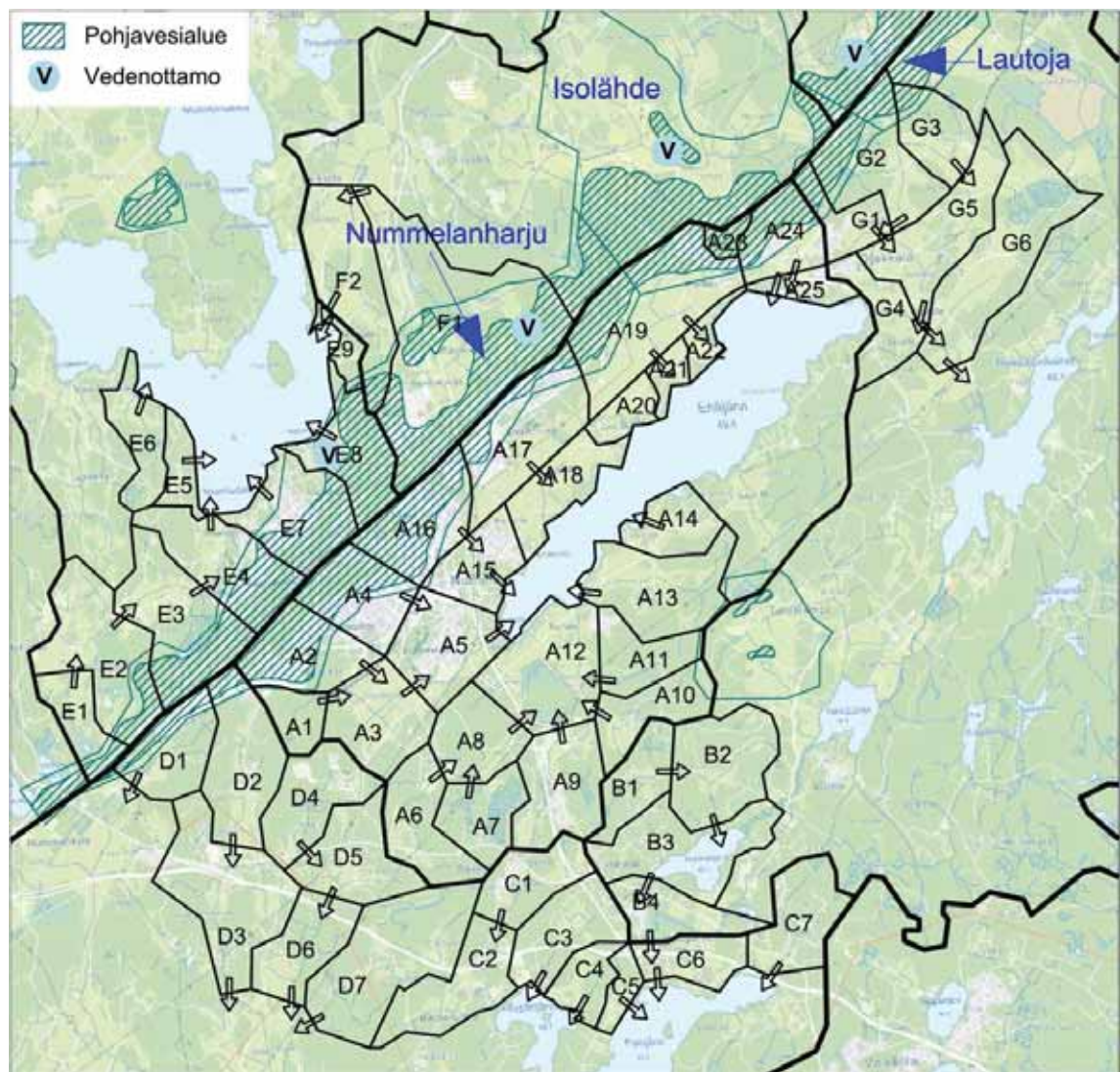
Palojärven eteläosaan laskevasta **Kypärijärvestä** pisteeltä *Kypärijärvi keskiosa 2* on vedenlaatutietoja vuosilta 2006–2013. Myös Kypärijärvi on vedenlaatutulosten perusteella runsasravinteinen, rehevä ja humusvaikutteinen järvi, jonka alusvedessä ilmenee ajoittain happiongelmiä. Järven pintaveden humuspitoisuus vaihteli COD_{Mn} -arvojen (8,7–15 mg/l) perusteella lievästä kohtalaiseen, ja vesi oli melko tummaa tai tummaa (50–100 mg/l Pt) sekä lievästi sameaa tai sameahko (3,0–9,2 FNU). Pintaveden pH-arvot (6,7–7,8) vaihtelivat lievästi happamasta emäksiseen. Järven puskurikyky oli alkaliniteettiarvojen perusteella hyvä. Kypärijärvi kuuluu ekologiselta luokituksestaan luokkaan hyvä.

3.4 Pohjavesiolosuhteet

Suunnittelualueella on kolme vedenhankintaa varten tärkeäksi luokiteltua pohjavesialuetta (Taulukko 2 ja Kuva 5), jotka sijoittuvat Lohjanharjuksi kutsutulle ensimmäisen salpausselän läntiselle osalle. Jokaisella pohjavesialueella on pohjavedenotto.

Taulukko 2 Suunnittelualueella sijaitsevat pohjavesialueet ja niiden tunnusluvut (lähde: Ympäristöhallinnon www-sivut 2013)

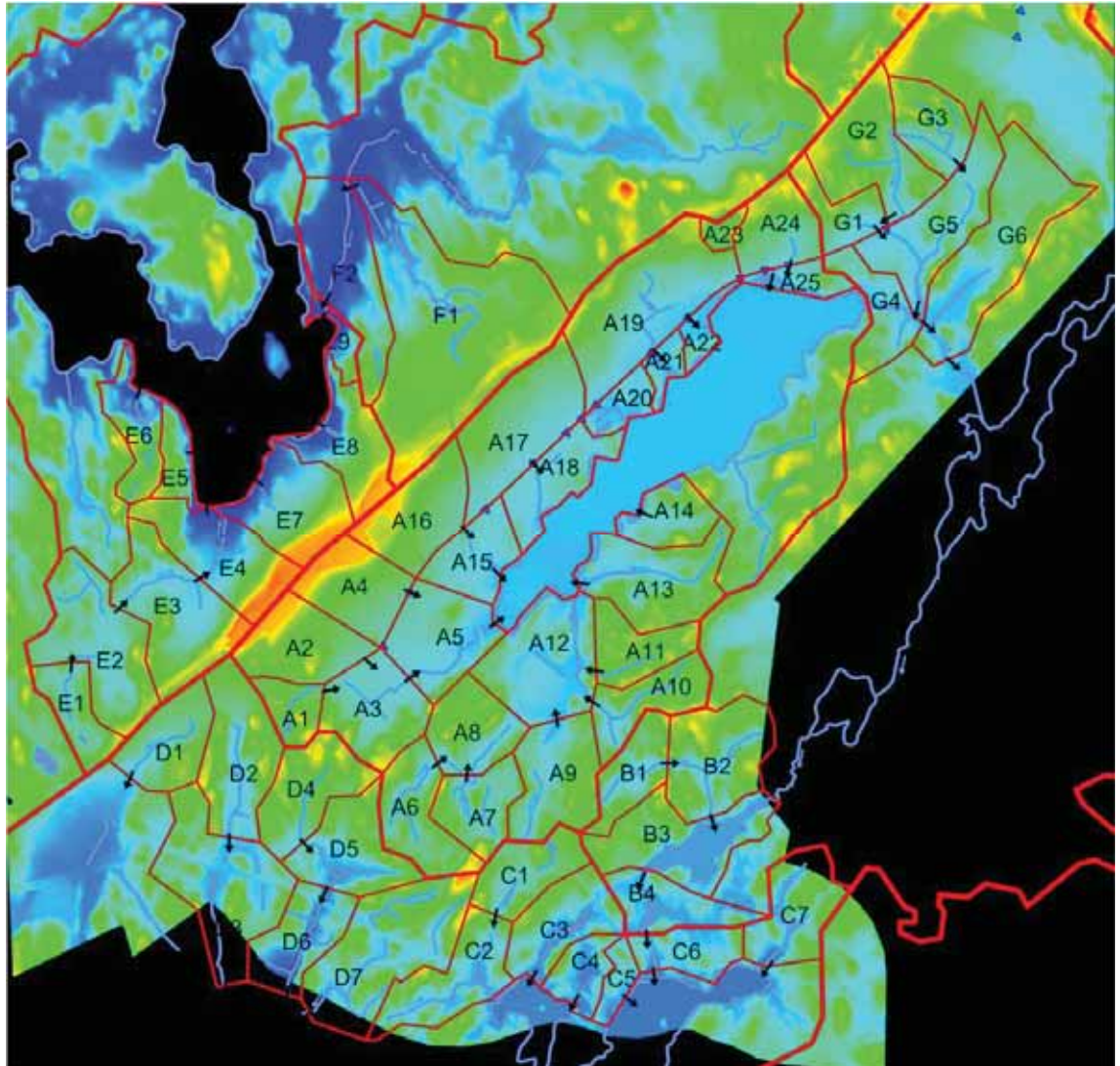
Pohjavesialue	Tunnus	Kokonaispinta-ala (km ²)	Muodostumisalueen pinta-ala (km ²)	Kokonaisantoisuus (m ³ /d)
Nummelanharju	0192755	12,98	9,28	6 500
Isolähde	0192704	7,84	3,5	2 500
Lautoja	0192705	4,39	1,59	1 200



Kuva 5 Pohjavesialueet ja pohjavedenotat suunnittelualueella

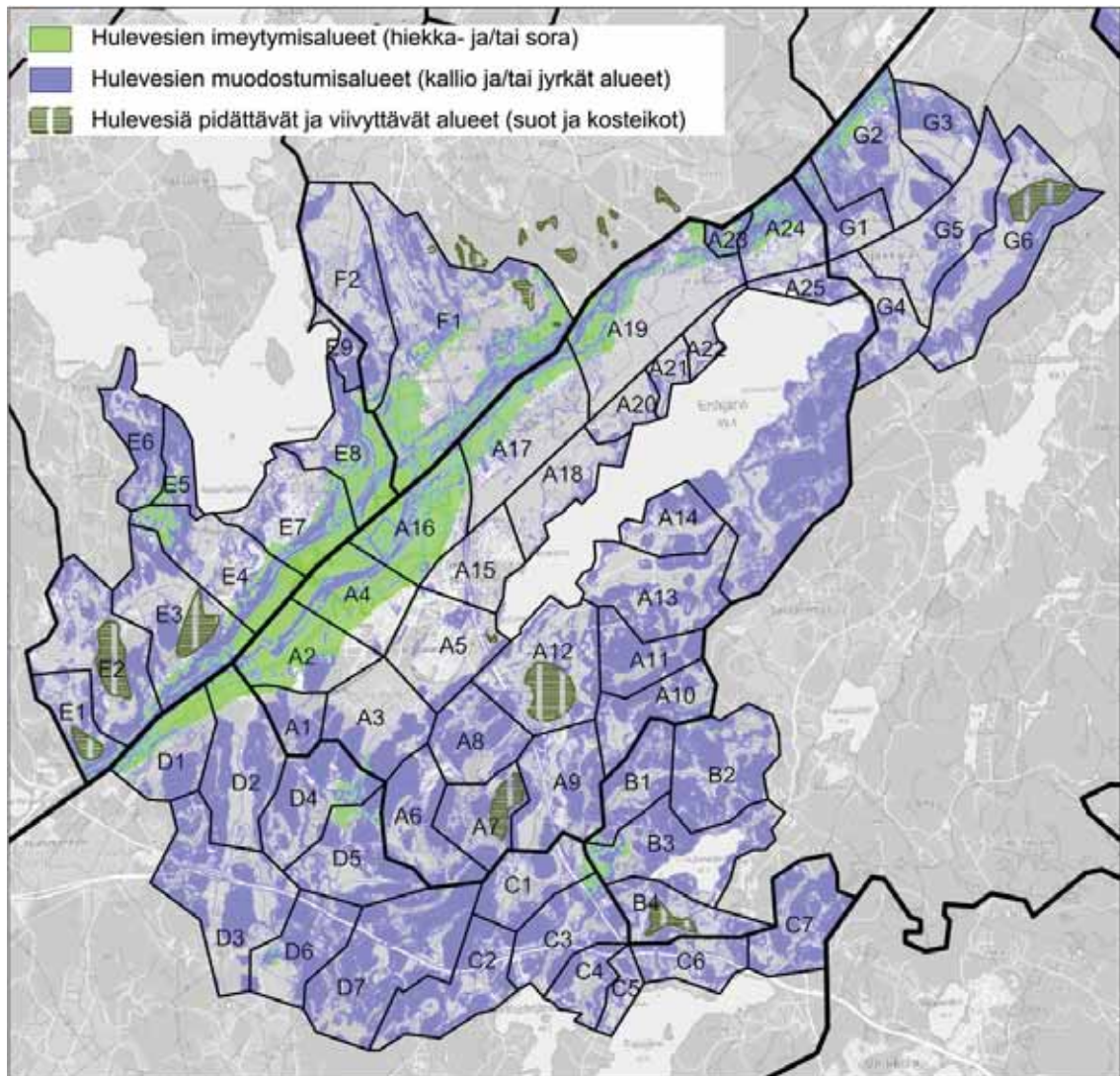
3.5 Pinnanmuodot

Suunnittelualan korkeustaso vaihtelee Hiidenveden ranta-alueiden +33 mpy:stä harjualueen +116 metriin mpy. Lohjanharju halkaisee suunnittelualan lounaiskoillissuunnassa. Suunnittelualan pinnanmuodot on esitetty seuraavassa kuvassa (Kuva 6).



Kuva 6 Suunnittelualan topografia

Alueesta laaditun maastomallin ja maaperätietojen perusteella on arvioitu hulevesien muodostumiselle otollisia alueita ja toisaalta alueita, joilla olosuhteet suosivat hulevesien imeytymistä. Hulevesien muodostumista voimistavia olosuhteita ovat maanpinnan voimakas viettävyys ja tiivis maaperä, jossa imeytyminen jää vähäiseksi. Imeytymistä edistäviä olosuhteita ovat tasaiset alueet yhdistettynä hyvin vettä läpäisevään maaperään.



Kuva 7 Hulevesien muodostumis- ja imeytymisalueet

Alueet, joilla olosuhteet hulevesien imeytymiselle ovat erityisen otolliset ja siten myös hyödynnettävissä hulevesien hallintaratkaisuisissa, on esitetty vaaleanvihreällä (Kuva 7).

Sinivioletilla esitetyillä alueilla maanpinnan jyrkkyys ja huonosti vettä läpäisevä maaperä muodostavat yhdessä olosuhteet, joissa hulevesien ja pintavalunnan muodostuminen on runsasta (Kuva 7). Kuvassa rasteroituna on esitetty luontaiset pinta- ja hulevesiä viivyttävät alueet, suot ja kosteikot. Alueet, joita ei ole kartalle värjätty, eivät ole erityisiä hulevesien muodostumis- tai imeytymisalueita. Esimerkiksi tasaisilla savialueilla hulevedet eivät erityisen hyvin imeydy maaperään mutta hitaan virtauksen takia niillä on aikaa haihtua suoraan ilmaan tai kasvillisuuden kautta.

3.6 Maankäyttö

Suunnittelualan maankäyttötarkastelussa hyödynnettiin Euroopan Ympäristökeskuksen tietopalvelun jakamaa Corine Land Cover aineistoa (Kuva 8). Corine Land Cover on paikkatietoaineisto, joka kuvaa Suomen maankäyttöä ja maapeitettä vuodelta 2006 rasterimuodossa.

Suurin osa suunnittelualueesta on nykyisin maa- ja metsätalouskäytössä olevaa aluetta. Tiivis asutus keskittyy Nummelan ja Ojakkalan taajamiin.



Kuva 8 Suunnittelualueen maankäytöllinen analysointi Corine-aineiston perusteella

3.7 Luontoarvot

Luontokohteet valikoitiin Vihdin kunnalle tehtyjen luontoselvitysten perusteella. Lähtökohdaksi käytettiin Etelä-Nummelan pintavesiselvityksen luontoselvityksen koostetta (Pöry Environment Oy 2009). Kyseisestä koosteesta ja luontoselvityksistä valittiin:

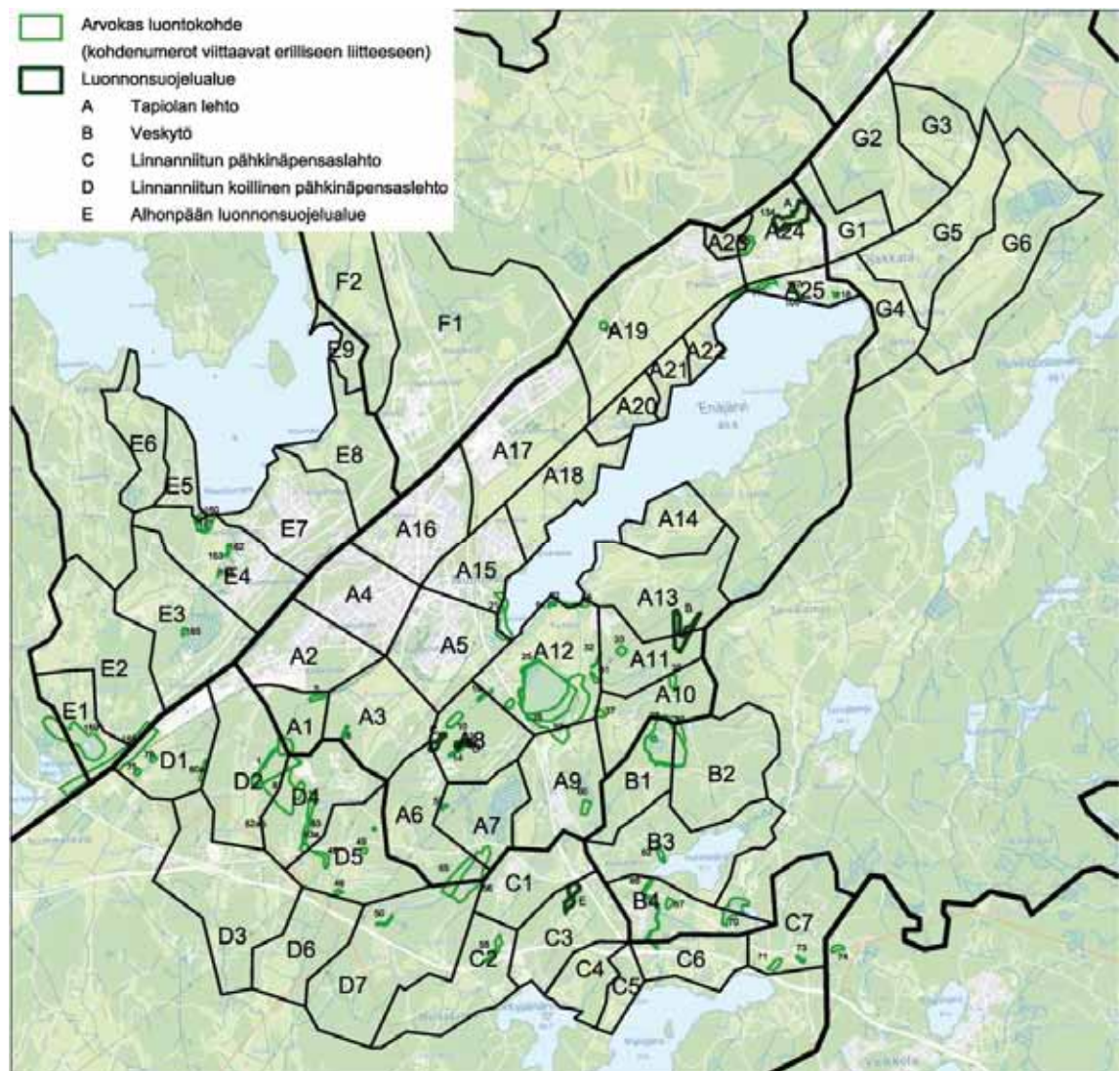
- paikallisesti erittäin arvokkaat luontokohteet (lukuun ottamatta kallioalueita)
- maakunnallisesti arvokkaat luontokohteet
- vesilakikohteet (VL 2 luku 11 §)
- luonnonsuojelulakikohteet (LsL 29 §)

Tarkastelun ulkopuolelle jätettiin geologisesti arvokkaat muodostumat ja eläimistö. Mikäli luontokohteita ei ollut arvotettu selkeästi luokkiin, kohteiden valinta tehtiin asiantuntija-arviona (biologi). Kaikki valitut kohteet ovat pääosin sellaisia (Kuva 9), että pinta- ja hulevesiolosuhteiden muuttuminen voi vaikuttaa näiden kohteiden luontoarvoihin. Kohteet ja kirjallisuuslähteet on yksilöity erillisenä liitteenä esitettävässä taulukossa (Liite 1).

Luontoselvitysten perusteella suunnittelualueella ei ole valtakunnallisesti arvokkaita kohteita. Ympäristöhallinnon HERTTA-/OIVA-tietojärjestelmän perusteella alueella on viisi luonnonsuojelualuetta, jotka ovat:

- Linnanniitun pähkinäpensaslehto (LTA 203564)
- Linnanniitun koillinen pähkinäpensaslehto (LTA 203563)
- Veskyttö (MRA 205784)
- Alhonpään luonnonsuojelualue (YSA 206978)
- Tapiolan lehto (YSA 011683).

Siuntionjoki on Natura-alue (FI0100085 alaosaltaan). Natura-alue alkaa noin 9 km Palojärven luusuasta. Natura-alueen suojeluperusteina ovat luontotyypit ja luontodirektiivin lajit. Siuntionjoessa elää alkuperäinen taimenkanta ja vesistössä esiintyy vuollejokisimpukkaa (*Unio crassus*) (Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012a).

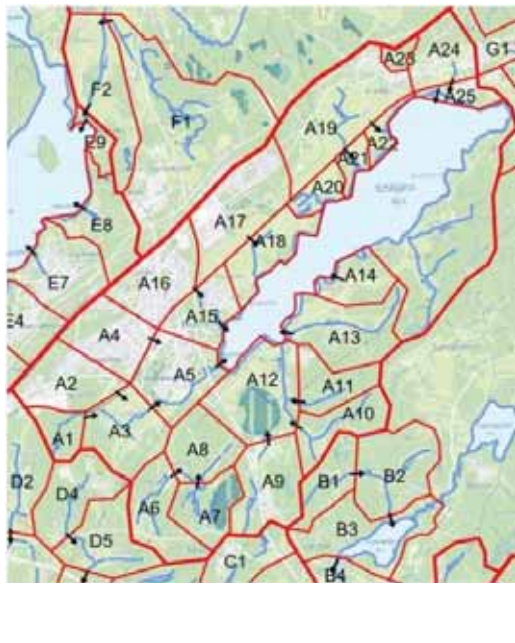


Kuva 9 Arvokkaat luontokohteet (kartta myös raportin liitteenä 1)

3.8 Hulevesiolosuhteet

3.8.1 Osavaluma-aluejako

Suunnittelualue jaettiin kuuteenkymmeneen osavaluma-alueeseen, ja osavaluma-alueet ryhmiteltiin vastaanottavan vesistön mukaan kuuteen ryhmään A:sta G:hen. Seuraavassa on esitetty kuvaukset jokaisesta ryhmästä.

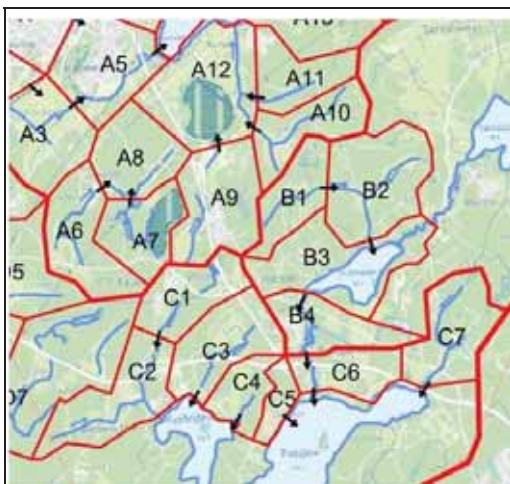
	<p>Valuma-alue A</p> <p>Valuma-alue A kuuluu Lohjanharjun itäpuolisiin valuma-alueisiin. Sen vastaanottava vesistö on Enäjärvi. Valuma-alueen pinta-ala on 3 324 ha. Tässä selvityksessä siitä on käsitelty 2 529 ha käsittävä alue, joka on jaettu tässä tarkastelussa 25 osavaluma-alueeseen.</p> <p>Alueen hulevesivirtaamat ovat jo nykytilanteessa merkittäviä tiivin keskustamaisen rakentamisen takia ja/tai jyrkän topografian takia. Enäjärven länsipuolella osavaluma-aluejakoon on vaikuttanut rata, joka halkaisee luontaiset osavaluma-alueet. Osavaluma-alueiden purkupisteen määräytyvät radan alittavien rumpujen mukaan.</p>
<p>Topografia ja maaperä</p> <p>Valuma-alueella on merkittäviä korkeusvaihteluita. Korkeimmat kohdat ovat harjun laella noin 112 m merenpinnan yläpuolella. Alavimmat kohdat ovat Enäjärven rannalla noin 50 m merenpinnan yläpuolella. Enäjärvi sijaitsee 17 m Hiidenvettä korkeammalla. Enäjärven ja harjun välinen alue on tasaista ja alavaa. Valuma-alueen etelä- itäosia luonnehtivat vaihtelevat kalliomäet, joiden välissä on lukuisia pieniä puroja ja painanteita. Enäjärvi purkaa pohjoiseen Poikkipuoliaiseen laskevaan puroon. Valuma-alueen maaperäolosuhteet vaihtelevat etelä- ja itäosien kalliomoreenimäistä harjun hiekka-alueisiin ja niiden väliin jäävään savilaaksoon. Harju on pohjavesialuetta.</p> <p>Luontokohteet</p> <p>Valuma-alueelle A tunnistettiin 28 luonnonarvoiltaan arvokasta kohdetta (valintakriteerit luku 3.7), joihin vesiolosuhteiden muutoksilla voisi olla vaikutuksia. Alueen luontokohteet ovat pääasiassa erilaisia soita, lehtoja, luhtia ja pienvesiä. Suurin osa näistä alueista sijoittuu Enäjärven eteläpuolelle. Erityisen merkittävä on osavaluma-alue A12, jolle sijoittuu laaja-alainen suokokonaisuus ja kolme luonnontilaista noroa, joiden luonnontilaisuuden vaarantaminen on vesilain (VL 2:11) perusteella kielletty. Valuma-alueelle A on tunnistettu yhteensä seitsemän tällaista noroa. Alueelle sijoittuu neljä viidestä kaikista suunnittelualueen luonnonsuojelualueista.</p> <p>Hulevesien hallinnan kannalta merkitykselliset arvokkaat luontokohteet on esitetty tarkemmin raportin liitteessä 1.</p>	

Rakennetut kosteikot ja altaat (lähde: Ramboll 2013)

- Riilahden kosteikko ja altaat
- Nummelanportin kosteikko ja selkeytysaltaat
- Lusilanojan kosteikko ja altaat
- Lankilanojan kosteikko ja altaat
- Perhosniityn kosteikko ja hulevesiallas
- Enärannan kosteikko
- Kotkaniemen ojan kosteikko ja allas
- Mäkilänojan kosteikko ja altaat
- Ridalinojan altaat
- Torholanojan allas
- Härkölänojan allas
- Vesikydönojan allas



Kuva – Kosteikkojen ja laskeutusalteiden sijainti Enäjärven valuma-alueella (lähde: Ramboll 2013)



Valuma-alue B

Valuma-alue B on Enäjärven itäpuolisen järviketjun eteläisin osa suunnittelualueella. Osa-alueen sisällä on pieni Huhmarjärvi. Koko järviketjun valuma-alueen pinta-ala on 5 198 ha. Tässä selvityksessä siitä on käsitelty vain pinta-alaltaan 480 ha oleva alue.

Valuma-alueesta on sisällytetty tähän työhön neljä osavaluma-aluetta. Alueella on nykytilanteessa vain pientaloasutusta, joten hulevesivirtaamat ovat pienet.

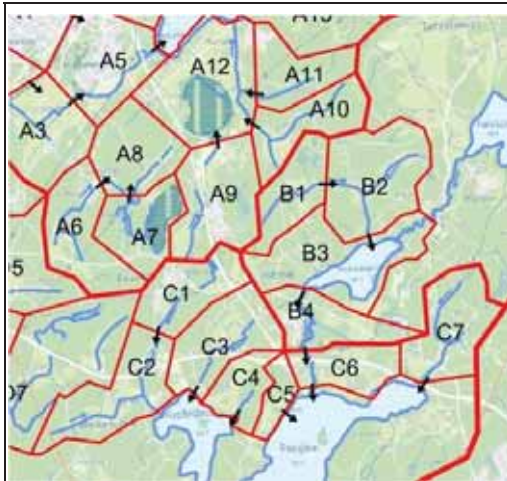
Topografia ja maaperä

Huhmarjärvi on vain noin 2 m Enäjärveä alempana. Alue on kallioista ja pinnanmuodoiltaan pienipiirteistä. Huhmarjärvi purkaa pienen joen kautta etelään Palojärveen. Alue on pääosin kalliota, mutta mäkien välissä on kapea savilaakso. Alueen länsiosassa on myös pieni hiekka-alue.

Luontokohteet

Valuma-alueelle B tunnistettiin kuusi luonnonarvoiltaan arvokasta kohdetta (valintakriteerit luku 3.7), joihin vesiolosuhteiden muutoksilla voisi olla vaikutuksia. Näistä suurialaisin on ollut varttunut metsä (kohde 38), joka sijoittuu pääasiassa osavaluma-alueelle B1. Metsä on tätä nykyä jo hakattu, eli sen arvo on laskenut luontoselvityksen aikaisesta. Kyseisen metsän koillispuolelle jää maakunnallisesti arvokas pienialainen lähdekorpi. Alueen B kohteista kaiken kaikkiaan viisi on määritetty maakunnallisesti arvokkaiksi. Yksi näistä kohteista on Siuntionjoki, joka osa-alueella B4 on luonnontilainen joki. Joella on monipuolinen rantaluonto ja luontoarvoiltaan se on yksi eteläisen Vihdin merkittävimpiä.

Hulevesien hallinnan kannalta merkitykselliset arvokkaat luontokohteet on esitetty tarkemmin raportin liitteessä 1.



Valuma-alue C

Valuma-alue C kuuluu Palojärven valuma-alueeseen. Osa pintavesistä laskee Palojärven alaosaan Kypärijärven kautta. Koko valuma-alueen pinta-ala on 3 350 ha. Tässä selvityksessä siitä on käsitelty vain pinta-alaltaan 608 ha oleva alue. Osavaluma-alueet purkavat Kypäräjärveen ja Palojärveen.

Valuma-alueesta on sisällytetty tähän työhön seitsemän osavaluma-aluetta. Alueella on nykytilanteessa vain pientaloasutusta joten hulevesivirtaamat ovat pienet.

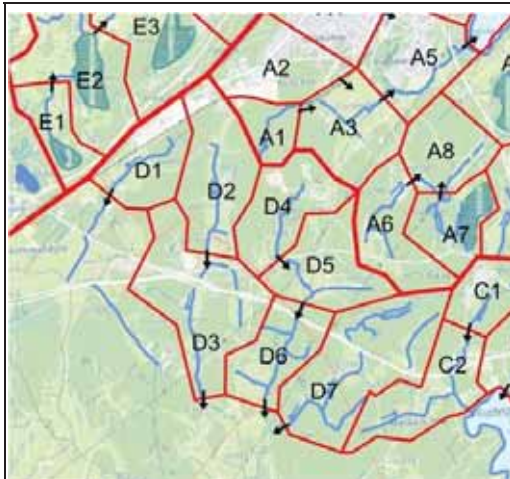
Topografia ja maaperä

Alue on kallioista ja pinnanmuodoiltaan pienipiirteistä. Kallio-moreenimäkien välissä on pieniä savilaaksoja.

Luontokohteet

Valuma-alueelle C tunnistettiin viisi luonnonarvoiltaan arvokasta kohdetta (valintakriteerit luku 3.7), joihin vesiolosuhteiden muutoksilla voisi olla vaikutuksia. Näistä yksi on Siuntionjoki, joka sijoittuu osa-alueelle C6. Alueelle C sijoittuu yksi luonnonsuojelualue ja yksi luonnontilainen noro, jonka luonnontilaisuuden vaarantaminen on vesilain (VL 2:11) perusteella kielletty.

Hulevesien hallinnan kannalta merkitykselliset arvokkaat luontokohteet on esitetty tarkemmin raportin liitteessä 1.



Valuma-alue D

Valuma-alue D kuuluu Lohjanharjun itäpuoleisiin valuma-alueisiin. Koko valuma-alueen pinta-ala on 4 100 ha. Tässä selvityksessä siitä on käsitelty pinta-alaltaan 1 047 ha alue. Osavaluma-alueet purkavat etelään pieniin ojiin ja puroihin. Yksi näistä on Risupakkaaja (Risupakanjoki), jota pitkin vedet laskevat suunnittelualueen ulkopuolella sijaitsevaan Karhujärveen.

Valuma-alueesta on sisällytetty tähän työhön seitsemän osavaluma-aluetta. Valuma-alueella on nykytilanteessa suhteellisen vähän rakentamista lukuun ottamatta osavaluma-aluetta D1.


Topografia ja maaperä

Alueella vuorottelevat kalliomäet ja savilaaksot. Pohjois- ja länsireunaltaan valuma-alue ulottuu hiekkaiselle harjulle. Osavaluma-alueen korkeimmat kohdat ovat kalliomäkien laella yli 100 m korkeudessa ja alavimmat osat savilaaksoissa noin 52 m korkeudessa.

Luontokohteet

Valuma-alueelle D tunnistettiin 15 luonnonarvoiltaan arvokasta kohdetta (valintakriteerit luku 3.7), joihin vesiolosuhteiden muutoksilla voisi olla vaikutuksia. Alueella on noroja, lähteitä tai lähteikköjä ja yksi lampi, joiden luonnontilan vaarantaminen on vesilain (VL 2:11) perusteella kielletty. Tällaisia kohteita on yhteensä 10, ja ne sijoittuvat pääasiassa osavaluma-alueille D4 ja D5. Maakunnallisesti arvokkaita alueita ovat osavaluma-alueen D7 pohjoisosaan sijoittuva suokokonaisuus ja osavaluma-alueelle D1 osittain sijoittuva Lohjanharju.

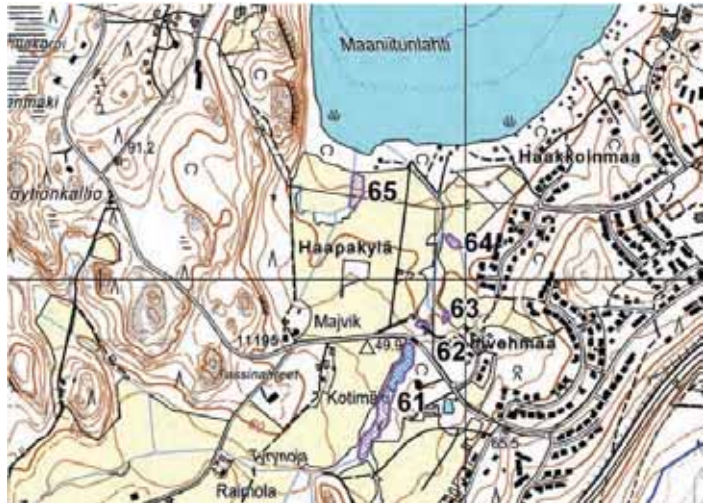
Hulevesien hallinnan kannalta merkitykselliset arvokkaat luontokohteet on esitetty tarkemmin raportin liitteessä 1.

	<p>Valuma-alueet E ja F</p> <p>Valuma-alueet E ja F kuuluvat Lohjanharjun länsipuolisiin valuma-alueisiin ja ne purkavat Hiidenvedeen. Hiidenveden koko valuma-alueen suuruus on noin 93 500 ha ja lähivaluma-alueen noin 10 100 ha. Hiidenveden lähivaluma-alue ja Oinasjoen valuma-alueen laajuus on yhteensä noin 12 400 ha. Tässä selvityksessä siitä on käsitelty pinta-alaltaan 1 630 ha oleva alue.</p> <p>Valuma-alueesta on sisällytetty tähän työhön 11 osavaluma-aluetta. Osa-valuma-alueilla E4, E7 ja F1 on rakennettuja alueita, mutta ne ovat pääosin pientaloaluetta ja hulevesivirtaamaksi siksi suhteellisen pieniä.</p>
<p>Topografia ja maaperä</p> <p>Valuma-alue on suurelta osin harjun päällä, missä maaperä on hiekkaa. Harjun ja järven välissä on savilaaksoa. Hiidenveden länsireunalla on kallioaluetta. Korkeimmat kohdat ovat harjun ja kalliomäkien laella yli 100 m korkeudessa ja alavimmat osat Hiidenveden rannalla 33 m korkeudessa.</p> <p>Luontokohteet</p> <p>Valuma-alueelle B tunnistettiin kahdeksan luonnonarvoiltaan arvokasta kohdetta (valintakriteerit luku 3.7), joihin vesiolosuhteiden muutoksilla voisi olla vaikutuksia. Nämä luontokohteet sijoittuvat osavaluma-alueille E1–E4, ja niistä viisi on maakunnallisesti arvokkaita. Yksi näistä on alueille E1 ja E2 sijoittuva Lohjanharju. Alueelle sijoittuu kaksi lähteikköä (mm. Kopunsuon lähteikkö) ja yksi luonnontilainen lampi, joiden luonnontilaisuuden vaarantaminen on vesilain (VL 2:11) perusteella kielletty. Osavaluma-alueelle A4 sijoittuva Tyrynoja on osittain luonnontilainen. Luonnontilaiselta osaltaan Tyrynoja katsotaan puroksi, jonka luonnontilaisuuden vaarantaminen on vesilain (VL 3:2) perusteella kielletty.</p> <p>Hulevesien hallinnan kannalta merkitykselliset arvokkaat luontokohteet on esitetty tarkemmin raportin liitteessä 1.</p>	

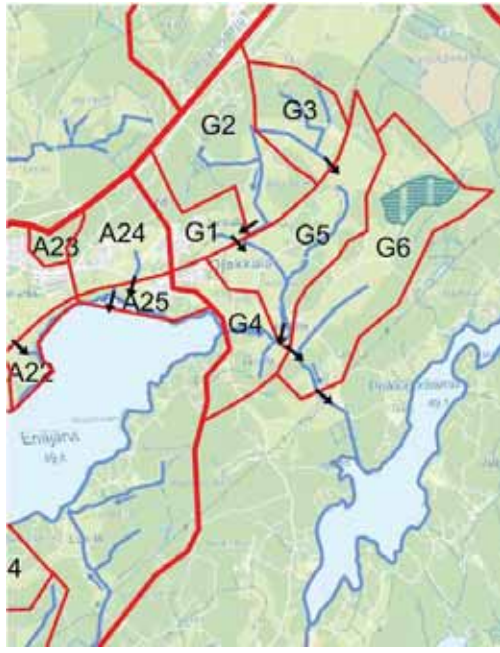
Rakennetut kosteikot ja altaat (lähde: Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012d)

Hiidenveden valuma-alueella on toteutettu vuosina 2008–2011 73 kappaletta pieniä laskeutusaltaita ja kosteikkoja. Lisäksi Hiidenveden valuma-alueelle on suunniteltu tai on suunnitteilla 72 pientä allasta tai kosteikkoa. Tämän työn selvitysalueella on neljä olemassa olevaa allasta.

- 61 Tyrynojan patoallas
- 62 Tyrynojan patoallas
- 63 Allas
- 64 Allas



Kuva – Olemassa olevat altaat (nrot 61–64) (lähde: Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012d)

	<p>Valuma-alueet G</p> <p>Valuma-alue G kuuluu Lohjanharjun itäpuoleisiin valuma-alueisiin. Se purkaa pintavesensä samaan järviketjuun kuin Enäjärvi. Osa-valuma-alueiden yhteispinta-ala on 770 ha.</p> <p>Valuma-alueesta on sisällytetty tähän työhön kuusi osavaluma-aluetta. Alueella on vain vähän pientaloaluetta, joten hulevesivirtaamat ovat pieniä.</p>
<p>Topografia ja maaperä</p> <p>Valuma-alue on suurelta osin savilaaksoa, jota reunustavat kalliomäet. Harjulla on hiekka-alueita.</p> <p>Luontokohteet</p> <p>Alueella ei ole muissa selvityksissä esiin nostettuja arvokkaita luontokohteita.</p>	

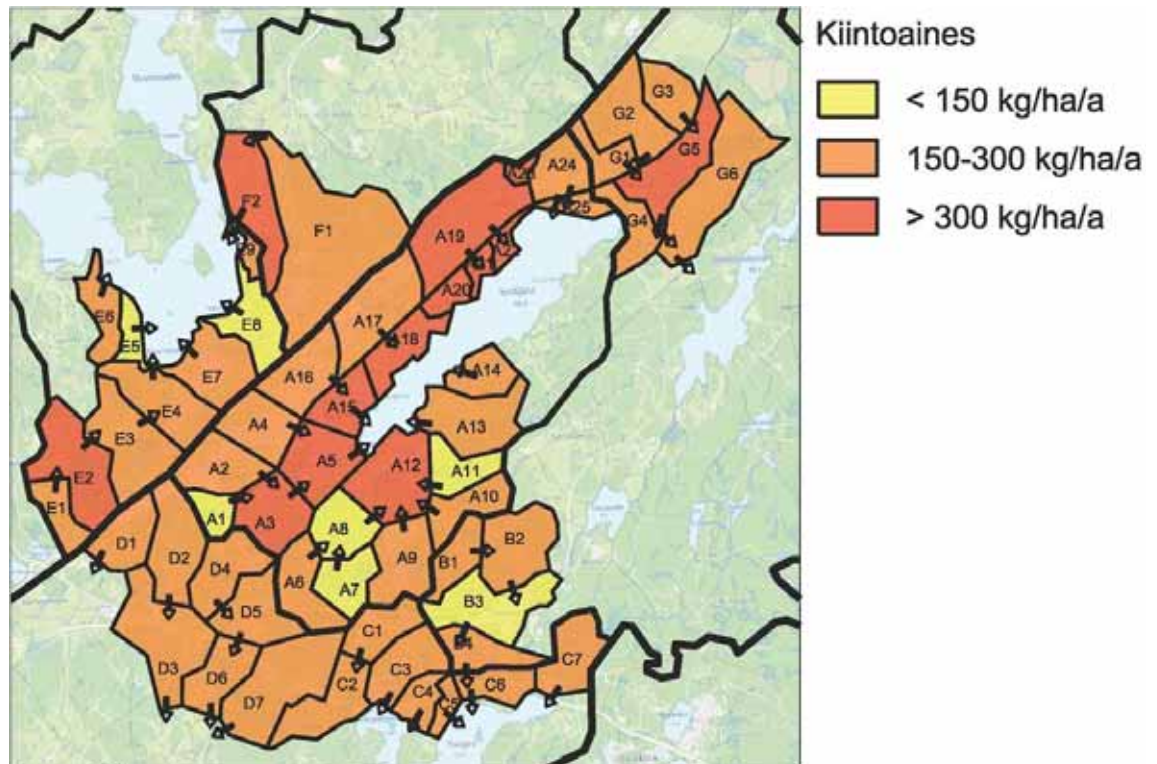
3.8.2 Pintavalunta ja kuormitus

Nykytilanteen maankäytön mukaisia pintavaluntakertoimia, keskimääräisiä painannesäilyntän määriä ja keskivirtaamia tarkasteltiin osa-aluekohtaisesti (Taulukko 3). Osa-alueiden keskimääräiset pintavaluntakertoimet vaihtelivat keskenään melko vähän.

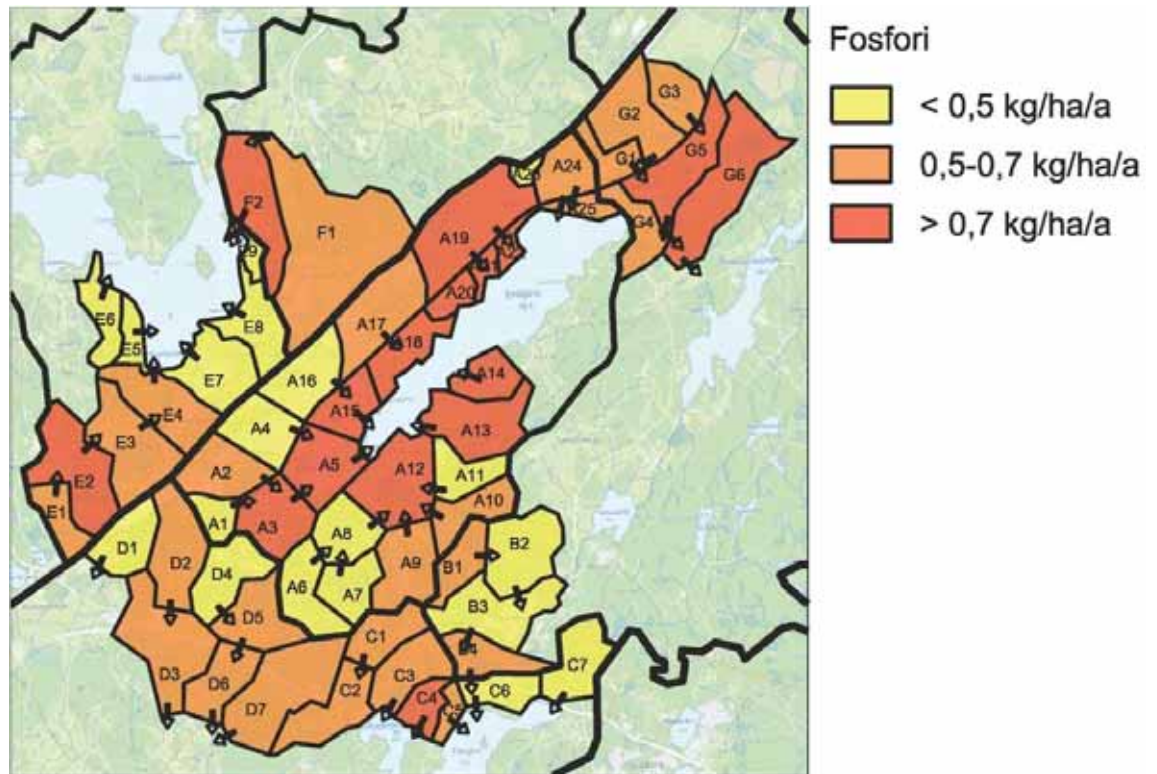
Taulukko 3 Osavaluma-alueiden keskimääräiset pintavaluntakertoimet

Osavaluma-alue	Pinta-ala [ha]	Pintavaluntekerroin [-]	Painannesäilyntä [m³]	Painannesäilyntä [mm]	Keskivirtaama MQ [l/s]
A1	41,5	0,25	635	6,2	0,4 l/s
A2	120,5	0,10	339	2,8	1,1 l/s
A3	128,2	0,15	1 582	8,2	1,2 l/s
A4	114,7	0,16	451	2,5	1,0 l/s
A5	131,8	0,23	1 412	4,7	1,2 l/s
A6	114,5	0,14	1 291	8,2	1,0 l/s
A7	88,0	0,12	975	8,9	0,8 l/s
A8	99,9	0,23	1 616	7,0	0,9 l/s
A9	136,7	0,16	1 522	6,9	1,2 l/s
A10	92,2	0,13	1 062	9,1	0,8 l/s
A11	82,0	0,11	908	10,2	0,7 l/s
A12	173,6	0,15	2 104	8,3	1,6 l/s
A13	160,6	0,13	1 964	9,6	1,4 l/s
A14	73,9	0,28	1 276	6,2	0,7 l/s
A15	86,3	0,23	907	4,6	0,8 l/s
A16	129,0	0,15	440	2,3	1,2 l/s
A17	178,4	0,15	1 142	4,3	1,6 l/s
A18	96,2	0,16	1 236	7,9	0,9 l/s
A19	236,3	0,15	1 758	4,8	2,1 l/s
A20	41,5	0,17	525	7,4	0,4 l/s
A21	27,1	0,17	335	7,4	0,2 l/s
A22	29,0	0,18	335	6,3	0,3 l/s
A23	18,0	0,18	168	5,1	0,2 l/s
A24	91,7	0,16	598	4,1	0,8 l/s
A25	37,7	0,22	376	4,4	0,3 l/s
A YHTEENSÄ	2529,3	0,16	24 958	6,1	9,4 l/s
B1	79,4	0,14	954	8,8	0,7 l/s
B2	151,4	0,12	1 775	9,6	1,4 l/s
B3	125,7	0,26	1 888	5,7	1,1 l/s
B4	86,5	0,19	906	5,6	0,8 l/s
B YHTEENSÄ	443,0	0,18	5 524	7,0	4,0 l/s
C1	93,1	0,19	995	5,5	0,8 l/s
C2	127,9	0,17	1 438	6,8	1,2 l/s
C3	113,2	0,18	1 233	6,2	1,0 l/s
C4	55,4	0,15	655	7,7	0,5 l/s
C5	30,9	0,17	346	6,7	0,3 l/s
C6	70,7	0,12	829	9,6	0,6 l/s
C7	116,1	0,15	1 185	6,7	1,0 l/s
C YHTEENSÄ	607,3	0,16	6 682	6,7	5,5 l/s
D1	104,7	0,13	695	5,1	0,9 l/s
D2	154,7	0,14	1 766	8,1	1,4 l/s
D3	209,5	0,19	2 261	5,8	1,9 l/s
D4	120,4	0,16	1 395	7,2	1,1 l/s
D5	125,0	0,15	1 430	7,9	1,1 l/s
D6	105,3	0,16	1 180	7,0	0,9 l/s
D7	227,6	0,14	2 707	8,4	2,0 l/s
D YHTEENSÄ	1047,2	0,15	11 434	7,1	9,4 l/s
E1	71,8	0,10	498	6,8	0,6 l/s
E2	187,5	0,10	1 471	7,6	1,7 l/s
E3	184,5	0,11	1 301	6,4	1,7 l/s
E4	149,5	0,11	1 055	6,4	1,3 l/s
E5	42,7	0,14	329	5,7	0,4 l/s
E6	80,4	0,13	899	8,7	0,7 l/s
E7	139,9	0,11	492	3,2	1,3 l/s
E8	115,5	0,05	233	4,4	1,0 l/s
E9	27,4	0,12	314	9,9	0,2 l/s
F1	460,7	0,12	3 132	5,6	4,1 l/s
F2	171,3	0,14	2 177	9,3	1,5 l/s
E JA F YHTEENSÄ	1631,2	0,11	11 902	6,5	14,7 l/s
G1	61,8	0,17	676	6,6	0,6 l/s
G2	157,9	0,15	1 813	7,5	1,4 l/s
G3	84,5	0,14	1 043	9,0	0,8 l/s
G4	83,0	0,18	915	6,2	0,7 l/s
G5	156,2	0,17	1 928	7,1	1,4 l/s
G6	227,1	0,13	2 746	9,3	2,0 l/s
G YHTEENSÄ	770,5	0,15	9 121	7,8	6,9 l/s

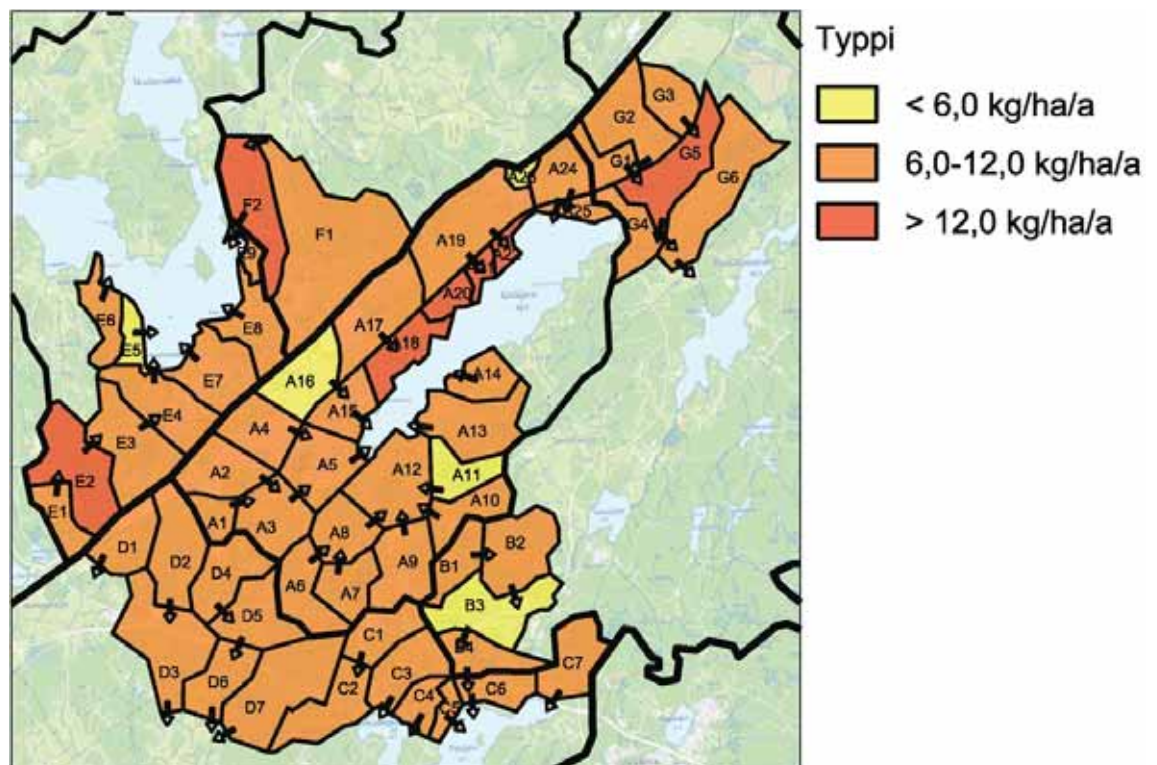
Osavaluma-alueiden nykytilanteen mukaiset alueiden keskimääräiset ominaiskuormitusluvut määritettiin kiintoaineelle, kokonaisfosforille ja kokonaistypelle. Ominaiskuormitusluvut laskettiin jokaisen valuma-alueen maankäyttötyyppien jakautumisen ja kirjallisuudesta saatujen eri maankäyttötyyppien ominaiskuormituslukujen perusteella (Kuva 10, Kuva 11 ja Kuva 12 sekä Liite 3). Arviossa ei huomioitu Nummelan jätevedenpuhdistamon aiheuttamia vaikutuksia. Laskennalliset ominaiskuormitusluvut ovat suuntaa-antavia yleistyksiä, eikä niissä ole huomioitu paikallisia olosuhteita. Pelto-kuormitukseen vaikuttaa esimerkiksi useita tekijöitä, kuten maaperä, kaltevuus, lannoitus, maanmuokkaustoimet ja niiden ajoittaminen sekä viljelyskasvien valinta.



Kuva 10 Osa-aluekohtainen kiintoainekuormituksen keskimääräinen ominaiskuormitusluku nykytilassa



Kuva 11 Osa-aluekohtainen fosforikuormituksen keskimääräinen ominaiskuormitusluku nykytilassa



Kuva 12 Osa-aluekohtainen typpikuormituksen keskimääräinen ominaiskuormitusluku nykytilassa

4 Maankäytön muutokset suunnittelualueella

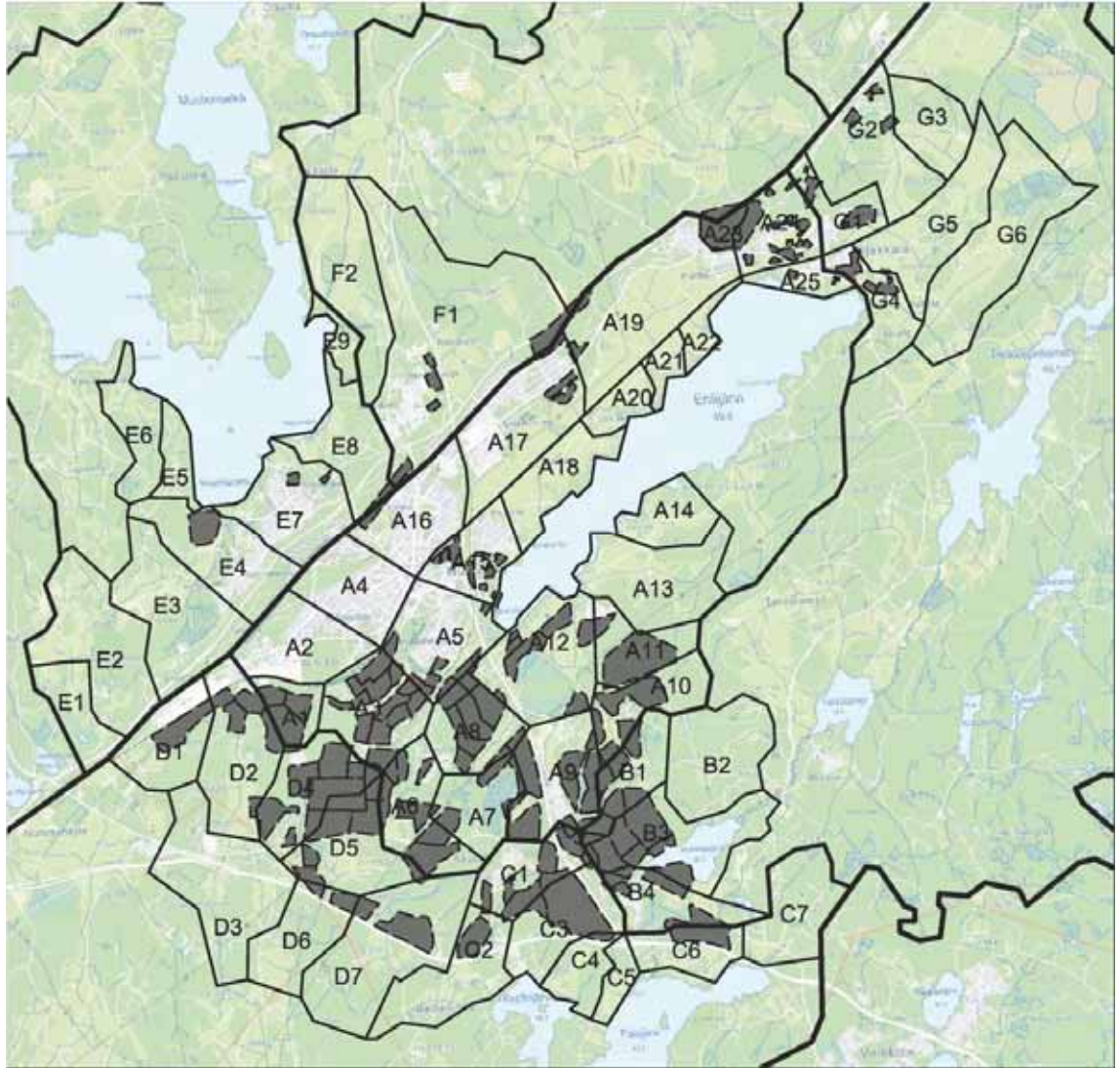
Nykyisen maankäytön mukaiset hulevesivirtaamat laskettiin Corine-aineistoa hyväksikäyttäen (peitteisyyspaikkatieto). Maankäytön tehostuminen tulee lisäämään pintavaluntaa, sillä luonnontilaisten alueiden vähentyessä veden imeytyminen ja haihdunta vähenee. Tämä johtuu muun muassa kasvillisuuden ja vettä luontaisesti pidättävän maan pintakerroksen häviämisestä, maaperän tiivistämisestä sekä vettä läpäisemättömien pintojen, kuten kattojen sekä asfaltoitujen katujen, teiden ja pihojen lisääntymisestä. Luonnollisen imeytymisen ja haihtumisen vähentyessä suurempi osa sadevedestä muuttuu pintavalunnaksi.

Maankäytön muutosta arvioitaessa huomioitiin Nummelan eteläosien osayleiskaavaehdotuksen ja vahvojen asemakaavojen mukainen rakentamisvaranto. Mukaan otettiin myös käynnissä olevia yksittäisiä kaavasuunnitelmia. Maankäytön muutosalueisiin kuuluu alueita, joilla on nytkin rakentamista, mutta kaavamerkintä poikkeaa selvästi nykytilanteesta. Esimerkiksi väljä pientaloalue voi tulevaisuudessa muuttua kaavan mukaisesti kerrostaloalueeksi.

Merkittävimmin valuntakertoimia kasvattavat tiiviit keskustatoimintojen, kaupallisten palveluiden alueet, työpaikka-alueet ja kerrostaloalueet. Näille on yhteistä suuri läpäisemättömien pintojen määrä (katot, pysäköintialueet, kansirakenteet). Pelloille rakennettavat pientaloalueet eivät juuri kasvata pintavaluntaa.

Maankäytön muutokset tulevat toteutumaan useiden vuosikymmenien kuluessa. Nummelan eteläosien osayleiskaavaehdotuksen mukainen rakentaminen tulee todennäköisesti toteutumaan vasta, kun länsirata on rakenteilla. Seuraavan 20 vuoden aikana tulevat todennäköisimmin toteutumaan Lusilan alueen (A12) ja Huhmarnummen (A1, A3 ja A8) asuinalueet. Turuntien varren työpaikka-alueet ovat myös todennäköisesti 20 vuoden sisällä toteutuvia maankäytön muutoksia. Vaikka muutokset ovat hitaita, on oleellista huomioida jo nyt toteutuneen maankäytön vaikutukset hulevesien kertymiseen ja vastaanottaviin vesistöihin.

Maankäytölliset muutokset kohdistuvat suurimmaksi osaksi Nummelan taajaman ja Helsinki-Turku moottoritien väliselle alueelle sekä Ojakkalan keskustaan (Kuva 13). Muualla maankäytölliset muutosalueet ovat hajanaisia.

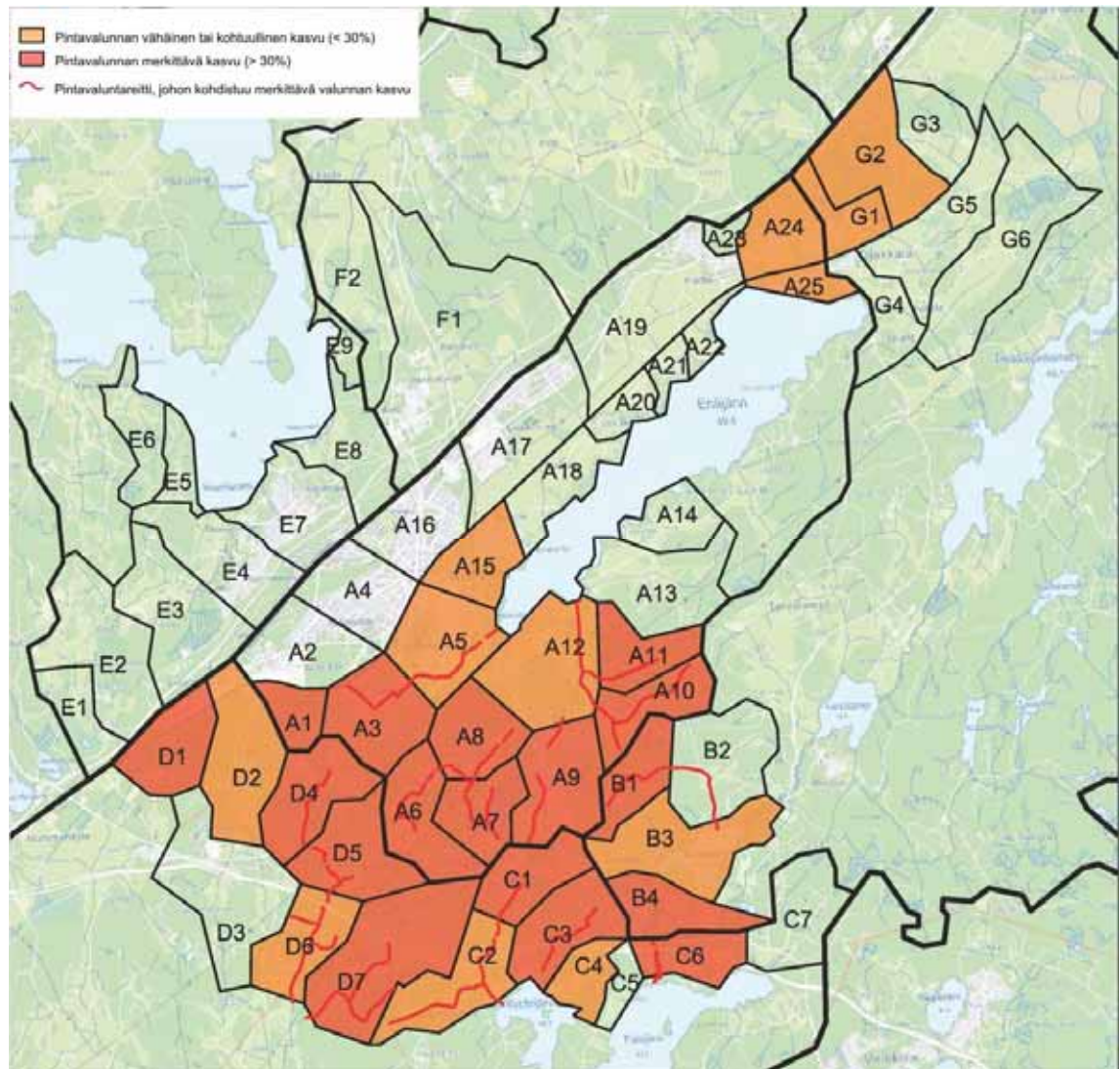


Kuva 13 Maankäytön muutokset suunnittelualueella

5 Maankäytön tiivistymisen vaikutukset suunnittelualueella

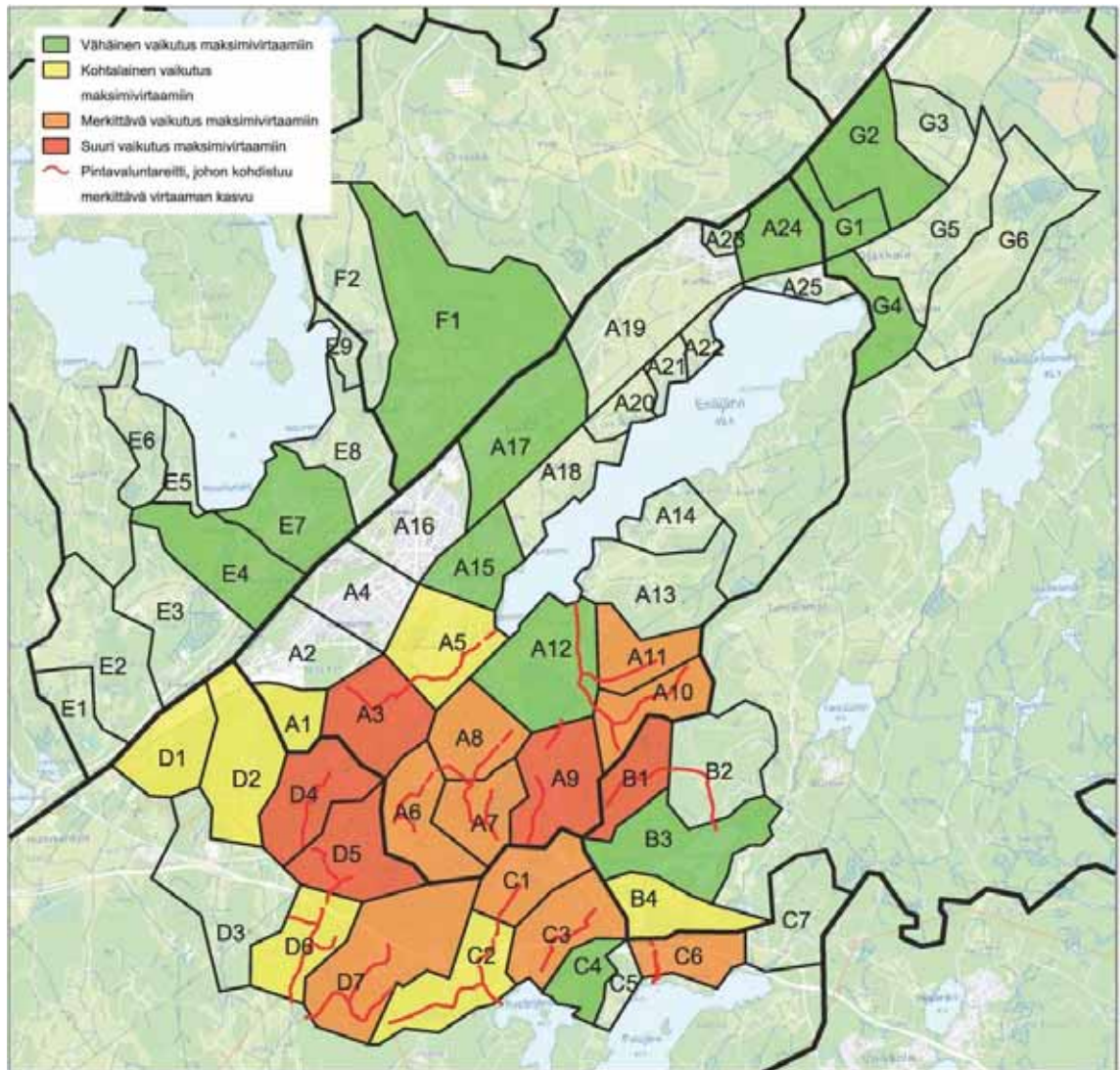
5.1 Hulevesien määrä

Hulevesimäärien muuttumisen suhteen määritettiin kriittiset osavaluma-alueet ja virtausreitit (Kuva 14). Virtausreittien suhteen kriittisiksi luokiteltiin reitit, joiden yläpuolisella valuma-alueella on kohdistumassa merkittäviä muutoksia.



Kuva 14 Hulevesiolosuhteiden muutos – pintavaluntakertoimet

Hulevesiolosuhteiden muutos on voimakkainta punaisella esitetyillä alueilla (Kuva 14 ja Kuva 15). Paikalliset hulevesiolosuhteet voivat vaikeutua myös, vaikka lähialueella muutokset jäisivät vähäisiksi. Yläpuolisella valuma-alueella tapahtuva rakentaminen voi lisätä hulevesien määrää merkittävästi ja äärevöittää hulevesien esiintymistä päävirtausreitillä (punaiset viivat). Virtausolosuhteiden äärevöityminen tarkoittaa voimistuvien maksimivirtaamien lisäksi vähäisempiä kuivankauden alivirtaamia. Pienimmät virtausuomat voivat kuivua huomattavasti useammin kuin tällä hetkellä.



Kuva 15 Hulevesiolosuhteiden muutos – maksimivirtaamat (kartta myös raportin liitteenä 4)

Aluekohtaisesti muodostuvien hulevesivirtaamien voimistuminen mitoittavissa rankkasadetilanteissa kohdistuu voimakkaimmin seuraaville alueille:

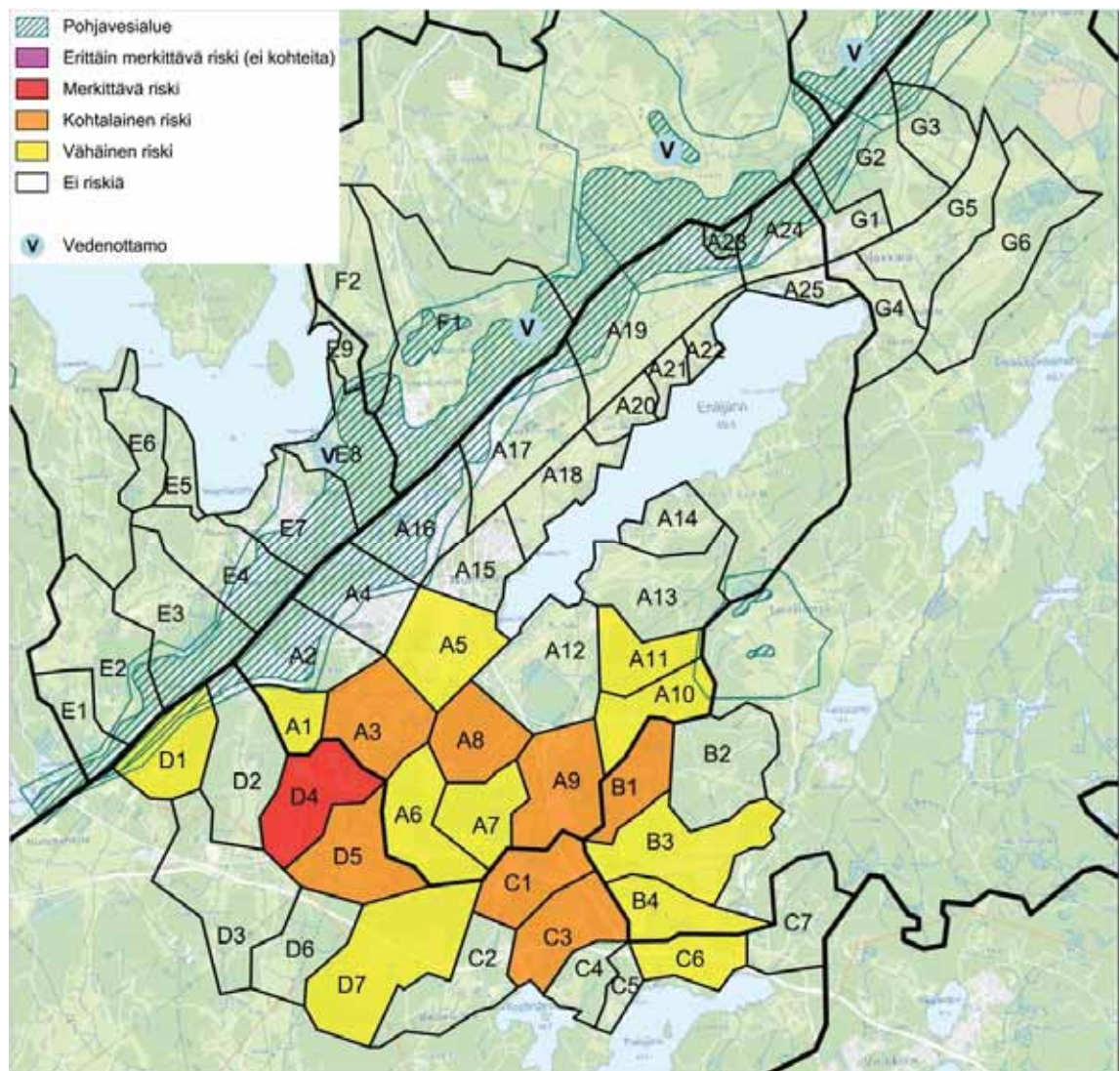
- **Suuri vaikutus**
Maksimivirtaamat kasvavat yli kaksinkertaisiksi
Alueet A3, A9, B1, D4, D5
- **Merkittävä vaikutus**
Maksimivirtaamat kasvavat 1,5–2 -kertaisiksi
Alueet A6, A7, A8, A10, A11, C1, C3, C6, D7
- **Kohtalainen vaikutus**
Maksimivirtaamat kasvavat 1,2–1,5 -kertaisiksi:
Alueet A1, A5, B4, C2, D1, D2, D6

Erityisen hankalat muutokset kohdistuvat alueisiin A3 (suuri vaikutus) ja A8 (merkittävä vaikutus), joilla suuren oman lähivaluma-alueen muutosten lisäksi kohdistuu aluetta läpäisevän virtausreitit yläpuolisten valuma-alueiden voimakas kehitys.

5.2 Vaikutus pohjavesiolosuhteisiin

Maankäytölliset muutokset muuttavat aina jonkun verran alueen hydrologista tasapainoa. Pintavalunnan lisääntymisen myötä maaperään imeytyvien sadevesien määrä vähenee, joka johtaa pohjavesien pintojen alentumiseen. Paikalliset maaperä- ja pohjavesiolosuhteet vaikuttavat ratkaisevasti siihen, kuinka voimakkaasti maankäytölliset muutokset vaikuttavat pohjavesitasapainoon. Vähäsiinkin muutoksiin tulee kiinnittää erityistä huomiota, jos muutokset kohdistuvat pohjavesien muodostumisalueille.

Osavaluma-alueet luokiteltiin riskiluokkiin sen perusteella, miten suuri riski alueen pohjaveden tasapainon muutoksille kohdistuu maankäytön muutosten myötä (Kuva 16). Luokiteltujen pohjavesialueiden kohdalla luontaisen imeyttämisen estäminen johtaa aina ”erittäin merkittävään” riskiin. Luokitelluille pohjavesialueille on kuitenkin tulossa vain hyvin vähäisiä maankäytön muutoksia.



Kuva 16 Maankäytön muutosten aiheuttama riski pohjavesien määrälliselle muodostumiselle (kartta myös raportin liitteenä 2)

Vaikka pohjavesien muodostumisalue ulottuu valuma-alueelle D1 ja alueella on tulossa maankäytöllisiä muutoksia, ei aluetta luokiteltu merkittäväksi riskialueeksi. Pohjavesien muodostumisalue rajoittuu valuma-aluetta halkovan rautatien pohjoispuolelle, ja maankäytölliset muutokset puolestaan sijoittuvat kyseisen rautatien eteläpuolelle. Näin ollen alueen riskiluokittelussa käytettiin lievempää arviointia.

Suunnittelualueen maankäytölliset muutokset eivät kohdistu voimakkaina pohjavesialueille. Hydrologisen tasapainon muuttuminen ja pohjavesiolosuhteiden muutokset voivat aiheuttaa paikallisesti merkittäviä riskejä, joiden realisoitumien riippuu paikallisista olosuhteista.

Vakavin pohjavesien määrälliseen muodostumiseen kohdistuva riski ("merkittävä riski") tunnistettiin alueella D4. Alueen pintavaluntaolosuhteet muuttuvat hyvin suuresti. Lisäksi alueen sijainti vedenjakajan tuntumassa todennäköisesti vain voimistaa paikallisia vaikutuksia. Vaikutukset jakautuvat myös epätasaisesti osa-alueen sisällä ja ovat suuresti riippuvaisia paikallisista maaperä- ja pohjavesiolosuhteista. Tämän alueen maankäytönsuunnittelussa tulisi kohdistaa erityisiä vaatimuksia hulevesien kiinteistökohtaiselle imeyttämiseen ja varata alueita keskitetyille imeytysratkaisuille.

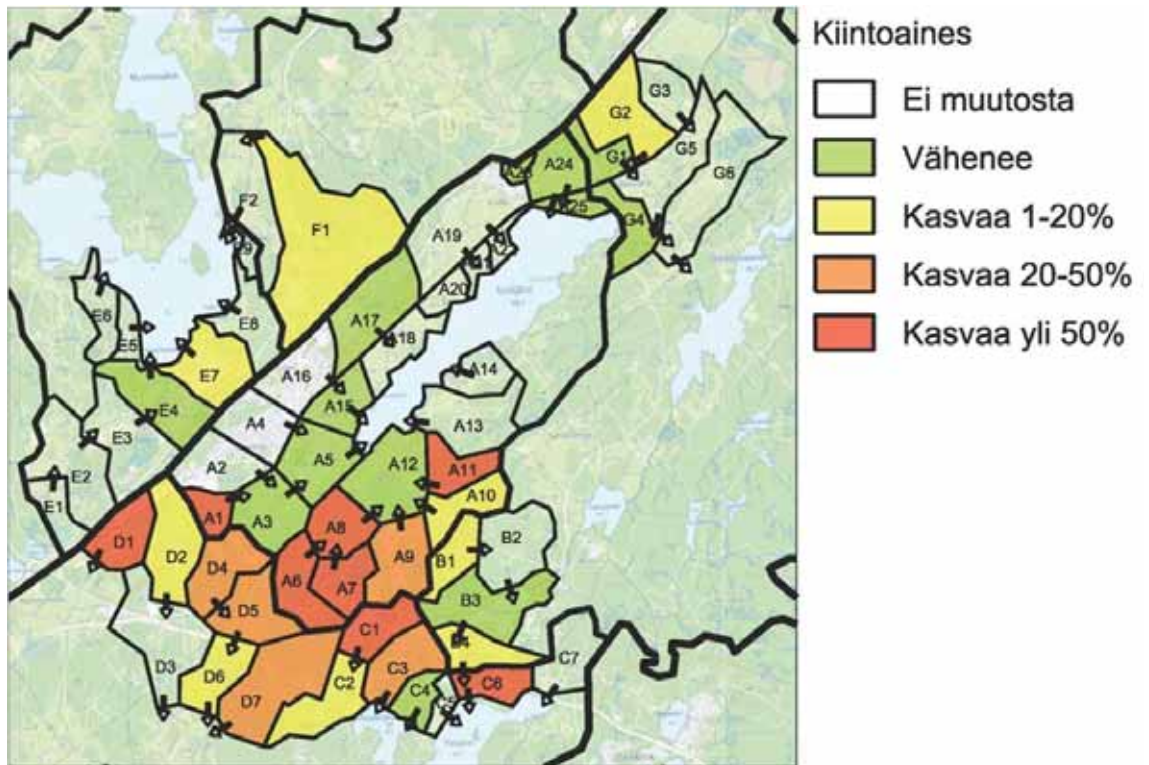
Muilla alueilla riskiluokitus jää "kohtalaiseksi", "vähäiseksi" tai luokittelua ei lainkaan synny. Näillä alueilla hulevesien määrällisen muodostumisen takaamiseksi riittävät yleiset tavoitteet ja suositukset hulevesien hallinnasta.

Pohjavesiolosuhteiden ylläpitämiseksi ensisijaiset toimenpiteet ovat hulevesien imeytymisolosuhteiden ylläpitäminen ja tarvittaessa erityisten imeyttämISRakenteiden toteuttaminen. Hulevesien määrällisen tasapainon ylläpitämisessä on kuitenkin pidettävä huolta imeytettävien hulevesien laadullisesta soveltuvuudesta imeyttämiseen.

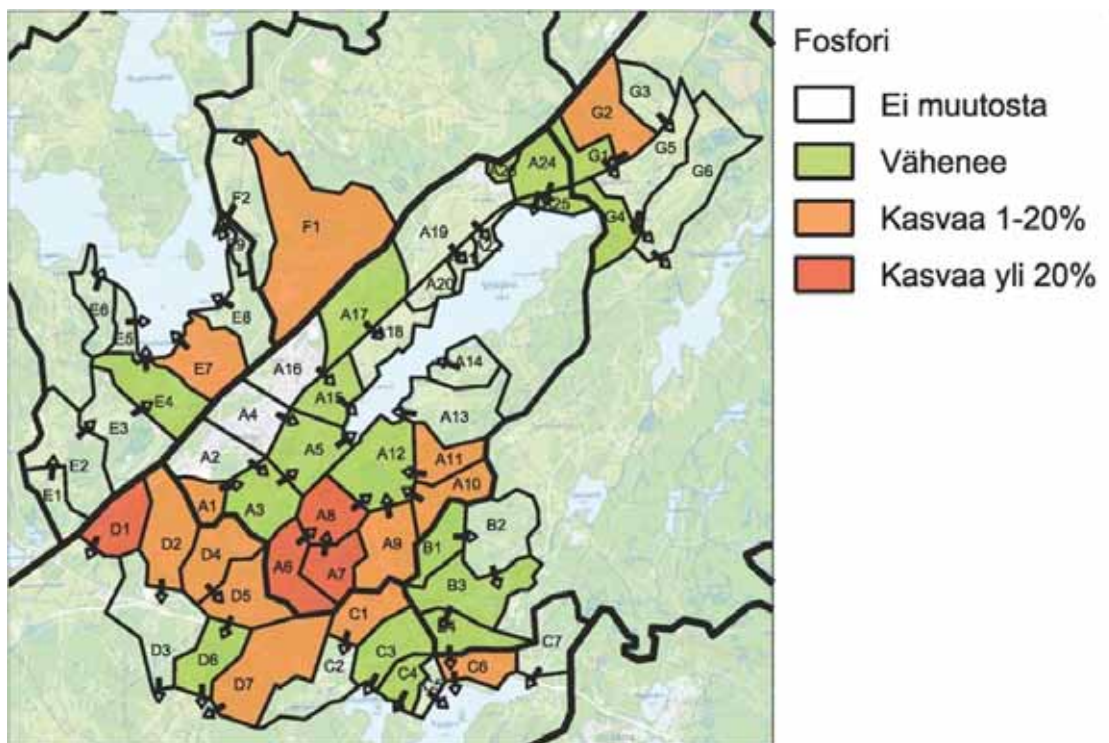
5.3 Vesistökuormitus valuma-alueittain

Vesistökuormitus arvioitiin laskennallisesti osavaluma-alueittain kiintoaineen, kokonaisfosforin ja kokonaistypen osalta. Kuormitukset laskettiin maankäytön, maankäyttöön perustuvien kirjallisuudesta saatujen ominaiskuormituslukujen (Liite 3) ja osavaluma-alueiden pinta-alojen perusteella. Nykytilanteen ja tulevan tilanteen perusteella arvioitiin laskennallisessa kuormituksessa tapahtuvat muutokset (Kuva 17, Kuva 18 ja Kuva 19). Arviossa ei huomioitu rakentamisen aikaisen kuormituksen eikä Nummelan jätevedenpuhdistamon aiheuttamia vaikutuksia.

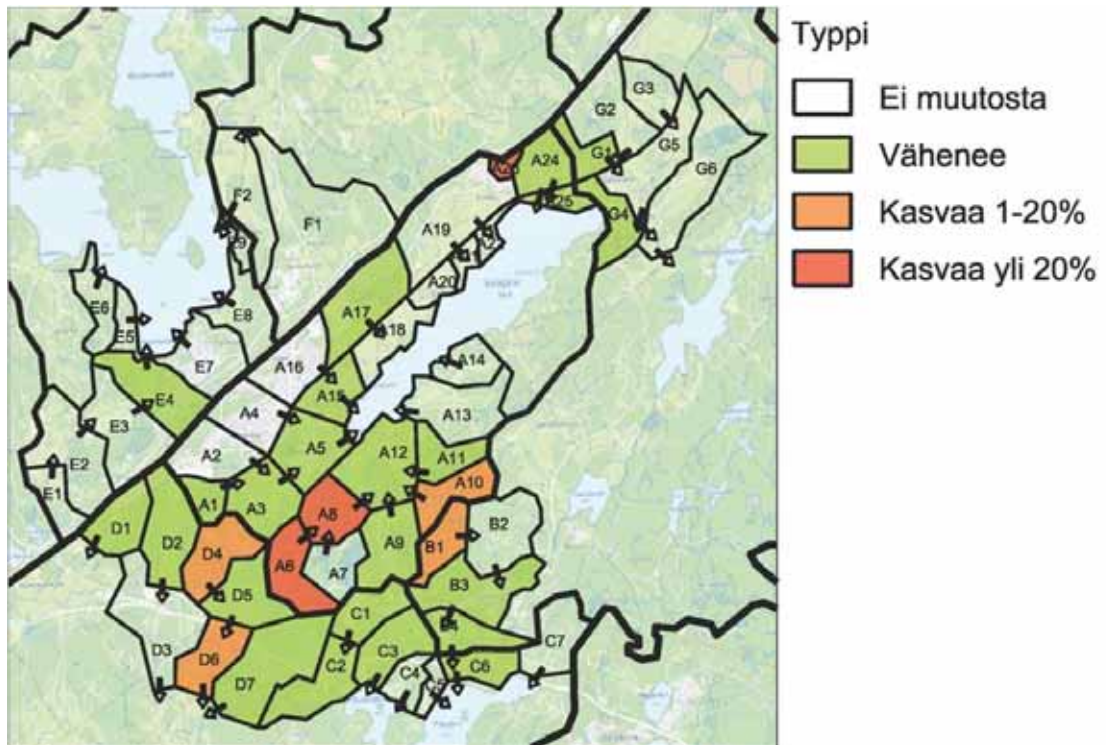
Laskennalliset kuormitusluvut ovat suuntaa-antavia yleistyksiä, eikä niissä ole huomioitu paikallisia olosuhteita. Peltokuormitukseen vaikuttaa esimerkiksi useita tekijöitä, kuten maaperä, kaltevuus, lannoitus, maanmuokkaustoimet ja niiden ajoittaminen sekä viljelyskasvien valinta.



Kuva 17 Osa-aluekohtainen kiintoainekuormituksen muutos



Kuva 18 Osa-aluekohtainen fosforikuormituksen muutos



Kuva 19 Osa-aluekohtainen typpikuormituksen muutos

Aluekohtaisesti kuormituksen lisääntyminen kohdistuu voimakkaimmin seuraaville alueille:

- **Kiintoaines**
Kuormitus kasvaa yli 50 %
Alueet A1, A6, A7, A8, A11, C1, C6, D1
- **Fosforikuormitus**
Kuormitus kasvaa yli 20 %
Alueet A6, A7, A8, D1
- **Typpikuormitus**
Kuormitus kasvaa yli 20 %
Alueet A6, A8, A23

Osa-aluekohtaisten kuormituslaskelmien perusteet ja taulukot on esitetty tämän raportin liitteessä 3.

5.4 Kuormitus- ja vesistövaikutusarvio suunnittelualan järviin ja Siuntionjokeen

Vesistövaikutusarvio perustuu selvityksessä tehtyyn nykytilan ja tulevan tilanteen maankäytön kuormitusarviomuutokseen.

Kuormitusarvion mukaan kuormitus kasvaa eniten tietyillä valuma-alueen A eli **Enäjärven** valuma-alueen osavaluma-alueilla. Valuma-alueelta Enäjärveen aiheutuva kokonaiskuormitus ei kuitenkaan juurikaan muutu laskennallisesti, sillä arvioitu muutos on alle 5 % kaikkien tarkasteltujen parametrien kohdalla. Enäjärvi on rehevöitynyt ja kärsii voimakkaasta sisäisestä kuormituksesta. Näin ollen olisi kuitenkin hyvin tärkeää, että maankäytön muuttuessa myös ulkoisen kuormituksen vähentämiseen kiinnitettäisiin huomiota järven valuma-alueella tehtävillä vesiensuojeluratkaisuilla. Järven tilan kannalta on myönteistä, että kuormitus ei kasva järven lähiosavaluma-

alueilla vaan kauempana (esim. A6–A8), jolloin vesiä voidaan puhdistaa viivyttämällä tai laskeuttamalla, ennen kuin ne laskevat Enäjärveen.

Huhmarjärveen osavaluma-alueilta B1–B3 tuleva kuormitus vähenee nykyisestä alle 10 % kaikkien parametrien osalta. Muutoksella ei ole todennäköisesti juurikaan vaikutusta järven vedenlaatuun, sillä suurin osa Huhmarjärven kuormituksesta tulee Siuntionjoen kautta. Järven vedenlaadun kannalta on kuitenkin myönteistä, että kuormitus vähenee kaikkien parametrien osalta juuri järven lähivaluma-alueella (B3).

Palojärveen osavaluma-alueilta B4 ja C5–C7 tuleva kuormitus kasvaa alle 10 % kiintoaineen osalta ja vähenee kokonaisfosforin (alle 10 %) ja kokonaistypen (alle 20 %) osalta. Muutoksella ei kokonaisuudessaan arvioida olevan suurta vaikutusta Palojärven tilaan, sillä suurin osa järven kuormituksesta tulee Siuntionjoen kautta. Koska kiintoainekuormituksen kasvu on suurta (yli 50 %) Palojärven lähiosavaluma-alueella C6, kiintoainepitoisuudet saattavat nousta ajoittain ainakin järven pohjoisosassa, ellei tällä alueella toteuteta mitään vesiensuojeluratkaisuja maankäytön muuttuessa.

Kypärijärveen osavaluma-alueilta C1–C4 tuleva kiintoainekuormitus kasvaa arvion mukaan noin 30 %. Kokonaisfosforikuormituksen arvioidaan pysyvän kutakuinkin ennallaan ja typpikuormituksen vähenevän noin 20 %. Kiintoainekuormituksen nousulla saattaa olla ajoittain järven kiintoainepitoisuuksia kohottava vaikutus. Järven vedenlaadun heikkenemisen estämiseksi olisi suositeltavaa toteuttaa kiintoainetta pidättäviä hulevesiratkaisuja erityisesti osavaluma-alueilla C1 ja C3.

Siuntionjokeen suunnittelualueelta aiheutuvaa kuormitusta arvioitiin Karhujärven pohjoisosassa, jonne laskee koko suunnittelualueen vedet Risupakkaojaa ja Palojokea myöten lukuun ottamatta Hiidenveteen laskevien alueiden (E ja F) vesiä. Kuormitusvaikutusarviossa ei huomioitu vesien puhdistumista eli esimerkiksi kiintoaineen laskeutumista matkalla oleviin järvialtaisiin tai vesiensuojeluratkaisuja. Vaikutusarviossa ei myöskään huomioitu Nummelan jätevedenpuhdistamon eikä järvien sisäisen kuormituksen vaikutusta Siuntionjoen kuormitukseen.

Kuormitusarvion mukaan Siuntionjoen kiintoainekuormitus kasvaa alle 10 % maankäytön muuttuessa. Kokonaisfosforikuormitus pysyy pitkälti ennallaan ja kokonaistypikuormitus laskee alle 10 %. Kiintoainekuormituksen kasvusta aiheutuvaa kiintoainepitoisuuden nousua ei todennäköisesti voida havaita esimerkiksi Karhujärven vedenlaadussa. Kiintoainekuormituksen vähentäminen on tärkeintä joen lähivaluma-alueella, jolta pintavedet kulkeutuvat jokeen suoraan eivätkä pidäty ja puhdistu esimerkiksi soilla tai järvialtaissa.

Hiidenveteen ei arvioida aiheutuvan kuormituksen muutoksia maankäytön muuttuessa. Koska Hiidenveden kuormitusta tulisi vähentää nykyisestä, on kuitenkin suositeltavaa, että ainakin kiintoainetta pidättäviä hulevesiratkaisuja toteutettaisiin erityisesti osa-alueilla E7 ja F1 maankäytön muuttuessa.

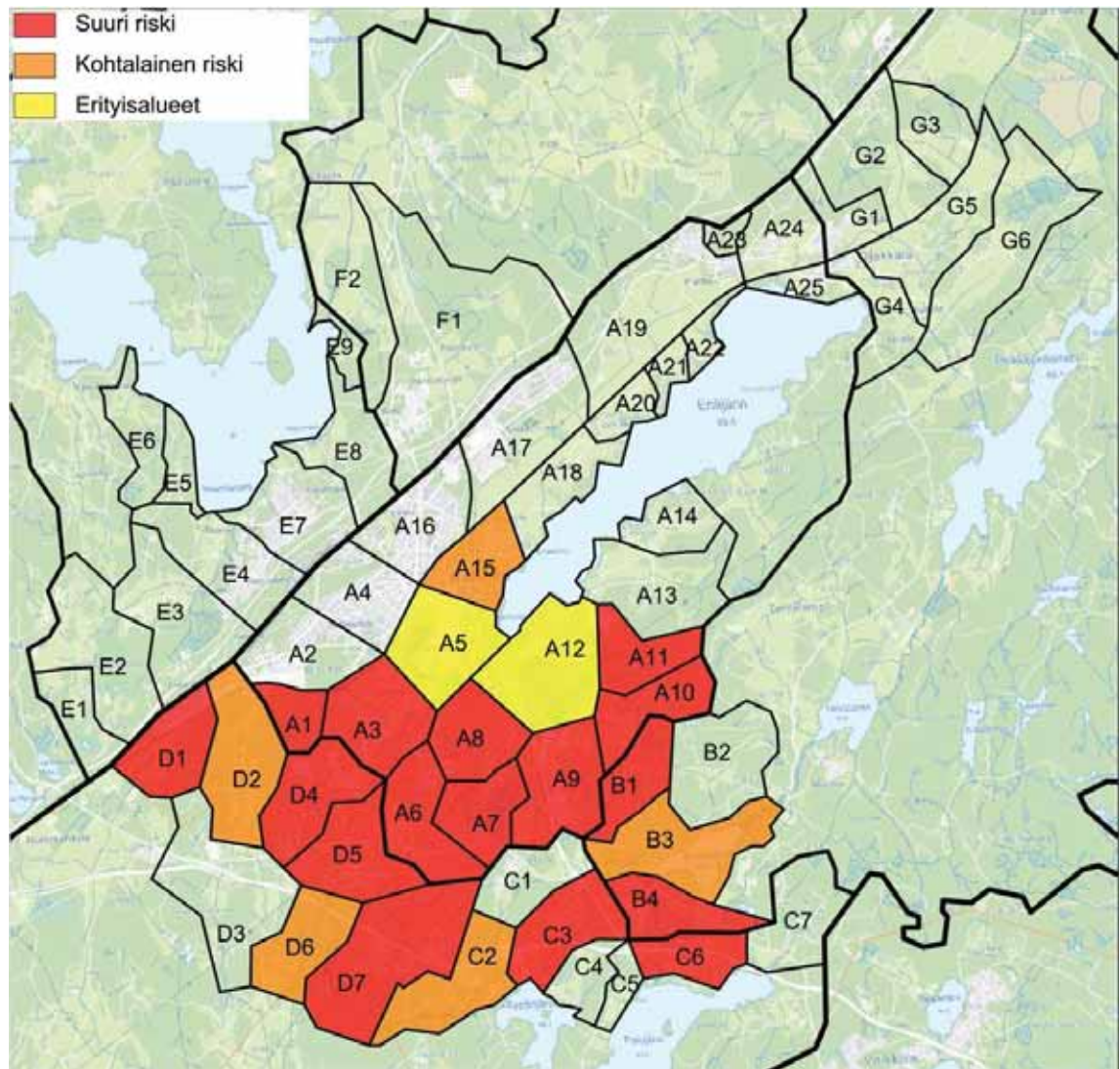
5.5 Vaikutukset arvokkaisiin luontokohteisiin

Suunnittelualueella on kymmeniä arvokkaita luontokohteita, jotka ovat vesitalouden kannalta herkkiä ekosysteemejä. Tässä selvityksessä tunnistetut luontokohteet ovat muun muassa erilaisia soita, lehtoja, luhtia, lampia, lähteitä, puroja ja noroja (ks. luku 3.7 ja Liite 1). Maankäytön vaikutukset luontokohteisiin voivat olla välittömiä tai välillisiä. Välitön vaikutus voi olla esimerkiksi puron vedenlaadun muuttuminen maankäytön muuttumisen myötä. Välillinen vaikutus voi olla esimerkiksi suon vesitasapainon muuttuminen sen valuma-alueella tapahtuvan maankäytön muuttumisen seurauksena.

Hulevesiolosuhteiden aiheuttamia riskejä luontokohteisiin arvioitiin jakamalla osavaluma-alueet luokkiin seuraavalla tavalla:

- 1 **Suuri riski:** Osavaluma-alueelle sijoittuu arvokkaita luontokohteita. Pintavalunnassa tapahtuu merkittävää kasvua (yli 30 %, Kuva 14) ja/tai kiintoaine-, kokonaisfosfori- tai kokonaistypipikuormitus kasvaa yli 20 %.
- 2 **Kohtalainen riski:** Osavaluma-alueelle sijoittuu arvokkaita luontokohteita. Pintavalunnassa tapahtuu vähäistä tai kohtalaista kasvua (alle 30 %, Kuva 14) ja/tai kiintoaine-, kokonaisfosfori- tai kokonaistypipikuormitus enintään 20 %.
- 3 **Erityisalueet:** Osavaluma-alueelle sijoittuu arvokkaita luontokohteita. Pintavalunnassa tapahtuu vähäistä tai kohtalaista kasvua. Osavaluma-alueelle kohdistuu merkittäviä muutoksia yläpuolisten valuma-alueiden maankäytöllisten muutosten myötä ja nämä yläpuoliset alueet on luokiteltu ”suuren riskin” alueiksi.

Suuren riskin alueita tunnistettiin 16 ja kohtalaisen riskin alueita 5. Erityisalueita tunnistettiin kaksi (A5 ja A12). Osavaluma-alue A12 on luontoarvoiltaan sekä hulevesien pidättymisen ja puhdistumisen kannalta tärkeä osavaluma-alue, jonka yläpuolisten osavaluma-alueiden maankäytön muutoksessa on tärkeää toteuttaa luonnonmukaisia hulevesien hallintamenetelmiä alueen A12 luonnonarvojen säilymiseksi.



Kuva 20 Luontokohteiden muuttumisen riski hulevesiolosuhteiden muuttumisen seurauksena

6 Hulevesien hallinnan tarpeen arviointi

Hulevesien määrällisen hallinnan tarpeen arviointi laadittiin purkuvesistöittäin luokitelluille osavaluma-alueille (A, B, C, D, E, F ja G alueet). Hulevesien hallinnan tavoitteelliseksi tasoksi valittiin viivytysalueiden määrä, jolla alueelta kerran viidessä vuodessa syntyvät hulevesien maksimivirtaamat leikkautuvat noin yhteen kolmasosaan verrattuna tilanteeseen, jossa viivästyttämistä ei tapahtuisi lainkaan. Seuraavassa taulukossa (Taulukko 4) on esitetty alueelliset hulevesien viivyttämiseen tarvittava tilavuus, joka voidaan toteuttaa keskitetyillä ratkaisulla (kosteikot ja altaat) sekä alueellisilla kiinteistökohtaisilla hulevesien viivytyksratkaisulla.

Taulukko 4 Kiinteistökohtaisen hulevesien hallinnan tavoitetaso ja mitoitus

Osavaluma-alue	Pinta-ala [ha]	Pintavaluntekerronin [-]	Hulevesien hallinnan tavoitetilavuus [m ³]	Hulevesien hallinnan alueellinen tarve [m ³ /100 m ²]	Valittu alueellinen mitoitus [m ³ /100 m ²]
A osa-alueet	2529,3	0,20	38 000	0,75	0,75
B osa-alueet	442,96	0,29	8 800	0,68	0,70
C osa-alueet	607,3	0,23	9 900	0,71	0,70
D osa-alueet	1047,2	0,23	17 100	0,71	0,70
E ja F osa-alueet	1631,2	0,11	10 000	0,54	0,50
G osa-alueet	770,5	0,16	6 000	0,49	0,50

Alueellisen hulevesien hallinnan mitoitusasteeksi kiinteistökohtaisille ratkaisuille muodostuu osa-alueesta riippuen 0,50–0,75 m³ viivytystilavuutta jokaista vettä läpäisemättä 100 m² kohden. Tavoitetasoa tulee soveltaa erityisesti uusien alueiden kaavoituksessa ja rakentamisessa. Vanhoille jo rakennetuille alueille tavoitekriteerin soveltamista tulee edellyttää täydennysrakentamisen yhteydessä, mutta hulevesien hallinnan tason parantaminen ja esitetyn tavoitetason saavuttaminen edellyttää näillä alueilla keskitettyjen hulevesien hallintaratkaisuiden toteuttamista yleisillä viheralueilla.

Seuraavassa taulukossa (Taulukko 5) on esitetty aluekohtaisesti hulevesien määrällisen hallinnan tarpeet. Lisäksi on korostettu alueet, joiden hulevesien laatu tyypillisesti poikkeaa keskimääräisesti ja näiltä alueilta muodostuvat hulevedet kuormittavat purkuvesistöjä voimakkaimmin. Tällaisille alueille on syytä harkita myös hulevesien laatua parantavia toimenpiteitä.

Taulukko 5 Hulevesien viivytystilavuustarve osavaluma-aluekohtaisesti

[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]	[m ³]
A1 1 000	B1 1 400	C1 2 200	D1 1 400	E1 400	G1 600
A2 900	B2 1 300	C2 1 800	D2 1 900	E2 1 000	G2 1 400
A3 3 000	B3 5 600	C3 2 500	D3 2 700	E3 1 000	G3 600
A4 1 400	B4 1 500	C4 700	D4 3 300	E4 900	G4 800
A5 2 800		C5 400	D5 2 600	E5 300	G5 1 400
A6 2 000		C6 1 000	D6 1 400	E6 500	G6 1 500
A7 1 300		C7 1 200	D7 3 700	E7 800	
A8 2 600				E8 300	
A9 3 000				E9 200	
A10 1 300				F1 2 900	
A11 1 200				F2 1 200	
A12 2 100					
A13 1 500					
A14 1 500					
A15 1 700					
A16 1 400					
A17 2 100					
A18 1 200					
A19 2 800					
A20 500					
A21 300					
A22 400					
A23 200					
A24 1 200					
A25 600					

Sinisellä tekstillä merkityillä alueilla ravinteiden (fosfori ja typpi) kuormitus on keskimääräistä suurempaa ja tulee ottaa huomioon hulevesien hallintaratkaisuja

Harmaalla rasterilla merkityillä alueilla hulevesien kiintoaineksen määrä on tyypillisesti keskimääräistä korkeampaa ja tulee ottaa huomioon hulevesien hallintaratkaisuja suunniteltaessa

7 Hulevesien hallintatoimenpiteet

7.1 Hulevesien keskitetty ja hajautettu hallinta

Hulevesiä voidaan hallita aluemittakaavassa hajautetusti tai keskitetysti. Hajautetussa hulevesien hallinnassa toimenpiteet kohdistuvat suhteellisen pieneltä alueelta muodostuviin hulevesiin lähellä niiden syntypaikkaa. Hajautetun ja paikallisen hulevesien imeytysratkaisuiden mittakaavana voidaan pitää yleisesti yhden tai useamman kiinteistön kattavia ratkaisuja. Keskitetyssä hulevesien hallinnassa toimenpiteet kohdistetaan laajemman alueen hulevesiin. Keskitetyn hulevesien hallinta kohdistuu useamman korttelin tai jopa koko kaupunginosan alueelta muodostuviin hulevesiin.

Hajautetun ja keskitetyn hulevesien hallinnan ja hallinnassa sovellettavien ratkaisujen eroavaisuuksia on esitetty seuraavassa taulukossa (Taulukko 6):

Taulukko 6 Yhteenveto hulevesien hajautetusta ja keskitetystä hallinnasta

	Hajautettu hulevesien hallinta	Keskitetty hulevesien hallinta
Mittakaava	<p>Kiinteistömittakaava, lähellä syntypaikkaa.</p> <p>Hallintaratkaisut pienimittakaavaisia ja vähän tilaa vieviä.</p> <p>Hyvän hulevesien hallinnan tason saavuttaminen edellyttää toimenpiteitä lukuisilla kiinteistöillä.</p>	<p>Useamman korttelin tai kaupunginosan hulevesien hallinta.</p> <p>Keskitetyllä hulevesien hallinnalla huolehditaan erityisesti yleisten alueiden ja liikennealueiden hulevesien hallinnasta.</p> <p>Kiinteistökohtainen, hajautettu hulevesien hallinta ei välttämättä poista keskitetyn hulevesien hallinnan tarvetta mutta voi pienentää sen mitoituksellista tarvetta</p>
Hulevesien määrän hallinta	<p>Imeyttämällä voidaan vähentää hulevesien määrää merkittävästi. Imeyttämiseen yhdistetty viivyttäminen leikkaa tehokkaasti alueellisia maksimivirtaamia.</p> <p>Hulevesien määrällinen hallinta maankäytöllisesti tehokasta, kiinteistökohtaiset ratkaisut voidaan tarvittaessa mitoittaa tehokkaasti ja vähän pinta-alaa vievillä ratkaisuilla vaikutukset kiinteistön maankäyttöön jäävät vähäisiksi.</p>	<p>Imeyttämisen vaikutus hulevesien alueelliseen määrään on yleensä vähäisempi kuin hajautetulla järjestelyllä. Imeyttämiseen yhdistetty viivyttäminen leikkaa tehokkaasti alueellisia maksimivirtaamia.</p> <p>Laajojen alueiden hallintaratkaisut joudutaan yleensä sijoittamaan alaville alueille => rakenteiden tehollinen vesisyvyys jää vähäiseksi => pinta-alantarve kasvaa</p>
Hulevesien laadullinen hallinta	<p>Paikallisessa imeyttämisessä ei laadullisia ongelmia puisto- ja asuinkortteleiden osalta. Muiden maankäyttömuotojen alueilta hulevesien käsittelytarve on arvioitava tapauskohtaisesti.</p> <p>Eräiltä toiminnoilta, kuten polttoaineiden jakeluasemilta, edellytetään hulevesien laadun suhteen erityistoimintoja (esim. öljyn- ja kiintoaineen erottaminen)</p>	<p>Laajoilla alueilla muodostuvien hulevesien laatuun vaikuttaa koko valuma-alueen olosuhteet, eikä ns. puhtaita hulevesiä pystytä erottelemaan ja ohjaamaan imeytykseen ilman esikäsittelyä. Laajempien alueiden hulevesien laadullinen hallinta edellyttää lähtökohtaisesti aina jonkin asteista esikäsittelyä.</p>
Hulevesien imeyttäminen	<p>Kiinteistökohtaisessa imeytysratkaisussa hulevesien laatu ei yleensä edellytä esikäsittelyä kun imeytykseen voidaan ohjata ns. "puhtaita hulevesiä".</p> <p>Likaiseksi tunnistettuja hulevesiä esim. liikennealueilta ei pidä imeyttää ilman asianmukaista laadullista esikäsittelyä. Liikennealueiden hulevesien imeyttämisessä tulee suosia imeyttämistä maanpinnan kasvillisuuskerroksen läpi ja välttää maanalaisia imeytysratkaisuja.</p> <p>Imeytysratkaisut voivat olla pienimittakaavaisia imeytyskaivantoja (imetykskaivot- ja kasetit, avoimet sepelirakenteet tms.) tai paikallisia imeytyspainanteita/kosteikkoja.</p>	<p>Laajempien alueiden hulevesien imeytysratkaisut edellyttävät esikäsittelyä (kiintoaineksen pidättämiseksi) ennen imeyttämistä.</p> <p>Imeytysratkaisut ovat yleensä avoimia imeytyspainanteita, jotka tyypillisesti ovat kasvillisuuden peittämiä kosteikkoja, joihin liittyy suurten virtaamien aikaan täyttyvä lammikotumistila.</p> <p>Erittäin tiiviisti rakennetuilla taajama-alueilla voivat tulla kysymykseen myös imeytykseen soveltuvat kaivannot, joissa vesi ohjataan maanalaisen rakenteen "huokostilaan", josta hulevesi edelleen imeytyy maaperään.</p>

7.2 Hulevesien hallinta pohjavesialueella

Suunnittelualuetta halkoo Lohjanharju, joka on merkittävä pohjavesialue. Pohjavesialueella luontaisesti suuri osa sadannasta imeytyy maaperään ja imeytyneestä vedestä muodostuu pohjavettä. Maankäytön muutokset pohjavesialueella pyrkivät muuttamaan alueen hydrologista tasapainoa. Vettä läpäisemättömän pinnan lisäantäyessä on pyrittävä säilyttämään alueen luontainen pohjavesien muodostumistaso erityisin imeytysratkaisuin.

Pohjavesialueella ja erityisesti talousvedenhankintaan käytettävällä pohjavesialueella on kiinnitettävä huomiota liikennealueiden liukkaudenestoon käytettävän suolan ja myös valtateihin liittyvän onnettomuuksien muodostamaan pohjavesien pilaantumisriskiin. Näillä alueilla on huomioitava myös pohjaveden suojelu ja siihen liittyvän lainsäädännön vaatimukset (Ympäristönsuojelulaki 86/2000, Vesilaki 587/2011). Seuraavassa on esitetty eräitä suoria lainauksia Kuntaliiton julkaisemasta Hulevesioppaasta (2012).

”Vedenhankintaa varten tärkeillä tai vedenhankintaan soveltuvilla pohjavesialueilla tarvitaan pääteiden- ja katujen hulevesiä varten suolan käytön ja onnettomuusriskin takia pohjavesisuojaus ja hulevesien johtaminen pohjavesialueen ulkopuolelle.”

”Erityistapauksissa – esimerkiksi teollisuusalueilla ja tiesuolaa käytettäessä – tulisi käyttää tapauskohtaista harkintaa imeyttämisen soveltamisessa.”

Tämän tulkinnan perusteella talviaikaisen tiesuolauksen piirissä olevien tiealueiden hulevedet tulisi lähtökohtaisesti johtaa pohjavesialueiden ulkopuolelle ja välttää näiden hulevesien imeyttämistä pohjavesialueella. Vain erityisen harkinnan ja tapauskohtaisen ja paikalliset olosuhteet huomioivan arvioinnin perusteella näiden alueiden hulevesiä voidaan imeyttää pohjavesialueella.

Seuraavassa listassa on esitetty kootusti suositukset toimenpiteistä pohjavesialueilla. Toimenpiteillä pyritään vähentämään rakentamisesta aiheutuvia muutoksia alueiden hydrologisessa tasapainossa ja huolehtimaan ettei hulevesien imeyttamisestä aiheudu laadullista riskiä pohjavesille:

- Hulevesien imeyttäminen pohjavesialueella:
 - Lämpisevien päällysteiden hyödyntäminen kiinteistökohtaisesti
 - Imeytyskaivanto: karkealla kiviaineksella täytetty kaivanto, johon johdettu hulevesi täyttää huokostilavuuden ja imeytyy hiljalleen ympäröivään maaperään. Maanalaisissa imeytyskaivannoissa karkea kiviaines voidaan korvata tehdasvalmisteisilla kennorakenteilla.
 - Imeytyspainanne: ympäristöään alempana oleva kasvillisuuden peittävä alue, jossa hulevedet voivat lammikoitua ja josta ne voivat imeytyä maaperään.
- Hulevesien imeytysratkaisuina tulisi alueella yleisesti suosia kiinteistökohtaisia tai muulla tavoin mahdollisimman paikallisia imeytysratkaisuja, jolloin voidaan paremmin hallita hulevesien laadullista sopivuutta imeyttämiseen.
- Likaisempien hulevesien imeyttämisen edellytyksenä tulisi olla riittävä laadullinen käsittely ennen imeyttämistä. Tavallisen liikennealueen hulevesille riittää kiintoaineksen pidättävä käsittely ennen imeyttämistä. Imeytysratkaisuissa tulisi suosia imeyttämistä maanpinnan kasvillisuuskerroksen läpi.
- Imeytysrakenteita ei lähtökohtaisesti tule sijoittaa maaperältään pilaantuneiden alueiden läheisyyteen.
- Erityistoimintojen edellyttämiä hulevesienhallinnan määräyksien noudattaminen (esim. polttoaineiden jakeluasemien vesienhallinta)

7.3 Suositukset hulevesien hallintaan

Hulevesien hallinnan perusratkaisuina Nummelan ja Ojakkalan alueella suositellaan (Kuva 21):

- Hulevesien paikallinen imeyttäminen (soveltuvilla alueilla)
- Alueellisesti ja hajautetusti toteutettavat käsittely ja viivytyseratkaisut (kiinteistökohtaisesti) (Taulukko 5)
- Keskitetyt hulevesien hallintaratkaisut (viheralueilla)

Hulevesien laajamittainen imeyttäminen kiinteistökohtaisilla ratkaisuilla edellyttää koordinoitua ohjeistusta soveltuvista ratkaisuista ja niiden soveltamisesta eri alueilla.

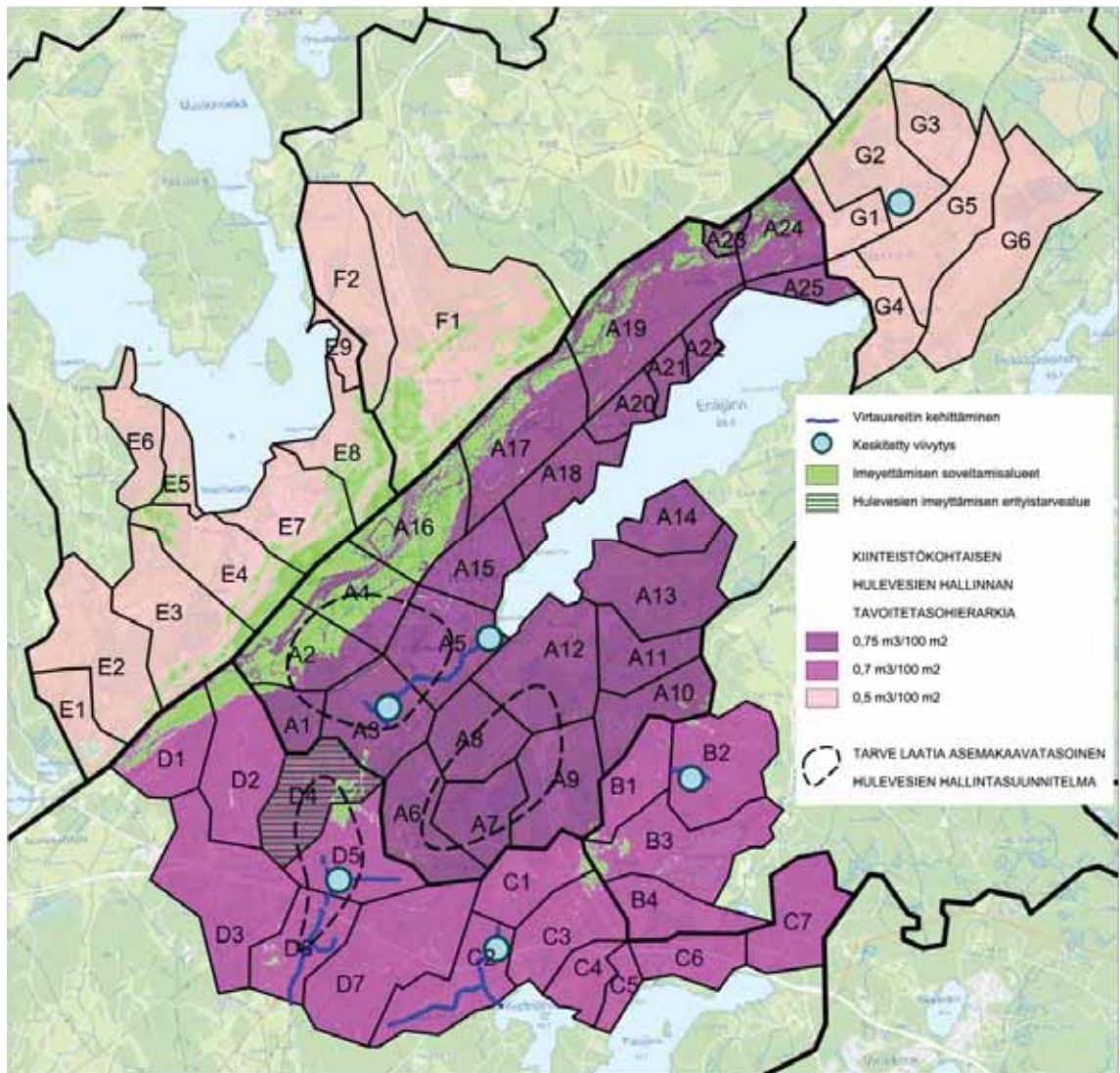
Hulevesien hallintaratkaisu ja alueellinen mitoitus tulee perustua tarpeeseen, joka on esitetty taulukossa (Taulukko 5). Keskitettyjä päävirtausreittien yhteyteen sijoittuvien hulevesien viivytyserkaisuista tarvitaan osa-alueilla A3, A5, C2 D5 ja D6. Näiden rakenteiden tarkempi mitoitus määräytyy rakenteen valuma-alueen laajuuden ja pintavaluntaominaisuuksien perusteella. Viivytyserakenteen mitoituksessa on kuitenkin tarkoituksen mukaista pysyä osa-alueille määritetyn viivytystarpeen puitteissa.

Nykyisillä taajama-alueilla tulee kiinnittää huomiota hulevesiolosuhteiden vaivihkaiseen muuttumiseen ja yhdyskuntarakenteen tiivistymiseen. Kaavamääräyksillä ja rakentamistapaohjeilla tulisi pyrkiä vaikuttamaan siihen, että vettä läpäisemättömien pintojen määrä ei merkittävästi lisääntyisi täydennysrakentamisen myötä. Tiivistyväsä yhdyskuntarakenteessa tulisi varmistaa virtausreittien riittävä mitoitus ja ylläpito. Tämä on erityisen tärkeää Nummelan alueella, jossa luontaisia pintavaluntareittejä rajoittavat Hanko-Hyvinkää rautatie, valtatie 2 ja niihin liittyvät rumpurakenteet.

Hulevesien hallinnan olosuhteiden ja tavoitteiden monimuotoisuuden vuoksi on vaikeimmissa paikoissa syytä laatia asemakaava tasoinen hulevesien hallintasuunnitelma, jonka laajuus tulee määräytyä valuma-alueiden mukaan. Asemakaavatasoisessa hulevesien hallintasuunnitelmassa pystytään tunnistamaan paikalliset riskit ja sovitamaan hallintaratkaisut paikallisiin olosuhteisiin. Seuraaville alueille tulisi laatia asemakaavatasoiset hulevesiselvitykset:

- Nummela: alueet A1, A2, A3, A4 ja A5 muodostama kokonaisuus
- Nummela: alueet A6, A7, A8, A9 ja A12 muodostama kokonaisuus
- Etelä-Nummela: alueet D4, D5 ja D6 muodostama kokonaisuus

Osavaluma-alueella D4 suunniteltujen maankäytön muutoksien on arvioitu aiheuttavan merkittävän riskin pohjaveden muodostumiselle (Kuva 16). Alue ei kuitenkaan ole pohjavesialuetta. Tämän vuoksi alue luokiteltiin hulevesien imeyttämisen erityistarve-alueeksi (Kuva 21).



Kuva 21 Hulevesien hallintaratkaisut (kartta myös raportin liitteenä 5)

7.3.1 Alueellisten hajautettujen hulevesienhallintaratkaisuiden soveltaminen

Alueellisten ja hajautettujen hallintamenetelmien soveltaminen on tehokasta vain jos menetelmiä sovelletaan alueella laajasti. Tämän vuoksi vanhoilla jo rakennetuilla alueilla on hajautetuilla menetelmillä erittäin hankalaa saavuttaa asetettuja tavoitteita hulevesien hallinnassa. Uusien kaava-alueiden kohdalla lähtökohta on toinen. Uusilla alueilla voidaan jo maankäytön suunnittelussa huomioida sekä kiinteistökohtaiset tarpeet hulevesien hallinnalle että hulevesien johtamisen ja alueellisesti järjestetyn keskitetyn hulevesien hallinnan tarpeet ja aluevaraukset. Kiinteistökohtaiseksi hulevesien hallinnaksi on tässä yhteydessä ymmärretty sekä asutusalueiden kiinteistöt että myös liikenteen, kaupan ja teollisuustoimintojen kiinteistöalueet.

Hajautetuilla ja kiinteistökohtaisilla hulevesien hallintaratkaisuilla tulisi kiinnittää huomiota seuraaviin tavoitteisiin:

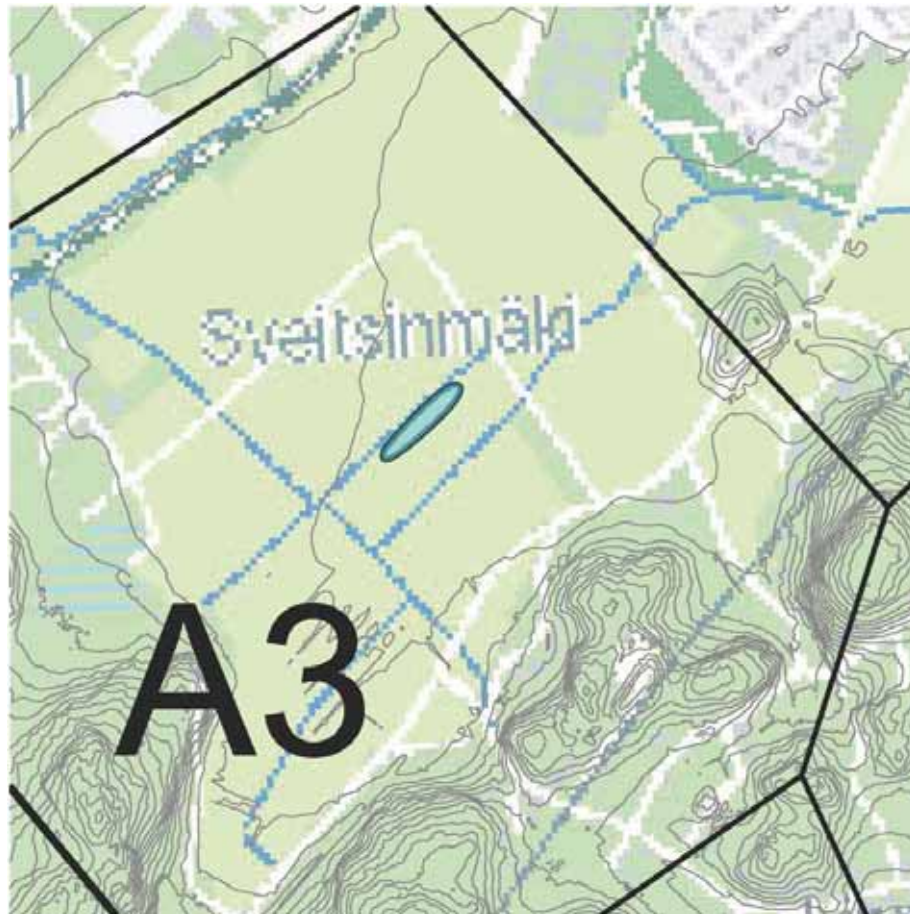
1. Tavoite: Hulevesien määrän vähentäminen
 - a. Ratkaisu: vettä läpäisemättömän pinta-alan vähentäminen kiinteistöillä, vettä läpäisevät pinnoitteet
 - b. Ratkaisu: hulevesien keräily ja hyötykäyttö esimerkiksi puutarhan kasteluvetenä
 - c. Ratkaisu: hulevesien kiinteistökohtainen imeyttäminen
 - i. Imeytyspainanteet
 - ii. Imeytyskaivot
2. Tavoite: Hulevesien hallittu johtaminen ja viivyttäminen
 - a. Ratkaisu: avo-ojien suosiminen hulevesien johtamisessa korttelialueiden sisällä
 - b. Ratkaisu: avopainanteet hulevesien johtamisreitinä katujen varsilla
 - c. Ratkaisu: kiinteistökohtaiset viivytyrakenteet
 - i. Viivytyspainanteet ja pintavaluntaratkaisut
 - ii. Kaupallisesti myytävät viivytyrakennetuotteet, jotka voidaan tarvittaessa sijoittaa maan alle

On huomattava, että kaikki pintavaluntareitit eivät sovellu kiinteistöjen kuivatusvesien ympärivuotiseen johtamiseen ja niitä varten on varauduttava rakentamaan tavanomaiset hulevesiviemärit tarvittaessa.
3. Tavoite: Hulevesien laadullinen hallinta
 - a. Ratkaisu: hulevesien viivyttäminen vähentää hulevesien mukana kulkeutuvan kiintoaineksen määrää
 - b. Ratkaisu: ”puhtaiden” hulevesijakeiden erottelu muista kiinteistön hulevesistä ja ohjaaminen imeyttämiseen
 - c. Ratkaisu: ”likaisten” hulevesijakeiden erottelu muista kiinteistön hulevesistä ja ohjaaminen joko hulevesiviemäriin tai paikalliseen käsittelyyn. Hulevesien paikallista käsittelyä tai johtamista hallitusti käsittelyyn muualle voidaan edellyttää alueilta, joilta muodostuu liuotin- tai raskasmetallipitoisia hulevesiä. Tällaisia alueita voivat olla esimerkiksi erilaiset teollisuusalueet tai raskaanliikenteen kuormittamat logistiikka-alueet.

7.3.2 Keskitettyjen hallintaratkaisuiden yleispiirteinen määrittely

Hulevesien hallintaratkaisuuina on esitetty keskitettyjä hallintaratkaisuja, kosteikkoja tai altaita. Tässä yhteydessä näille rakenteille on pyritty löytämään tarkoituksen mukainen sijainti ja määritetty alustava vesitekninen mitoitus. Näiden kohteiden tarkka kuvaus ja rakenteiden luonne määritellään myöhemmin yksityiskohtaisessa suunnittelussa.

Allas "A3"



Hulevesiä viivyttävä ja kiintoainesta pidättävä hulevesiallas tai kosteikko

Pinta-ala: 4 000 m², viivytystilavuus: 2 000 m³

Yläpuolisen valuma-alueen (A1, A2 ja A3) hulevesien hallintatarve on yhteensä 4 900 m³. Esitetyn hulevesialtaan tai kosteikon vaikutus hulevesien hallinnantarpeen kohdentamiseen alueellisesti:

- Ilman allasta 0,75 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa
- 2 000 m³ viivyttävä hulevesirakenne => 0,50 m³ / 100 m²

Huom! Kiinteistöille sovellettavaa hulevesien viivyttämisen tarvetta ei ole syytä laskea alle tason 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa.

Allas "A5"



Hulevesiä viivyttävä ja kiintoainesta pidättävä hulevesiallas tai kosteikko.

(Huom. Ridalinojan altaat ja kosteikot on jo rakennettu vuosina 2005–2006 ja 2008–2011)

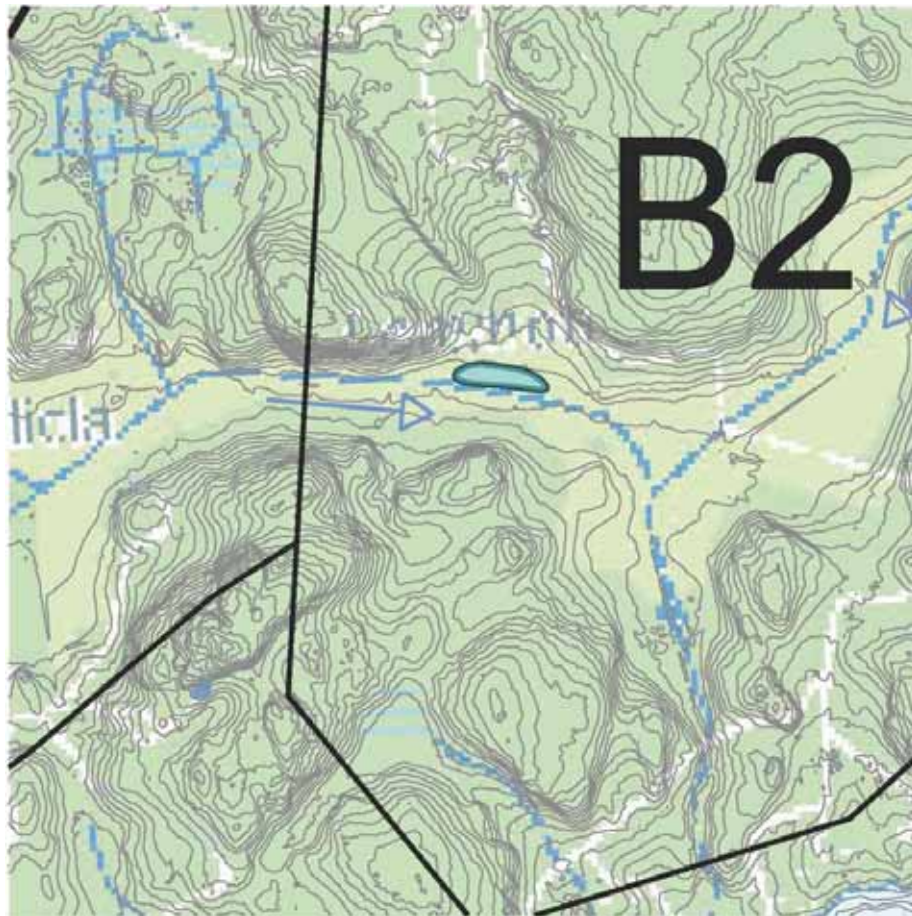
Pinta-ala: 2 000 m², viivytystilavuus: 1 500 m³

Yläpuolisen valuma-alueen (A1, A2, A3, A4 ja A5) hulevesien hallintatarve on yhteensä 9 100 m³. Esitetyn hulevesialtaan tai kosteikon vaikutus hulevesien hallintatarpeen kohdentamiseen alueellisesti:

- Ilman allasta 0,75 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa
- 1 500 m³ viivyttävä hulevesirakenne => 0,63 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa, alueet A1–A5, ilman allasta "A3"
- 3 500 m³ viivyttävä hulevesirakenne (allas "A3" + "A5") => 0,50* m³ / 100 m², alueet A1–A5

Huom! Kiinteistöille sovellettavaa hulevesien viivyttämisen tarvetta ei ole syytä laskea alle tason 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa.

Allas "B2"



Hulevesiä viivyttävä ja kiintoainesta pidättävä hulevesiallas tai kosteikko

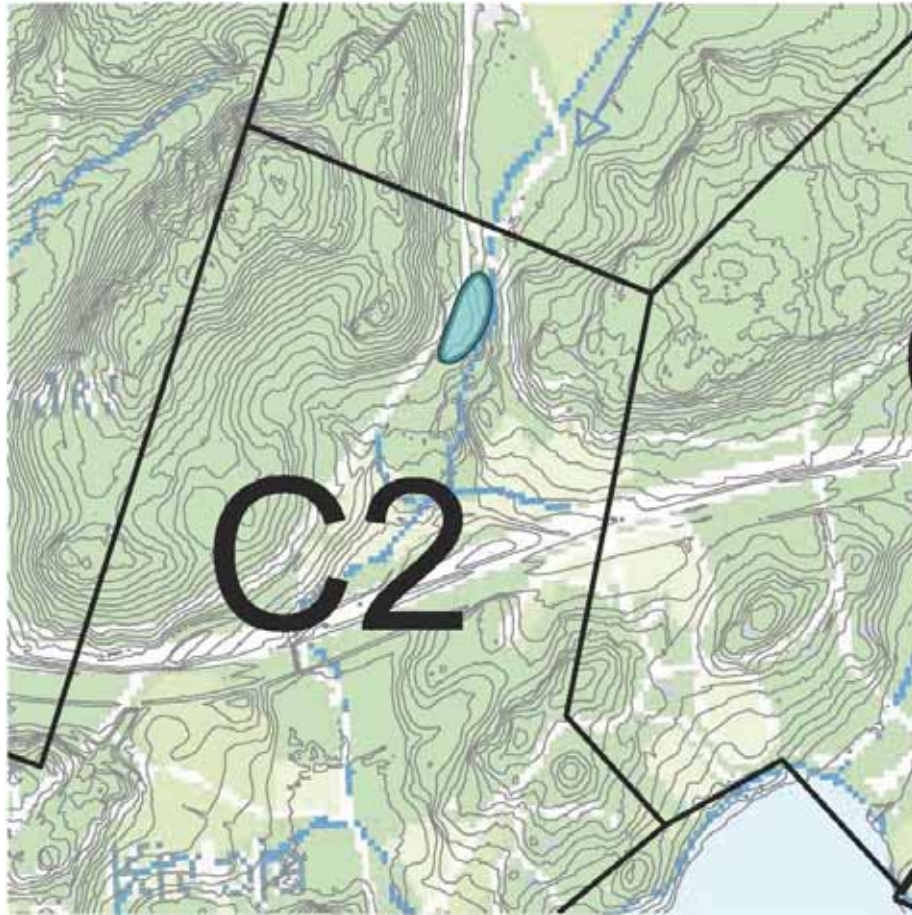
Pinta-ala: 1 400 m², viivytystilavuus: 700 m³

Yläpuolisen valuma-alueen (B1) hulevesien hallintatarve on yhteensä 1 400 m³.
Esitetyn hulevesialtaan tai kosteikon vaikutus hulevesien hallinnantarpeen kohdentamiseen alueellisesti:

- Ilman allasta 0,70 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa
- 700 m³ viivyttävä hulevesirakenne => 0,50 m³ / 100 m²

Huom! Kiinteistöille sovellettavaa hulevesien viivyttämisen tarvetta ei ole syytä laskea alle tason 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa.

Allas "C2"



Hulevesiä viivyttävä ja kiintoainesta pidättävä hulevesiallas tai kosteikko

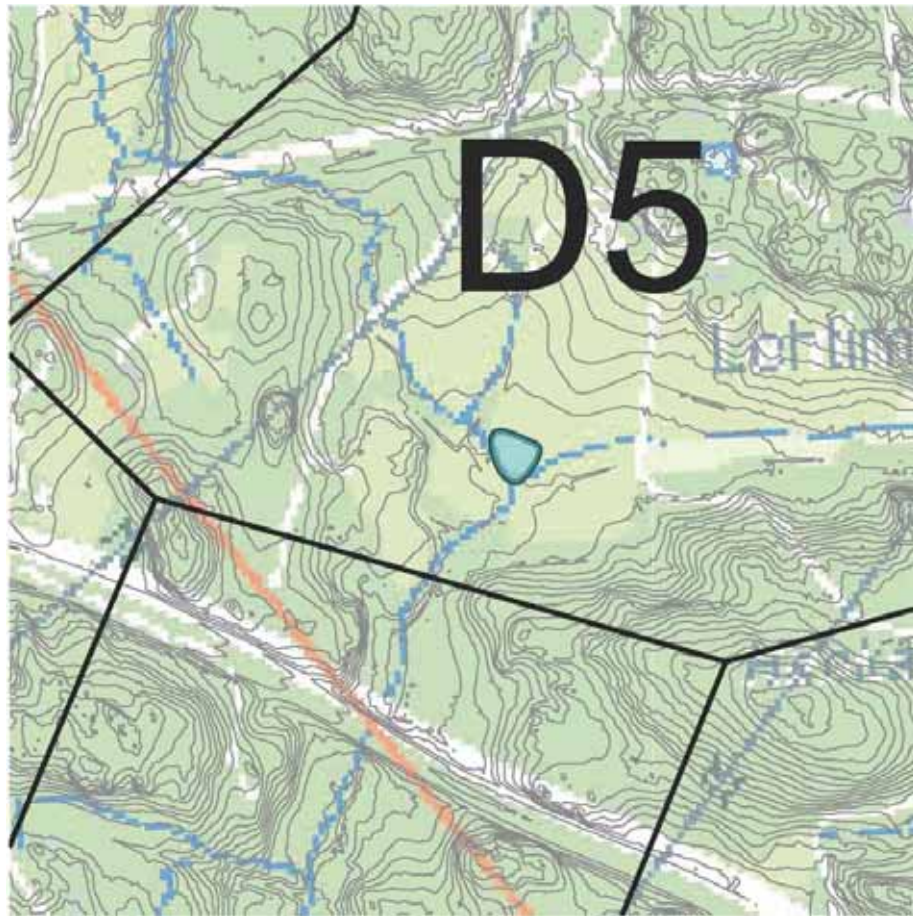
Pinta-ala: 2 000 m², viivyttävyyden tilavuus: 1 000 m³

Yläpuolisen valuma-alueen (C1) hulevesien hallintatarve on yhteensä 2 200 m³.
Esitetyn hulevesialtaan tai kosteikon vaikutus hulevesien hallinnantarpeen kohdentamiseen alueellisesti:

- Ilman allasta 0,70 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa
- 1 000 m³ viivyttävä hulevesirakenne => 0,50 m³ / 100 m²

Huom! Kiinteistöille sovellettavaa hulevesien viivyttämisen tarvetta ei ole syytä laskea alle tason 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa.

Allas "D5"



Hulevesiä viivyttävä ja kiintoainesta pidättävä hulevesiallas tai kosteikko

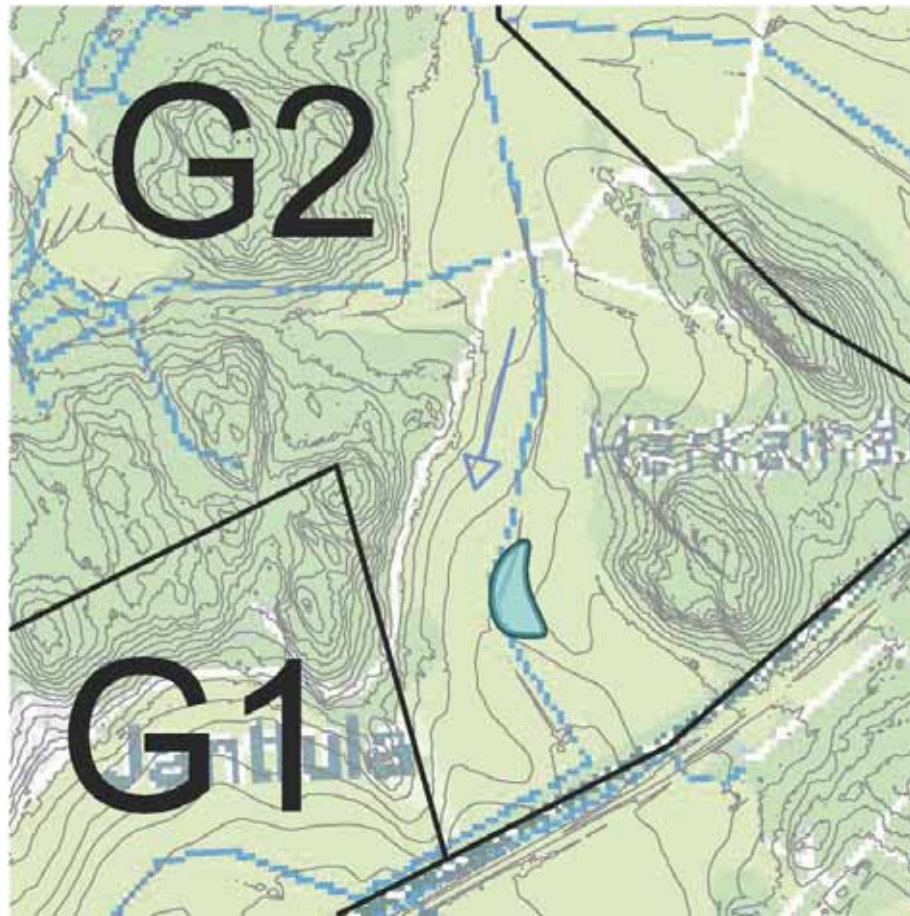
Pinta-ala: 2 000 m², viivytystilavuus: 1 000 m³

Yläpuolisen valuma-alueen (D4, D5) hulevesien hallintatarve on yhteensä 5 900 m³.
Esitetyn hulevesialtaan tai kosteikon vaikutus hulevesien hallinnantarpeen kohdentamiseen alueellisesti:

- Ilman allasta 0,70 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa
- 1 000 m³ viivyttävä hulevesirakenne => 0,58 m³ / 100 m²

Huom! Kiinteistöille sovellettavaa hulevesien viivyttämisen tarvetta ei ole syytä laskea alle tason 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa.

Allas "G2"



Hulevesiä viivyttävä ja kiintoainesta pidättävä hulevesiallas tai kosteikko

Pinta-ala: 1 000 m², viivytystilavuus: 500 m³

Yläpuolisen valuma-alueen (G2) hulevesien hallintatarve on yhteensä 1 400 m³.
Esitetyn hulevesialtaan tai kosteikon vaikutus hulevesien hallinnantarpeen kohden-
tamiseen alueellisesti:

- Ilman allasta 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa
- 500 m³ viivyttävä hulevesirakenne => 0,50 m³ / 100 m²

Huom! Kiinteistöille sovellettavaa hulevesien viivyttämisen tarvetta ei ole syytä las-
kea alle tason 0,50 m³ / 100 m² vettä läpäisemätöntä pintaa.

Lähteet

Korhonen J. ja Haavanlammi E. (toim.), 2012. Hydrologinen vuosikirja 2006–2010. Suomen ympäristö 8 / 2012. Suomen ympäristökeskus, luonnonvarat.

Kotola J. & Nurminen, J. 2003. Kaupunkialueiden hydrologia – valunnan ja ainehuuhtouman muodostuminen rakennetuilla alueilla. Teknillisen korkeakoulun vesitalouden ja vesirakennuksen julkaisuja 8.

Kuntaliitto 2012. Hulevesiopas.

Lempinen P. (toim.) 1998. Vihdin Enäjärven kunnostus: Raportti vuosien 1993–1997 toimenpiteistä ja tutkimuksista. Uudenmaan ympäristökeskukset. Alueelliset ympäristöjulkaisut 78.

Luontotieto Keiron Oy 2007. Vihdin kunta, Nummelan eteläosien osayleiskaava 1B – Höytiönnummen osa-alue.

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2013. Internetsivut 23.4.2013: <http://www.vesientila.fi/fi/kunnat/vihti/jarvet/hiidenvesi>

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry. Internetsivut: <http://www.hiidenvesi.fi/fi/hiidenvesi/>

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012a. Siuntionjoen vesistön yhteistarkkailun yhteenveto, Laajan tarkkailuvuosi 2011.

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012b. Hiidenveden pistekuormittajien yhteistarkkailu yhteenveto vuodelta 2011.

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012c. Hiidenveden kunnostus 2008–2011. Loppuraportti.

Länsi-Uudenmaan vesi ja ympäristö ry 2012d. Hiidenveden lähialueen kosteikkojen yleissuunnitelma.

Pöyry Environment Oy 2009. Vihdin kunta, Etelä-Nummelan pintavesiselvitys.

Pöyry Finland Oy 2011. Patrik Sarajuuri, Vihdin Verisuon maa-ainespuiston ympäristöluvan täydennys.

Rantakokko K. 2004. Alimmat suositeltavat rakentamiskorkeudet Uudenmaan ja Itä-Uudenmaan suurimmilla järvillä. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 149.

Ramboll 2013. Vihdin kunta, Enäjärven kunnostus vuosina 2005–2012.

Ramboll 2012. Hiidenveden kunnostus 2012–2015 – hanke, Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelma.

Saarijärvi E. (toim.) (Vesi-Eko Oy) 2003. Hiidenveden kunnostus- ja hoitosuunnitelma. Uudenmaan ympäristökeskus – Monisteita 136.

Suomen ympäristökeskuksen ylläpitämä järviwiki: <http://www.jarviwiki.fi>

Ympäristöhallinnon internetsivut 27.6.2013 (Vihdin pohjavesialueet). <http://www.ymparisto.fi/?contentid=98376&lan=fi>