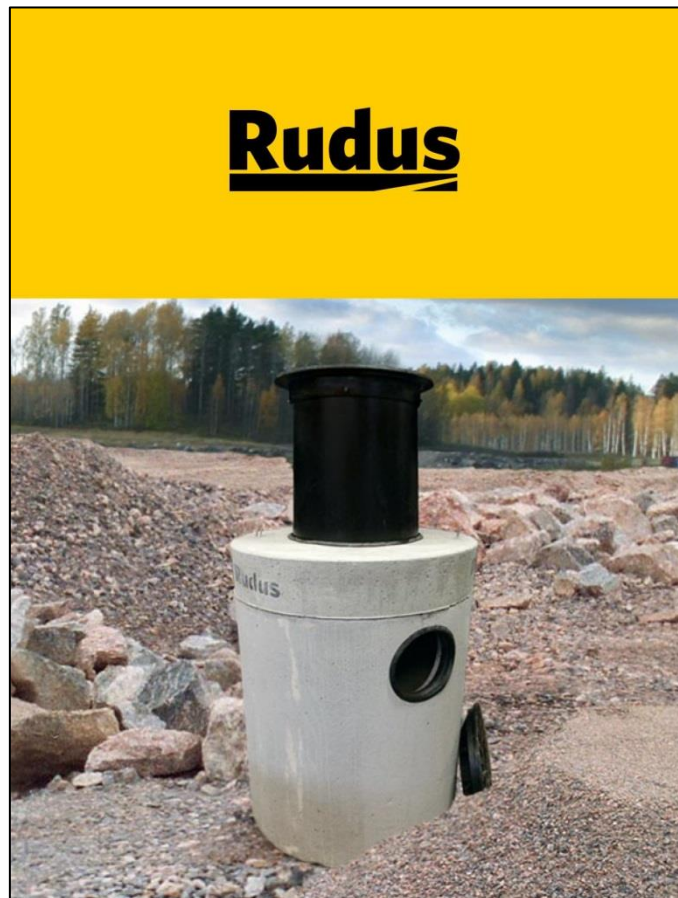


Asiakirjatyyppi
Raportti

Päivämäärä
30.12.2015

HULEVESIEN VIIVYTTÄMINEN RUDUKSEN TUOTTEILLA



Tarkastus
Päivämäärä **30.12.2015**
Laatija **Niina Siitonen**
Tarkastaja **Jari Laihonen, Kimmo Hell, Juha Forsman**
Hyväksyjä **Mika Tulimaa, Rudus Oy**
Kuvaus

Viite 1510022095
Kannen kuva Rudus

SISÄLTÖ

1.	Johdanto	1
2.	Hulevesien hallinta ja mitoituserusteet	2
3.	Kohde-esimerkit	3
3.1	Pientalotontti	3
3.2	Kerrostalotontti	3
3.3	Kauppakeskus	4
3.4	Kaava-aluearkastelu	5
4.	Mitoituksessa käytetyt Ruduksen tuotteet	6
5.	Tulokset	7
5.1	Pientalotontti	7
5.2	Kerrostalotontti	7
5.3	Kauppakeskus	8
5.4	Kaava-aluearkastelu	9
5.5	Mitoitustaulukko	9
6.	Yhteenveto	14

1. JOHDANTO

Tässä selvityksessä tarkasteltiin Ruduksen suurimpien betonisten kaivojen ja putkien soveltuvuutta hulevesien viivyttämiseen erilaisissa esimerkkikohteissa. Tavoitteena oli luoda taulukkomuotoinen esitys eri mittaluokan kohde-esimerkeistä ja antaa esimerkkejä siitä miten esimerkiksi kaavassa esitetyn viivytyksvaatimuksen mukainen hulevesimäärä saadaan viivytettyä Ruduksen tuotteita hyödyntäen. Esimerkkikohteiksi valittiin erikokoisia alueita; pientalotontti, kerrostalotontti, kauppakeskus sekä alue, jossa on erilaisia maankäyttömuotoja (myöhemmin ”kaava-alue”).

Työssä keskityttiin maanalaisiin viivytyksratkaisuihin, eikä siinä huomioitu huleveden johtamista maanpäällisissä rakenteissa, eikä vedenpuhdistukseen tähtääviä ratkaisuja.

Rambollissa mitoituksen laati suunnittelija Niina Siitonen. Sisäisessä ohjausryhmässä toimivat laadunvarmistuksen ja projektinjohdon osalta Jari Laihonon, hulevesiasioiden erityisasiantuntijana Kimmo Hell ja geotekniikan erityisasiantuntijana Juha Forsman. Rudukselta yhteyshenkilönä toimi Mika Tulimaa.

2. HULEVESIEN HALLINTA JA MITOITUSPERUSTEET

Hulevesien hallinnan tavoitteena on vähentää kaupunkimaisen rakentamisen alueen vesitaseeseen ja vedenlaatuun aiheuttamia muutoksia, jotka usein liittyvät läpäisemättömien pintojen lisääntymiseen sekä tehokkaaseen pintojen kuivattamiseen. Tärkeä osa hulevesien hallintaa on hillitä nopean vedenjohtamisen valuma-alueiden vesistöihin aiheuttamia muutoksia sekä välttää aiheuttamasta muutoksia uomien nykyiseen tilaan.

Hulevesien hallinnan peruseriaatteena on vähentää hulevesien syntymistä sekä viivyttää hulevesiä niiden syntypaikalla. Työssä tarkastellut tonttikohtaiset kohde-esimerkit pohjautuvat tonttien viivytysvelvollisuuteen, jolloin yksittäiseltä tontilta purkautuva vesimäärä ei kasva tontin rakentamisen yhteydessä verrattuna vesimäärään, joka tontin alueelta purkautuu luonnontilassa. Tässä työssä tonttien viivytysvaatimuksena on käytetty Kuntaliiton Hulevesioppaassa (2012) esitettyä periaatetta, jonka mukaan hulevettä tulee viivyttää 1 m^3 jokaista päällystettyä 100 m^2 kokoista aluetta kohden. Päällystetyt alueet sisältävät rakennusten kattopinta-alan sekä vettä läpäisemättömillä materiaaleilla pinnoitetut piha-alueet. Kaava-alueetarkastelun viivytystilavuudet on määritetty mallintamalla.

Syntyvät virtaamat on laskettu kaavalla

$$Q = c \times i \times A$$

jossa Q kuvaa virtaamaa (l/s), i sateen intensiteettiä (l/s/ha) ja A valuma-alueen pinta-alaa (ha).

Valumakertoimina selvityksen eri vaiheissa on käytetty taulukossa 1 esitettyjä arvoja.

Taulukko 1. Mitoituksessa käytetyt valumakertoimet.

Valumakertoimet	
%	Alueen tyyppi
30	väljä pientaloalue
50	tiivis asuinalue
70	kerrostaloalue
90	alue, jossa paljon pinnoitetta, esim. suuria pysäköintipaikkoja

Virtaamien ja viivytystilavuuden määrittämisen lisäksi on hulevesisuunnitelmia laadittaessa otettava aina huomioon myös suunnittelualueen maaperäolosuhteet. Maaperään imeyttäminen on hyvä tapa viivyttää ja puhdistaa hulevesiä, mutta maaperä asettaa imeyttämislle reunaehdot. Saviseen maaperään imeyttäminen ei käytännössä onnistu, koska imeytyminen hyvin pienistä maapartikkeleista muodostuvaan maaperään on niin hidasta. Toisaalta alueilla, joilla saattaa muuten olla imeyttämiseen ihanteellinen maaperä, voi tulla vastaan alueen luokittelu pohjavesialueeksi, jolloin imeyttäminen saattaa olla kiellettyä.

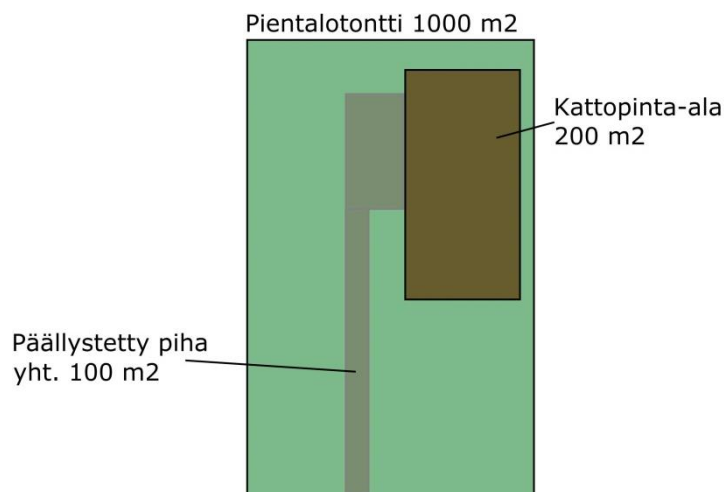
3. KOHDE-ESIMERKIT

3.1 Pientalotontti

Pientalotontin osalta valittiin kolme erikokoista esimerkkilotonttia, 1000 m², 2500 m² ja 5000 m². Tontin valumakertoimeksi valittiin kirjallisuusarvojen perusteella 30 %, joten 1000 m² tontista noin 300 m² oletettiin päällystetyksi kattopinta-alaksi sekä päällystetyksi piha-alaksi. Loppuosaa pientalotontin pinnasta oletettiin nurmipintaiseksi, jolloin tätä osuutta tontista ei tarvitse huomioida hulevesien viivytysjärjestelmiä mitoitettaessa. Tässä selvityksessä erikokoisten tonttien koven pintojen määrä perustuu samaan laskentaperiaatteeseen, vaikka todennäköisesti suurempien tonttien päällystettyjen pintojen määrä on kuitenkin pienempi.

Kappaleessa 2 esitetyn viivytysvaatimuksen, 1 m³ viivytettävää hulevettä/100 m² päällystettyä pintaa mukaisesti 1000 m² tontilla, josta 300 m² on päällystettyä pintaa, tulisi viivyttaa 3 m³ hulevettä.

Kuvassa 1 on esitetty 1000 m² pientalotontin periaatekuva.

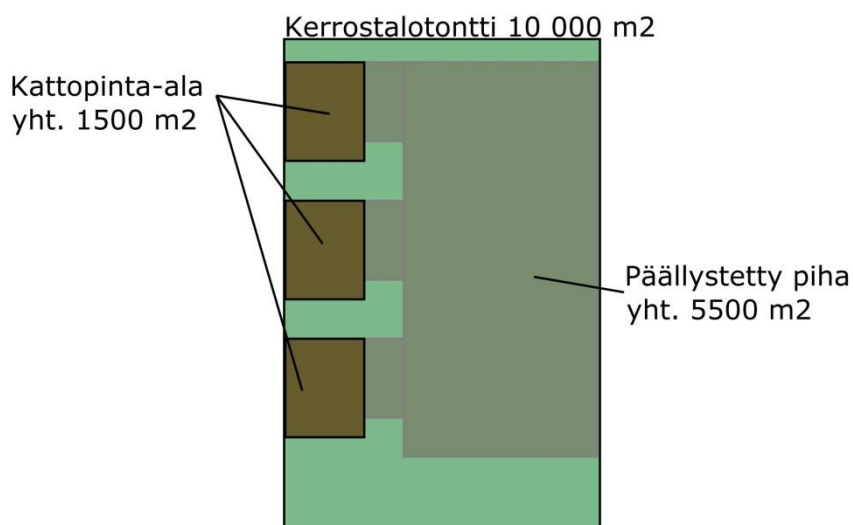


Kuva 1. Pientalotontin esimerkkikuva, tontin koko 1000 m², päällystettyä pintaa yhteensä 300 m².

3.2 Kerrostalotontti

Kerrostalotontin esimerkkilotontteina toimivat 10 000 m², 15 000 m² sekä 20 000 m² kokoiset tontit, joiden valumakertoimeksi oletettiin 70 %. Näin ollen 10 000 m² tontilla olisi päällystettyä pintaa (mukaan lukien kattopinta-alan sekä päällystetyn piha-alueen) yhteensä 7000 m² ja loput 3000 m² olisi nurmipintaa, jota ei tarvitse huomioida viivytysvaatimuksissa. Kappaleessa 2 esitettiin hulevesien viivytysvaatimukseksi 1 m³ viivytettävää hulevettä/100 m² päällystettyä pintaa, jolloin 10 000 m² esimerkkilotontille, josta 7000 m² on päällystettyä pintaa, viivytysvaatimukseksi tulee 70 m³.

Kuvassa 2 on esitetty 10 000 m² kokoisen kerrostalotontin periaatekuva.

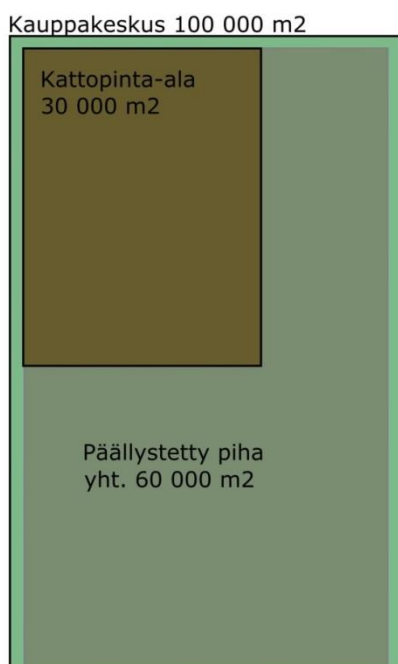


Kuva 2. Kerrostalotontin esimerkkikuva, tontin koko 10 000 m², päällystettyä pintaa yhteensä 7000 m².

3.3 Kauppakeskus

Kauppakeskuksen osalta tutkittiin 50 000 m², 100 000 m² ja 150 000 m² kokoisia esimerkkitontteja. Viivytyksvaatimuksena sovellettiin samaa kuin asuintalotonttien kohdalla eli 1 m³ viivyttävää hulevettä jokaista 100 m² päällystettyä pintaa kohden. Ostoskeskustontin valumakertoimeksi valittiin 90 %. 100 000 m² tontilla päällystettyä pintaa tulisi 90 000 m², josta esimerkiksi 30 000 m² kattopinta-alaa ja 60 000 m² päällystettyä piha-alaa kuten parkkipaikkoja. Loput 10 000 m² oletettiin päällystämättömäksi nurmipinnaksi, jota ei tarvitse huomioida viivytystilavuuksia laskettaessa.

Kuvassa 3 on esitetty periaatekuva 100 000 m² kauppakeskustontista.

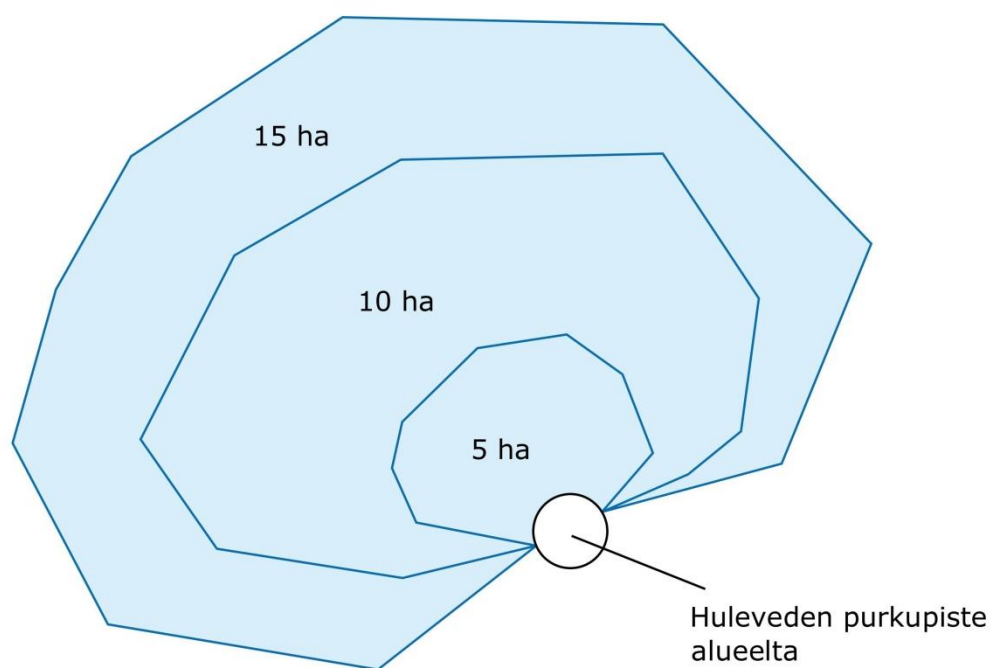


Kuva 3. Kauppakeskustontin esimerkkikuva, tontin koko 100 000 m², päällystettyä pintaa yhteensä 90 000 m².

3.4 Kaava-alue tarkastelu

Kaava-alue tarkasteluun valittiin kolme erikokoista kaava-alue, 5 ha, 10 ha ja 15 ha, joille määritettiin mitoitusaste sekä purkuvirtaama. Alueen viivytyksvaatimus määritettiin yksinkertaisella valuma-alue mallinnuksella. Kaava-alue tarkastelussa tutkittiin erityyppisiä alueita valumakertoimeen perustuen. Valumakertoimen esimerkkiarvoiksi valikoitiin 30 % (vastaa väljää pientaloaluetta), 50 % (vastaa tiiviisti rakennettua asuin aluetta) ja 70 % (vastaa erittäin tiiviisti rakennettua, esim. kerrostaloaluetta).

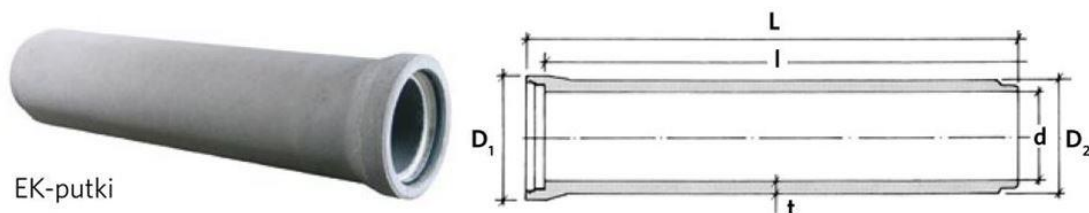
Kuvassa 4 on esitetty kaava-alue tarkastelun periaate.



Kuva 4. Kaava-alue tarkastelun periaate.

4. MITOITUKSESSA KÄYTETYT RUDUKSEN TUOTTEET

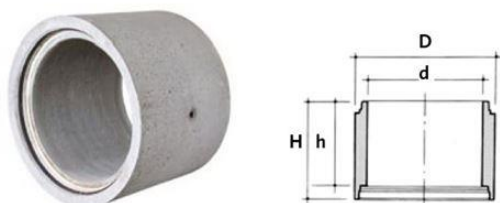
Mitoitustarkastelussa käytettiin Ruduksen valmistamia suurimpia betonisia kaivoja sekä putkia. Tuotteet on esitetty kuvassa 5.



EK-putket, pyöreät (sisältävät kiintotiivisteet)

Sisähalkaisija d mm	Hyöty- pituus l mm	Lujuus- luokka	Ulko-halkaisija		Kokonais- pituus L mm	Seinämän- paksuus t mm	Paino kg/kpl	Tuote- koodi
			D ₁ mm	D ₂ mm				

ISOT								
1400	2250	B r	1760	1760	2375	180	5100	1214223
1600	2250	B r	2000	2000	2395	200	6500	1216223
2000	2000	B r	2440	2440	2145	220	7900	1220203



EK-kaivonrenkaat

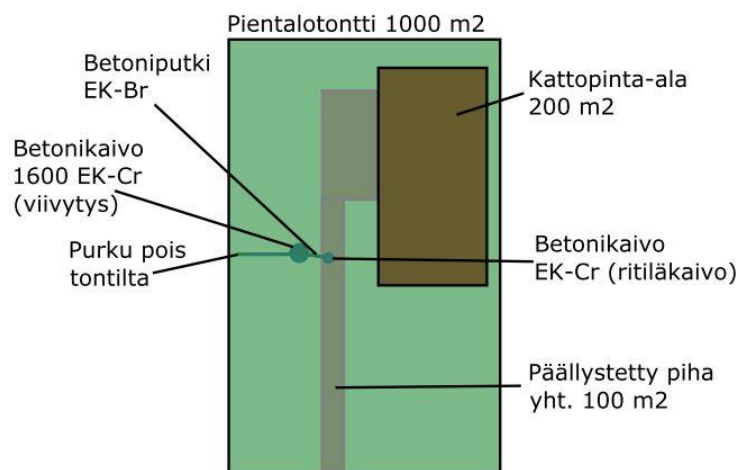
Sisähalkaisija d mm	Hyöty- korkeus h mm	Lujuus- luokka	Kokonais- korkeus H mm	Ulko- halkaisija D mm	Seinämän- paksuus t mm	Paino kg/kpl	Tuote- koodi
1600	1750	C r	1895	1960	180	4300	2116173
1600	2000	C r	2145	1960	180	5000	2116203
2000	1750	C r	1895	2380	190	5500	2120173
2000	2000	C r	2145	2380	190	6300	2120203

Kuva 5. Mitoituksessa käytetyt Ruduksen suurimmat betoniputket ja -kaivot.

5. TULOKSET

5.1 Pientalotontti

Kappaleessa 3.1 esitellyn pientalotonttiesimerkin viivytysratkaisu on esitetty kuvassa 6.

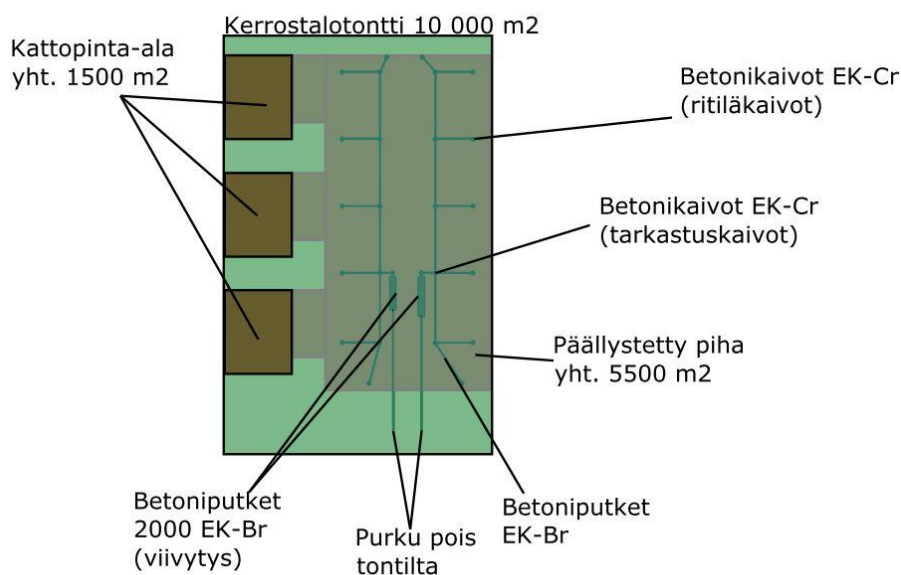


Kuva 6. 1000 m² kokoisen pientalotontin viivytysratkaisuesimerkki.

Esimerkkinä esitellyn kaltaiselta 1000 m² kokoiselta pientalotontilta, jolla kovaa pintaa on 30 %, tulee viivytettäväksi vesimääräksi 3 m³ (vaatimuksena viivyttää 1 m³/100 m² päällystettyä pintaa). Viivyttäminen onnistuu esimerkkilotilla yhden halkaisijaltaan 1,6 m ja hyötykorkeudeltaan 1,75 m olevan kaivon avulla. Jos maaperäolosuhteet mahdollistavat vesien imeyttämisen, voidaan viivytys toteuttaa kaivorenkaalla, jonka pohja on avonainen. Jos maaperäolosuhteet eivät salli viivyttämistä (esim. pohjavesialue), toteutetaan viivytyskaivo tiiviinä.

5.2 Kerrostalotontti

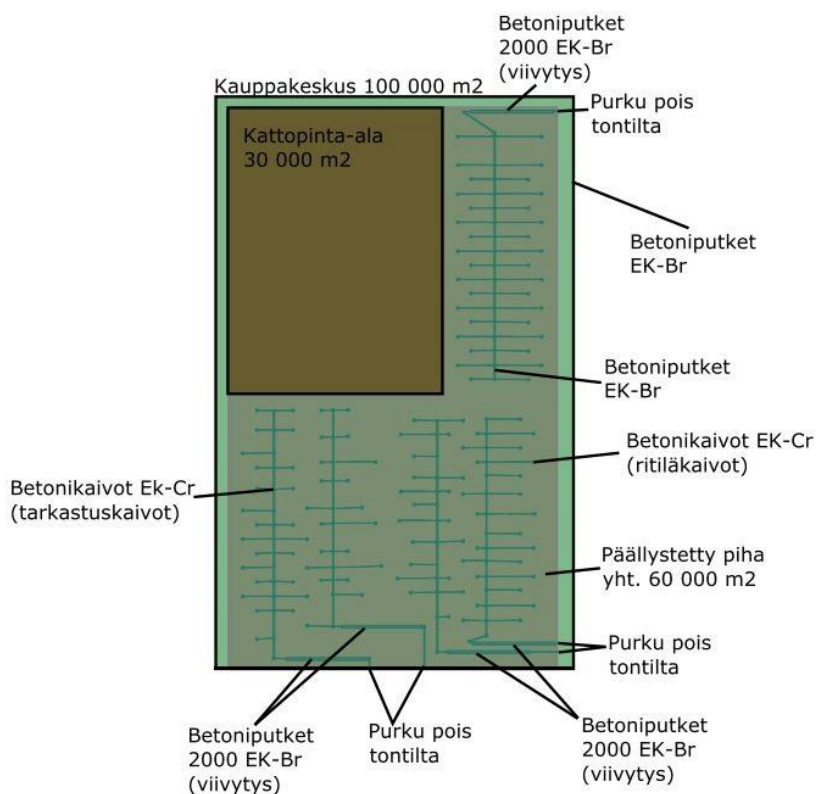
Kappaleen 3.2 kaltaisen 10 000 m² kokoisen kerrostalotontin, jonka kovan pinnan osuus on 70 %, viivytysvaatimukseksi tulee 70 m³ hulevettä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi 11 kappaleella halkaisijaltaan ja hyötypituudeltaan 2 m olevalla putkella. Esimerkkikuva tästä viivytysratkaisusta on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. 10 000 m² kokoisen kerrostalotontin viivytyseräratkaisuesimerkki.

5.3 Kauppakeskus

Kappaleen 3.3 mukaisen 100 000 m² kokoisen kauppakeskuksen tontin hulevesiä tulee viivyttää 900 m³, kun oletetaan, että tontilla on kovaa pintaa 90 % ja viivytyksena on 1 m³ hulevettä jokaista 100 m² päällystettyä pintaa kohden. Viivytyks voidaan toteuttaa esimerkiksi 143 putkella, joiden halkaisija sekä hyötypituus ovat 2 m. Kuvassa 8 on esitetty esimerkki viivytyseräratkaisusta.



Kuva 8. 100 000 m² kokoisen kauppakeskustontin viivytyseräratkaisuesimerkki.

5.4 Kaava-alue tarkastelu

Kaava-alue tarkastelun osalta erityyppisillä kaava-alueilla viivytettävät vesimäärät määritettiin DHI:n Mike Urban -ohjelmalla mallintamalla. Tarkastelu tehtiin mallintamalla, jotta viivytystilavuuksissa pystyttäisiin huomioimaan luonnonolosuhteet mahdollisimman hyvin. Näin esimerkiksi kaava-alueen ominaisuuksista riippuva virtaaman viipymä (aika, joka vesipisaralla kestää valua valuma-alueen kauimmaisesta pisteestä purkupisteelle) pystyttiin huomioimaan tarkemmin.

On huomioitava, että tämän mitoitustarkastelun perusteella käytännön sovelluskohteissa voidaan kaava-alue tarkastelun osalta tarkistaa hulevesiviivytysten suuruusluokkaa. Käytännön sovelluskohteissa on aina huomioitava alueen todellinen tilanne ja alueella mahdollisesti tapahtuvat maankäytön muutokset. Lisäksi on selvitettävä alueen luonnonmukainen purkuvirtaama, jonka avulla voidaan määrittää kuinka paljon viivytystilavuutta todella tarvitaan.

5.5 Mitoitustaulukko

Tässä kappaleessa on esitetty esimerkkilotonttien hulevesien viivytysvaatimukset sekä Ruduksen tuotteet, joilla kyseinen viivytystilavuus saadaan toteutettua (taulukko 2). Lisäksi on esitetty kaava-alue tarkastelun mukaiset viivytysvaatimukset ja viivytystilavuuksien toteutus (taulukko 3). Taulukoissa esiintyvät Ruduksen tuotteet on kuvattu tarkemmin kappaleen 4 kuvassa 5.

Taulukoissa esitetyt kaivot ja putket on tapauskohtaisesti mahdollista korvata suuremmalla määrällä esitettyä pienempiä rakenteita. Tällöin on kuitenkin huomioitava, että rakenteiden kokonaistilavuus pysyy samana.

Taulukko 2. Esimerkkilotonttien viivytysvaatimukset ja niiden toteutus Ruduksen tuotteilla.

Kohde	Tontin koko m ²	Päällystettyä pintaa m ²	Viivytettävä tilavuus m ³	Ruduksen tuotteet
Pientalotontti	1000	300	3	Betonikaivo 1600 EK-Cr, hyötykorkeus 1,75 m TAI 2000 EK-Cr, hyötykorkeus 1,75 m
	2500	750	7,5	2 x betonikaivo 1600 EK-Cr, hyötykorkeus 2,0 m TAI 2 x 2000 EK-Cr, hyötykorkeus 1,75 m
	5000	1500	15	3 x betonikaivo 2000 EK-Cr, hyötykorkeus 1,75 m
Kerrostalotontti	10 000	7000	70	11 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
	15 000	10 500	105	17 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
	20 000	14 000	140	22 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
Kauppakeskus	50 000	45 000	450	72 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
	100 000	90 000	900	143 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
	150 000	135 000	1350	215 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m

Taulukko 3. Esimerkkikaava-alueiden hulevesien viivytysvaatimukset ja niiden toteutus Ruduksen tuotteilla.

Kaava- alue ha	Valuma- kerroin -	Sateen intensi- teetti l/s/ha	Sateen kesto min	Virtaaman viipymä min	Purku- virtaama l/s	Viivytettävä vesimäärä m ³	Ruduksen tuotteet
5	0,3	150	10	10	50	16	2 x betonikaivo 2000 EK-Cr, hyötykorkeus 1,75 m
5	0,3	150	10	10	100	-	-
5	0,3	150	10	10	200	-	-
5	0,3	150	10	10	300	-	-
5	0,5	150	10	5	50	55	9 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
5	0,5	150	10	5	100	40	6 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
5	0,5	150	10	5	200	10	3 x betonikaivo 1600 EK-Cr, hyökykorkeus 1,75 m TAI 3 x 2000 EK- Cr, hyötykorkeus 1,75 m
5	0,5	150	10	5	300	1	1 x betonikaivo 1600 EK-Cr, hyötykorkeus 1,75 m TAI 1 x 2000 EK- Cr, hyötykorkeus 1,75 m
5	0,7	150	10	4	50	95	15 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
5	0,7	150	10	4	100	70	11 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
5	0,7	150	10	4	200	40	6 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m

Kaava- alue ha	Valuma- kerroin -	Sateen intensi- teetti l/s/ha	Sateen kesto min	Virtaaman viipymä min	Purku- virtaama l/s	Viivytettävä vesimäärä m ³	Ruduksen tuotteet
10	0,3	150	20	15	50	360	57 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,3	150	20	15	100	290	46 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,3	150	20	15	200	150	24 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,3	150	20	15	300	45	7 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,5	150	20	10	50	690	110 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,5	150	20	10	100	610	97 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,5	150	20	10	200	460	73 x betoniputki 2000 Ek-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,5	150	20	10	300	330	53 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,7	150	20	6	50	1020	162 x betoniputki 2000 Ek-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,7	150	20	6	100	940	150 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m

Kaava- alue ha	Valuma- kerroin -	Sateen intensi- teetti l/s/ha	Sateen kesto min	Virtaaman viipymä min	Purku- virtaama l/s	Viivytettävä vesimäärä m ³	Ruduksen tuotteet
10	0,7	150	20	6	200	810	129 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
10	0,7	150	20	6	300	750	119 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,3	150	30	18	50	920	146 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,3	150	30	18	100	670	107 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,3	150	30	18	200	570	91 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,3	150	30	18	300	380	61 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,5	150	30	10	50	1660	264 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,5	150	30	10	100	1550	247 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,5	150	30	10	200	1330	212 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,5	150	30	10	300	1130	180 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,7	150	30	8	50	2380	379 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m

Kaava- alue ha	Valuma- kerroin -	Sateen intensi- teetti l/s/ha	Sateen kesto min	Virtaaman viipymä min	Purku- virtaama l/s	Viivytettävä vesimäärä m ³	Ruduksen tuotteet
15	0,7	150	30	8	100	2270	361 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,7	150	30	8	200	2060	328 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m
15	0,7	150	30	8	300	1850	295 x betoniputki 2000 EK-Br, hyötypituus 2,0 m

6. YHTEENVETO

Tarkastelussa tutkittiin Ruduksen valmistamien suurimpien putkien ja kaivojen soveltuvuutta hulevesien viivyttämiseen. Työn tuloksena erikokoisille tonteille sekä kaava-alueille saatiin periaatteelliset viivytyksmitoitukset ja Ruduksen tuotteet sovitettiin vastaamaan näitä tilavuuksia. Tulokset taulukoitiin ja taulukkotietoa voidaan jatkossa käyttää suuntaa-antavana mittarina todellisia kohteita tarkasteltaessa. Kaikki suunnittelukohteet ovat kuitenkin erilaisia, eikä tässä työssä esitettyjä viivytystilavuuksia voida käyttää sellaisenaan ilman kohdekohtaista mitoitusta.

Tuotteilla saadaan luotua hulevesien viivytystilavuutta paikoille, joille maanpäälliset viivytyksjärjestelmät eivät sovellu. Hyvänä esimerkkinä tästä toimii työssä tutkittu kauppakeskustontti, jolla kovan pinnan osuus on pysäköintipaikkojen määrän maksimoinnin takia usein lähellä sataa prosenttia, eikä tilaa avoimille järjestelmille ole. Tuotteita voidaan käyttää myös muunlaisilla alueilla, joilla viivytyksjärjestelmät halutaan sijoittaa maan alle. Lisäksi betoniset viivytyksputket sekä -kaivot ovat helppoja huoltokohteita.

LIITTEET

1. Periaatekuvat käytetyistä rakenneratkaisuista

