

Dagvattenbelastning på kombinerade avloppssystem

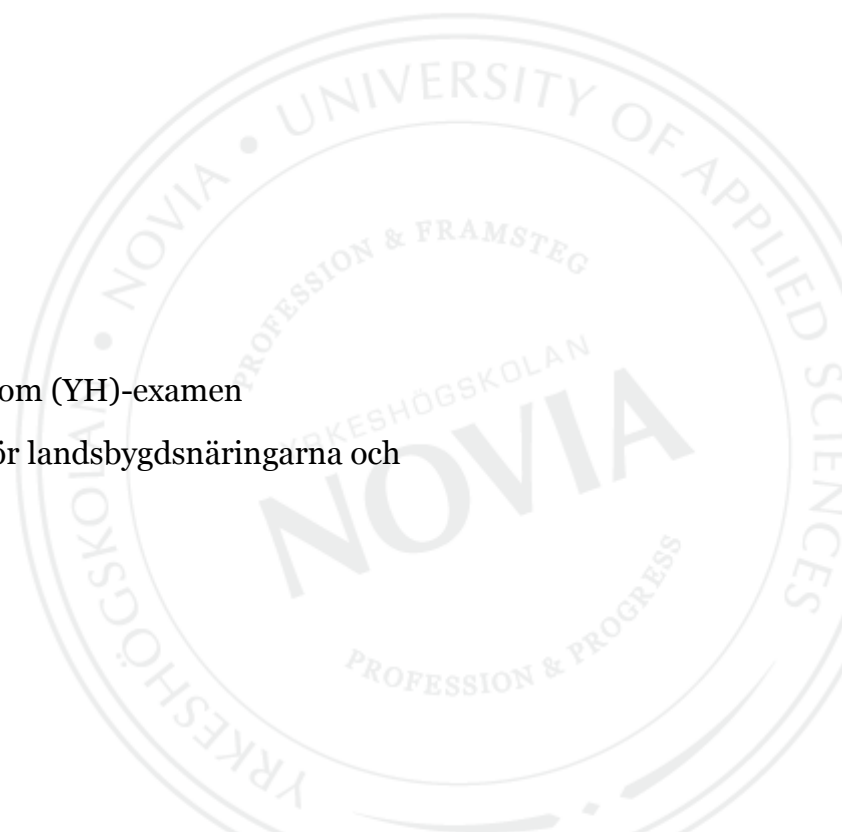
Forskningsobjekt: Prästgårdsbacken i Borgå

Anton Beijar

Examensarbete för hortonom (YH)-examen

Utbildningsprogrammet för landsbygdsnäringsarna och
landskapsplanering

Raseborg 2013



EXAMENSARBETE

Författare: Anton Beijar

Utbildningsprogram och ort: landsbygdsnäringarna och landskapsplanering, Raseborg

Inriktning/alternativ/Fördjupning: landskapsplanering

Handledare: Elina Regårdh

Titel: Dagvattenbelastning på kombinerade avloppssystem – forskningsobjekt:

Prästgårdsbacken i Borgå

Datum 5.11.2013

Sidantal 63

Bilagor 4

Sammanfattning

Detta examensarbete beställdes av Borgå vatten. I den praktiska delen av arbetet är det meningen att ta reda på hur det är möjligt att minska dagvattenbelastningen (regn- och smältvatten) på ett kombinerat avloppssystem i Prästgårdsbacken i Borgå. För att kartlägga hur dagvattenhanteringen såg ut på bostadsområdet gjordes fältbesök och enkätförfrågningar. Utgående från information om jordmån, markanvändning och topografi ges åtgärdsförslag för att minska dagvattenmängden som belastar det kombinerade avloppssystemet.

I den teoretiska delen av arbetet behandlas ekologisk dagvattenhantering och dess möjligheter. Ekologisk dagvattenhantering går ut på att leda mer dagvatten i öppna diken, fördröja det i öppna bassänger och att låta det infiltreras i marken. Detta återställer vattnets naturliga kretslopp.

Den effektivaste metoden för att skilja dagvatten från ett kombinerat avloppssystem är att separera avloppssystemet till skilda dag- och spillvattenledningar. Från dagvattenledningar kan man leda ut dagvatten direkt till vattendrag eller till något område för att hantera dagvatten ekologiskt.

Genom att leda dagvatten med hjälp av ledningar eller rännor till ett parkområde i Prästgårdsbacken är det möjligt att minska en betydlig mängd dagvatten i det kombinerade avloppssystemet. I parken kan man hantera dagvatten till exempel i dagvattenkassetter eller i en våtmark. En våtmark är både ekologisk och visuellt mångsidig. Även mindre åtgärder kan göras för att minska dagvattenbelastningen på det kombinerade avloppssystemet. En av dessa åtgärder är att forma om befintliga grönytor så att mer dagvatten fördröjs och infiltreras på bostadsområdet.

Språk: Svenska Nyckelord: dagvatten, Prästgårdsbacken, ekologisk dagvattenhantering, bostadsområde

OPINNÄYTETYÖ

Tekijä: Anton Beijar

Koulutusohjelma ja paikkakunta: landsbygdsnäringarna och landskapsplanering, Raseborg
Suuntautumisvaihtoehto/Syventävät opinnot: landskapsplanering

Ohjaaja: Elina Regårdh

Nimike: Hulevesikuormitus sekaviemärijärjestelmässä – tutkimuskohde: Pappilanmäki
Porvoossa

Päivämäärä 5.11.2013

Sivumäärä 63

Liitteet 4

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tilaaja on Porvoon vesi. Työn käytännöllisessä osassa on tarkoitus selvittää, kuinka on mahdollista vähentää sekaviemäriin kulkeutuvien hulevesien (sade- ja sulamisveden) määrää Porvoon Pappilanmäellä. Asuinalueen nykyisen hulevesikäsittelyn kartoitusta varten tehtiin maastokäyntejä ja jaettiin kyselylomakkeita alueen asukkaille. Maaperä-, maankäyttö- ja topografiatietojen perusteella annetaan parannusehdotuksia hulevesikuormituksen vähentämiseksi sekaviemäriin.

Työn teoreettinen osa käsittelee huleveden luonnonmukaista käsittelyä ja sen mahdollisuuksia. Luonnonmukaisessa huleveden käsittelyssä on tarkoitus johdattaa hulevettä avopintaisissa uomissa, viivyttaa sitä avoimissa altaissa sekä imeyttää sitä maaperään. Näillä menetelmillä voidaan säilyttää veden luontaista kiertokulkua.

Tehokkain tapa vähentää hulevesikuormitusta sekaviemäriin on sekaviemärin erottaminen erillisiksi hulevesi- ja jätevesiviemäreiksi. Hulevesiviemäristä on mahdollista johtaa hulevedet vesistöön tai jonnekin muualle, jossa hulevettä voidaan käsitellä luonnonmukaisesti.

Johdattamalla hulevettä putkilla tai kouruissa Pappilanmäellä olevalle puistoalueelle on mahdollista vähentää hulevettä sekaviemäriin. Puistossa voi esimerkiksi käsitellä hulevettä hulevesikaseteissa tai kosteikossa. Kosteikko on ekologinen ja visuaalisesti monipuolinen. Myös pienemmillä ratkaisuilla on mahdollista vähentää hulevettä sekaviemäriin. Yksi näistä ratkaisuista on olemassa olevien viherpintojen muokkaaminen niin, että suurempi määrä hulevettä viivytetään ja imeytetään asuinalueella.

Kieli: Ruotsi Avainsanat: hulevesi, Pappilanmäki, luonnonmukainen
huleveden käsittely, asuinalue

BACHELOR'S THESIS

Author: Anton Beijar

Degree Programme: Rural Industries and Landscape Planning and Design

Specialization: Landscape Planning and Design

Supervisor: Elina Regårdh

Title: Stormwater runoff in combined sewers – applied research in Pappilanmäki, Porvoo

Date 5.11.2013

Number of pages 63

Appendices 4

Summary

This bachelor's thesis was ordered by Porvooon vesi. The aim of the practical work in the thesis is to examine how it would be possible to decrease the stormwater runoff (rainwater and melted snow) in a combined sewerage in Pappilanmäki, Porvoo. In order to chart how the stormwater runoff is managed in the housing area at the moment field studies were made and a questionnaire was handed out. Possible actions to decrease stormwater runoff in the combined sewerage are presented based on soil information, land usage and topography measures.

In the theoretical part of the thesis Best Management Practices for managing stormwater runoff are discussed. Best Management Practices are in a broad outline conveying stormwater runoff in open ditches, detaining it in open basins and infiltrating it into the soil. By managing stormwater runoff with these methods it is possible to maintain the natural water cycle.

The most effective method to separate stormwater runoff from combined sewers is to split the sewerage into separate storm drains and sanitary sewers. From the storm drains it is possible to lead the runoff to coastal waters or to an area where Best Management Practices can be utilized.

By conveying stormwater runoff to a park it is possible to decrease the stormwater runoff that is lead to the combined sewerage in Pappilanmäki. In the park stormwater runoff can for instance be managed through underground infiltration blocks or in wetlands. Wetlands are ecological and visually versatile. Smaller measures such as moulding green spaces so that they would detain and infiltrate more stormwater in the housing area can also decrease the stormwater in the combined sewerage.

Language: Swedish

Key words: stormwater runoff, Pappilanmäki, Best Management Practices, BMP, housing area

Innehållsförteckning

Förord

1. Inledning.....	1
2. Dagvatten.....	3
2.1 Vad är dagvatten och varför är det aktuellt?	3
2.2 Planering av dagvattenhantering.....	6
2.3 Ekologisk dagvattenhantering.....	8
2.3.1 Topografins och jordmånens inverkan på dagvattenmängden	9
2.3.2 Växtlighetens inverkan på dagvattenhantering	11
2.3.3 Infiltrering	12
2.3.4 Ledning av dagvatten	17
2.3.5 Fördröjning av dagvatten	19
2.3.6 Leda vidare dagvatten med hjälp av dräneringsrör	21
2.3.7 Hantering av förorenat dagvatten.....	22
2.3.8 Vad kan man göra på bebyggda områden?	23
2.3.9 Problem med dagvatten på vintern.....	27
3. Prästgårdsbacken	29
3.1 Beskrivning av området	29
3.1.1 Nederbörd.....	31
3.1.2 Jordmån	32
3.1.3 Topografi och flöden.....	32
3.2 Undersökningsmetoder och material	33
3.2.1 Beräkningar	34
3.2.2 Enkätförfrågning	36
3.2.3 Fältbesök	37
3.3 Resultat	37

3.3.1 Beräkningar	37
3.3.2 Enkät svar	38
3.3.2 Problemområden	40
4. Diskussion	52
5. Förslag på vidare arbete om dagvattenhanteringen vid Prästgårdsbacken	58
Källförteckning	60

Bilagor

- Bilaga 1. Avgränsat undersökningsområde på Prästgårdsbacken
- Bilaga 2. Beräkningar av dag- och läckagevatten i avloppssystemen kring Prästgårdsbacken
- Bilaga 3. Enkät
- Bilaga 4. Åtgärdsförslag för undersökningsområdet

Förord

Detta slutarbete beställdes av Borgå vatten på våren 2013. På Borgå vatten fick jag handledning av Ann-Sofie Björkhem, Mats Blomberg och Risto Saarinen. I skolan fick jag handledning av Elina Regårdh och Carl Voigt. Tack till er för handledning. Tack även till vänner och familj för stöd under arbetets gång.

1. Inledning

Under de senaste årtiondena har frågan om dagvattenhantering ofta varit på tapeten. Detta beror delvis på problem med dagvatten som uppstår i samband med urbaniseringen och klimatförändringen. Med dagvatten menas i detta arbete regn- och smältvatten som rinner på olika ytor i urban miljö. En studie (Aaltonen m.fl. 2008, s. 93) om klimatförändringen visar att nederbörden kommer att öka i intensitet i framtiden. Att dagvatten redan länge har fört med sig föroreningar från urban miljö ut i vattendrag har orsakat miljöproblem, som har öppnat ögonen för frågan kring dagvattenhantering på senaste årtionden (Stahre 2008, s.7).

Ofta är målet med dagvattenhantering nämligen att rena dagvattnet, eftersom olika faktorer som till exempel slitage från vägunderlag, industriområden och saltning av vägar förorenar dagvattnet (Karttunen 2003, s. 114). På våren under snöns smältperiod och vid hårda störtregn kan även mängden dagvatten orsaka att pumpstationer som pumpar vidare avloppsvatten inte har kapacitet att pumpa vidare allt vatten till avloppsvattenreningsverket. I det fallet kan bräddningar ske, vilket betyder att överloppsvatten från avloppsledningar rinner direkt ut i vattendrag utan att det genomgår en reningsprocess. Bräddningar kan också ske vid själva avloppsvattenreningsverket.

Dagvatten från tomter och vägar leds oftast vidare i ledningar som endast leder dagvatten medan spillvatten oftast leds i skilda ledningar. Eftersom dagvatten ofta är rent behövs det

inte alltid ledas via avloppsvattenreningsverk utan kan i vissa fall ledas direkt ut på grönytor eller till vattendrag. Före 1950-talet var den rådande metoden för dagvattenhantering enligt Larsson (2012) att leda dagvattnet i så kallade kombinerade avloppssystem, där dagvatten och spillvatten leds i samma ledningar. I många städer finns ännu idag bostadsområden med kombinerade avloppssystem. I samband med saneringar och nybyggen dras ofta dagvattenledningar för att skilja åt dagvattnet och spillvattnet. Andra metoder för att skilja åt dagvatten från avloppssystem är att avleda dagvattnet i öppna diken, fördröja det i öppna bassänger och att låta det infiltreras i marken (Nylands miljöcentral 2007, s. 23). Sådana metoder kallas även för ekologisk dagvattenhantering.

Borgå vatten beställde på våren 2013 detta arbete för att låta undersökas dagvattenhanteringen på ett gammalt bostadsområde, Prästgårdsbacken, som ligger intill Borgå centrum. Prästgårdsbackens avloppssystem består delvis av kombinerade avloppssystem. På våren och vid hårda störtregn leds stora mängder avloppsvatten till pumpstationen på området och det har ibland orsakat bräddningar. Då de kombinerade avloppsledningarna överbelastats har detta även lett till källaröversvämningar på vissa tomter Prästgårdsbacken.

Arbetets syfte är att undersöka hur det är möjligt att minska mängden dagvatten som leds till pumpstationen, som pumpar vidare dag- och spillvatten från Prästgårdsbacken, i Borgå. Eftersom de flesta dagvattenledningar inte leder dagvattnet till pumpstationen är det dagvattenbelastningen på de kombinerade avloppssystemen man önskar minska. Därför väljs ett avgränsat område med kombinerat avloppssystem för att undersökas noggrannare. På området görs fältbesök och enkätförfrågningar för att få reda på specifika problemområden.

Arbetets syfte är vidare att genom beräkningar ta reda på hur stor del av vattnet som leds i avloppssystemen som är dag- och läckagevatten. Beräkningar görs på området vid Prästgårdsbacken och områden, därifrån avloppsvatten pumpas in till Prästgårdsbacken. I uträkningarna jämförs avloppsledningarnas längder och mängden vatten som pumpades vidare från olika pumpstationer åren 2011 och 2012.

Till arbetet hör en teoridel och en praktisk del. I teoridelen beskrivs varför dagvattenhanteringen är ett aktuellt ämne. Fokus ligger på ekologisk dagvattenhantering och hurdana möjligheter det finns för att hantera dagvatten ekologiskt. För den praktiska delen av arbetet valdes ett bostadsområde med kombinerat avloppssystem för att undersökas noggrannare (bilaga 1). För att kartlägga situationen om dagvattenhanteringen på bostadsområdet används tre metoder: beräkningar, enkätförfrågningar och fältbesök.

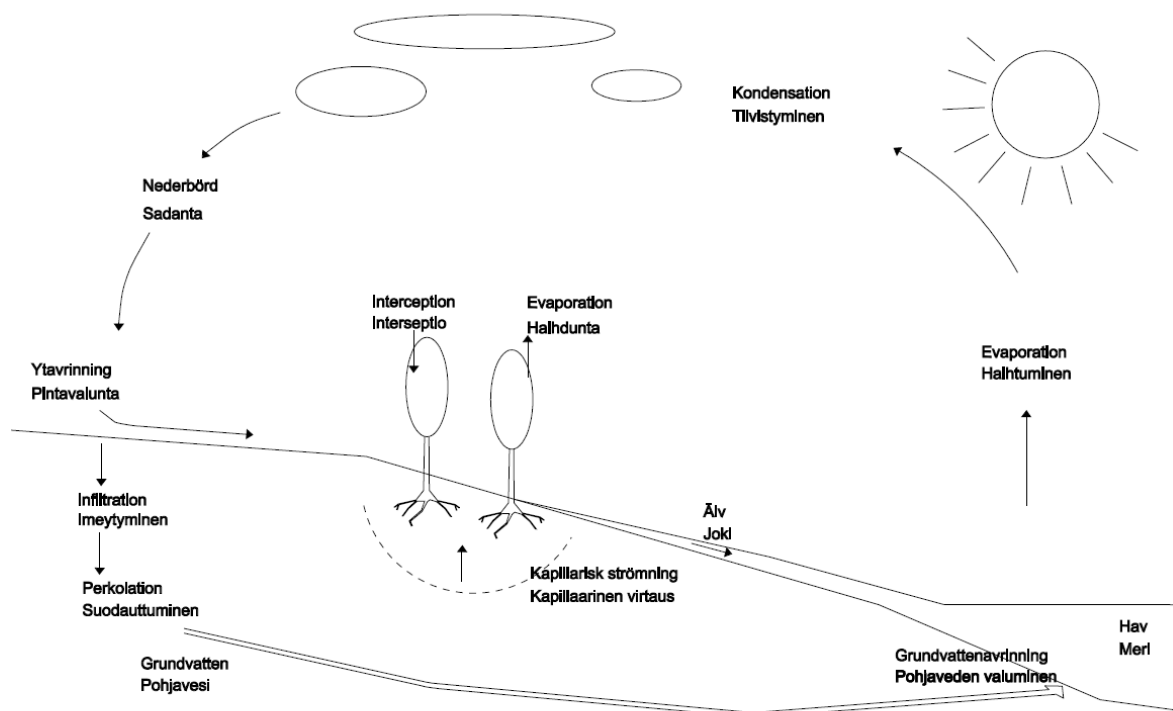
Arbetets syfte är hur som helst inte att planera färdiga lösningar för att minska dagvattenbelastningen på det kombinerade avloppssystemet. Förslagen som ges är endast idéer och bör planeras noggrannare ifall de genomförs. I arbetet behandlas inte kvaliteten av dagvattnet på djupare nivå, eftersom största delen av dagvattnet på det undersökta området är rent och målet med arbetet är att undersöka hur det är möjligt minska kvantiteten som rinner vidare till pumpstationen.

Dagvattenbelastningen på kombinerade avloppssystem behöver inte alltid orsakas av dagvatten som leds in i ledningarna som ytvatten. Ibland kan läckage belasta ledningarna. Läckage i avloppsledningar undersöks inte i detta arbete men tas med som en påverkande faktor i beräkningarna.

2. Dagvatten

2.1 Vad är dagvatten och varför är det aktuellt?

Vattnets kretslopp kan delas in i fyra delar: nederbörd, avrinning, infiltrering och avdunstning. I kretsloppet infiltreras en del av vattnet i marken och bildar grundvatten, som rinner vidare till vattendrag och sjöar. En del av vattnet rinner längs markytan eller det översta jordlagret till vattendrag, sjöar och hav, från vilka vattnet sedan avdunstar upp i atmosfären. I atmosfären kondenseras vattnet och kommer sedan ner som nederbörd (Figur 1) (Kommunförbundet 2012, s. 18).



Figur 1. *Vattnets kretslopp*. (Enligt Vasa stadsplanering 2010).

Med begreppet dagvatten menas alltså regn- eller smältvatten som rinner längs olika ytor i den bebyggda miljön. Med dagvattenhantering menas de metoder som används för att samla, leda eller behandla dagvattnet (Kommunförbundet 2012, s. 10).

Enligt Stahre (2008, s. 7) var målet med dagvattenhanteringen ännu i början av 1970-talet att leda bort dagvattnet från den bebyggda miljön så fort som möjligt. Några år senare började man ändå lägga märke till den skadliga effekten förorenat dagvatten från städerna hade på de vattendrag dit det leddes. I samband med detta började man fundera på åtgärder för att förbättra situationen. På 1990-talet blev begreppet hållbar utveckling känt och det var först i samband med detta som den sociala aspekten kom med i dagvattenhanteringen. Med andra ord började man då se dagvatten som en resurs som går att utnyttjas och återanvändas. Stahre (2008) påpekar ändå att denna utveckling för dagvattenhanteringen skiljer sig mellan olika städer och länder. Dessutom är övergången från den konventionella dagvattenhanteringen till att hållbart utnyttja dagvattnet en pågående process än idag.

Att dagvattenhanteringen har varit aktuell på senaste tiden har även med urbaniseringen och klimatförändringen att göra. I Finland bor för tillfället ungefär 80 % av befolkningen i städer och procenten fortsätter att öka (Aaltonen, m.fl. 2008, s. 7). I samband med urbanisering påverkas vattnets naturliga kretslopp. Karttunen (2003, s. 114-116) anger tre av urbaniseringens följder på hydrologin.

För det första menar Karttunen (2003) att då hårdgjorda- och svårgenomträngliga ytor ökar i en stad, ändras vattnets naturliga flöde. Detta resulterar i att ytavrinningen ökar, hastigheten på vattenflödet ökar och mindre vatten kan infiltreras i marken. Detta medför i sin tur att grundvattennivån sjunker och att det förekommer mer torka.

Karttunen (2003) hävdar dessutom att olika faktorer som bland annat hårdgjorda ytor, tät bebyggelse, industri, trafik och energiproducering påverkar atmosfärens lägsta lager. Detta påverkar i sin tur mängden nederbörd och avdunstning. I en stad kan nederbörden vara till och med 5-10 % större än i den omgivande landsbygden (Kommunförbundet 2012, s. 18).

Den tredje följden urbaniseringen har på hydrologin enligt Karttunen (2003) är att avloppsvatten leds tillbaka till naturen som delvis renat. Vattnet kan innehålla smutspartiklar som är skadliga för recipienterna. Faktorer som smutsar ner dagvatten är bland annat saltning av vägar, slitage från bildäck, slitage från vägunderlag, servicestationer, transporter av kemikalier samt transporter av bränsle.

Urbaniseringen och mängden hårdgjorda ytor påverkar hydrologin.

Redan då ett bebyggt område får 30 % hårdgjorda ytor kan man se att ytavrinningen ökar med 20 % i jämförelse med ett naturområde. I en miljö med 75-100 % hårdgjorda ytor är ytavrinningen 55 % och perkolationen kan ligga kring endast 5 %. De tydligaste förändringarna i vattenförhållandena sker i perkolationen och ytavrinningen (Figur 2).

Naturområde	10-20 % ogenomtränglig yta	30-35 % ogenomtränglig yta	75-100 % ogenomtränglig yta
<p>Evaporation 40 %</p> <p>Ytavrinning 10 % ←</p> <p>25 % ←</p> <p>Ytlig infiltrering</p> <p>25 %</p> <p>Perkolation</p>	<p>Evaporation 38 %</p> <p>Ytavrinning 20 % ←</p> <p>21 % ←</p> <p>Ytlig infiltrering</p> <p>21 %</p> <p>Perkolation</p>	<p>Evaporation 35 %</p> <p>Ytavrinning 30 % ←</p> <p>20 % ←</p> <p>Ytlig infiltrering</p> <p>15 %</p> <p>Perkolation</p>	<p>Evaporation 30 %</p> <p>Ytavrinning 55 % ←</p> <p>10 % ←</p> <p>Ytlig infiltrering</p> <p>5 %</p> <p>Perkolation</p>

Figur 2. *Urbaniseringens effekt på vattnets kretslopp.* Vattnets rörelse i naturligt tillstånd visas längst till vänster medan de följande bilderna illustrerar hårdgjorda ytor i procent. Pilarna visar hur hårdgjorda ytorna påverkar avdunstning, ytavrinning, ytskiktsavrinning och perkolation. (Enligt Eskola och Tahvonen 2010, s. 13).

Mängden nederbörd ökar inte bara på grund av urbaniseringens följder.

Klimatförändringen medför också märkbara ändringar i nederbörden i framtiden. I Finlands miljörapport ”Rankkasateet ja taajamatulvat” (Aaltonen, m.fl. 2008, s. 87) uppskattas att klimatförändringen kommer att medföra betydligt kraftigare störtregn i framtiden. Vid 2071-2100 förväntas de kraftigaste störtregnets intensitet att ha ökat med 10-30 %. Detta sker enligt Aaltonen m.fl. (2008, s. 105) främst under sommarperioder eftersom den varma sommarluften har förmåga att innehålla mera luftfuktighet än den kalla vinterluften.

Kortvariga men intensiva regn i samband med stora hårdgjorda ytor ökar risken för dagvattenöversvämningar, som är skadliga för både miljö och bebyggelse (Eskola & Tahvonen 2010, s. 11-12). Enligt Tiihonen (2007, s. 73) ökar kraftigare nederbörd i framtiden även risken för att kombinerade- och separata avlopp överbelastas. Detta kommer med tiden att kräva ändringsarbeten i kommuners och städers avloppssystem.

2.2 Planering av dagvattenhantering

Allmänna mål med dagvattenhanteringen är att torrlägga tätorter, förebygga översvämningrisker, återställa vattenförhållanden samt att skydda yt- och grundvatten (Kommunförbundet 2012, s. 20). Fastän dagvattenhantering länge har gått ut på att leda

bort dagvattnet så snabbt som möjligt har man under senaste årtionden börjat stäva efter att återställa vattnets naturliga kretslopp i den urbana miljön. Det finns några allmänna principer som används allt mer inom planering för dagvattenhantering i städer och kommuner och de prioriteras oftast i följande ordning (Kommunförbundet 2012, s. 20-21):

1. Förhindra bildningen av dagvatten och minska mängden som bildats. Med andra ord låta dagvattnet infiltreras i marken eller utnyttja det.
2. Leda dagvattnet med hjälp av fördröjande och filtrerande system.
3. Leda dagvattnet till fördröjande områden, som till exempel dammar.
4. Leda dagvattnet i rör vidare från området för att behandlas eller direkt till recipienter.

Dagvattenhantering kan behandlas i landskaps-, general och detaljplanen. Tornivaara-Ruikka (2006, s. 25) lyfter fram att det är nödvändigt att betrakta dagvattenfrågor redan i planläggningen av ett nytt område för att uppnå en god hydrologi i slutskedet. I generalplanen kan till exempel goda infiltrationsområden sparas för dagvattenhantering. I detaljplanen kan mindre dagvattenhanteringssystem planeras och detaljerad information förekomma.

Fastän planeringen av dagvattenhantering behandlas på olika nivåer behöver man alltid beakta samma faktorer och planeringen ser således likadan ut på olika nivåer. Planeringen av dagvattenhantering kan delas in i fyra steg: kartläggning, planering, genomförande och uppföljning (Suunnittelukeskus oy 2007a, s. 27).

Till kartläggningen hör att man tar reda på lokala förhållanden som nederbörd, jordmån, topografi, markanvändning, flöden, grundvattenförhållanden och andra vattenförhållanden. Utifrån dessa uppgifter samt uppskattningar om hur hydrologin påverkas av olika lösningar kan man fortsätta med att planera konkreta lösningar (Suunnittelukeskus oy 2007a, s. 27).

De konkreta lösningarna planeras utifrån behoven, som till exempel kan vara skyddande av miljön, förebyggande av översvänningsrisker och torrläggning av områden. Hur dagvatten

rinner i terrängen, var det samlas och hur översvämningssvatten rinner vidare bör alltid planeras varsamt. (Suunnittelukeskus oy 2007a, s. 27).

Efter genomförandet av planering följer uppföljningen av det nya området eller den nya lösningen (Suunnittelukeskus oy 2007a, s. 27). Genom uppföljningen är det möjligt att kontrollera lösningarnas funktion samt att samla uppgifter om hurdan skötsel som krävs, menar Perttula (2004, s. 4).

2.3 Ekologisk dagvattenhantering

Dagvattenhanteringen gick länge ut på att leda bort dagvatten så effektivt som möjligt för att torrlägga fastigheter. Problem uppstod i alla fall med tiden på grund av det smutsiga dagvattnet som leddes vidare. I Mellaneuropa och i USA har man redan länge gjort undersökningar om hur man kan hantera kvaliteten och kvantiteten av dagvatten i en hållbarare bemärkelse. Den engelska termen som oftast används är ”Best Management Practices” (BMPs) (Suunnittelukeskus 2007a, s. 27). Den svenska termen som oftast förekommer i dessa sammanhang är ”ekologisk dagvattenhantering” (Bonn 2003, s. 8) och på finska talar man om ”luonnonmukainen hulevesien käsittely” (Eskola och Tahvonen 2010, s. 16).

Metoderna för att hantera dagvatten ekologiskt är många och det är svårt att dela in dem i specifika grupper. Enligt Ferguson (1998, s. 44) kan man dela in grupperna i ledning, fördröjning och infiltrering av dagvatten. I vissa fall talar man även om biologisk rening av dagvatten. I praktiken förverkligas oftast flera av dessa samtidigt. Till exempel kan en dammanläggning, vars huvudsakliga syfte är infiltrering också effektivt fördröja dagvatten. Hur en anläggning dimensioneras kan dessutom resultera i olika funktioner. Genom att till exempel använda bentonitmattor i en anläggning kan man minska infiltrationen för att skydda grundvattnet (Pouta 2012, s. 39-40 i Stormwater-hankkeen loppuraportti). En minskad infiltration gör i sin tur att större mängder dagvatten rinner vidare.

Att minska dagvattenmängden som rinner till avloppssystem och öka ekologisk dagvattenhantering ger bland annat möjligheter till att skapa en trivsamt stadsmiljö. I Malmö, Sverige, började man år 1998 förnya bostadsområdet Augustenborg, där dagvatten leddes i ett kombinerat avloppssystem. Källaröversvämningar förekom även vid kraftiga störtregn. Genom ett delprojekt har man skapat ett öppet dagvattensystem i Augustenborg. Målet har varit att behandla 70 % av regnvattnet i det öppna dagvattensystemet. Både ekologiskt och estetiskt har närmiljön fått positiva tillskott, uppger VA SYD (2011, s. 2). I dagens läge finns även många andra exempel på hur en ökad ekologisk dagvattenhantering kan bidra till stadens värde och trivsel.

Fastän ekologiska anläggningar för dagvattenhantering upplevs behagliga och ekologiskt värdefulla kan de medföra vissa utmaningar. Många av anläggningarna kräver skötsel för att de skall fungera korrekt. Bland annat byte av bottenskikt, slåtter, städning och rensning hör till viktiga åtgärder (Tornivaara-Ruikka 2006, s. 16). Vissa anläggningar kan i samband med algbildning och uttorkning orsaka lukter, menar Wulff (2008, s. 45). Att vi ännu inte har mycket erfarenhet av ekologisk dagvattenhantering i nordiska klimat medför även utmaningar, som man arbetar med och utforskar allt mer i dagens läge.

2.3.1 Topografins och jordmånens inverkan på dagvattenmängden

Hur mycket dagvatten som bildas beror på avrinningsområdets egenskaper. En betydande egenskap i detta sammanhang är jordmån. Enligt Mustonen (1982, s. 64) påverkar jordmån infiltration, sedimentation och bildningen av grundvatten. Grövre kornstorlekar sänker höga vattenflöden eftersom grövre kornstorlekar tillåter en större lagring av vatten. Vatten kan långsamt rinna vidare från jordmån och flödet jämnas således ut då kornstorlekarna är grövre.

En annan egenskap som påverkar bildning av dagvatten är topografien på ett avrinningsområde. Desto större lutningarna är på ett område, desto mindre tid har vattnet att samlas och därmed ökar toppflöden (Mustonen 1982, s. 64).

I Vasa genomförde man 1999-2002 ett projekt, där målet var att återställa vattnets naturliga kretslopp i Vasa stad genom att öka infiltrering och fördröjning av dagvatten. Att öka infiltreringen var kritiskt för att lyckas med målet. Under projektets gång stötte man ofta på tre faktorer som påverkade möjligheterna till infiltrering på ett område. Faktorerna var lutning, jordmån och ytbeläggning. För infiltrering var moränjord, en lutning på 0-5 % och växtlighet det ideala. Lutningar på 5-20 % räknades som möjliga där det fanns sandjord och grusbeläggning. Där det fanns lera, berg nära markytan, ogenomtränglig beläggning och lutningen var större än 20 % var infiltrering inte ett lämpligt alternativ (tabell 1) (Vasa stad 2002).

Tabell 1. *Lutningens, jordmånens och ytbeläggnings påverkan på infiltrering.* (Vasa stad 2002).

	Bäst	Möjlig	Ej lämplig
1) <i>Lutning</i>	0-5%	5-20%	> 20%
2) <i>Jordmån</i>	morän	sand	berg nära markytan eller lera
3) <i>Ytbeläggning</i>	växtlighet	grus eller sand	asfalt eller annan ogenomtränglig yta

I Vik, Helsingfors, byggde man under 1999-2004 ett ekologiskt test-område där dagvattnet också hade en central roll i planeringen. Projektet gav viktiga uppgifter om hur olika dagvattenhanteringsmetoder lämpar sig i finskt klimat. Områdets jordmån bestod främst av ett tjockt lerlager. I en uppföljningsrapport av Perttula (2004) kunde man konstatera att den leriga jordmånen på området inte ens genom konstruerade anläggningar lämpar sig för infiltrering i stor skala. Eftersom infiltrering av dagvatten är den främsta metoden för att minska dagvattenbildningen är det alltså kritiskt att jordmånen är lämplig för infiltration. För att vatten skall kunna infiltreras krävs det att genomsläppligheten är 10^{-6} m/s eller större (Kommunförbundet 2012, s. 156). Grus, grovsand och grusmorän hör till de jordmåner som lämpar sig bäst för infiltrering. Finsilt och ler hör till jordarter som räknas som ogenomsläppliga jordarter (Tabell 2).

Tabell 2. Olika jordmånens infiltrationskapacitet och kapillariska strömning. (Uponor 2009, s.141).

Jordart	Genomsläpplighet m/s	Kapillarisk strömning m
<i>God genomsläpplighet:</i>		
grus	$10^{-2} \dots 10^{-4}$	< 0,05
grovsand	$10^{-3} \dots 10^{-4}$	0,03...3
grusmorän	$10^{-4} \dots 10^{-5}$	1...2
<i>Medelgod genomsläpplighet:</i>		
finsand	$10^{-4} \dots 10^{-5}$	0,3...3
grovsilt	$10^{-4} \dots 10^{-6}$	0,3...4
sandmorän	$10^{-5} \dots 10^{-8}$	1...6
siltmorän	$10^{-6} \dots 10^{-8}$	2...6
<i>Ogenomsläppliga:</i>		
finsilt	$10^{-6} \dots 10^{-9}$	3...10
ler	$> 10^{-9}$	> 10

2.3.2 Växtlighetens inverkan på dagvattenhantering

Växtligheten spelar en central roll i ekologiska dagvattenhanteringsanläggningar. Växtlighet fördröjer ytavrinningen. Den kan också luckra upp jorden och enligt Mustonen (1982, s. 64) är infiltrationskapaciteten betydligt större i jordskikt där rötter växer än i jordskikt där det inte finns rötter.

För att minska mängden dagvatten som bildas lämpar sig många trädarter. Vissa friväxande träd kan suga åt sig 200-300 liter per dag (Lundqvist 1997). Träd kan ändå orsaka skador i avloppsledningar så placeringen av ledningar och träd bör alltid beaktas. Bergström (2011) menar att rötter från träd kan ta sig in i avloppsledningar och orsaka läckage. I värsta fall kan de orsaka stopp och källaröversvämningar. Risken för detta ökar om det redan finns sprickor i ledningarna från tidigare. Trädarter med stor krona, till exempel pil och poppel, orsakar värst skada på avloppsledningar.

Förutom att växter spelar en betydande roll i hur mycket dagvatten som bildas har de också en viktig roll i renande av dagvatten. Växter har en god förmåga att binda olika partiklar som förorenar vattendrag. I kapitel ”2.3.7. Hantering av förorenat dagvatten” behandlas detta mer.

2.3.3 Infiltrering

Det främsta målet inom dagvattenhanteringen är att hindra att dagvatten bildas. Det är endast med denna metod som det är möjligt att återställa vattnets naturliga kretslopp och undvika problem som uppstår på grund av dagvatten. Främst sker detta genom att låta dagvatten infiltreras i marken, till exempel via genomsläppliga beläggningar eller bassänger. Även genom att minska hårdgjorda ytor och planera markanvändningen så att så stora naturområden som möjligt bevaras minskar man bildningen av dagvatten. (Kommunförbundet 2012, s. 142).

Ferguson (1998, s. 191) lyfter fram att några fördelar med infiltration är att det ökar grundvattenbildningen, ökar kvaliteten på vattnet och det balanserar avrinningsflödena. I och med att flödena balanseras förebyggs även erosion och översvämningar. Andra metoder än infiltrering av dagvatten bör därför användas endast då man inte har några andra val. Enligt Ahponen (2005, s. 76-77) lämpar sig infiltrationsanläggningar överlag på avrinningsområdets högre områden, där jordmånen i allmänhet är grövre. På lägre områden finns oftast lera och silt och de lämpar sig inte för infiltrering. I sådana fall kan det vara nödvändigt att leda vidare och fördröja dagvatten istället för att låta det infiltreras.

Bonn (2003, s. 15-16) lyfter fram att man bör försöka infiltrera vattnet där det faller men att detta inte alltid är möjligt på grund av bebyggelsen. I dessa fall kan man antingen leda vidare dagvattnet till infiltrationsytor eller göra de ogenomträngliga ytorna genomträngliga. Bonn (2003, s. 16) anser att infiltrationsanläggningar kan ha olika sekundära funktioner, som beror på utformningen av anläggningen.

Infiltrationsanläggningar kan infiltrera dagvatten i öppna magasin, från vilka dagvatten perkolerar eller leds vidare. Dessutom kan de infiltrera dagvatten i slutna magasin för att

utnyttjas eller ledas vidare. Vegetation och jordmån som suger åt sig vatten kan också räknas som en funktion.

Permeabel beläggning

Det finns många olika beläggningar som låter vatten infiltreras i marken. Dessa beläggningar minskar vattenflödet och ökar perkolationen, det vill säga bildning av grundvatten. Permeabla beläggningar lämpar sig för områden där trafiken är lätt. Till exempel vägar för lätt trafik, parkeringsområden för mindre kvarter och ytor på en tomt kan vara sådana områden. Eftersom en permeabel beläggning inte är slitstark och låter alla smutspartiklar infiltreras direkt in i marken är den inte föredra där trafiken är större och belastningen hårdare (Kommunförbundet 2012, s. 144). Bonn (2003, s.19) nämner att särskiljda polyetenplattor kan vara ett alternativ till permeabel stenbeläggning. Det finns polyetenplattor som är ämnade för parkeringsplatser och tål belastning på 150 ton/m² (Veg-Tech 2013b).

Exempel på permeabla ytor är olika sorters sten- eller betongbeläggningar med breda fogar, där vattnet har rum att infiltreras (Figur 3). Fogarna fylls med sand eller med en blandning av mylla och sand. Olika grusytor och genomsläpplig asfalt är också permeabla. Ahponen (2003, s. 51) lyfter i sitt diplomarbete fram att sandningen under vintern kan vara ett problem för permeabla stenläggningar eftersom sanden kan täppa till fogarna och därmed förhindra vattnet från att infiltreras mellan fogarna. Andra problem med permeabla beläggningar är att snöplogningen kan skada dem. Permeabla beläggningar kräver av dessa orsaker regelbunden uppföljning och skötsel.



Figur 3. Permeabel beläggning kan användas på bland annat parkeringsytor och tillåter infiltrering av dagvatten.

Infiltrationsbäddar och dagvattenkassetter

Infiltrationsbäddar lagrar vatten för att sedan sakta låta det rinna vidare i marken. De kan vara öppna eller underjordiska och fylls med grovt stenmaterial, som tillåter stora vattenmängder lagras mellan stenarna. Positivt med att behandla dagvatten i infiltrationsbäddar är att man lätt kan behandla relativt stora mängder dagvatten i dem (Kommunförbundet 2012, s. 148). Eftersom infiltrationsanläggningar inte alltid renar dagvatten effektivt och det låter vatten perkolera är det viktigt att vid behov rena vattnet förrän det leds till anläggningen. (Kommunförbundet 2012, s. 147).

Där det inte finns utrymme för öppna anläggningar kan en underjordisk infiltrationsbädd vara ett alternativ, enligt Ferguson (1998, s. 212). Till de underjordiska infiltrationsbäddarna kan dagvatten ledas med hjälp av dräneringsrör eller täckdikning. Till öppna infiltrationsbäddar leds vattnet oftast som ytavrinning. Infiltrationsbäddar kan vara

en del av ett större system där dagvatten rinner via olika anläggningar, som till exempel vid öppna diken och dammar. Öppna infiltrationsbäddar bör alltid planeras så att överloppsvatten kan rinna vidare i en översvämningssrutt vid behov. (Kommunförbundet 2012, s. 149)

På senare tider har man även börjat ersätta det grova stenmaterialet med så kallade dagvattenkassetter eller dagvattentunnlar. Uponor (2013) anger, att en dagvattenkasett kan lagra upp till tre gånger större vattenvolymer än en traditionell infiltrationsbädd med grusfyllning. Dessutom kräver monteringen av dagvattenkassetter hälften mindre grävarbete. Dagvattenkassetter är praktiska bland annat där det finns lite yta till förfogande därför att de kan grävas ner och markytan är således användbar för annat (figur 4).



Figur 4. *Dagvattenkasett på parkeringsområde.* Dagvatten leds till grönytorna via öppningar i kantstenen. (Uponor 2013).

Ferguson (1998, s. 213) presenterar ett exempel från Maryland, USA, där en parkeringsplats intill ett köpcentrum är byggt ovanpå ett 4000 m² infiltrationsmagasin gjort av stenmaterial. Hydrologin på området har knappt ändrats fastän över 90 % av ytan på området består av hårdgjort material.

Gröna tak

Gröna tak har gjort framgång på senaste tider och blir en vanligare syn i städer (Veg Tech 2013a, s. 6-7). Med hjälp av gröna tak kan man minska betydliga mängder dagvatten som rinner vidare till avloppsledningar. Mängden dagvatten som gröna tak reducerar beror på nederbörden, gröna takets växtlighet och dess underlag. Enligt Veg Tech (2013a, s. 10-11), som säljer gröna tak i Norden, uppskattas det att en 50 mm tjock matta med fetbladsväxtlighet reducerar ungefär 50 % av takvattnet. Ahponen (2003, s. 109) påpekar ändå att gröna tak inte är optimala för finskt klimat på grund av tätt förekommande regn och det kalla vinterklimatet, som begränsar gröna takets funktion.

Infiltrationsdammar

Infiltrationsdammen (Figur 5) är en anläggning som effektivt reducerar mängden dagvatten. Ferguson (1998, s. 206) förklarar att dagvattnet leds som ytavrinning till infiltrationsdammen, där vattnet sedan samlas och infiltreras. Överflödsvatten som bildas vid större nederbörd rinner vidare längs en överflödsrutt.



Figur 5. *Infiltrationsdammen*. Infiltrations- eller fördröjningsdammar kan fungera som tilltalande vattenelement på bostadsområden. (Bild: Henri Nieminen 2013).

Hur länge vattnet stannar i infiltrationsdammen beror på dess djup. För att kunna ta emot vatten från ett nytt regn och infiltrera det bör en infiltrationsdamm tömmas på ungefär ett dygn. Då en infiltrationsdamm töms tillräckligt snabbt är det även möjligt för smältvatten att infiltreras under smältperioder (Kommunförbundet 2012, s. 151).

Konstruktionen av en infiltrationsdamm beror på markförhållandena. I enkla fall infiltrerar jordmånen vatten väl och då kräver konstruktionen inte mera än utformning och plantering av växtlighet. Hur som helst kan schaktning vara nödvändigt då jordmånen inte är genomsläpplig och då ersätts jordmassan med grovt stenmaterial. Konstruktionen liknar då en infiltrationsbädd. I täta jordmåner kan man även använda sig av täckdikning för att leda bort det överflödiga vattnet (Kommunförbundet 2012, s. 151).

2.3.4 Ledning av dagvatten

Då vatten inte kan infiltreras i marken behöver det ledas vidare. Ledningen av dagvatten sker antingen via öppna ytor eller med rörsystem under markytan. Målen med att leda dagvatten längs öppna ytor är att sänka flödet, öka infiltration samt att föroreningar i vattnet tas upp. Genom att leda vattnet längs växtlighet, tillräckligt långa sträckor och med en liten lutning är det möjligt att förverkliga målen (Kommunförbundet 2012, s. 157, 169). Oftast leds vatten i diken eller rännor.

I Vik, Helsingfors, har man under 1999-2004 byggt en ekologiskt planerad stadsdel (Helsingfors stad 2013). Dagvattenhantering var en central del i planeringen. Eftersom jordmånen till stora delar består av lera och topografin på området är flak används främst ledning av dagvatten bort från tomterna. Infiltration sker först på tomterna. Överlopps dagvatten leds sedan vidare längs så kallade ”gröna fingrar” från tomterna till gemensamma fördröjningsdiken, från vilka dagvatten sedan leds i rännor eller diken vidare till ett bredare fördröjningsdike på östra sidan om bostadsområdet. Från parkeringsytor, vägar och hårdbelagda ytor leds dagvatten direkt till dagvattenledningar (Perttula 2004, s. 9) (Figur 6).



Figur 6. *Eko-Viks bostadsområdes dräneringsplan.* (Perttula 2004, s. 9).

Rännor och kantsten

Eskola och Tahvonen (2010, s. 83-84) förklarar att en ränna konstrueras av sten eller betong. Vid vägar kan kantstenar eller formen på asfalten leda vattnet vidare. Genom att lämna luckor i kantstenen kan man låta dagvatten rinna genom luckorna till en vegetationsyta eller annan konstruktion (Figur 4). Med denna metod är det möjligt att minska mängden dagvatten på vägar och på parkeringsplatser.

Öppet dike

Ferguson (1998, s. 114) refererar Thayer och Westbrook (1990), som nämner att några av de positiva följderna med öppna diken (Figur 9) är att de ökar biodiversitet, minskar flöde, förhindrar torka, möjliggör infiltration och upplevs som behagliga av människor. Jormola, Järvinen, Lehtinen och Pajula (1998, s. 147) anser att öppna diken lämpar sig väl för att

utnyttjas på trädgårds- eller parkområden till att skapa intressanta vattenelement. Då vattnet leds via öppna ytor behövs stora ytor och därför är denna metod mest användbar där bebyggelsen är gles. Vid tätare bebyggelse leds dagvatten främst i rännor eller i diken, som ligger mellan väg och bebyggelse (Kommunförbundet 2012, s. 157).

Beroende på hur ett öppet dike dimensioneras varierar dess förmåga att fördröja och infiltrera dagvatten. Öppna diken kan ha en stor lutning och vara djupa men för att återställa vattnets kretslopp är det effektivare om de är låga, breda, har en liten lutning och har en täckande växtlighet. För att leda bort vatten från fastigheter lämpar sig inte breda och låga diken men vid vägkanter är de ett alternativ (Kommunförbundet 2012, s. 159).

2.3.5 Fördröjning av dagvatten

Stora flöden går att minska med hjälp av fördröjande anläggningar. Genom att ändra på fördröjande anläggningars storlek och djup går det att påverka fördröjningen. I och med att vattnet fördröjs ger det också tid för smutspartiklar att sjunka ner och dagvattnet blir således renare. (Eskola och Tahvonen 2010, s. 96).

Dammar, våtmarker, rännor, diken, vattendrag och underjordiska fördröjningsmagasin har en fördröjande effekt på dagvatten (Bonn 2003, s. 27-28). För hanteringen av dagvatten från stora områden lämpar sig dammar och våtmarker särskilt väl. De placeras ofta på rekreationsområden vid rutter där vattnet redan från tidigare rinner fram. Dammar kan användas på gårdar för att hantera dagvattnet och vid tätare bebyggelse kan underjordiska fördröjningsmagasin utnyttjas (Kommunförbundet 2012, s. 173).

Kouvola stad genomförde år 2010 ett byggprojekt, där man genom konstruktioner för dagvattenhantering ville förebygga översvämningsrisker i centrumet av Kouvola. Detta genomfördes på två områden. På det ena området kunde man bland annat genom att höja en skyddsväg och bygga en ränna framför den hindra dagvattnet från att rinna till det tidigare problemområdet (Sänkiäho och Sillanpää 2012, s. 46-49).

På det andra området byggdes en underjordisk fördröjningskonstruktion, som bestod av Wav Q-BIC dagvattenkassetter. Avrinningsområdet från vilket dagvatten leddes till fördröjningskonstruktionen var ungefär 9 hektar stort. Fördröjningskonstruktionen hade en volym på ungefär 1000 m³ och dagvattenledningarna dimensionerades så att endast överflödsvattnet vid störtregn leddes till konstruktionen (Sänkiaho och Sillanpää 2012, s. 46-49).

Våtmark

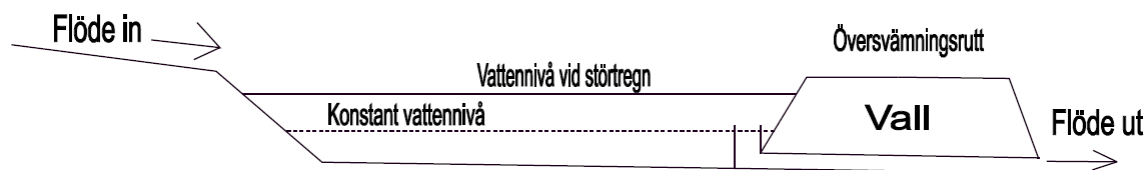
Enligt Bonn (2003, s. 27) har anläggning av våtmarker varit trend sedan i början på 2000-talet i de nordiska länderna. Största skillnaden mellan en damm och en våtmark är att våtmarken har en lägre vattenyta och en större biodiversitet. En våtmark är täckt av vatten under största delen av året och är ständigt fuktig (Figur 7 och 26) (Kommunförbundet 2012, s. 175).



Figur 7. *Utlopp för våtmark.* Ett stenbelagt utlopp ger miljön en trevlig bild. Stenarna utgör också ett möjligt lekområde för barn. (Bild: Henri Nieminen 2013).

Damm

För att jämna ut flödet på dagvatten kan en fördröjande damm vara ett alternativ (Figur 8). Ferguson (1998, s. 150) förklarar att meningen med en fördröjande damm är att den skall vara så stor att den kan lagra en önskad mängd vatten för att sedan leda det vidare i önskad hastighet. Vattnet leds vidare från dammen antingen med hjälp av vägtrummor eller genom att forma krönet av dammen så att det bildar en fördröjande öppning.



Figur 8. Snitt på en fördröjningsdamm. Dammar går även att förse med en utjämningsbassäng där vattnet flödar in. (Enligt Ferguson 1998, s. 150).

2.3.6 Leda vidare dagvatten med hjälp av dräneringsrör

På grund av markanvändningen eller risk för fuktskador i fastigheter är det inte alltid möjligt att använda sig av ekologiska anläggningar för att leda dagvatten. I dessa fall leds dagvatten i kombinerade avloppssystem eller separata avloppssystem. I ett kombinerat avloppssystem leds dagvatten och spillvatten i samma rör. I ett separat avloppssystem leds dagvatten och spillvatten i skilda rör (Kommunförbundet 2012, s. 189-190). Larsson (2012) nämner att det ännu före 1950-talet var vanligt att man byggde bostadsområden med kombinerade avloppssystem. Risken för källaröversvämningar är ändå stor med kombinerade avloppssystem och därför började man efter 1950-talet övergå till separata avloppssystem.

Fördelen med att dra dagvattenledningar är enligt Watt, Water och McLean (2003, s. 14) att man garanterat kan leda vidare dagvatten som uppstår vid störtregn. Dagvattenledningar är i vissa fall absolut nödvändiga. Till exempel då dagvatten skall ledas under en väg behövs dagvattenledningar.

Juha Seppinen gjorde ett diplomarbete om hur det är möjligt att minska dagvattenbelastningen i blandavlopp. Seppinen (2010, s. 103) beskriver att ekologiska anläggningar för dagvattenhantering är dyrare att anlägga vid tät bebyggelse än vid gles bebyggelse. I längden kan ändå de ekologiska anläggningarna vara ett billigare alternativ än att bygga separata avloppssystem för att leda dagvattnet, menar Seppinen (2010).

Inha (2010, s. 55) lyfter å andra sidan fram att ekologiska anläggningar ibland kan kräva så mycket underhåll att de i längden blir dyrare än montering av dagvattenledningar. Enligt Watt, Water och McLean (2003, s. 15) är kostnaderna för att dra dagvattenledningar ofta orimligt höga, ifall det inte sker i samband med andra saneringar. Om det kostnadsmässigt lönar sig att bygga ekologiska anläggningar eller att dra dagvattenledningar beror alltså på det enskilda området, dess funktion och dess befintliga dagvattenhanteringslösningar.

2.3.7 Hantering av förorenat dagvatten

Det som fick befolkningen i städer att reagera på dagvattenhanteringen vid 1970-talet var att dagvattnet innehöll så mycket smutspartiklar så att det var till stor skada för recipienterna, det vill säga vattendrag och sjöar (Stahre 2008, s. 7). I en undersökning gjord av Suunnittelukeskus (2007a, s. 5) framkommer det att olika myndigheter tar olika ställning till dagvattenhanteringen i Finland på olika områden vilket gör hanteringen av dagvattnet svår än idag. Det finns inte heller några landsomfattande regleringar på hur dagvattnets belastning på recipienter bör uppskattas. Att dagvattenhanteringen behandlas inom olika ämbeten och ingen är ansvarig för dagvattenhanteringen som en helhet gör situationen också besvärlig. Enligt Ahponen (2003, s. 108) borde ett gemensamt centralt mål inom dagvattenhanteringen i Finland vara att förbättra kvaliteten på dagvattnet. Eftersom våra sjöar är låga och så gott som alla städer ligger vid sjöar eller vattendrag är detta också viktigt.

Landskapsarkitekt Christine Bonn (2003, s. 37) lyfter i en undersökning om ekologisk dagvattenhantering i nordiska länder fram att varje ekologisk anläggning för dagvattenhantering bidrar till att rena vattnet. Genom infiltration fastnar bland annat tungmetaller i jorden och andra föroreningar tas upp av växter. Då vattnet transporteras

sker sedimentation och syresättning av vattnet. Vid fördröjning i dammar eller våtmarker renas dagvattnet effektivt och speciellt kväve och fosfor binds av växter eller i marken. Andra konstruktioner som renar dagvatten är till exempel oljeavskiljare och sedimenteringsbrunnar.

2.3.8 Vad kan man göra på bebyggda områden?

Då man planerar dagvattenhanteringsmetoder är det av stor vikt att ha konkreta mål som man vill uppnå. Oftast är det effektivt att använda sig av flera olika metoder och anläggningar för att uppnå målen med dagvattenhanteringen. Då man gör detta är det möjligt att minska storleken på många av anläggningarna. Vattnet blir effektivare renat och mängden dagvatten är lättare att hantera (Kommunförbundet 2012, s. 199).

För att minska mängden dagvatten som rinner vidare är dammar och våtmarker de effektivaste lösningarna. Även fördröjningsbassänger och dagvattenkassetter hör till lämpliga lösningar för detta ändamål. Till de anläggningar som inte har stor nytta när det gäller hård nederbörd hör permeabla beläggningar, rännor och gröna tak (Tabell 3).

Tabell 3. *Hantering av dagvattenmängder*. Siffran 1 betyder att metoden inte är relevant. Siffran 2 betyder att det kan vara relevant och siffran 3 att det lämpar sig väl för ändamålet. (Kommunförbundet 2012, s. 200).

Hulevesien määrällinen hallinta			
	Hulevesitulvien estäminen	Virtaaman tasaaminen ja eroosion ehkäisy	Imeytyminen ja pohjaveden muodostuminen
Hulevesien vähentäminen			
Läpäisevät päällysteet	1	2	3
Viherkatot	1	2	1
Imeytyskaivannot	2 ^A	2	3
Imeytyspainanteet	2	3	2
Hulevesien johtaminen			
Kourut	1	1	1
Viherpainanteet	2 ^A	2	2 ^B
Rakennetut kanavat ja purot	2 ^A	2	1
Hulevesien viivyttäminen			
Kosteikot	3	3	2 ^B
Lammikot	3	3	2 ^B
Viivytyspainanteet	2	3	2 ^B
Viivytyskaivannot ja -säiliöt	2	3	1 ^C

Enligt Inha (2010, s. 56) är ett problem som ofta dyker upp då man planerar dagvattenhantering på bebyggda områden är att hitta tillräckligt med utrymme för att hantera dagvattnet. I de fall då det inte är möjligt att hantera dagvattnet på tomter och kvarter kan man satsa på att leda dagvattnet till områden som till exempel parkområden, för att hantera dagvattnet där (Suunnittelukeskus 2007a, s. 26).

I praktiken är det ändå möjligt att konstruera de flesta typer av anläggningar för dagvattenhantering på egnahemshus- och radhusområden. De flesta anläggningar kan utformas enligt behov. Till exempel kan våtmarker konstrueras smala och avlånga där det behövs. Rännor och dagvattenkassetter hör till anläggningar som inte är lämpliga att anlägga precis vid egnahemshus- och radhusområden (Tabell 4) (Kommunförbundet 2012, s. 202).

Tabell 4. *Hur olika metoder lämpar sig vid olika markanvändningsområden. Siffran 1 betyder att metoden inte lämpar sig för området. Siffran 2 betyder att det kan vara användbart och siffran 3 att det lämpar sig väl för området. E betyder att metoden inte är relevant på området. (Kommunförbundet 2012, s. 202).*

Menetelmien soveltuvuus eri maankäyttötyypeille						
	Pien- ja rivitaloalueet	Kerrostaloalueet	Liikennealueet ^a	Tiheästi rakennetut alueet	Ydinkeskusta	Hotspot-alueet ^c
Hulevesien vähentäminen						
Läpäisevät päällysteet	3	3	2	2	1	1
Viherkatot	3	2	E	2	2	2
Imeytyskaivannot	3	3	2	3	2	1
Imeytyspainanteet	3	2	2	2	1	1
Hulevesien johtaminen						
Kourut	2	3	1	2	1	2
Viherpainanteet	3	3	3	1	1	2 ^B
Rakennetut kanavat ja purot	3	3	2	2	2	1
Hulevesien viivyttäminen						
Kosteikot	3	2	3	2	1	2 ^B
Lammikot	3	2	3	2	1	2 ^B
Viivytysohjeet	3	3	1	2	2	2 ^B
Viivytysohjeet ja -säiliöt	1	2	1	3	3	2

Watt m.fl. (2003, s. 13-14) gjorde en undersökning på ett 23,3 hektar stort bostadsområde i Burlington, Kanada. I undersökningen antog man att klimatförändringen skulle öka nederbörden med 15 %. Resultaten visade att det nuvarande avloppsnätet inte klarade av att leda allt dagvatten som skulle uppstå i samband med en ökad nederbörd. Man övervägde därför olika åtgärder för att förbättra situationen. De flesta av nackdelarna med att öka den ekologiska dagvattenhanteringen på ett befintligt bostadsområde är oftast kostnadsrelaterade, menar Watt m.fl. (2003, s. 13-14).

Att byta ut ledningar mot större ledningar är enligt Watt m.fl. (2003, s. 13-14) orimligt dyrt ifall det inte sker i samband med annan sanering av området men garanterar att tillräckligt med vatten leds vidare. Att leda ut dagvatten från taken ut på tomterna var en annan åtgärd som övervägdes. Denna metod minskar behovet för bevattningen av växtlighet på tomten

samtidigt som det minskar flödet till dagvatten- eller kombinerade avloppsledningarna. De kostnader som detta medför kan ändå vara ett problem för tomtägaren och ifall tomter inte är tillräckligt stora kan det orsaka att dagvatten rinner vidare till granntomten.

Ett annat projekt där man velat förbättra dagvattenhanteringen på ett befintligt bostadsområde är Vital Vasa. Bakgrunden till att projektet Vital Vasa genomfördes 1999-2002 var att dagvattnet i Vasa var smutsigt, det belastade vattendrag och att grundvattennivån i centrumet av staden hade sjunkit. För att återställa hydrologin krävdes en ökad infiltration. Eftersom mer dagvatten hann bildas än infiltreras krävdes dessutom åtgärder i form av ledning och fördröjning av dagvatten (Loukkaanhuhta 2001).

En av metoderna som användes i Vital Vasa var ledning av mer dagvatten till grönytor med hjälp av rännor och diken (Loukkaanhuhta 2001). Watt m.fl. (2003, s. 13-14) påpekar att vissa offentliga platser inte kan användas förrän allt dagvatten som letts dit har infiltrerats eller runnit vidare ifall man använder sig av denna metod. Därför kan man inte hur som helst leda dagvatten till alla parkområden, som till exempel skolgårdar eller lekplatser.

Genom att forma grönytor och befintliga anläggningar för dagvattenhantering är det också möjligt att minska mängden dagvatten som leds till avloppssystemet. Loukkaanhuhta (2001) nämner att grönytor som är högre än omgivningen kan omformas så att de blir lägre än omgivningen. Watt m.fl. (2003, s. 13-14) anser att kostnaderna för att forma om befintliga anläggningar kan vara höga och att det inte alltid är möjligt på grund av för lite användbar mark. Ifall målet är att öka infiltration behöver jordmånen dessutom vara lämplig.

Där det är möjligt kan man även justera flödet in och ur dagvattenledningar (Loukkaanhuhta 2001). Enligt Watt m.fl. (2003, s. 13-14) är detta bra i den bemärkelsen att dagvattnet inte hinner överbelasta avloppssystemet. Det är också en billig metod. Hur som helst kan detta leda till att dagvatten stundvis samlas på vägar eller andra områden så lutningarna behöver vara lämpliga för att denna metod skall vara genomförbar.

Till metoderna som användes i Vital Vasa hörde vidare att byta ut ogenomsläppliga ytor till genomsläppliga, öka fördröjning genom att höja brunnar 10-20 cm där det var möjligt och att göra luckor i kantstenar så att dagvattnet kunde rinna genom luckorna. Där det var möjligt anlades små våtmarker genom att leda vatten från någon dagvattenledning till ett område. Ibland krävde detta att marken behövde formas till en sänka. På vissa områden i Vasa ökade man endast växtligheten för att hantera mera dagvatten (Loukkaanhuhta 2001).

2.3.9 Problem med dagvatten på vintern

I Finland går marken varje år i tjäle. Hur mycket av jorden som går i tjäle beror på jordmånen. De jordmåner som innehåller större kornstorlekar fryser djupare än de som innehåller finkorniga storlekar. De jordmåner som innehåller humus är mest frosttåliga (Karttunen 2003, s. 113). Tjälens är en orsak till att man i nordiska länder inte alltid kan utnyttja information om dagvattenhantering från länder där dagvattenhantering är på en högre nivå, som till exempel i USA och i Tyskland. Forskning om tjälens påverkan på anläggningar för dagvattenhantering har ändå under senaste tid gjorts allt mer i nordiska klimat (Bonn 2003, s. 46).

En annan faktor som man bör ta i beaktande i kalla klimat är snöhanteringen. Av nederbörden i Finland är ungefär 200-230 mm snö (Karttunen 2003, s. 87). Den drar enligt Bonn (2003, s. 46) åt sig mera föroreningar än vanligt regn eftersom den faller långsammare och blir kvar på marken. På marken samlar snön åt sig smutspartiklar och det medför att den första smältsnön innehåller stora föroreningskoncentrationer. Problematiskt med smältsnön är att den på våren orsakar stora flödestoppar då temperaturen stiger kraftigt under en kort period. Detta orsakar problem vid pumpstationer och kan leda till att förorenat vatten inte hinner pumpas till avloppreningsverk utan rinner direkt till vattendrag eller orsakar översvämningar.

Fastän marken går i tjäle kan vissa anläggningar ha en viss funktion under vintern. Enligt Kommunförbundets guide för dagvattenhantering (2012, s. 204) lämpar sig våtmarker och dammar allra bäst för vinterklimat. De kan även under vintertid infiltrera och fördröja dagvatten. Genomsläppliga beläggningar, gröna tak och rännor hör till anläggningar som

inte lämpar sig dåligt för vinterklimat. Fördröjningsanläggningar och infiltrationsanläggningar kan ha medelmåttlig inverkan på dagvattenhanteringen under vintern om detta är beaktat vid planeringsskedet.

3. Prästgårdsbacken

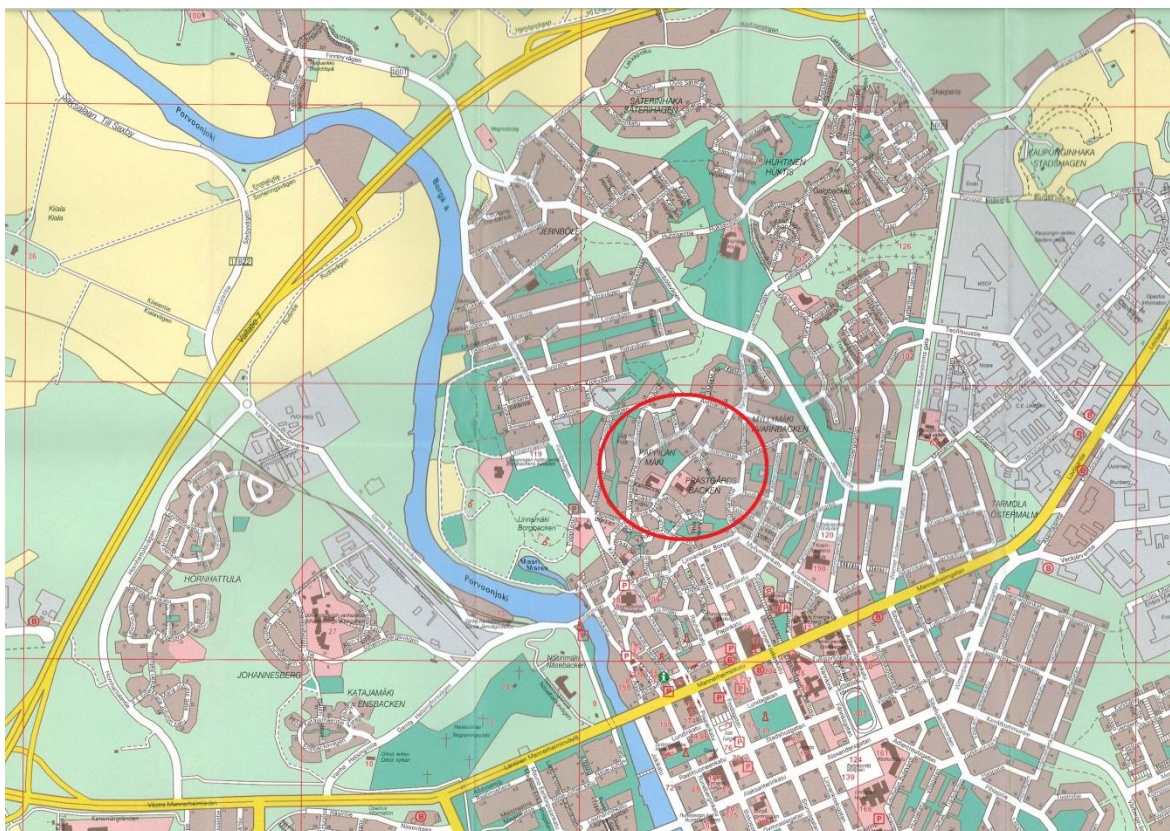
3.1 Beskrivning av området

Prästgårdsbacken är en gammal stadsdel som ligger vid centrumet av Borgå (Figur 9). Stadsdelen började byggas på 1700-talet och bildar en helhet, som historiskt hör ihop med Gamla Borgå. År 1990 (Borgå stads planläggningsavdelning, s. 3) gjordes en stadsplan för småhusområdena på Prästgårdsbacken för att bevara det allmänna intrycket av området och för att behålla den bebyggda miljön.

Gammal och gles bebyggelse gör området enhetligt. Många av husen är gamla träbyggnader. Även nya byggnader har byggts på området under senaste tiden så det finns både nya och gamla hus (Borgå stads planläggningsavdelning 1990, s. 4). Vissa av tomterna är små med små trädgårdar medan vissa av tomterna är över 1000 m² och har stora trädgårdar.

Gamla Kungsvägen går igenom Prästgårdsbacken. Under medeltiden var vägen den viktigaste i Finland och gick från Åbo till Viborg. Stengårdsgårdar och träd kantar ofta den historiskt värdefulla vägen. På grund av sin historiska betydelse har vägen specialbestämmelser i stadsplanen. Också övriga gatuvyer på Prästgårdsbacken önskar man bevara och bland annat grusgator bevaras (Borgå stads planläggningsavdelning 1990, s. 5).

På Prästgårdsbacken finns några parker som avviker från varandra i karaktär. Något stort enhetligt uteområde finns inte men förbindelser till andra grönområden är goda. Den mest centrala parken är pastor Wirens park, vid Gamla Kungsvägen. Parken fungerar som en lekpark och på vintertid är det möjligt att åka skridsko i parken. Tunnbindareparken och Prästgårdsåkern är öppna grönområden med ängsvegetation (Borgå stads planläggningsavdelning 1990, s. 9).



Figur 9. Prästgårdsbacken utmärkt med röd ring. (Borgå stads fastighets och mättningsavdelning 2009).

Avgränsat undersökningsområde

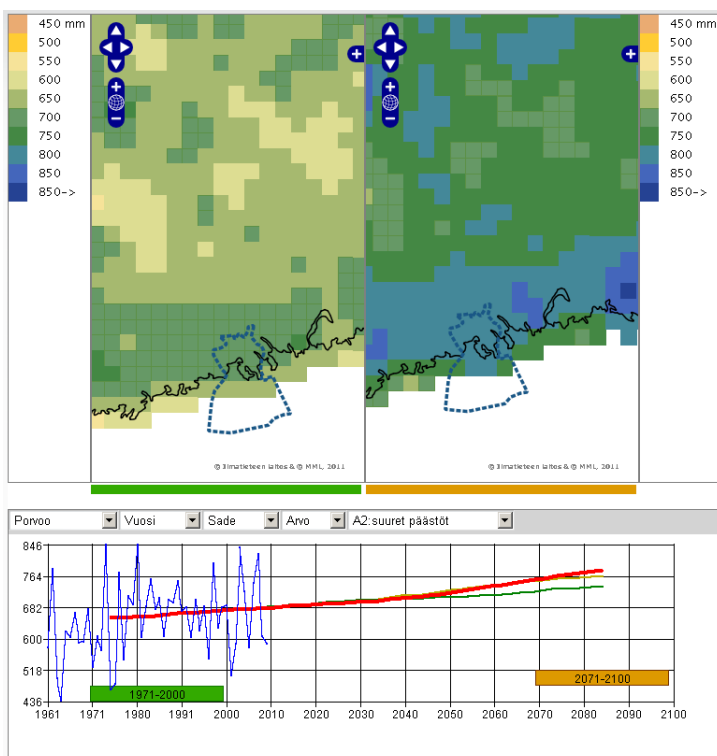
Undersökningsområdet (bilaga 1) utgör ett ca 73 hektar stort område, som ligger på västra sidan av vattentornet vid Prästgårdsbacken. Det är avgränsat enligt det område som belastar det kombinerade avloppet vid Gamla Kungsvägen och Julinsgränd. Allt vatten som leds i avloppssystemet på området rinner vidare från området mot sydväst. Till undersökningsområdets typiska särdrag hör tomter med egnahemshus, branta lutningar och fyra små gränder med grusbeläggning. På området finns även Wirens park och tre daghem.

Den högsta punkten, där vattentornet är beläget, ligger på ungefär 48 m.ö.h. och den lägsta punkten, som ligger vid korsningen av Wadenströmståget och Gamla Kungsvägen, ligger på ungefär 29 m.ö.h. Skillnaden mellan högsta och lägsta punkten är ca 19 meter. Det

kombinerade avloppets höjdskillnad är 16,52 meter och längden på kombinerade avloppet Från Julinsgränd till korsningen vid Wadenströmståget och Gamla Kungsvägen är ca 508 meter. Lutningen på området är alltså rätt brant. Det kombinerade avloppet lutar i medeltal ca 3,25 %.

3.1.1 Nederbörd

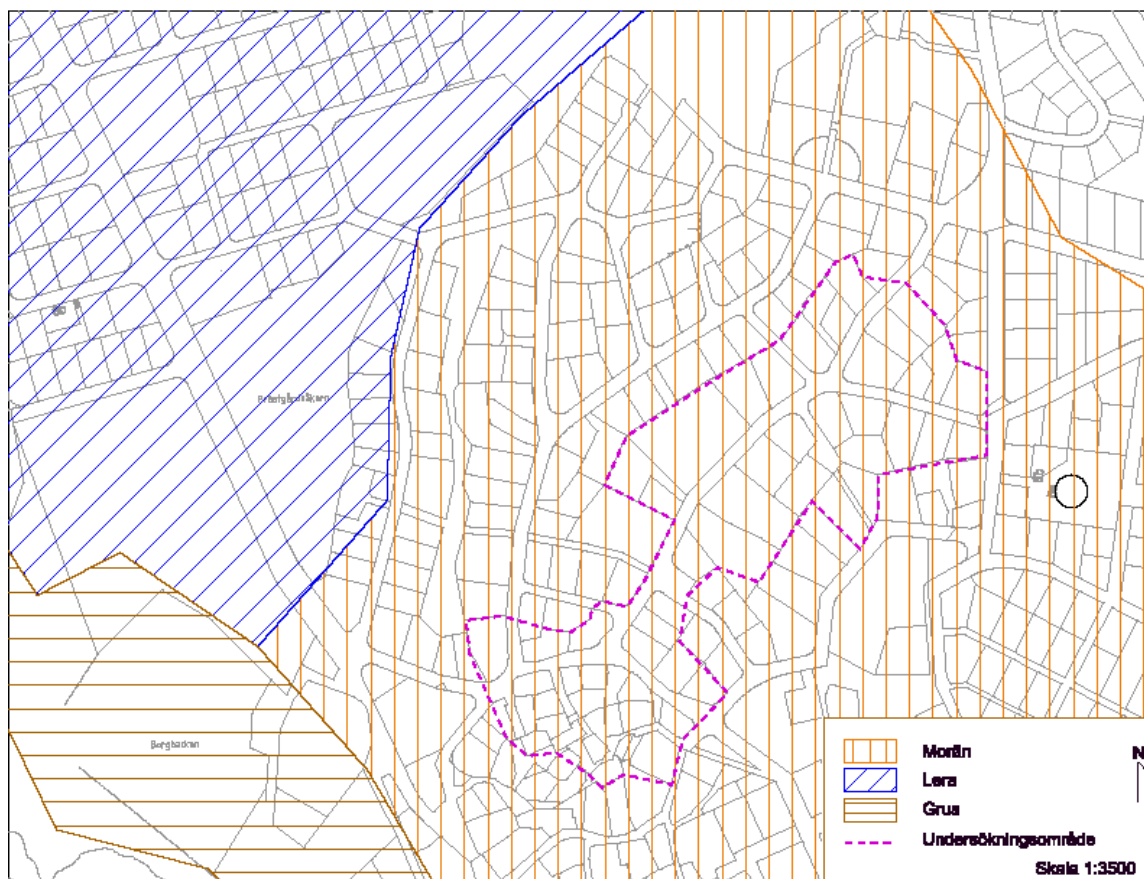
Borgå är en kuststad i Nyland. Enligt Borgå vattens mätresultat var nederbörden i Borgå 715 mm år 2011 och år 2012 var den 861 mm. Långtidsmedeltalet är 644 mm per år. (Borgå vattens årsberättelse 2011 och 2012). Vid 2071-2100 förväntas den årliga nederbörden ligga kring 800 mm per år (Figur 10) (Klimatguiden.fi 2013).



Figur 10. Nederbörd över Borgå åren 1971-2000 och en uppskattning över åren 2071-2100. (Klimatguiden.fi 2013).

3.1.2 Jordmån

Jordmänen för Prästgårdsbacken består av moränjord (Figur 11).



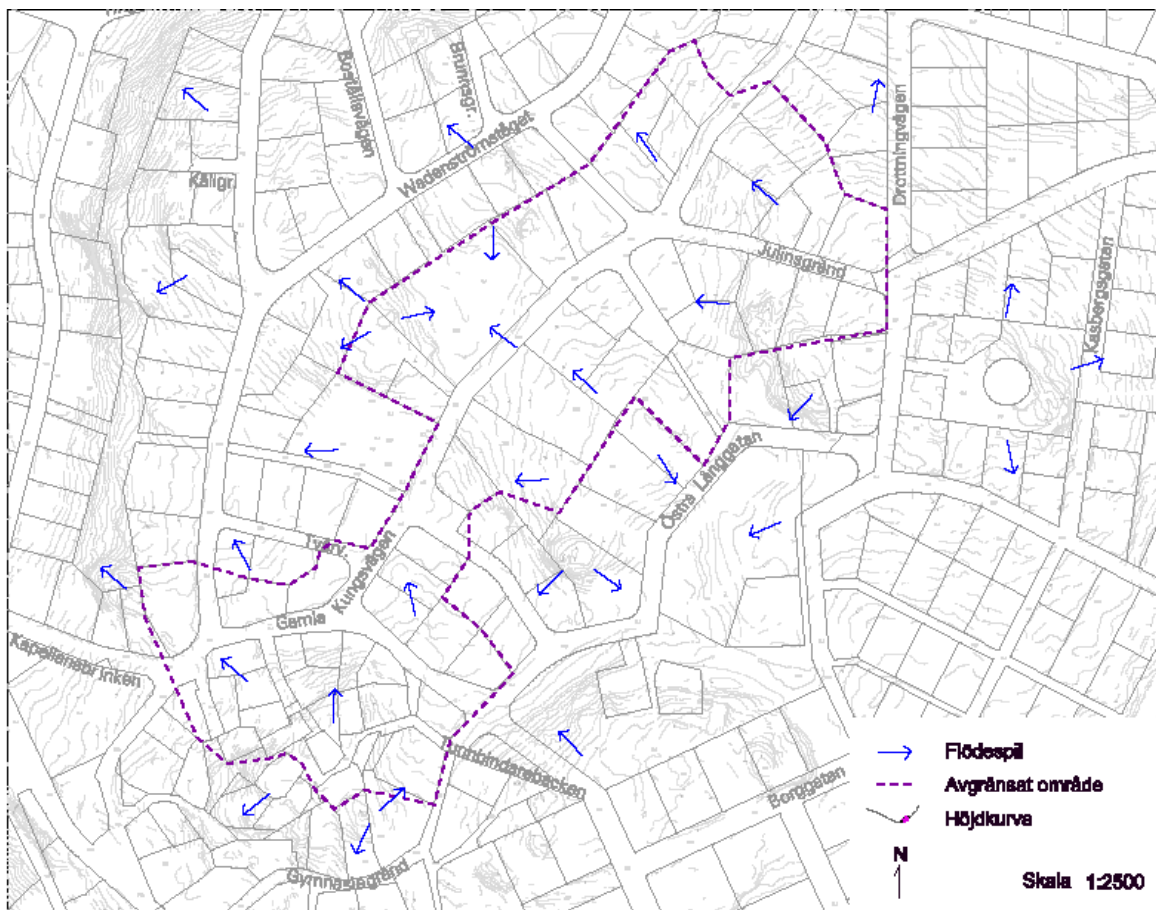
Figur 11. *Jordmån vid Prästgårdsbacken.* (Enligt geo.fi 2013) (Borgå vatten 2013).

3.1.3 Topografi och flöden

De riktgivande flödespilarna är ritade enligt höjdkurvornas lutningar (Figur 12). I stora drag rinner dagvattnet från öst till väst på undersökningsområdet. Ett undantag är Wirens park, som är lägre än dess omgivning. Vägar ändrar på flödet och oftast rinner allt ytvatten som kommer till en väg vidare längs vägkanten eller i diken intill vägen.

Bebyggelse ändrar alltså alltid flödet på ett område. Genom fältbesök kunde jag konstatera att mycket av dagvattnet rinner längs vägkanterna på undersökningsområdet och in i

dagvattenbrunnar. Endast på några ställen rinner dagvatten ut i diken eller till grönytor. På vissa ställen orsakade lutningarna på asfalten, grönytorna intill vägarna och kantstenar att dagvatten samlades i vattenpölar.



Figur 12. Undersökningsområdets topografi och vattenflöde. (Borgå vatten 2013).

3.2 Undersökningsmetoder och material

För att närma sig frågan om hur dagvattenhantering på undersökningsområdet är användes tre metoder: Beräkningar, enkätförfrågningar och fältbesök.

3.2.1 Beräkningar

Beräkningar med hjälp av avrinningskoefficient

Då man känner till hur mycket nederbörd som regnar ner på ett område, vilka ytor som finns på området och hur mycket vatten de olika ytorna avleder är det även möjligt att räkna ut ett dimensionerande flöde på ett område. Hur mycket vatten en viss yta avleder bestämmer ytans avrinningskoefficient (Tabell 5).

Tabell 5. *Olika markanvändningsområdets avrinningskoefficienter.* (Enligt RIL 124-II 2004, s. 462).

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Slutna höghuskvarter (hårdbelagda gårdar)	0,80
Slutna höghuskvarter (grusbeläggning, planteringar)	0,70
Öppna höghuskvarter	0,60 - 0,40
Radhusområden	0,35
Egnahemshusområden, små tomter	0,25 – 0,30
Egnahemshusområden, stora tomter	0,20 – 0,25
Idrotts- och lekplatser	0,20
Vida parkområden	0,05 – 0,10

Med hjälp av uppskattningar på dimensionerande flöden kan man bestämma hur stora till exempel dagvattenledningar eller områden för infiltrering bör vara. Formeln som används då man beräknar dimensionerande flöden med hjälp av avrinningskoefficienter är:

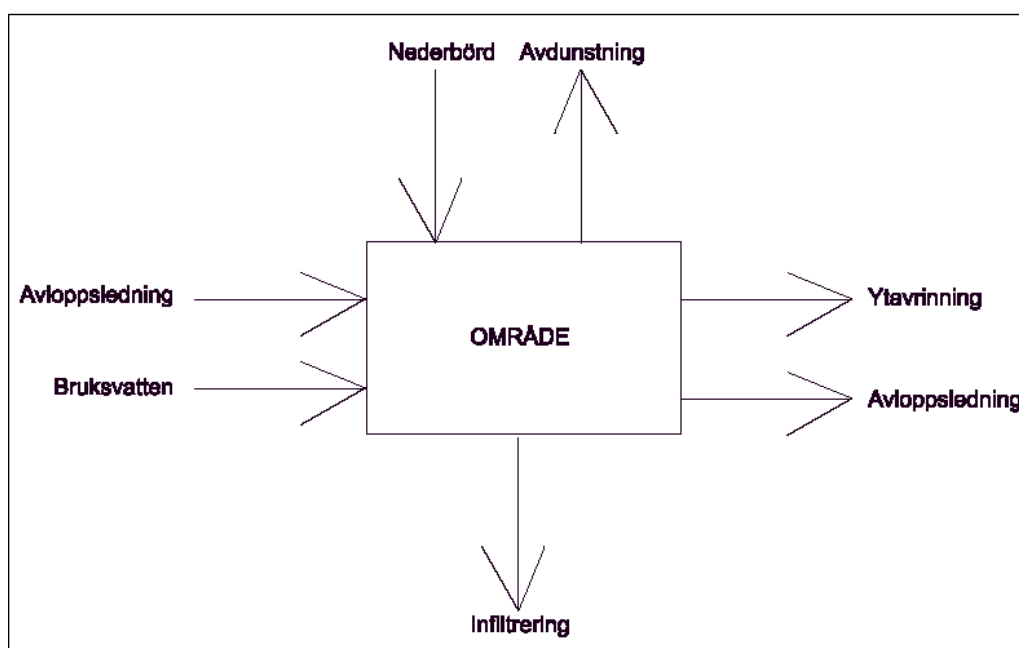
$$Q = A * i * \varphi,$$

Q = dimensionerande flöde (l/s), A = avrinningsytans storlek (ha), i = regnintensitet (l/s*ha), φ = avrinningskoefficient (0-1) (RIL 124-II 2004, s. 461).

I Finland använder man sig ofta av ett 15 minuters störtregn som förekommer en gång under en fem års period och med regnitensiteten 143 l/s*ha då man gör beräkningar för dagvattenhantering. Regnitensiteten följer miljöministeriets ”D1 Fastigheters vatten- och avloppsinstallationer – föreskrifter och anvisningar”.

Beräkning av dag- och läckagevatten kring Prästgårdsbacken

Med vattenbalans menas enberäkning, där man studerar hur mycket vatten som kommer in på ett område och hur mycket som rinner vidare. Det är möjligt att få fram riktgivande siffror om mängden vatten som rör sig på området då man känner till faktorer som nederbörd, avdunstning, infiltrering, avloppsvatten som leds in, bruksvatten, ytavrinning och avloppsvatten som leds vidare (figur 13).



Figur 13. Vattenbalansberäkning på ett område

Mängden vatten som kommer in på området går att få fram till exempel genom att ta reda på hur mycket vatten som olika avloppsvattenpumpstationer och bruksvattenpumpstationer pumpar in på ett visst område. Bruksvatten och nederbörden går att räkna ut enligt hur mycket vatten ett hushåll förbrukar i snitt per år. Mängden bruksvatten som pumpas in till

hushåll på ett bostadsområde motsvarar i praktiken den mängd som leds vidare från samma hushåll i avloppsledning.

In i alla ledningar kommer det läckagevatten. Läckagevatten är vatten som kommer in i ledningarna via öppningar eller sprickor. Avdunstningen, infiltreringen och ytavrinningen är ofta svåra att beräkna. Faktorer som jordmån, hårdgjorda ytor och växtlighet spelar en stor roll i beräkningen av dem.

Då man känner till vattenmängden som pumpas in på ett område och vattenmängden som pumpas vidare från samma område kan man få fram mängden läckage- och dagvatten. Till exempel vet man att 500 m³ är läckage- och dagvatten om 1000 m³ bruksvatten pumpas in på ett bostadsområde och 1500 m³ pumpas vidare från samma bostadsområde. Med läckagevatten menas i beräkningarna både vatten som via öppningar kommer in i ledningar och dagvatten som leds till avloppsreningsverket.

I beräkningarna tas det även i beaktande avloppsvatten som pumpas in på ett område från avloppsvattenpumpstationer. Då man känner till avloppledningarnas längd är det möjligt att räkna ut hur stor del av vattnet i ledningarna som är dag- och läckagevatten. Svaren ges både i procent för hela avloppssystemet och i m³/m.

Faktorer som kan påverka mängden dag- och läckagevatten är ledningarnas material och när de är byggda. På alla områden förutom Luktärtsvägens pumpområde består avloppssystemet av separata avloppssystem. På Luktärtsvägen pumpområde finns 660 meter kombinerat avloppssystem.

3.2.2 Enkätförfrågning

Enkäten (bilaga 3) delades ut 30.5.2013. Enkäten delades ut till alla hus på undersökningsområdet (bilaga 1). Totalt delades 58 enkäter ut. Enkäten delades direkt ut i postlådorna i kuvert, som innehöll enkäten och ett svarskuvert.

Frågorna ställdes för att få reda på hur dagvattenhanteringen på privattomterna för tillfället ser ut och om den är möjlig att förbättras enligt respondenten. Eftersom takytan ofta utgör den största hårdgjorda ytan på en tomt valdes frågorna om takvatten att tas med i enkäten.

3.2.3 Fältbesök

Under arbetets gång gjorde jag fyra fältbesök för att undersöka och dokumentera hur dagvattnet på undersökningsområdet rinner. Fältbesöken gjordes 26.3., 24.5., 11.6. och 25.6.2013. Eftersom det inte har gjorts liknande studier om dagvattenhanteringen på området var det viktigt att hitta ställen där dagvatten samlas och ta reda på hur dagvatten rinner på området. Detta var möjligt vid vägar och på parkområden men inte på privata tomter.

Under fältbesöken gjorde jag även observationer om hur dagvatten leddes till brunnar, hur brunnarna fungerade, vägmateriell, vägarnas skick, växtlighet vid vägarna och i vilket skick diken intill vägarna var. På våren hade jag möjlighet att se var snön samlades och var det bildades is.

3.3 Resultat

3.3.1 Beräkningar

För att hantera dagvatten ekologiskt på undersökningsområdet antas i beräkningarna att dagvatten från ett ca 22 ha område leds till en punkt i Wirens park (bilaga 4). Områdets lutningar är gynnsamma för att leda dagvatten till Wirens park.

Beräkningar gjordes av Uponor för att få reda på hur mycket dagvattenkassetter som behövs för att hantera dagvatten från det ovan nämnda området. Det skulle krävas ca 580m³ lagringsutrymme eller 2018 dagvattenkassetter. Dagvattenkassetterna skulle kräva ett 22,8 m*16,8 m*1,68 m stort område som kan formas enligt tillgängligt utrymme. I beräkningarna har man använt ett på fem år förekommande 15 minuters regn med

intensiteten 143 l/s*ha. Man har utgått från att jordmånen är morän, som har en god infiltrationsförmåga. Som avrinningskoefficient har man använt 0,25 (egnahemshusområden, små- och stora tomter). Uppskattningsvis skulle dagvattenkasetterna kosta 150 000 € som monterade (Uponor, e-mail 4.10.2013).

För att kartlägga hur mycket dag- och läckagevatten som rinner i avloppssystemen kring Prästgårdsbacken gjordes uträkningar av personalen på Borgå vatten. Uträkningarna tas med i detta arbete för att ge en bild över vilka områden som leder mest dag- och läckagevatten i avloppssystemen.

På kartan (bilaga 2) syns de olika områdena med sina pumpstationer. Pumpstationerna är markerade med en turkos ring. I tabellen (bilaga 2) visas hur mycket vatten de olika avloppspumpstationerna pumpade vidare år 2011 och 2012. Årsförbrukning av vatten för de olika områdena varierar enligt hur många hushåll det finns. Eftersom inga eller få hus byggdes till på områdena förblev förbrukningen densamma. Från pumpstationerna fick man information om hur mycket vatten som de pumpade åren 2011 och 2012.

3.3.2 Enkät svar

Enkätfrågan (bilaga 3) delades ut till 58 hushåll, av vilka 20 stycken returnerade blanketten. Svarsprocenten blev ca 34 %. Problemområden som kom fram via enkät svaren samt problemområden som kom fram via egna observationer på fältet visas i en karta. (Figur 14).

Ur enkät svaren framgår att 7 stycken hushåll (12 %) upplever att dagvattnet orsakar problem på deras tomt, vid deras kvarter eller på andra områden vid Prästgårdsbacken. En av invånarna kommenterar problem som orsakas av dagvatten vid Prästgårdsbacken på följande vis: ”Joissakin kohdissa kasaantuu isojakin lammikoita johtuen kadun kaltevuudesta ja reunojen kiveyksistä.”. Med andra ord upplever invånaren att vägens lutning och kantstenar orsakar stora vattenpölar.

Andra svar angående problem som orsakas av dagvattnet gäller grus, som från vägar rinner in på tomter vid hårda regn. Många av tomterna på undersökningsområdet ligger i branta sluttningar, vilket gör att till exempel grus lättare kan rinna från eller till tomten vid störtregn. En invånare skrev följande: ”Piha on rinnetontti ja ylätonille menevän tien hiekoitus valuu kovilla sateilla Kuninkaantielle.” På det undersökta området finns fyra gränder som är belagda med grus; Torpgränd, Adertonbackagränd, Valle Rosenbergs Gränd och Bastugränd. En av invånarna svarade att gruset vid Adertonbackagränd delvis sköljs bort med dagvattnet vid störtregn.

Tre av invånarna som svarade på förfrågningen upplevde dessutom att dagvatten rinner in på deras tomt. Den ena av dem upplever problem speciellt på våren i samband med snösmältningen och skrev följande: ”Tonttimme kohdalla katu on nostettu liian korkealle ja varsinkin keväällä suurten lumimassojen sulaessa vedet ohjautuvat myös rakennukseen päin.”

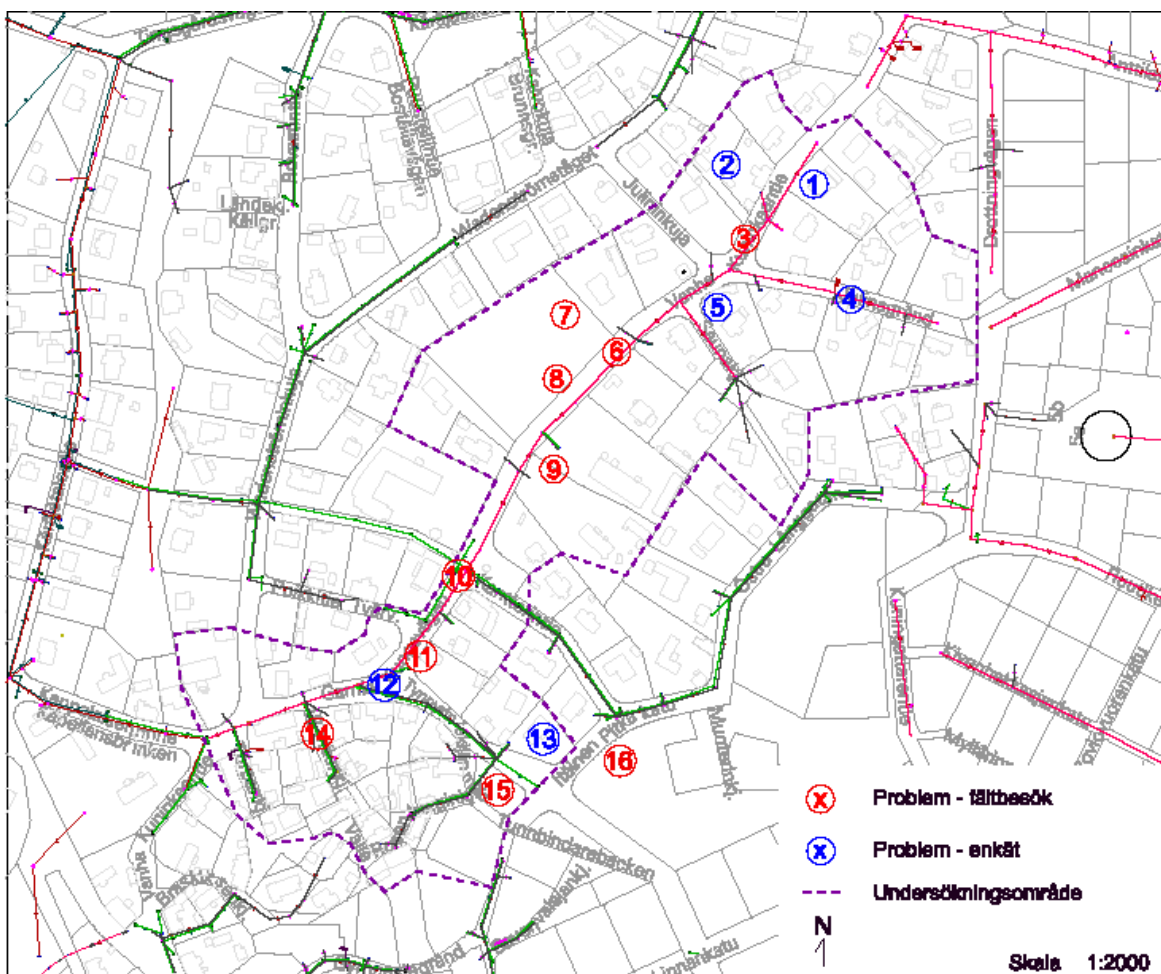
På tomterna uppstår dagvattnet ändå främst av hårdgjorda ytor och oftast utgör taket den största hårdgjorda ytan på en tomt. Av de som svarade var antalet hushåll som leder sitt takvatten helt och hållet ut på tomten var tolv stycken (60 %). Antalet hushåll som svarade att takvattnet delvis leds ut på tomten och delvis vidare till dagvatten- eller kombinerade avloppsledningar var sex stycken (30 %). Två stycken hushåll (10 %) svarade att allt takvatten leds direkt vidare till dagvatten- eller kombinerat avloppsledningar. Fördelar med att leda ut takvattnet på tomten är bland annat att det går att utnyttja till bevattning (Bonn 2003, s. 27). Två av de invånare som låter allt takvatten ledas till tomten kommenterar att de använder vattnet till bevattning.

Två personer svarade allt takvatten leds direkt vidare till dagvatten- eller kombinerade avloppsledningar. Den ene av dem svarade den ena att det är möjligt att leda ut en del av takvattnet på tomten medan den andra svarade att det inte är möjligt att leda något av takvattnet ut på tomten.

3.3.2 Problemområden

Problemområden vid undersökningsområdet illustreras i en karta (figur 14).

Problemområdena är framställda genom fältbesök och enkätförfrågningar. De är numrerade så att de problemområden som kommit fram genom fältbesök är märkta med rött och de problemområden som har kommit fram genom enkätförfrågningar är märkta med blått.



Figur 14. Numrerade problemområden vid undersökningsområdet. (Borgå vatten, 2013).

Resultaten som kom fram via fältbesöken gäller främst vägområdena på undersökningsområdet. Via fältbesöken kom det främst fram problemområden där dagvatten samlas, områden där mer dagvatten kan ledas i diken och grönområden som kan formas om så att det tillåter en mera ekologisk dagvattenhantering. Problem som invånare

upplevde var främst vattenpölar och grus som sköljs med störtregn. Nedan följer noggrannare förklaringar på problemområdena.

1. Invånare upplever problem med grus som rinner ner mot Gamla Kungsvägen vid störtregn.
2. Vid störtregn rinner dagvatten in på tomterna från Gamla Kungsvägen. Tomterna är lägre än Gamla Kungsvägen och ingen kantsten eller förhöjning i asfalten leder bort dagvattnet.
3. Korsningen vid Gamla Kungsvägen och Julinsgränd är belagd med kullersten. På grund av lutningar samlar sig dagvatten vid störtregn på Gamla Kungsvägen och orsakar en stor vattenpöl (Figur 18). Dagvatten rinner sedan neråt längs Gamla Kungsvägen och samlas delvis upp i brunnar. Kantstenen hindrar dagvatten från att rinna ner i diket (Figur 19).



Figur 15. Vattenpöl som bildats vid korsningen mellan Gamla Kungsvägen och Julinsgränd.



Figur 16. Kantstenen vid Gamla Kungsvägen hindrar dagvatten från att rinna ner i diket.

4. Regnvatten rinner längs sidorna av Julinsgränd och vid störtregn rinner en del av materialet vid väggkanten med dagvattnet. Vägkanten fungerar i praktiken som en ränna.



Figur 17. Dagvatten rinner längs vägkanten vid Julinsgränd och sköljer med sig grus.

5. På grund av att vägen ligger högre än tomten upplever invånare problem med dagvatten. Speciellt på våren då snön smälter rinner smältvatten in på tomten.

6. Farthindret vid Wirens park har ändrat form på grund av att underlaget inte har hållit. Farthindret samlar dagvatten vid regn.



Figur 18. Dagvatten samlas i farthindret vid Wirens park.

7. Wirens park utgör en möjlig plats för ekologisk dagvattenhantering. Eftersom parken ligger lägre än de omgivande tomterna är lutningarna gynnsamma. Dagvatten från tomter och den lätt trafikerade Gamla Kungsvägen skulle antagligen inte orsaka stora föroreningsrisker och det skulle vara möjligt att placera anläggningar för dagvattenhantering så att de inte skulle orsaka någon risk för fuktskador åt fastigheter.



Figur 19. Vid de lägsta områdena av Wirens park samlas redan en del dagvatten. Området kan vara en möjlig plats för ekologisk dagvattenhantering.

8. Väggkanten mellan Gamla Kungsvägen och Wirens park hindrar vatten från att rinna ut i parken. Dagvatten rinner istället vidare längs Gamla kungsvägen och samlas delvis upp i brunnar.

9. På vintern samlas mycket snö vid parkeringen intill ena daghemmet vid Gamla Kungsvägen. På grund av att parkeringen bildar en grop samlas dagvatten och speciellt på våren då snön smälter upplever invånare problem på grund av samlat vatten vid parkeringen (muntlig intervju med invånare 26.3.2013).



Figur 20. Utanför daghemmet sparas mycket snö under vintern. Då snön smälter samlas mycket vatten vid parkeringen.

10. Utanför det andra daghemmet vid Gamla Kungsvägen samlas mycket dagvatten. Här samlas dagvatten från tomter och dagvatten som rinner längs Gamla Kungsvägen. Grus från tomter högre upp sköljs med dagvattnet och rinner längs asfalten. Vägkanten mellan diket vid vissa tomter och Gamla Kungsvägen hindrar dagvatten från att rinna ner i diket och mycket vatten samlas upp i brunnar. Mycket av det dagvatten som rinner ner i brunnarna rinner ändå längs en dagvattenledning och orsakar inte direkt större dagvattenbelastning på det kombinerade avloppssystemet.



Figur 21. På våren samlas så mycket vatten att det är svårt att ta sig fram till fots. Översvämningsrutt fungerar inte. På sommaren samlas regnvatten vid kullerstensbeläggningen.

11. Dagvatten samlas vid vädkanten intill tomten. Mängden som samlas är inte stor. Fastigheten ligger nära vägen och lutningarna gör att dagvatten samlas vid tomten.



Figur 22. Dagvatten nära en fastighet på Gamla Kungsvägen.

12. Vid den kullerstenbelagda korsningen mellan Tunnbindarebacken och Gamla Kungsvägen samlar sig en del dagvatten. Lika stora vattenpölar bildas ändå inte som till exempel vid problemområde 9.



Figur 23. Korsningen mellan Tunnbindarebacken och Gamla Kungsvägen samlar åt sig en del dagvatten vid störtegn.

13. Vid störtregn rinner vatten från Östra Långgatan och Tunnbindarebacken in på tomten och orsakar att vatten samlar sig på tomten. Tomten ligger lägre än gatan.

14. Vid störtregn rinner grus från Torpargränden med dagvattnet.

15. Dagvatten samlas här på grund av att grusplanet ligger lägre än omgivningen.



Figur 24. Problemområde dit mycket vatten leds. Bland annat längs Tunnbindarebacken rinner dagvatten till detta område.

16. Tunnbindareparken har en brant lutning och ett lågt och smalt dike mot Östra Långgatan. Dessutom är lutningen på asfalten rätt flak på vissa områden. Detta kan vara en delorsak till problemen vid punkt 13.



Figur 25. Grönyta med ett lågt dike.

4. Diskussion

I dagens läge håller begreppet ”dagvattenhantering” att få en ny betydelse. Under många decennier har dagvattenhanteringen gått ut på att leda dagvatten i ledningar under marken. Urbaniseringen och klimatförändringen ställer tuffare krav på dagvattenhanteringen. Riktningen för dagvattenhantering går mot att leda mindre dagvatten i ledningar och behandla mera dagvatten i öppna diken, i bassänger och på områden som lämpar sig för infiltrering (Nylands miljöcentral 2007, s. 23).

Problem som flödestoppar, lågt grundvatten och smutsigt dagvatten kan åtgärdas genom att öka de ekologiska metoderna för dagvattenhantering. Hur dagvatten hanteras på ett bostadsområde är enklast att påverka i planläggningsskedet. Det är också möjligt att öka den ekologiska dagvattenhanteringen på bebyggda bostadsområden. För att planera en anläggning för ekologisk dagvattenhantering behöver man ta reda på lokala förhållanden som nederbörd, jordmån, topografi, markanvändning, flöden, grundvattenförhållanden och andra vattenförhållanden. Anläggningar för dagvattenhantering måste med andra ord planeras specifikt för det område man önskar behandla dagvatten på.

Undersökningsmetoderna i detta arbete bestod av fältbesök, enkätförfrågning och beräkning av vattenmängder. Med dessa metoder var det delvis meningen att kartlägga den nuvarande dagvattenhanteringen på undersökningsområdet och delvis att ta reda på möjliga åtgärder för att förbättra den. Beräkningar gjordes också för att få reda på vattenmängder som leds i avloppssystemen kring Prästgårdsbacken.

På våren smälter oftast en stor mängd snö under en kort period då värmen stiger. Under denna tid kan man observera var dagvatten samlar sig och var det förekommer översvämningar. Den informationen kan vara värdefull då man planerar ekologiska anläggningar för dagvattenhantering. Detta år smälte mycket snö i slutet av april och i början av maj. Flera fältbesök under smältperioden kunde ha gett mera uppgifter om hur dagvatten rinner och samlas på det undersökta området.

Det är viktigt att under fältbesöket göra anteckningar om hur vattnet rinner i samband med fotograferingen. Från fotografierna var det nämligen inte alltid lätt att avgöra åt vilket håll vattnet rinner. Ett annat alternativ kan vara att man alltid fotograferar vattnet i riktningen det rinner.

Enkätresultatens svar var delvis oväntade. Svarsprocenten låg runt 34 %. Detta motsvarade förväntningarna eftersom enkäten var frivillig att svara på. Av de som svarade upplevde 35 % problem på grund av dagvatten på sin tomt, vid sitt kvarter eller på andra områden vid Prästgårdsbacken. Största delen av problemen hade enligt invånarna att göra med grus som sköljs med dagvatten. Med tanke på Gamla Kungsvägens historiska värde kan grusgränderna vara något man inte kan göra ändringar på. Att minska sandningen under vintertid i den mån det är möjligt kan däremot minska problemet till en del.

Oväntat var att 90 % svarade att takvattnet leds helt och hållet eller delvis ut på tomten. Det kan tyda på flera saker. För det första består byggnaderna på undersökningsområdet till en stor del av gamla byggnader. Detta är antagligen en orsak till att så mycket takvatten leds ut på tomten. Dessutom är det möjligt att de som ledde allt takvatten till avloppssystemet inte ville svara på enkätförfrågingen eftersom man kan tänka sig att det i framtiden kan medfölja kostnader. För de som leder sitt takvatten till avloppssystemet är det möjligt att ledning av takvatten ut på tomten inte är ett bra alternativ med tanke på ökade risker för fuktskador i de historiskt värdefulla byggnaderna.

En utmaning med att utforma enkäten var ändå från början att göra den tillräckligt enkel. Eftersom dagvattenhanteringen är något som behandlas vid byggnadsskedet av ett hus är det inte sagt att det är något man som tomtägare tänker på så länge det fungerar utan problem. Svårt är också att ta med olika termer, som har med ekologisk dagvattenhantering att göra eftersom de antagligen är nya termer för den som svarar på enkäten. Då enkäten inte är obligatorisk att svara på vill man inte göra den för lång. Detta togs i beaktande och därför valdes tre frågor med i enkäten.

Frågorna krävde inte heller mycket tid att svara på. Jag kan ändå tänka mig att respondenter kan låta bli att skicka tillbaka enkäten ifall de inte klarar av att svara på alla

frågor. Möjligt är till exempel att de inte känner till om deras dagvatten är kopplat till det kommunala avloppsnätet eller inte. Därför kunde man även ha förklarat i enkäten att det är möjligt att svara endast på en del av frågorna.

Enkäter skickades tillbaka från olika delar av undersökningsområdet. Det betyder att svar kom från både äldre och nya bostäder vid Prästgårdsbacken. Därför kan man anta att resultaten från enkäterna ger en trovärdig bild över hur dagvattenhantering på hela undersökningsområdet ser ut.

Beräkningarna över de olika pumpområdenas vattenbalans gav resultat som är till nytta för Borgå vatten. Med hjälp av resultaten är det möjligt att avgöra vilka områden som leder mest läckagevatten och var eventuella saneringsarbeten av avloppssystem borde utföras. Resultaten var delvis oväntade, vilket kan bero på olika faktorer. I beaktande bör tas att siffrorna om mängden pumpat vatten från någon pumpstation kan vara felaktiga.

Enligt beräkningarna var andelen läckage- och dagvatten på Finnbyvägens pumpområde 41 % år 2011. År 2012 var den 51 %. Jämfört med hela Borgå avloppssystemets dagvatten och läckageprocent som år 2011 var 44 % och år 2012 50 % är detta normalt. En faktor som kan påverka att procenten läckagevatten är hög på Finnbyvägens pumpområde är att avloppssystemet till största delen består av betongledningar, som är byggda före 1974. På grund av åldern kan ledningarna ha sprickor och öppningar. En annan faktor kan vara att avloppssystemet delvis ligger under ytnivån på Borgå å.

Ett annat område med stor läckageprocent var Tranbärsstigens pumpområde. Där var läckageprocenten 48 % år 2011 och 54 % år 2012. Avloppssystemet på området består också delvis av gamla betongledningar, vilket kan vara en orsak till den höga läckageprocenten.

Luktärtsvägens pumpområde hade läckageprocenten 15 % år 2011 och 21 % år 2012. Att Luktärtsvägens pumpområde hade den lägsta läckageprocenten var ändå oväntat. Eftersom områdets avloppssystem består av både separata och kombinerade avlopp borde procenten läckage och dagvatten varit störst på detta område. Det kombinerade avloppet utgör ca 660

meter och är byggt 1964. Dessutom finns det ca 2400 meter betongledning som är byggt före 1975. Ifall resultaten stämmer tyder det på att Luktärtsvägens pumpområde inte är ett område där dagvatten orsakar bräddningar vid avloppsvattenreningsverket. Finnbyvägens och Tranbärsstigens pumpområden är däremot enligt beräkningarna sådana områden. För att förebygga och minska källaröversvämningarna på Tingsgårdsvägen krävs ändå åtgärder för dagvattenhanteringen vid Prästgårdsbacken.

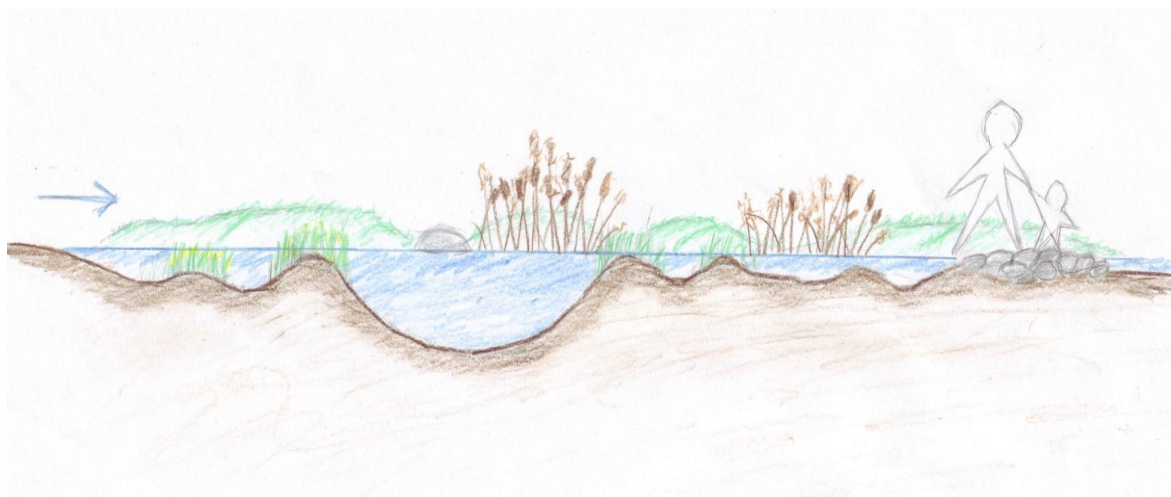
Förslag på åtgärder

Åtgärdsförslagen för att minska mängden dagvatten i det kombinerade avloppssystemet visas i en karta (bilaga 4). Förslagen grundar sig på problemområdena (Figur 14), topografin och de befintliga avloppssystemen. Utifrån kartmaterial om topografin har två områden markerats med rött. Områdenas lutningar är gynnsamma för att leda dagvatten till exempel till de platserna som föreslås i kartan.

För att minska mängden dagvatten som rinner vidare i det kombinerade avloppet behöver man hantera mer dagvatten lokalt. Detta är möjligt till exempel i Wirens park. Andra metoder som till exempel att leda mera dagvatten i befintliga diken minskar inte betydliga mängder dagvatten i det kombinerade avloppet om de endast genomförs på få ställen. Genom att göra många små ändringsarbeten för att förbättra dagvattenhanteringen kan man ändå påverka mängden och kvaliteten på dagvatten som rinner vidare.

Att leda dagvatten från den norra delen av undersökningsområdet till Wirens park skulle betyda att man kunde minska betydliga mängder dagvatten som belastar de kombinerade avloppsledningarna. I Wirens park kan man till exempel montera dagvattenkassetter eller anlägga en våtmark för att hantera dagvattnet ekologiskt. Enligt Uponor (2009, s.141) har moränjordmånen god eller medelgod genomsläplighet. Man kan alltså anta att infiltrering skulle vara möjligt i parken. Enligt beräkningar från Uponor skulle det krävas ett 23 m * 17 m område för montering av dagvattenkassetter i parken. Dagvattenkassetter som monteras under markytan tillåter ändå att marken ovanför är användbar. Därför kan till exempel skridskoplanen vara ett möjligt område för montering av dagvattenkassetter.

En våtmark (Figur 26) är ett annat alternativ för att hantera dagvatten i Wirens park. Våtmarker hanterar inte endast dagvatten ekologiskt utan de medför också en biologisk mångfald (Kommunförbundet 2012, s. 175). En våtmark är visuellt mångsidig och kan därmed öka trivselen i parken. Lösningen kunde alltså vara omtyckt av invånarna vid Prästgårdsbacken. Med en god planering kan även dagvatten ledas så att barn kan använda det i sina lekar.



Figur 26. *Exempel på utformning av en våtmark.* (Enlig Hagelberg m.fl. 2009, s. 12-13).

Sammanfattningsvis kan man konstatera att de problemområden som kom fram via fältbesök och enkätförfrågningar var rätt småskaliga i frågan om att minska dagvattenmängden som rinner vidare till avloppssystemet på undersökningsområdet. Via fältbesöken kom främst små problemområden fram, som bland annat samlade vattenpölar och kantsten som hindrar dagvatten från att rinna till diken. Via enkätsvaren kan man inte heller dra slutsatser om det är möjligt att minska dagvattenmängden som rinner vidare från enskilda tomter på det undersökta området. För att undersöka detta bör man studera dagvattenhanteringen på varje tomt för sig.

Ett annat alternativ för att minska mängden dagvatten som leds vidare från Prästgårdsbacken är att skilja åt kombinerade ledningar till separata spill- och dagvattenledningar. Watt m.fl (2003, s. 14) menar att denna metod är kostsam på ett befintligt bostadsområde om det inte genomförs i samband med annan sanering. På ett befintligt bostadsområde måste man bland annat ta i beaktande att trafiken skall löpa

normalt. Man kan därför inte gräva upp en hel gata utan måste arbeta sig framåt bit för bit med en ca tio meters öppen grop.

Genom att dra en dagvattenledning längs Gamla Kungsvägen från Torpargränd till Tunnbindarebacken kan man koppla ihop färdigt dragna dagvattenledningar (jämför bilagor 1 och 4). På Torpargränd, Adertonbackagränd och Tunnbindarebacken finns redan 290 meter dagvattenledning. För att koppla ihop dem med dagvattenledningen med befintlig dagvattenledning vid Kapellansbrinken skulle ca 90 meter ny dagvattenledning behöva dras. En ny dagvattenledning skulle kosta ungefär 800-1000 €/m uppskattar personalen på Borgå vatten. I samband med att en ny dagvattenledning dras saneras även gamla avloppsledningar. Terrängen där dagvattenledningen skulle dras är lutande och ytbeläggningen är delvis kullersten. Detta gör arbetet svårare.

Hur mycket dagvatten som en ny dagvattenledning längs Gamla Kungsvägen skulle minska på det kombinerade avloppet är svårt att uppskatta. Om man utgår ifrån att allt ytvatten leds till dagvattenledningarna på avrinningsområdet i kartan betyder det att ca 2500 m^3 ($15\text{ha} \cdot 0,25 \cdot 644\text{mm}$) dagvatten per år skulle separeras från det kombinerade avloppssystemet.

Genom att leda mer dagvatten till grönytor kan man dessutom enkelt minska små mängder dagvatten i avloppssystemet. Detta är möjligt genom att forma om grönytor, öka permeabel stenläggning och leda mer dagvatten i rännor. Områden där man kan forma om grönytorna för en större infiltration är bland annat problemområdena 4, 8, 10, 15 och 16 (figur 14).

Möjligheter till permeabel stenläggning, rännor och andra små konstruktioner för en mera ekologisk dagvattenhantering begränsas av brist på kommunal mark. Dessa borde alltså anläggas på privata tomter. Att öka informationen om ekologisk dagvattenhantering där det är möjligt är därför viktigt. Till exempel i samband med nya husbyggen kan städer informera om möjligheter till ekologisk dagvattenhantering. Eller varför inte ge ekonomiskt stöd åt dem som vill göra ändringsarbeten för att ta hand om sitt dagvatten på tomten, som är ansluten till ett kombinerat avloppssystem?

Gröna tak kan också vara en möjlighet för att minska dagvattenmängden till exempel på daghemmens gårdar. Gröna tak är dyra att anlägga men kan spara på energikostnader (Krögerström och Witt-Brattström u.å., s. 12). Fastän dess funktion inte är optimalt i finskt klimat enligt Ahponen (2003, s. 109) är det säkert att de minskar en del dagvatten under sommarperioderna. De tillför också bostadsområden en grönare och miljövänligare landskapsbild.

Hur högt grundvattnet är på olika områden kan även begränsa möjligheterna till infiltration. I dessa fall kan fördröjande anläggningar vara ett alternativ (Sänkiaho och Sillanpää 2012, s. 46-49). Fördröjande anläggningar jämnar ut flödet av dagvatten som rinner till pumpstationen. Detta minskar i sin tur flödestoppar, som orsakar bräddningar under vissa tider av året.

5. Förslag på vidare arbete om dagvattenhanteringen vid Prästgårdsbacken

I detta kapitel ger jag förslag på vidare arbeten om dagvattenhanteringen på Prästgårdsbacken. Detta arbete beskriver nuläget av hur dagvatten rinner på undersökningsområdet samt hur stora mängder som pumpas vidare från olika pumpområden runt Prästgårdsbacken.

Intressant är att ta reda på var det är möjligt att hantera dagvatten genom att endast göra markarbeten och hur stora dessa markarbeten skulle vara. I vissa fall kan man leda dagvatten från någon gata till en grönyta där man relativt enkelt kan forma om marken till en fördröjande eller infiltrerande sänka. Små ekologiska dagvattenhanteringsanläggningar kunde förstärka den historiska bilden av Prästgårdsbacken.

De åtgärdsförslag som ges kan också arbetas vidare på. Med vilka metoder dagvatten kan ledas till exempel till Wirens park bör planeras om man beslutar att leda dagvatten dit. Var och hur man kan leda mera dagvatten i diken vid vägen kan undersökas noggrannare.

Att ta reda på varför vissa läckageprocent var så höga enligt beräkningarna kan studeras vidare. Då man vet att läckageprocenten är hög på något område kan man ta reda på varför läckaget är så högt och hur det kan åtgärdas. Om ekologisk dagvattenhantering kunde minska de höga läckageprocenten på Tranbärsstigens pumpområde och Finnbyvägens pumpområde kan vara intressant att ta reda på.

Källförteckning

Aaltonen, J., Hohti, H., Jylhä, K., Karvonen, T., Kilpeläinen, T., Koistinen, J., Kotro, J., Kuitunen, T., Ollila, M., Parvio, A., Pulkkinen, S., Silander, J., Tiihonen, T., Tuomenvirta, H. & Vajda, A. (2008). *Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU)*. (Finlands miljöcentral 31/2008). Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

Ahponen, H. (2003). *Kohti luonnonmukaisempaa taajamhydrologiaa*. Diplomarbete. Institutionen för byggnads- och miljöteknik. Tekniska högskolan.

Ahponen, H. (2005). *Luonnonmukaisten hulevedenkäsittelymenetelmien ja aluesuunnittelun keinoin kohti parempaa taajamahydrologiaa*. Suomen ympäristö 776.

Bergström, A., L. (2011). *Träd och ledningar*.
<http://www.vasyd.se/VattenAvlopp/avloppsvatten/Pages/Tradochledning.aspx>. (hämtat 19.6.2013).

Bonn, C. (2003). *Ekologisk dagvattenhantering i våra nordiska grannländer*. (Österbottens förbund Nr 33 S). Vasa: Oy KEAB Paper Ab.

Borgå stads planläggningsavdelning. (1990). *Prästgårdsbacken – anvisningar för byggare*.
<http://www.porvoo.fi/index.php?mid=1948>. (hämtat 1.7.2013).

Eskola, R. & Tahvonen, O. (2010). *Hulevedet rakennetussa viherympäristössä*.
Tammerfors: Tammerprint Oy.

Ferguson, B., K. (1998). *Introduction to stormwater: concept, purpose, design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Helsingfors stad. (2013). *Viikki & Kivikko*. <http://www.uuttahelsinki.fi/fi/viikki-kivikko/rakentaminen/eko-viikin-ekologinen-kaupunginosa>. (hämtat 14.6.2013)

Inha, J. (2010). *Hulevesien hallinta rakennetuilla alueilla*. Diplomarbete. Tampereen teknillinen yliopisto.

Jormola, J., Järvelä, J., Lehtinen, A., & Pajula, H. (1998). *Luonnonmukainen vesirakentaminen – mahdollisuudet ja erityispiirteet Suomessa*. Helsingfors: Edita Prima Oy

Karttunen, E. (2003). *RIL 124-1 Vesihuolto I*. (u.o.), Vammalan Kirjapaino Oy.

Karttunen, E. (2004). *RIL 124-2 Vesihuolto II*. (u.o.), Vammalan Kirjapaino Oy.

Kommunförbundet. (2012). *Hulevsiopas*. Helsingfors

Krögerström, L. & Witt-Brattström, C. (2005). *Dagvattenstrategi for Stockholm stad*. Stockholm stad.

<http://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/gc/8/Stormwater%20strategy.pdf>

(hämtat 19.4.2013.)

Krögerström, L. & Witt-Brattström, C. (u.å.). *Ta hand om ditt vatten*. Stockholm stad.

(hämtat 19.4.2013.)

Hagelberg, E., Karhunen, A., Kulmala, A. & Larsson, R. (2009). *Käytännön kosteikkosuunnittelu*. Teho-hankkeen julkaisija 1/2009.

Larsson, A. (2012). *Avloppsvatten*.

<http://www.vasyd.se/VattenAvlopp/avloppsvatten/Pages/default.aspx>. (hämtat 13.6.2013).

Loukkaanhuhta, U. (2001). *Veden reittejä – Sadeveden kierron elvyttäminen Vaasan eteläisen kaupunkikeskustan alueella*. <http://www1.vaasa.fi/vitalvaasa/fin/vr5.htm>. (hämtat 4.6.2013).

- Lundqvist, L. (1997). *Frågelådan*. <http://skogssverige.se/node/31754>. (hämtat 19.6.2013).
- Mustonen, S. (1982). *RIL 141 Yleinen vesitekniikka*. Forssa: Forssan Kirjapaino.
- Vakkilainen, P., Kotola, J. & Nurminen, J. (toim.) (2005). *Rakennetun ympäristön valumavedet ja niiden hallinta*. Helsingfors: Edita Prima Oy
- Nylands Miljöcentral. (2007). *Vår gemensamma miljö 2020, Nylands miljöprogram*. (Miljön i Finland 11sv/2007). Helsingfors: Edita Prima Ab.
- Perttula, P. (2004). *Viikin ekologisen koerakentamisalueen hulevesien hallinnan seurantatutkimus*. (Helsingfors stad byggnadskontoret 2004:8). (u.o.).
- Seppinen, J. (2010). *Sekaviemärijärjestelmän hulevesikuormituksen vähentäminen*. Diplomarbete. Institutionen för samhälls- och miljöteknik. Aalto universitet.
- Stahre, P. (2008). *Blue-green fingerprints in the city of Malmö, Sweden*. Malmö: Tryckeriteknik AB.
- Suunnittelukeskus Oy. (2007a). *Hulevesien hallinta – esiselvitys organisointimalleista*. Taustaraportti 29.3.2007.
- Suunnittelukeskus Oy. (2007b). *Hulevesien hallinta – esiselvitys organisointimalleista*. Loppuraportti 19.4.2007.
- Sänkiaho, L. & Sillanpää, N. (2012). (toim.). *STORMWATER-hankkeen loppuraportti; Taajamien ja hulevesihaasteiden ratkaisut ja liiketoimintamahdollisuudet*. Institutionen för samhälls- och miljöteknik. Aalto universitet.
- Thayer, R., L. & Westbrook, T. (1990). *Open drainage systems for residential communities: Case studies from California's Central Valley*. Washington D.C.: Landscape Architecture Found. REF.
- Ferguson, B., K. (1998). *Introduction to stormwater: concept, purpose, design*. New York: John Wiley & Sons, Inc.

Tiihonen, T. (2007). *Rankkasateet ja taajamatulvat (RATU) S1, Hulevesijärjestelmät Suomessa ja kansainvälisesti – nykytilat ja kehitystarpeet.* (u.o).

Tornivaara-Ruikka, R. (2006). *Hulevesien käsittely maankäytön suunnittelussa.* (Nylands miljöcentral 3/2006). Kurikka: Painotalo Casper Oy.

Uponor. (2009). *Yhdyskunta ja ympäristötekniikka.* (u.o).

Uponor. (2013). *Ympäristöystävällinen ja tehokas ratkaisu hulevesien käsittelyyn.*
<http://www.uponor.fi/ratkaisut/yhdyskuntatekniikka/hulevesiputkistot/hulevesikasetti.aspx>.
(hämtat 9.8.103)

Vasa stad. (2002.) *Vital Vaasa.* (Tekninen loppuraportti life 99 env/fin/000216).
http://www1.vaasa.fi/vitalvaasa/fin/final_report.htm#_Toc27877554. (hämtat 30.5.2013.)

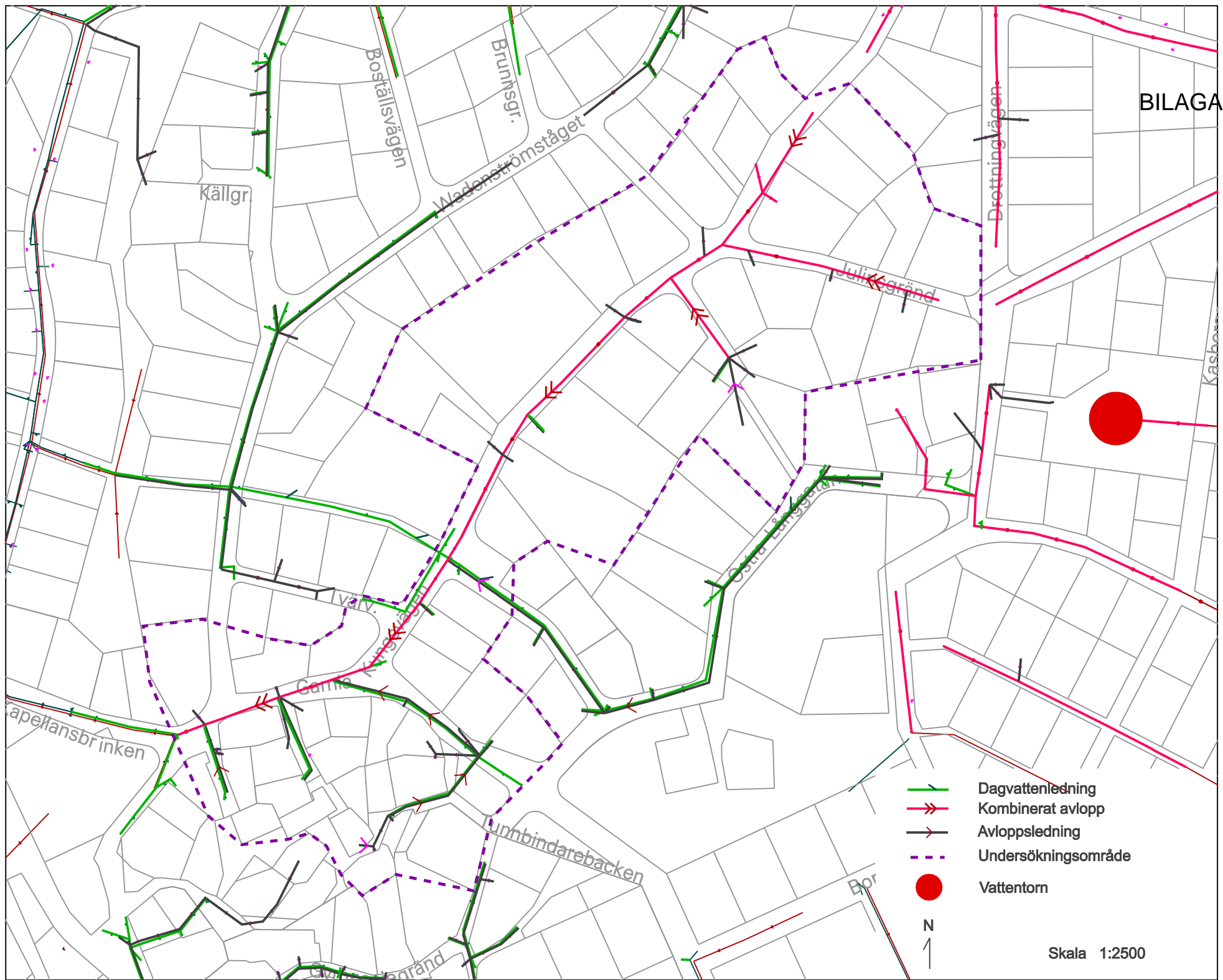
VA SYD. (2011). *Ekostaden Augustenborg – en dagvattenvandring.*
<http://www.vasyd.se/sjalvservice/Pages/Broschyter.aspx>. (hämtat 7.8.2013).






Veg Tech. (2013a). *Vegetationsteknik – grönare byggande för framtidens städer.*
<http://np.netpublicator.com/netpublication/n57034809>. (hämtat 15.5.2013)

Veg Tech. (2013b). *Pelletplatta - markbeläggning.* <http://www.vegtech.se/sv/park---landskap/pelleplatta---markbelaggnings.aspx>. (hämtat 28.9.2013)

Watt, E. W., Waters, D. & McLean, R. (2003). *Climate Change and Urban Stormwater Infrastructure in Canada: Context and Case Studies.* (Report 2003-1). Ontario: Queens University.

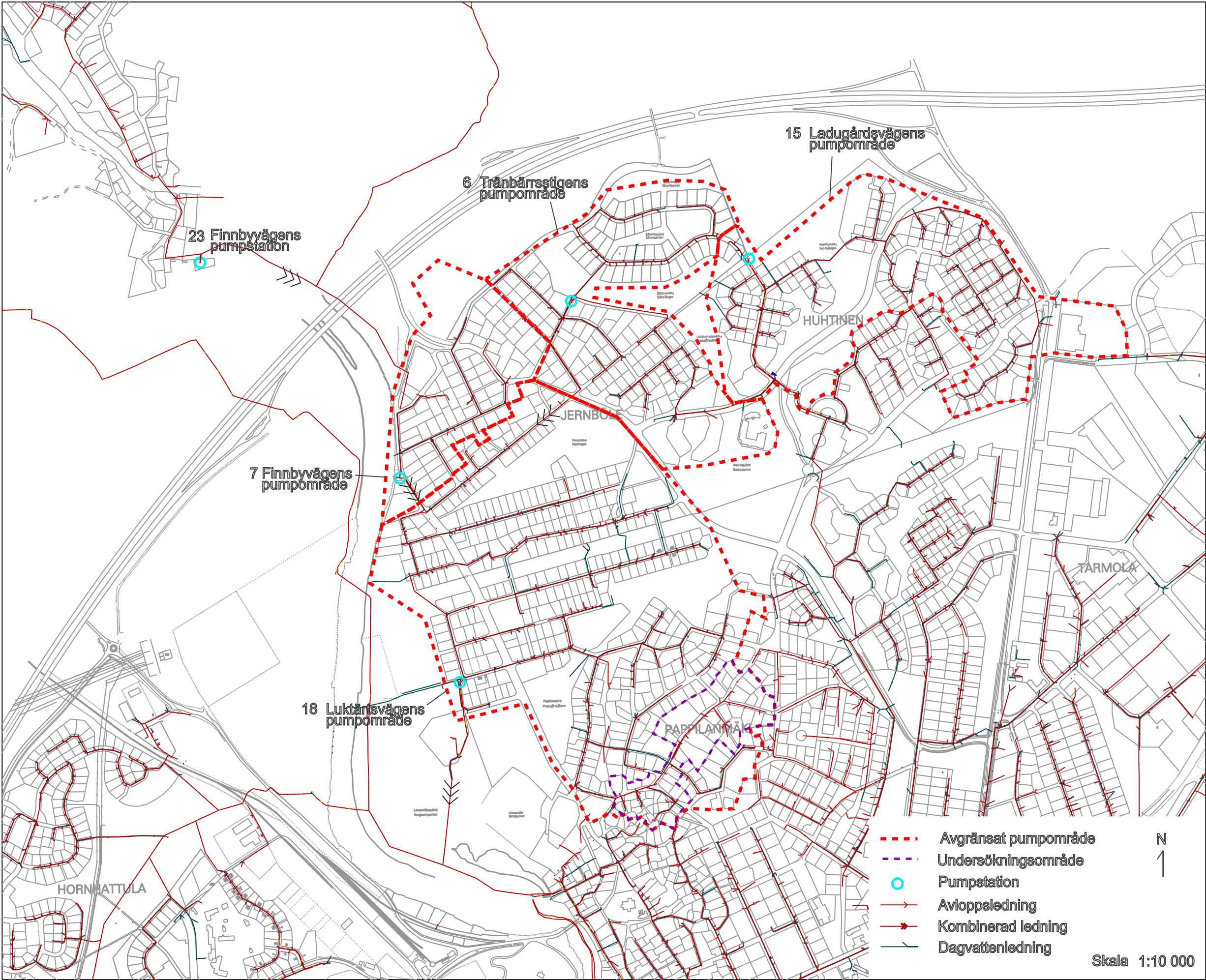
Wulff, S. L. (2008). *Dagvatten i Märsta, Förslag till anläggning för ekologisk hantering samt metodöversikt.* Examensarbete. Institutionen för stad och land. SLU.



-  Dagvattenledning
-  Kombinerat avlopp
-  Avloppsledning
-  Undersökningsområde
-  Vattentorn



Skala 1:2500



	2011	2012
Nederbörd (mm/a)	715	861

Hela nätverket			Obs
Läckagevatten %	44 %	50 %	
Läckagevatten (m3/m)	9,5	12,3	

Finnbyvägens pumpområde

avloppsnätets längd (m) 1315 1315 1100 m betong, 215 muu/PVC, nätverket byggt före 1974

Pumpat från området

Finnbyvägens pumpstation (7)	50700	63200
Bruksvatten	-8600	-8600
Vatten från andra områden (Finnbyvägens pumpstation)	-21100	-22200

Kan den höga läckageprocenten bero på att nätverket är gammalt, betong och delvis under åytans nivå?

Läckagevatten (m3/a)	21000	32400
Läckagevatten %	41 %	51 %
Läckagevatten (m3/m)	16,0	24,6

Luktärtsvägens pumpområde

separat avloppssystem 6678 6678 2400m betong, byggt före 1975, 4300 plast, byggt 1975-2005
 kombinerat avloppssystem 660 660 betong, byggt 1964
 avloppsnätets längd (m) 7338 7338

Pumpat från området

Luktärtsvägens pumpstation (18)	185000	234000
Bruksvatten	-59500	-59500
Vatten från andra områden (Finnbyvägens pumpstation)	-50700	-63200
Vatten från andra områden (Tranbärsstigens pumpstation)	-47600	-53800

Läckagevatten (m3/a)	27200	57500
Läckagevatten %	15 %	25 %
Läckagevatten (m3/m)	3,7	7,8

Ladugårdsvägens pumpområde

avloppsnätets längd (m) 3744 3744 allt plast, byggt åren 1987-2007

Pumpat från området

Ladugårdsvägens pumpstation (15)	58900	63600
Bruksvatten	-42900	-42900
Vatten från andra områden	0	0

Läckagevatten (m3/a)	16000	20700
Läckagevatten %	27 %	33 %
Läckagevatten (m3/m)	4,3	5,5

Tranbärsstigens pumpområde

avloppsnätets längd (m) 3170 3170 ca 760 m betong (byggt före 1973), 2410 PVC

Pumpat från området

Tranbärsstigens pumpstation	47600	53800
Bruksvatten	-24700	-24700
Vatten från andra områden	0	0

Hög läckageprocent, gammalt betongnätverk?

Läckagevatten (m3/a)	22900	29100
Läckagevatten %	48 %	54 %
Läckagevatten (m3/m)	7,2	9,2

Bästa invånare,

Jag heter Anton Beijar, studerar vid Yrkeshögskolan Novia och gör mitt examensarbete för Borgå vatten. Examensarbetet går ut på att undersöka hur det är möjligt att minska dagvattenbelastningen (regn- och smältvatten) på blandavloppet vid Prästgårdsbacken. För att få reda på detta gör vi en förfrågning till invånare vid Prästgårdsbacken. Förfrågningen är enbart en kartläggning och medför inte skyldigheter till några ändringsarbeten. Vi skulle uppskatta om ni kan svara på nedanstående frågor och returnera blanketten senast 7.6.2013.

1. Upplever ni problem, som t.ex. vattenpölar eller översvämningar, på grund av dagvatten på er tomt, vid ert kvarter eller på andra områden vid Prästgårdsbacken? Om ja, vilka typer av problem och var?

Nej

Ja

2. Hur leds vattnet från ert tak vidare på er tomt?

Allt takvatten leds direkt vidare till dagvatten- eller blandavloppsrör

En del av takvattnet leds direkt till dagvatten- eller blandavloppsrör och en del ut på tomten

Allt takvatten leds ut på tomten

3. Är det möjligt låta vattnet från ert tak ledas ut på er tomt? Att leda ut takvattnet på tomten minskar belastningen på blandavloppet och mindre vatten leds då till avloppsreningsverket. I längden rekommenderas detta med tanke på lokala miljön och hållbar utveckling.

Ja – allt takvatten kan ledas ut på tomten

Delvis – takvattnet från vissa rännor går att ledas ut på tomten

Nej – inget takvatten kan ledas ut på tomten

Ifall ni vill kan ni ange era adressuppgifter. Det kan hjälpa undersökningen. Endast gatunamn och nummer räcker till. Ifall ni inte vill ange adressuppgifter behandlas svaren anonymt.

Tack för ert svar!

30.5.2013

Hyvä asukas,

Nimeni on Anton Beijar, opiskelen Yrkeshögskolan Novialla ja teen opinnäytetyöni Porvoon vedelle. Opinnäytetyöni tavoitteena on selvittää, kuinka olisi mahdollista vähentää sekavesiviemäriin kulkeutuvien hulevesien(sulamis- ja sadevesien) määrää Pappilanmäellä. Selvittääkseni asiaa, jaamme kyselylomakkeen Pappilanmäen asukkaille. Kysely on ainoastaan kartoitus eikä velvoita muutostöihin. Olisimme kiitollisia, jos voisitte vastata seuraaviin kysymyksiin ja palauttaa lomakkeen viimeistään 7.6.2013.

1. Koetteko hulevesistä aiheutuvan ongelmia, esimerkiksi vesilammikoita tai tulvimista tontillanne, korttelissanne tai muilla alueilla Pappilanmäellä? Jos koette, minkälaisia ongelmia ja missä?

Ei

Kyllä

2. Miten kattovedet johdetaan eteenpäin tontillanne?

Kaikki kattovedet johdetaan suoraan hule- tai sekavesiviemäriin

Osa kattovesistä johdetaan suoraan hule- tai sekavesiviemäriin ja osa tontille

Kaikki kattovedet johdetaan tontille

3. Onko mahdollista johtaa kattovedet tontillenne? Kattovesien johtaminen tontille vähentää sekavesiviemärin kuormitusta eikä silloin johdeta yhtä paljon vettä jätevedenpuhdistamolle. Pitkällä tähtäimellä tällainen menetelmä edistää paikallisen luonnon hyvinvointia sekä kestävää kehitystä.

Kyllä – kaikki kattovedet voidaan johtaa tontille

Osittain – osasta ränneistä on mahdollista johtaa kattovedet tontille

Ei – ei ole mahdollista johtaa kattovesiä tontille

Voitte halutessanne antaa osoitetietonne. Se saattaa olla avuksi tutkimuksessa. Pelkästään kadun nimi ja numero riittävät. Mikäli ette halua antaa osoitetta, käsitellään vastauksenne nimettömänä.

Kiitos vastauksestanne!

Genom att göra luckor i kantstenen och genom att forma om en del av diket kan man leda mer dagvatten i diket. Att leda mer dagvatten i diken öka infiltrationen och fördröjningen.

Genom att forma om grönytan vid vägkanten på Julinsgränd till låga diken där det är möjligt kan man fördröja mer dagvatten samt öka infiltrationen.

Wirens park utgör en möjlig plats för ekologisk dagvattenhantering. Eftersom parken ligger lägre än de omgivande tomterna är lutningarna gynnsamma. Dagvatten från tomter och den lätt trafikerade Gamla Kungsvägen skulle inte medföra stora föroreningar.

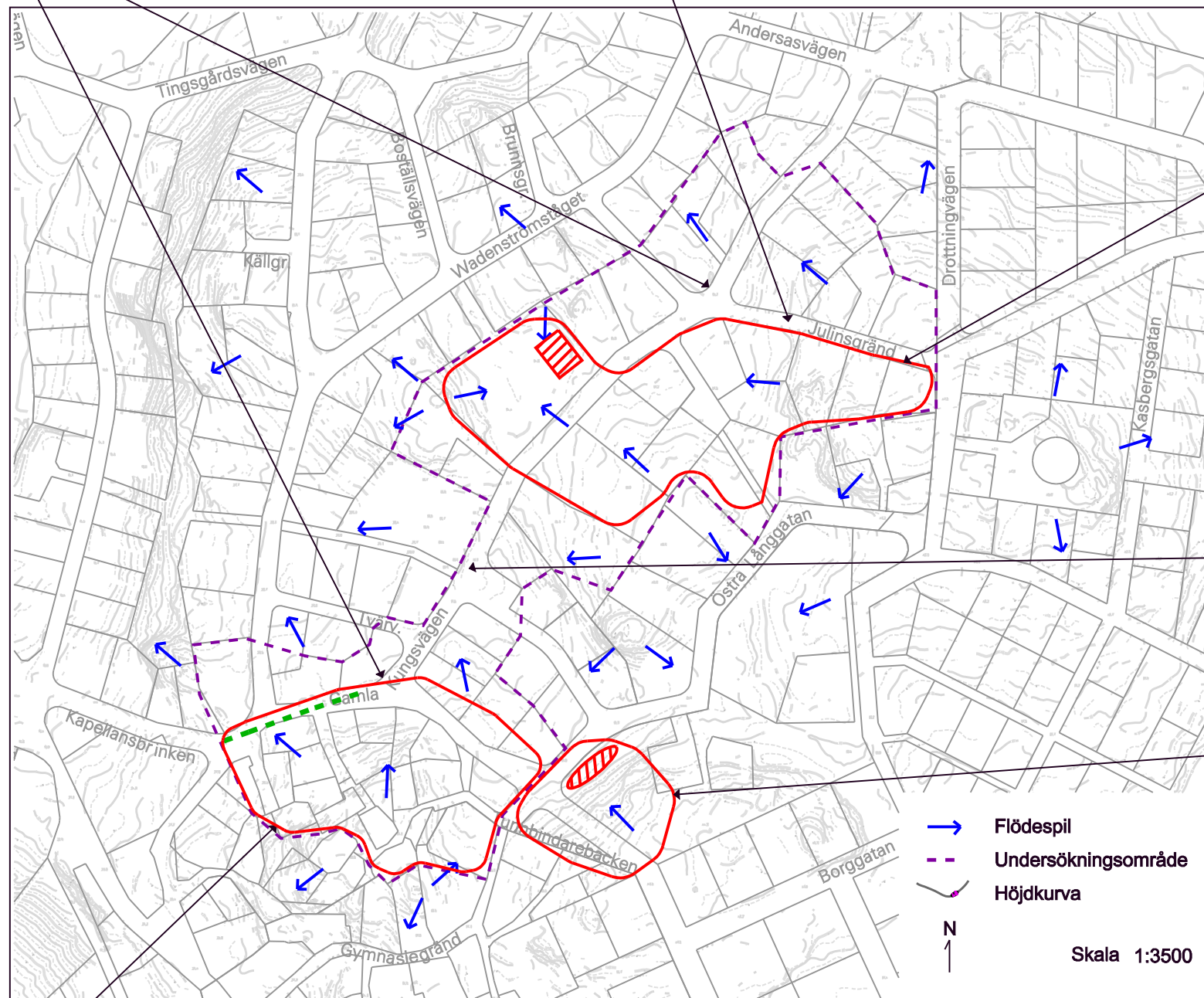
En möjlighet är att leda dagvatten med hjälp av ledningar eller rännor från närliggande tomter (röda området). Dagvatten kan ledas till exempel till en infiltrationsdamm, våtmark eller ett underjordiskt infiltrationsmagasin i form av dagvattenkassetter. Att barn leker i parken begränsar möjligheterna för dagvattenhantering men kan å andra sidan ge möjlighet för att skapa något, där barn kan använda vatten i sina lekar. Att plantera växtlighet och låta vissa delar av gräset växa längre kan också öka infiltrationen i parken.

Ett alternativ är montera dagvattenkassetter i Wirens park. Enligt beräkningar från Uponor skulle dagvattenmängden som bildas på det röda området kräva ca 580m³ lagringsutrymme eller 2018 dagvattenkassetter. Det skulle kräva ett 22,8m*16,8m*1,68m stort område (rödsträckade området), som kan formas enligt tillgängligt utrymme. I beräkningarna har man använt ett på fem år förekommande 15 minuters regn med intensiteten 143 l/s*ha. Man har utgått från att jordmånen är morän, som har en god infiltrationsförmåga. Som avrinningskoefficient har man använt 0,25. Uppskattningsvis skulle dagvattenkassetterna monterade kosta 150 000 €.

På vissa ställen kan man forma om grönytor så att mer dagvatten kan rinna ner i diken vid vägen. Genom att leda mer dagvatten i diken kan man öka infiltrationen och jämna ut flöden. Dessutom samlar sig mindre dagvatten på gatan under vårens smältperiod då det rinner till diken.

Området vid Tunnbindareparkens södra del samlar dagvatten som leds till det kombinerade avloppet. Om man hanterar mer dagvatten i Tunnbindarebacken minskar det dagvattenmängden som rinner till det kombinerade avloppet. Att forma ett fördröjande dike kan jämna ut flöden på området.

Genom att bredda diket i Tunnbindareparken kan man kontrollerat leda dagvatten vidare samtidigt som man uppnår en fördröjning av dagvattenflödet. Diket bör vara så djupt att det inte låter dagvatten från backen rinna över på andra sidan vägen vid störtregn eller under smältperioden på våren. I beaktande bör tas att parken på vintertid används för pulkaåkning.



Att separera det kombinerade avloppet vid den södra delen av undersökningsområdet till separat avlopp är ett alternativ för att minska dagvattenbelastningen på det kombinerade avloppet. Förslaget för dagvattenledningen är ett grönt sträck i kartan. Sträckan är ca 90 meter. I samband med att en ny dagvattenledning skulle dras skulle även andra ledningar förnyas. Personalen på Borgå vatten uppskattar att saneringsarbetet skulle kosta 800-1000 €/m. Att vägen delvis består av kullerstensbeläggning gör arbetet kostsammare.

På Torpargränd, Adertonbackagränd och Tunnbindarebacken finns redan sammanlagt 290 meter dagvattenledning som skulle kopplas till den förslagna dagvattenledningen. Det är svårt att uppskatta hur mycket dagvatten som skulle separeras från det kombinerade avloppet. Om man utgår ifrån att allt ytvatten på det röda området, som är ca 15 ha, leds till dagvattenledningarna betyder det att ca 2500 m³ (0,25*15ha*644mm) dagvatten per år separeras från det kombinerade avloppet.