



UPPSALA
UNIVERSITET

UPTEC W 13043

Examensarbete 30 hp
Januari 2014

Handlingsplan för rening av dagvatten från hårt trafikerade gator i Örebro

Stormwater Plan for the Most Trafficked
Areas in Central Parts of Örebro

Theodor Ekman

Referat

Handlingsplan för rening av dagvatten från hårt trafikerade gator i Örebro.

Theodor Ekman

Föroreningar i stadens dagvatten, kommer från många olika källor. I detta arbete har särskilt föroreningar från vägytor studerats. Studien omfattar de mest trafikerade vägarna inom Örebro stad, i detta fall de kommunala vägar där trafiken överstiger 10 000 fordon/dygn. Värden för trafikflöde och vägarea har använts till beräkningsverktyget StormTac. Dessa värden ger tillsammans med ett antal andra parametrar en uppskattning av i vilken storleksordning en föroreningstransport sker från vägarna. Beräkningarna omfattar såväl metaller som suspenderat material och ett antal andra ämnen som förekommer i dagvattnet.

En övergripande beräkning av vägarnas föroreningsbelastning har gjorts. På vissa vägsträckor har delområden valts ut. På dessa har beräkningar gjorts, för att bedöma möjligheten att avlägsna föroreningar genom en ny typ av dagvattenlösning på området.

Arbetet innehåller också tre fallstudier, där områden med olika förutsättningar för dagvattenhantering har studerats. Förutom föroreningstransport har också ett förslag till dagvattenanordning per område studerats. En lågtrafikerad vägsträcka, under 5 000 fordon/dygn, har fått beräknats utifrån ett dagvattendike, ett parkeringsområde med tillhörande vägområde har beräknats utifrån biofilter. Det tredje området utmed en vägsträcka har beräknats utifrån avledande av dagvatten till makadam med inblandat jordmaterial. Alla tre lösningarna har som syfte att minska den avrunna mängden föroreningar som når recipienten och samtidigt till viss del fungera som dagvattenmagasin. För de tre olika fallen har en uppskattning av uppsamlingsförmågan gjorts för i vilken storleksordning en uppsamling av materialet förväntas ske.

För att minska föroreningsbelastningen utmed vägarna bedöms ett stort antal anläggningar krävas. Ju mindre tillgång på grönytor, desto mer krävande bedöms arbetet för att nå ett uppsamlande av föroreningar. För att täcka en stor del av det centrala dagvattnet behövs en variation av olika anläggningar. Bland fallstudierna bedöms Hagagatan att vara den enklaste lösningen, även om den kräver större yta. Konstruktionerna för Hamnplan och Rudbäcksgatan tar mindre yta i anspråk, men är mer tekniska. Vid byggandet av dessa anläggningar behövs utöver arbete för byggnation även tid avsättas för underhållsarbete.

Nyckelord: dagvatten, föroreningar, trafik, StormTac, schablonhalter.

*Institutionen för geovetenskaper, Luft-, vatten- och landskapslära, Uppsala universitet
Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala
ISSN 1401-5765*

Abstract

Stormwater Plan for the Most Trafficated Areas in Central Parts of Örebro.

Theodor Ekman

The main purpose with the project has been to approximate the magnitude of the pollution transport from the actual road surfaces and to get an approximation of the possibility to collect the pollutants to reduce the load to the water and improve the water quality.

The quantity of pollution transport from the most trafficated roads areas in Örebro city has been calculated. Roads whith a traffic exceeding 10 000 vehicle/day. The study has been done with the calculation tool StormTac. Through analysis of traffic loads and road surface, which together with a different kinds of parameters gives an approximation of the pollutant transport.

The calculation has included some metals and other substances in the stormwater and has also included the present of suspended solids. Included the overall study, some smaller areas has also been calculated for the possibility to remove pollutants.

The work also includes calculation for three different areas for stormwater treatment. Here the areas with different opportunities have been studied. One of them is a low trafficated road, where a vegetated swale has been the solution. For a parking ground, which also includes a road area has a bio filter been calculated. For the third area, a denser trafficated area compared to the first road is studied for the possibility for stormwater drain to areas with soil mixed macadam. All of the solutions have its objective to reduce the pollutants in the stormwater runoff to the recipient. An approximate value for the possibility to collect the pollutions has also been calculated.

Keywords: stormwater, pollutants, traffic, StormTac, standard concentrations.

Department of Earth Sciences, Program for Air, Water and Landscape Sciences.

Uppsala University.

Villavägen 16, SE-752 36 Uppsala

ISSN 1401-5765

Förord

Arbetet omfattar 30 hp och utgör examensarbete för civilingenjörsprogrammet i miljö- och vattenteknik vid Uppsala universitet. Arbetet är utfört på Tekniska förvaltningen i Örebro under handledning av Dr Kristin Karlsson, som har varit ett stöd under arbetets gång. Ämnesgranskare har varit Sven Halldin – professor i hydrologi vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet – ett stöd under arbetets gång och vid genomgång av rapporten. Examinator har varit Fritjof Fagerlund universitetslektor vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet som varit med vid slutgranskning av rapporten.

Tack för tillstånd att reproducera figurer till arbetet och för möjligheten att använda programvaran StormTac samt för genomgång och användning av kartprogram.

Följande figurer är återgivna enligt tillstånd från följande upphovsrättsägare, jag vill också tacka för möjligheten att kunna använda dessa illustrationer i arbetet.

Foto i figur 6 och 10 är egna bilder tagna under arbetets gång.

Figur 1 återgiven i enighet med Svenskt Vatten.

Figur 2 återgiven i enighet med Naturvårdsverket.

Figur 3 återgiven i enighet med Örebro kommun.

Figur 4 återgiven i enighet med Larm, T. (StormTac).

Figur 12-14 återgivna i enighet med Örebro kommun.

Figur 15 återgiven i enighet med Trafikkontoret Stockholm stad.

Tabell 1 återgiven i enighet med Örebro kommun.

Tabell 16 återgiven i enighet med Svenskt Vatten.

Tabell 17 återgiven i enighet med Länsstyrelsen Örebro län.

Tabell 22 återgiven i enighet med Chalmers tekniska högskola, Göteborg

Tabell 24 återgiven i enighet med Larm, T. (StormTac).

Till sist ett stort tack till min familj som har varit ett stöd och uppmuntran under skrivandet.

Theodor Ekman

Uppsala, november 2013

Copyright © Theodor Ekman och Institutionen för geovetenskaper, Luft- vatten- och landskapslära, Uppsala universitet.

UPTEC W 13 043, ISSN 1401-5765

Digitalt publicerad vid Institutionen för geovetenskaper, Uppsala universitet, 2013.

Populärvetenskaplig sammanfattning

Handlingsplan för dagvatten från hårt trafikerade gator i Örebro.

Theodor Ekman

Detta arbete har som syfte att uppskatta föroreningstransporten från stadens största kommunala vägar och beräkna några lämpliga lösningar för omhändertagande av dagvatten.

Hårdgjorda ytor i städerna, till exempel asfalterade områden, takytor och plattsättningar, ökar ytavrinningen, samtidigt som en snabbare vattentransport ökar flödet. Ett omhändertagande av detta dagvatten har i första hand varit inriktat på att lösa de problem som uppkommer då regnvattnet inte kan infiltrera i marken på ett naturligt sätt. På senare tid har även andra problem blivit uppmärksammade, som olika verksamheter och deras utsläpp till vattendrag. Där arbetet med att lösa dessa problem bland annat har varit inriktat på att fånga upp en del av föroreningarna innan utsläppet når vattendraget.

I sådana fall leds dagvattnet till olika reningsanläggningar. Reningen är i allmänhet enklare för de föroreningar som på ett eller annat sätt är bundna till partiklar, eftersom de kan avlägsnas genom vanlig fysisk filtrering. De lösta föroreningarna kan behöva avlägsnas till exempel genom någon form av adsorptionsprocesser.

Vägrafikens bidrag till några av de vanligaste föroreningarna i stadens dagvatten beräknas för ett antal metaller, partikulärt material, olja, PAH, samt fosfor (P) och kväve (N). En uppskattning har gjorts med beräkningsverktyget StormTac, vilket är Excelbaserat och syftar till att kunna ge olika beräkningar och uppskattningar i frågor kring dagvatten.

Föroreningstransporten från större centrala vägar i Örebro har uppskattats utifrån bland annat area och trafikmängd. Detta för att få en sammanfattande bild av i vilken storleksordning olika föroreningar transporteras till intilliggande vattendrag.

En bedömning av i vilken utsträckning de olika föroreningarna behöver tas omhand före utsläpp i recipienten är svår att bedöma utifrån endast värden från biltrafiken. När dagvatten från olika ytor blandas i ledningssystemet påverkar det i vilken grad en ökning eller utspädning av föroreningarna sker. Möjligheten för partikulärt material att ansamlas i dagvattenbrunnarnas sandfång påverkar i vilken grad föroreningarna når vattendragen. För de olika föroreningarna som når vattendragen, kan det vara en fördel att ta hänsyn till hur påverkan förväntas bli på längre sikt.

Tre olika områden i staden har undersökts mer ingående för att bedöma möjligheten att fånga upp föroreningar och minska belastningen till intilliggande vattendrag. För dessa områden har tre olika system undersökts till avskiljning av föroreningar undersökts. För vägsträckan vid Hagagatan med ca 5 000 f/d har beräkningarna utgått från ett vanligt infiltrationsdike; för området vid Hamnplan, och intilliggande vägyta har ett förslag

med anläggande av biofiltersystem undersökts, för att kunna fånga upp olika föroreningar; för Rudbäcksgatan med ca 7 500 f/d i vardera riktningen finns skisser på ett skelettjordssystem där vattnet leds till ett magasin som består av en blandning av makadam och jordmaterial. Fallstudierna visar att områden som saknar grönytor ändå kan vara lämpliga för dagvattenhantering även om det kan kräva mer tekniska lösningar.

Innehållsförteckning

1 INLEDNING	1
2 BAKGRUND	2
2.1 DAGVATTEN OCH AVRINNING.....	2
2.2 HANTERING AV DAGVATTEN.....	3
2.3 FÖRORENINGAR I DAGVATTEN	4
2.4 KONSTRUKTIONER FÖR BEHANDLING AV DAGVATTEN.....	8
2.4.1 Våta dammar	8
2.4.2 Torra dammar (fördröjningsmagasin)	8
2.4.3 Diken – ”swales”	8
2.4.4 Permeabel asfalt	9
2.4.5 Perkolationsmagasin (stenfyllningsmagasin eller stenkista).....	9
2.4.6 Våtmarker.....	10
2.4.7 Oljeavskiljare	10
2.4.8 Snöhantering.....	10
2.4.9 Filterkonstruktioner för dagvatten	11
3 MATERIAL & METODER	13
3.1 AVGRÄNSNINGAR.....	15
4 RESULTAT.....	16
4.1 RESULTAT, FÖRORENINGSTRANSPORT.....	16
4.2 RESULTAT, GENOMGÅNG AV VÄGSTRÄCKOR.....	20
4.3 RESULTAT, FALLSTUDIER FÖR TRE VÄGOMRÅDEN	29
4.3.1 Detaljstudie Hagagatan	30
4.3.2 Detaljstudie Hamnplan.....	33
4.3.3 Detaljstudie Rudbecksgatan	36
5 DISKUSSION	43

6 SLUTSATS	46
7 REFERENSER	48
BILAGOR	51

1 INLEDNING

Detta arbete är en del av ett större arbete med att förbättra vattenkvalitén i vattendragen inom Örebro kommun. Den vattenplan som är antagen av Örebro kommun, har som övergripande mål att förbättra vattenkvaliteten i främst Svartån och Lillån samt Hjälmarenen. I detta mål ingår att de tre olika miljökvalitetsnormerna från EU:s ramvattendirektiv skall uppnås, god ekologisk-, kemisk- samt kvantitativ status. Det sista gäller endast för grundvatten (Örebro kommun, 2012).

Enligt kommunens vattenplan är vägtrafiken den största orsaken till föroreningar i dagvattnet. Uppgift här är att studera dagvattnet och den föroreningstransport som sker från vissa vägar till de intilliggande vattendragen. En uppskattning av den totala föroreningstransport som tillförs dagvattnet via stadens större vägar, ger hjälp att bedöma hur viktig del vägdagvattnet har för renare vattendrag.

I detta arbete har vägytor med ett trafikflöde över 10 000 fordon/dygn blivit beräknade. Utöver denna beräkning har även letats fram lämpliga grönytor intill vägarna, områden fria från ledningar och i vissa fall med en väglutning mot området. Detta för att kunna föreslå ytor som antas vara lämpliga att använda till nya dagvattenlösningar. En god tillgång på grönytor i staden påverkar tillgängligheten till dagvattenlösningar. Utöver detta har tre fallstudier ingått, givna av handledare, där olika typer av dagvattenlösningar har beräknats. Detta för att undersöka möjligheten att avlägsna föroreningar innan avledning av dagvatten till intilliggande vattendrag.

Arbetet bygger på modellen StormTac som är ett Excelbaserat beräkningsverktyg för dagvattenfrågor, däribland föroreningstransport. Modellen ger hjälp att beräkna ett antal olika frågeställningar som kan uppkomma kring dagvattenhantering, t.ex. värden av föroreningar från ytor med olika markanvändning. Värden för trafikflöde och vägarea har använts till beräkningsverktyget StormTac, som en del i beräkningar av uppskattad föroreningsbelastning.

2 BAKGRUND

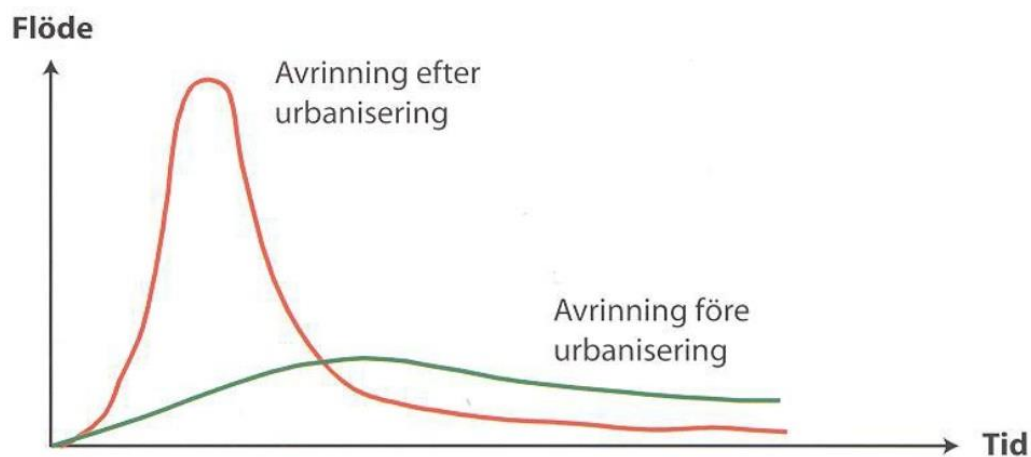
Detta avsnitt ger något om bakgrund till dagvattenhantering, exempel på ursprung till föroreningar i dagvatten samt ett urval av metoder som finns till hands för att minska innehållet av föroreningar i dagvatten innan en avledning till vattendrag.

2.1 DAGVATTEN OCH AVRINNING

I städerna blir dagvatten ofta något som behöver tas om hand på grund av en förhållandevis stor andel hårdgjorda ytor där vattnet inte tillåts infiltrera i marken på naturlig väg. Omhändertagande av dagvatten är en del av samhällets VA-försörjning. En större andel hårdgjorda ytor ger en högre andel avrunnet vatten och snabbare avrinning. Genom att vattnet inte tillåts infiltrera i marken, leds det istället bort via ledningar (Stahre, 2004).

Vid varje enskilt regntillfälle kan föroreningskoncentrationen i dagvattnet variera betydligt inom samma område beroende på hur lång tid som gått sedan senaste regntillfälle. Men även på grund av nederbörds mängd och intensitet, samt årstidsvariationer. Det antas ofta att den första volymen som avrinner från ett område har en högre koncentration av föroreningar än vad ett senare flöde har, ofta benämnt "first flush". I detta fall antas även områdets yta ha betydelse för effekten (Björklund, 2011).

Vid anläggandet av hårdgjorda ytor tenderar även avrinningen från området att få en snabbare avrinning samtidigt som maxflödet ökar.



Figur 1. Kurvan visar hur vattenflödet förändras vid urbanisering, vid övergång från naturmark till hårdgjorda ytor (Stahre, 2004).

Med dagvatten följer vanligen en större eller mindre mängd föroreningar beroende på vilken markanvändning som finns inom avrinningsområdet. Dessa föroreningar kan skilja sig åt i både sammansättning och koncentration (Junestedt m. fl., 2007). Exempel på olika ämnen som kan transporteras med dagvattnet är näringsämnen, BOD, tungmetaller, toxiska organiska ämnen, bakterier, damm och sand från urbana ytor (Larm, 1994). Föroreningstransporten från vägar, är dock till stor del partikelbunden. Detta gör ämnena mindre rörliga samtidigt som tillgängligheten för upptag i växter och djur minskar (Trafikverket, 2011).

2.2 HANTERING AV DAGVATTEN

Före 1950 avleddes allt dag- och spillvatten via gemensamma ledningar i kombinerade system. 1950-talet blev starten för byggnation av separata ledningar för dag- och spillvatten i så kallade duplikata system. Trots strävan att avleda vattnet i separata ledningar leds fortfarande en del av dagvattnet till reningsverken (Lönngren, 2001). Följande parametrar kan vara till nytta vid planerandet av dagvattensystem. Enlig Lönngren (2001) varierar dagvattenflödet betydligt mellan olika tidpunkter samtidigt som föroreningskoncentrationen är som störst i början av regntillfället för att sedan minska. Samtidigt kan föroreningsmängden till stor del variera mellan olika områden.

Kombinerat system, innebär att en ledning tar hand om både spill- och dagvatten, även vatten från dränering kan kopplas på ledningen (Urban Water, 2004). Vid sådana system är ett funktionskrav att bräddavlopp anordnas för att förhindra en överbelastning av reningsverket (Svenskt Vatten, 2004). En överbelastning vid stora regnväder kan leda till att obehandlat vatten behöver avledas från reningsverket (Larm, 1994).

Duplikat system, innebär ett system med två separata ledningar för spill- och dagvatten. Här kopplas dräneringsvattnet helst på dagvattenledningen, dock kan skillnader i höjd göra att en koppling till spillvattenledningen görs eftersom den är den lägst belägna i systemet (Urban Water, 2004). Vid denna typ av system minskar belastningen av dagvatten till reningsverket.

I Örebro stad behandlas allt dag- och spillvatten separat i duplikata system, inget dagvatten leds i dagsläget medvetet till reningsverket. Däremot kan dagvatten nå reningsverket via inläckage i spillvattennätet (Karlsson, 2013, muntlig information).

2.3 FÖRORENINGAR I DAGVATTEN

Vid arbete med att eliminera föroreningsutsläpp till ytvatten har en lista med ämnen och ämnesgrupper tagits fram i EU:s vattendirektiv. Listan innehåller 33 prioriterade substanser som utgör en risk för den akvatiska miljön. Av dessa 33 ämnen är fem av dem metaller och de resterande ämnena organiska (Björklund, 2011). Exempel på ramdirektivets 33 prioriterade ämnen är kadmium och kadmiumföreningar, bly och blyföreningar, nickel och nickelföreningar, PAH och BaP (Naturvårdsverket, 2008a). Detta är exempel på prioriterade ämnen som finns med i StormTac och som ingår i beräkningar för arbetet.

Nedan följer en beskrivning av de metaller och övriga ämnen som ingått i detta arbete, ej Hg, och som finns i StormTac.

Metaller som hamnar i naturen kan bilda olika kemiska föreningar, vilket ger en varierande grad av påverkan (Socialstyrelsen/Karolinska institutet, 2009). Till skillnad från de flesta organiska ämnen kan metaller inte brytas ned i miljön.

Generellt sett är metaller i löst form mer biotillgängliga än de som förekommer i partikelbunden form (Blecken, 2010). Detsamma gäller för lösta joner jämfört med då metallerna förekommer i form av lösta komplex med till exempel löst organiskt material (DOC) (Naturvårdsverket, 2006).

Detta arbete har inte undersökt vilken förekomstform nedanstående metaller har i väg dagvattnet. Men värden för en generell fördelning mellan löst och partikelbunden form har tagits från programmet StormTac, 2013 och gäller ”Highway runoff”. Tabell finns i avsnitt 5.

Förutom direkt påverkan från vägtrafiken kommer vissa av nedanstående ämnen till viss del från direkt nedfall genom atmosfärsdeposition. För detta hänvisas till schablon för atmosfärsdeposition till vattendrag i StormTac (2013).

Bly

Källor till bly i dagvatten är till exempel däckslitage, industriell påverkan via atmosfärisk deposition, färger och takmaterial. Innan förbud mot blytillsats i bensin var detta den största källan (Blecken, 2010). Tillsats av bly i bensin var tillåten i Sverige fram till 1995 (Naturvårdsverket, 2008b).

Koppar

Koppar kan tillföras dagvattnet via bland annat däck, motor och bromsslitage, industrier, fungicider och pesticider. Halterna kan vara särskilt höga i avrinning från vägar och i ”non-residential urban catchments” (Blecken, 2010). Takytor av koppar och korrosion av byggnadsmaterial är även en bidragande faktor till kopparhalten i dagvattnet (Örebro kommun, 2005).

Zink

Källor till zink i dagvatten är byggnadsmaterial, galvaniserade tak, lyktstolpar och räcken, vid avsaknad av skyddsfärg, samt i bildäck (Stockholm Vatten, 2001) och slitage av fordonsbromsar (Blecken, 2010).

Kadmium

Källor till kadmium i dagvatten är till exempel förbränning, däck och bromsslitage korrosion av galvaniserade metaller, batterier, mineralgödsel och pesticider (Blecken, 2010). Kadmium förekommer dessutom till viss del som förorening i zink, därigenom kan användningen av zink bidra till kadmium i dagvattnet (Stockholm Vatten, 2001). Zink till galvanisering för rostskydd är ett vanligt område för zink i stadsmiljö, till exempel lyktstolpar och räcken.

Krom

Exempel på tillförsel av krom till dagvattnet är slitage av dubbdäck och korrosion av bildelar (Örebro kommun, 2005).

Nickel

Källor till nickel i dagvattnet är bland annat, diesel och bensin, bromsslitage, asfalt, olja till bilen (Karlsson, 2009).

Kvicksilver

Från och med 2009 är användningen av kvicksilver begränsad till ett antal olika varor. Det är ett av de ämnen som enligt miljömålet giftfri miljö skall fasas ut, målet är att inget kvicksilver skall nå miljön 2015 (Socialstyrelsen/Karolinska Institutet, 2009).

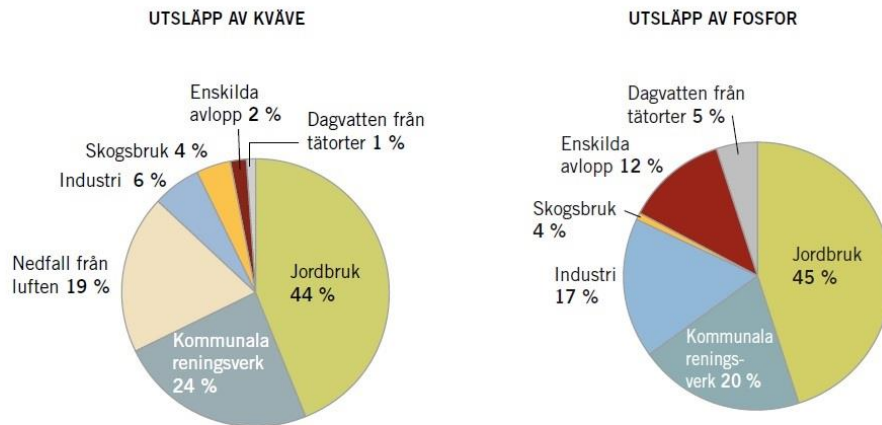
Polycykliska aromatiska kolväten (PAH)

Utsläppskällor till PAH är bland annat ”olja, motortrafik, övrig förbränning, slitage av asfalt och däck” (Naturvårdsverket, 2008b) PAH kan även komma från ofullständig förbränning av bränslen, till exempel vid otillräcklig syretillförsel eller vid för låg temperatur (Davis m. fl. 2005).

EU-parlamentet antog 2005, en reglering av PAH:er för användning som utfyllnadsolja i däck. I och med denna reglering antas att utsläppen från bilarnas däck kommer att upphöra efter en tid (Vattenmyndigheten, 2009a). När det gäller PAH är de starkt hydrofoba och är till stor del bundna till partiklar (Vägverket, 2006). PAH bryts ned av antingen solljus eller biologiskt av organismer. Men vid en konstant tillförsel till vatten i urbana områden, sker ändå en exponering av PAH (Naturvårdsverket, 2008b).

Näringsämnen

Figur 2 är hämtad från Naturvårdsverket (2010) och visar antropogena källor till kväve och fosfor i Sverige och vilken relativ andel olika sektorer bidrar med. Dagvatten från tätorter förväntas bidra med 1 % av kväve, medan andelen för fosfor beräknas vara 5 %. Ändå är den kvantitativa mängden kväve högre än fosfor.



Figur 2. Diagrammen avser utsläpp från mänsklig verksamhet, totala värdet för kväve anges till 85 800 ton och motsvarande siffra för fosfor 2 080 ton. Diagrammen avser 2006 års värden, de totala utsläppen bedöms ha minskat tydligt de senaste decennierna (Naturvårdsverket, 2010).

Olja

Petroleumkolväten, olja och fett kommer från spill och läckage av smörjmedel, bensin och diesel. Ämnen vilka till exempel kommer ifrån vägavrinning, parkeringar och biltvätt (Björklund, 2011).

Suspenderat material (SS)

Exempel på partiklars ursprung i dagvatten är, transport med vinden från öppna områden, slitage av bildäck, bromsar, asfalt. Även vittring och slitage av byggmaterial kan vara en källa till suspenderat material (Davis m. fl. 2005). Särskilt den mindre partikelfractionen med en diameter på under 250 µm kan föra med sig andra partikelbundna föroreningar som till exempel metaller, PAH och fosfor. Halten suspenderat material används därför som en indikator för föroreningar i dagvatten. Vanligtvis är halterna suspenderat material högre i mer täta stadsområden (Blecken, 2010).

När suspenderat material når recipienterna kan det vid uppbromsning av vattenhastigheten sedimentera och blockera födotillgången. Eftersom materialet är löst packat kan det åter virvla upp vid senare stormar. Blockad av ljus kan ge en minskad produktion av den växtlighet, som bland annat verkar som skydd och föda för fiskar och andra arter (Davis m. fl. 2005).

Följande Tabell 1 visar en sammanfattning över ämnena och dess olika miljöpåverkan och är hämtad ur Örebro kommuns dagvattenplan.

Utöver byggandet av reningsanläggningar kan det för avrinningsområdet undersökas om någon form av utsläppskälla lätt kan tas bort från området, till exempel galvaniserat material.

Tabell 1. Ämnenas ursprung i dagvattnet samt effekter av dessa, (Örebro kommun, 2005 jfr. Stockholm stad 2005).

<i>Förorening</i>	<i>Effekt på människor, djur och miljö.</i>	<i>Huvudsakliga lokala källor till spridning och förorening av dagvatten.</i>
Bly	Mycket giftigt för människor och djur.	Trafikytor, atmosfäriskt nedfall.
Kadmium	Mycket giftigt för människor och djur.	Fordon och som förorening i zink.
Koppar	Giftigt för vattenlevande djur och växter.	Trafikytor, takytor, korrosion av byggnadsmaterial.
Krom	Negativ inverkan på människor, djur och växter.	Slitage av dubbdäck, korrosion av bildelar.
Kvicksilver	Mycket giftigt för människor, djur och växter.	Diffus spridning vid avfallshantering.
Zink	Giftigt för vattenlevande djur och växter.	Trafikytor, korrosion av byggnadsmaterial, stuprör, lyktstolpar, galvaniserade ytor som bilkarosser, takplåt m.m.
PAH (polycykliska aromatiska kolväten)	Cancerogent och giftigt för människor. Giftigt för vattenlevande djur.	Småskalig vedeldning, trafikavgaser och däck. Finns bl.a. i HA-oljor, bitumen, tjära och sot.
Olja	Skadligt för människor och djur. Giftigt för växter.	Oljeutsläpp, trafik, läckage från fordon och cisterner samt trafikolyckor.
Näringsämnen (kväve och fosfor)	Övergödning i sjöar och hav. Orsakar algblomning och ger upphov till syrebrist.	Nödavledning av spillvatten, felkopplingar, djurspillning och gödsling. Atmosfäriskt nedfall av kväve.
Bakterier	Ger problem vid badplatser.	Nödavledning av spillvatten, felkopplingar och djurspillning.

2.4 KONSTRUKTIONER FÖR BEHANDLING AV DAGVATTEN

För att minska föroreningsbelastningen kan det vara till hjälp att fånga upp ämnen som transporteras med dagvattnet genom olika former av reningsanläggningar. Genom detta kan föroreningar av olika slag samlas upp eller brytas ned i konstruktionen. I annat fall riskerar föroreningar att i högre grad hamna i recipientens bottensediment och som löst form i vattnet.

2.4.1 Våta dammar

Dammen har en permanent vattenyta, dess botten kan göras tät med hjälp av en duk som hindrar infiltration till underliggande marklager.

Dammen jämnar ut och minskar hastigheten på tillflödet. Reningseffekten från dammen uppstår bland annat genom sedimentering av partiklar i vattnet, växtupptag av ämnen samt bakterier och mikroorganismers nedbrytningsprocesser. Med tiden krävs ett visst underhåll av dammar, t.ex. genom rensning av bottensediment. Frekvensen för underhållet beror på faktorer som arean av avrinningsområdet samt vilket flöde och föroreningshalter som når dammen (Stockholm Vatten, 2001).

Storleken på dammen bör vara ca 250 m²/ha, d.v.s. 2,5 % av den hårdgjorda ytan (Bäckström, 2002; Lönngren, 2001; Örebro kommun, 2005). En damm i denna storlek bedöms ha förmåga att avskilja partiklar till 85 % och för metaller 75-80 % (Lönngren, 2001).

Även formen på dammen har betydelse för effektiviteten vid avskiljning. Genom en jämn fördelning av vattnet i dammen kommer hela vattenvolymen till användning. Detta ökar vattnets uppehållstid i dammen vilket i sin tur ökar andelen sedimenterat material. Uppehållstiden är viktig för att kvävereningen skall hinna verka. Ett exempel på en form av damm, som ger dessa egenskaper, är ellipsformade dammar med längd/breddförhållandet 2:1 till 10:1. Flera breda in och utlopp underlättar fördelningen av vattnet (Örebro kommun, 2005).

2.4.2 Torra dammar (fördröjningsmagasin)

Kännetecknande för torra dammar är att de saknar en permanent vattenyta och en tät botten. I dammen magasineras vatten under tillfällena med nederbörd och filtreras därefter genom dess botten. Några fördelar med att dammen tidvis är torrlagd är bland annat en enklare sedimentborttagning, samtidigt som vattnet i dammen inte blir påverkat i lika stor utsträckning under borttagningsprocessen. Dessa dammar har nackdelen att de inte på samma sätt skapar miljöer för djurlivet och arter i området och att borttagning av näringsämnen kan anses ineffektiv (Larm, 2004).

2.4.3 Diken - "swales"

Diken benämnda swales består av ett naturligt eller ett grävt dike. Tanken är att partikulära föroreningar i vattnet skall få möjlighet att fångas in i området samtidigt som vattnet bromsas upp och dess förmåga att infiltrera i marken gynnas. Fördelen med diken jämfört med konventionella ledningssystem är till exempel en utjämning av

flödet, föroreningsavskiljning från vattnet, ökad infiltration, och förväntat lägre kostnader (EPA, 1999).

Den huvudsakliga mekanismen för upptag och rening av föroreningar, i denna typ av diken, bygger på ”sedimentation, infiltration och adsorption till växt och jordtytor”. För rening av vatten har dikets förmåga att till stor del kvarhålla suspenderat material, tungmetaller, olja och PAH påvisats. För näringsämnen och lösta metaller har en svag förbättring eller till och med en ökad halt i vattnet påvisats. Förmågan att fånga upp material från vattnet är specifik för platsen och generella riktlinjer är därför svåra att dra (Bäckström, 2002).

Vid konstruktion av ett dike kan vattenavledningen ske direkt över dess kant eller via ett tydligt inlopp någonstans utmed diket. För jordar med god vattengenomsläpplighet eller där diket har stor area i förhållande till tillrinningsytan kan diket byggas som endast infiltrationsanläggning för dagvatten utan något utlopp. Risk för översvämning av områden kan finnas om jordens porer sätts igen eller vid intensiva regn. För instängd citybebyggelse med låggenomsläpplig jord anordnas ofta ”drop inlets” utmed diket samt en dagvattenbrunn. Denna dagvattenbrunn kan därmed fungera som bräddavlopp för att förhindra översvämningar av dikesområdet vid allt för höga flöden. För att diket skall kunna användas enbart till infiltrationsområde behöver marken ha tillräckligt hög infiltrationsförmåga och tillräckligt avstånd till grundvattenytan. Så länge grundvattenytan är under dikets botten kan vatten infiltrera. Vid ett för kort avstånd till grundvattenytan antas en klar risk finnas för att föroreningar skall kunna nå dit (Bäckström, 2002). Men även med en god marginal till grundvattenytan kan dagvattnets sammansättning behöva undersökas. Detta för att utesluta en förorening av mark eller grundvatten.

2.4.4 Permeabel asfalt

Består av porös asfalt som låter vattnet passera och infiltrera i marken. Det blir på så sätt en form av lokalt omhändertagande av dagvatten. Däremot minskar asfaltens genomsläpplighet med tiden vilket gör att den avledande förmågan minskar.

Två typer av permeabel asfalt är enhetsöverbyggd- och dränasfalt. Den första har en undre konstruktion med dräneringsrör för bortledning av vatten medan den andra endast har ett övre vattengenomsläppligt skikt, utan någon form av rördränering. På grund av en större porositet hos asfaltmaterialet är dock känsligheten för nötning större och ytan kan lätt bli sliten vid stora trafikbelastningar. En ökad trafikmängd och tillförsel av finkornigt material påskyndar igensättning av porerna. Vid en igensättning av materialet kan asfalten behöva rengöras med särskild utrustning (Stahre, 2004).

2.4.5 Perkolationsmagasin (stenfyllningsmagasin eller stenkista)

Denna typ av magasin är vanligtvis fyllt med makadam och kan vara placerat under en grönyta. Suspenderat material hamnar på magasinets botten och efter en tid strömmar dagvatten ut från sidorna. Vid allt för höga halter partiklar i vattnet kan någon form av förbehandling krävas (Larm, 1994). Magasinet kan även tömmas via särskild dränering genom magasinets botten (Stahre, 2004).

För att magasinet skall fungera korrekt behöver grundvattenytan vara belägen under magasinet botten, samtidigt påverkar även markstrukturen förmågan för vattnet att kunna infiltrera. Vid finkorniga jordar kan infiltrationen bli låg (Stahre, 2004). Med tiden finns risk för igensättning av magasinet genom att intilliggande jord tränger in i magasinet eller att material tillförs via dagvattnet. Genom användandet av fiberduk vid konstruktion av magasinet, vid finkorniga jordar och en filterbrunn för ingående dagvatten kan magasinet hållbarhet förbättras. Magasinet är lämpligt för dagvatten som inte innehåller några större mängder föroreningar, såsom dagvatten från mindre vägar, gräsytor och tak (Stahre, 2004).

2.4.6 Våtmarker

Våtmarker kan ha olika utformning beroende på om de är inriktade för att minska mängderna näringsämnen i vattnet eller för att öka den biologiska mångfalden. Våtmarker påverkar den naturliga vattenbalansen i området bland annat genom flödesutjämning och genom att transporttiden från källan till vattendraget förlängs. Vattnets innehåll av kväve och fosfor minskar vid passage genom våtmarker genom bland annat sedimentation, bakteriella processer och växtupptag (Länsstyrelsen, Jönköpings län, 2010).

2.4.7 Oljeavskiljare

Används för att avskilja oljor där dessa blivit blandade med vatten till exempel vid trafikytor såsom parkeringsplatser, broar och tunnlar mm.

En gravimetrisk avskiljare består ofta av en slam- och en oljeavskiljande del. Den första delen ansamlar tyngre material, som har en högre densitet än vatten. När vattnet har passerat denna första del, leds det sedan vidare till den oljeavskiljande delen. Här skall i huvudsak en avskiljning av olja ske, men även en viss del av det fasta materialet kan sedimentera här. Vattenutloppet sker under en avskiljande skärm som hindrar oljan från att lämna avskiljaren (Naturvårdsverket, 2007).

En coalescensoljaavskiljare används för att avskilja olja med en mindre droppstorlek än den ovan beskrivna genom att underlätta sammanslagningen till större droppar (koalescens) och snabba på stigtiden. Detta gör att oljan hinner stiga till ytan under dess uppehållstid i avskiljaren. Denna sammanslagning av droppar sker till exempel med hjälp av lameller, rörfilter eller porösa filtermattor (Naturvårdsverket, 2007).

2.4.8 Snöhantering

Snödeponier är lokaliserade antingen på land eller i vatten. Vid snöhantering där snö läggs i vattendrag kan det leda till att partikelbundna föroreningar sedimenterar och hamnar utmed botten. De lösta föroreningarna når då direkt vattendragets olika livsformer. Vid snöhantering på land stannar partikelbundna föroreningar på marken medan de lösta delarna kan ledas till vattendrag eller grundvatten. Landbaserad snöhantering är på grund av uppsamlingen av partikelbundna föroreningar den mest skonsamma ur miljösynpunkt. Snö i urbana områden innehåller olika typer av föroreningar, som kommer från till exempel atmosfärisk deposition, trafikemissioner och frostskyddsmedel. Om snön ligger kvar i stadsmiljön under vinterhalvåret ökar

föroreningshalten den tid den ligger kvar, för att sedan transporteras med smältvattnet vid mildare väder (Reinosdotter, 2007).

Dimensionerad snösmältningshastighet beräknas för södra och mellersta Sverige vara ca 20 mm/12h, utifrån en beräknad snösmältning under halva dygnet. För norra Sverige anges siffran vara högre med 30 mm/12h (Svenskt Vatten, 2004). För beräkningarna i detta arbete har inte en dimensionerad snösmältning tagits med i beräkningen eftersom dimensionerande regn beräknas vara 8 mm under en 10 minuters period.

2.4.9 Filterkonstruktioner för dagvatten

För rening av dagvatten i filter menas ofta ett kemiskt filter, ett sorptionsfilter där föroreningar från vattnet fångas in via kemiska processer. Processerna i filtret kan till exempel variera utifrån mineralsammansättning, hydraulisk konduktivitet och porositeten i filtermaterialet (Färm, 2003).

I de fall föroreningarna tydligt förekommer i partikulär form, kan de fångas upp genom partikelfilter. I de fall föroreningarna förekommer i löst form blir avskiljningsprocessen mer komplicerad, där avskiljningen kan ske med hjälp av sorption i de fall detta är möjligt. I de fall detta inte är möjligt försöka omvandla ämnena till en mindre skadlig form (SGI, 2007).

Hur lång tid filtermaterialet förväntas ha sin effekt uttrycks som dess beständighet. Efter en tid i drift kan filtret bli sämre genom att det sätts igen, strömningen blir då ojämnt fördelad i filtret (kanalströmning), eller att det blir mättat av det ämne det skall ta upp (SGI, 2007). Förutsättningen för detta är att filtermaterialet i sig inte innehåller tungmetaller.

I vattenreningssammanhang där vatten renas genom att passera någon form av filter, passerar vattnet i vissa fall en omättad zon. Då vattnet leds från en dagvattenbrunn via en makadambädd stiger vattnet nedifrån och upp. Detta gör att den uppsamling av ämnen som antas, sker i en vattenmättad zon. Här kan det vara av vikt att undersöka vilken påverkan detta kan ha på förmågan till vattenrening.

Vid användandet av filtermaterial bör det utredas hur stora mängder föroreningar som kan samlas upp innan en mättnad uppstår i materialet.

Biofilter

Vid arbetets fallstudie av området Hamnplan beräknas användningen av ett biofilter, därför följer en specifik beskrivning av ett sådant.

Biofilter benämns även ”rain garden” eller ”bioretention system”. Syftet med anordningen är att den skall verka som magasin och ge bättre vattenkvalitet med hjälp av filtrering genom jord samt genom fysiska och kemiska processer från växtligheten. Biofiltrets area varierar vanligen mellan 2-5 % av tillrinningsområdet (Blecken, 2010), vilket motsvarar 200-500 m²/ha.

Filterbädden är vanligen ca 700-900 mm djup och består antingen av naturlig jord eller av ett konstgjort material med kornstorleken ”sandy loam”, i vissa fall är dessa även toppade med ett 5-10 cm tjockt mullager. Växtligheten i filtermaterialet bidrar även till att upprätthålla en genomsläpplighet. Det behandlade vattnet kan slutligen infiltreras i marken eller ledas via dagvattenssystemet direkt till en befintlig recipient (Blecken, 2010) i det fall vattnet bedöms vara tillräckligt rent.

I ett biofilter pågår bland annat följande processer: mekanisk filtrering som avskiljer stora delar av de partikelbundna metallerna medan de lösta metallerna upptas bland annat genom adsorption och växtupptag. Avskiljningsförmågan för total metallhalt och total SS överstiger ofta 80-90 %. Rening av näringsämnen förväntas variera mer än metaller och TSS. Vid sidan av effektiv rening kan läckage från biofilter uppkomma. Upptag av fosfor sker via filtrering av partikelbundet fosfor och sorption av det lösta materialet. Ett exempel på läckage är då fint partikulärt material med bundet fosfor lossnar från filtret. Kvävereningen är beroende av balansen mellan olika kväveföreningar i det ingående vattnet, NO_x har ofta låg reningsgrad. Vissa andra föreningar visar en bättre rening. För att förbättra kvävereningen i filtermaterialet kan en vattenmättad zon (+ kolkälla) sättas in i botten av filtret. Detta för att underlätta kvävereningen, vilket sker genom en anoxisk zon (Blecken, 2010).

3 MATERIAL & METODER

En första genomgång av vägar har gjorts utifrån trafikflödeskartan (2011), med mätdata från 2011 och tidigare, för att hitta de vägavsnitt som har en trafikmängd på över 10 000 fordon/dygn. Därefter har med hjälp av flygfotografier och kartor över bland annat VA-ledningsnätet och fjärrvärmenätet letats efter grönområden med så gott som obefintlig ledningsdragning. Höjddata i kartan har sedan använts för att bestämma om vägens lutning leder vatten mot funna grönytor. Höjddata har också använts till att uppskatta vilken vägarea som kan leda vatten till dessa grönområden. Efter uppskattning av avrinningsområde har sedan area för detta samt grönytan beräknats med hjälp av Stadsbyggnadskartan. Med hjälp av vägområdets area och trafikmängd beräknas sedan en föroreningsbelastning från väg till grönyta för att se till vilken nytta en dagvattenlösning är för området. Utöver beräkning av föroreningstransport har även beräkning av dimensionerande flöde från ytan beräknats, detta med hjälp av rationella metoden. StormTac har varit till hjälp för att beräkna föroreningstransporten från vägtyta till grönområde. Där trafikmängden på en del av vägsträckan är under 10 000 fordon/dygn har endast den mer trafikerade delen av vägen tagits med i beräkningen.

Vid beräkningar av föroreningstransporten, från de genomgångna vägarna, är vägnas area beräknade utifrån längd och bredd. Dessa värden är uppmätta från Stadsbyggnadskartan. Längderna är uppmätta med mätverktyget för längd i kartläget. Medan bredden har uppskattats utifrån mätverktyget för längd i kartläget flygfoto. Uppmätningen av bredden har den varit mer svårbedömd eftersom den kan variera utmed vägens sträckning samtidigt som körfält för filbyte och avfarter finns vid vissa platser. Vid en del vägar finns även områden för fickparkering intill körbanan. I de fall vägens bredd har varierat betydligt utmed sträckan har vägen delats in i olika avsnitt, till exempel för Östra Bangatan. Vid beräkningar har värdet för trafikmängd avrundats till 10 000, 15 000 och 25 000 fordon/dygn. Aktuella vägsträckor är beskrivna under resultat 4.2. Figur 3 visar de undersökta vägsträckorna och deras läge i staden. Totala sträckan markerad väg på kartan är 2,3 mil och den sammanlagda arean till beräkningarna har varit ca 30 ha.

För avrinningskoefficienter och medelregndjup har programmets standardinställning använts. De olika schablonvärden som finns i programmet ses i tabell 4. För samtliga beräkningar har följande värden använts som grundinställning, medan värde för area och markanvändning varierat.

- årlig nederbörd som korrigerat värde (0,625 m)
- medelregndjup (7,3 mm)
- avrinningskoefficient (för väg, parkering och parkområden användes 0,85; 0,85 och 0,18).

Beräkningsresultat från programmet är

- årlig föroreningsmängd för olika ämnen
- årlig avrinning.

För alla undersökta områden har utsläppen från vägområdena till dagvattnet beräknats som årliga värden. Dessa värden ger en uppskattning av i vilken utsträckning rening av dagvatten är till nytta och i vilken utsträckning de olika gräsytorerna kan tänkas bli påverkade av dagvattnet. Den bakgrundsbelastning som antas nå direkt till olika grönområden i form av atmosfärsdeposition har inte inkluderats.

För att beräkna dimensionerande flöde från ytan med rationella metoden har ett 2-årsregn med varaktigheten 10 minuter använts. De villkor som behöver vara uppfyllda för att rationella metoden skall ge rättvisande värden är att området är näst intill rektangulärt, att avrinningskoefficienter med samma värden är jämt fördelade över området samt att området har likartade rinntider. Användningen av metoden är mest lämpad för små områden med en jämn ”exploatering” (Svenskt Vatten, 2004). Ekvationen för dimensionerande flöde enligt rationella metoden är följande:

$$Q_{dim} = i\varphi A \quad (1)$$

i = dimensionerande regnintensitet [$l/s, ha$] t.ex. mm för ett 10 minutersregn

φ = avrinningskoefficient

A = area

I fallstudierna för Hagagatan och Rudbecksgatan, har utöver beräkning av dimensionerande flöde också beräknats hur stor magasinsvolym som är nödvändig för att ta hand om avrunnet dagvatten. Denna beräkning av magasinsvolymen är gjord med hjälp av regnenvoloppmetoden som är lämplig för överslagsberäkning av magasinsvolym för dagvatten. Metoden är här baserad på ett tvåårsregn.

Metoden utgår från beräkning av tillrunnen och avledd vattenvolym från magasin. Tillrinning över tid beräknas genom rationella metoden, där dimensionerande regnintensitet minskar utmed regnets varaktighet. Avledning från magasinet antas i detta arbete ha konstant värde, samma värde som dimensionerande flöde från oexploaterat område, d.v.s. naturmark. Regnet sätts till ett tvåårsregn på 10 minuter. avrinningskoefficient för naturmarken sätts till 0,1. Regnets varaktighet har vid dessa beräkningar utgått ifrån intervall på fem minuter i intervallet 10-60 minuter. För magasinets utlopp antas högsta möjliga avledning vid regnets början.

$$V_{dim} = \max[V_{in}(t) - V_{ut}(t)] \quad (2)$$

V_{dim} = dimensionerande magasinsvolym

V_{in} = tillrunnen volym

V_{ut} = avledd volym

För att till sist bestämma magasinets volym söks den period där skillnaden mellan totalt tillflöde och totalt frånflöde är som störst. Genom att tillrinningsflödet hela tiden minskar efter längre och längre dimensionerande varaktigheter, blir flödet från utloppet efter en tid större än inflödet vilket gör att magasinet töms. I ett fall då utloppet redan vid regnets början skulle överstiga inflödet skulle ingen magasinvolym behövas.

För tillflöde och frånflöde används rationella metoden. Tillflödet har varierande regn medan frånflödet använder konstant flödet från ett tvåårsregn på 10 minuter. För beräkning av tillflödet används ekvation 3 som ger en varierad regnintensitet över tid. Beräkningsmetoden kommer från Svensk Vattens publikation P90 (2004).

$$i(t, Z) = 2,78(a + Zb)c \quad (3)$$

Z-värdet är i detta fall satt till 18, c varierar beroende på vald varaktighet. Värdena på a och b sätts till de konstanta värdena 7,53 och 0,293, på grund av den fasta återkomsttiden på två år.

$$I(t, Z) = 2,78(a + Zb)c = 2,78(7,53 + 18 \cdot 0,293)c = l/s, ha$$

3.1 AVGRÄNSNINGAR

Endast vägsträckor med trafikmängd på över 10 000 fordon/dygn, undantaget Hagagatan ingår i arbetet. Samtidigt har andra större vägar genom staden, såsom Västerleden, inte undersökts eftersom förvaltningen sköts av Trafikverket.

Den föroreningstransport som behandlas koncentrerar sig på flödet via dagvattnet och omfattar inte de ämnen som på annat sätt avlägsnas från vägen. Samtliga undersökta ämnen kan beräknas via StormTac och omfattar Fosfor (P), Kväve (N), Bly (Pb), Koppar (Cu), Zink (Zn), Kadmium (Cd), Krom (Cr), Nickel (Ni), Suspenderat material (SS), Olja, Polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och Benso(a)pyren (BaP) – en undergrupp till PAH.

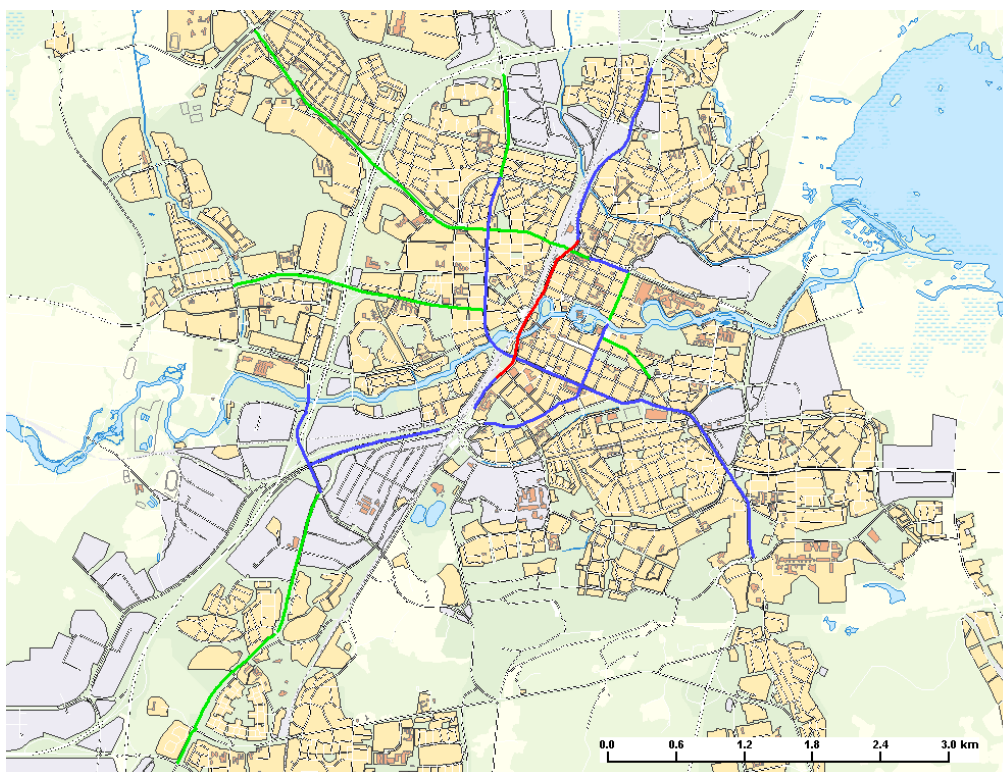
Vid beräkningar av delområden för vägarna har en annan viktenhet använts för alla ämnen förutom P, N och SS eftersom föroreningstransporten är lägre för de mindre ytorna, jämfört med vad som visas för hela vägområden. Om detta ger en ökad mätnoggrannhet är oklart.

4 RESULTAT

Resultatdelen är indelad i tre delar. Den första delen visar de beräkningar som gjorts för att få en uppfattning av föroreningstransporten från undersökta vägsträckor. Den andra delen visar genomgången som har gjorts utifrån kartor för att hitta lämpliga områden intill vägarna för att kunna ta hand om dagvatten. Den tredje delen behandlar fallstudier där mer ingående beräkningar har gjorts på tre vägområden.

4.1 RESULTAT, FÖRORENINGSTRANSPORT

Nedanstående figur 3 visar de 17 kommunala vägsträckor som enligt trafikflödeskartan har ett värde över ca 10 000 fordon/dygn. Det är dessa vägsträckor som har använts till beräkningen för total påverkan av föroreningar till dagvattennätet.



Figur 3. De markerade vägarna grön, blå och röd markerar trafikintensiteterna 10 000, 15 000 respektive 25 000 f/d (Bakgrundskarta: Tätortsdatabasen, 2013).

Nedan följer de beräkningar som är gjorda för samtliga undersökta vägar. Värdena i följande tabell 3, visar längd och beräknad area för de vägsträckor som använts till beräkningen. De bredder som uppskattats vid beräkning av arean finns i bilaga 2. De trafikvärden som ses visar avrundade värden utifrån de värden som ses i trafikflödeskartan (2011). Om Trafikverket har ansvar för väghållningen är inte vägen medräknad, trots en hög trafikintensitet. Mer information om hur mätningarna är gjorda finns i bilaga 2.

Tabell 3. Värden för vägsträckorna.
(Summeringen av areavärden är gjord före avrundning).

Väg	Total längd (m)	Area (ha)	Trafikmängd till beräkning (fordon/dygn)
Adolfsbergsvägen	1 295	1,3	10 000
Alnängsgatan	445	0,58	10 000
Engelbrektsgratan	572	0,40	10 000
Ekersvägen	2 500	3,7	10 000
Hertig Karls Allé	1 500	2,1	15 000
Hedgatan	914	0,78	10 000
Karlslundsgatan	2 208	3,1	10 000
Kungsgatan och Borgmästargatan	888	0,71	15 000
Mosåsvägen	1 500	1,4	10 000
Rudbäcksgatan	2 400	3,4	15 000
Södra Infartsleden	1 200	2,7	15 000
Trädgårdsgatan	693	0,93	15 000
Västhagagatan	1 000	1,7	15 000
Universitetsallén	821	1,0	15 000
Östra Bangatan	3 396	5,7	15 000
			25 000
			15 000
Östra Grev Rosengatan	357	0,23	15 000
Östra/Västra Nobelgatan + tunneln	1 200	0,46	10 000
Summa	22 889	30,3	

Nedan följer tabell 4 som visar schablonvärden hämtade från StormTac över olika ämnen i dagvattnet, för de avrinningsytor som använts i beräkningarna. Nästföljande tabell 5 visar de resultat som en beräkning gett av föroreningstransporten från de undersökta vägområdena.

Tabell 4. Schablonvärden för avrinningsområden, väg 3, 4, 5 och 6, med trafikintensiteten 5 000, 10 000, 15 000 och 25 000 fordon/dygn samt parkerings- och parkytor (StormTac, 2013).

	P mg/l	N mg/l	Pb µg/l	Cu µg/l	Zn µg/l	Cd µg/l	Cr µg/l	Ni µg/l	SS mg/l	Olja mg/l	PAH µg/l	BaP mg/l
Väg 3	0,16	2,4	7,5	30	97	0,31	9,1	6,0	75	0,8	0,32	0,015
Väg 4	0,18	2,4	12	38	164	0,34	11,3	8,0	87	0,8	0,52	0,02
Väg 5	0,20	2,4	16,5	47	231	0,38	13,4	10,0	98	0,8	0,72	0,025
Väg 6	0,24	2,4	25,5	64	365	0,45	17,7	14,0	121	0,9	1,12	0,035
Parkerings- områden	0,1	1,1	30	40	140	0,45	15	4	140	0,8	1,7	0,06
	0,12	1,2	6	15	25	0,3	3	2	49	0,2	0	0

De värden som anges i StormTac har olika grader av pålitlighet i sin kalibrering. Indelning av kalibreringen har gjorts i tre delar: kalibrerad pålitlig, kalibrerad relativt pålitlig och en tredje variant kalibrerad opålitlig. För vissa parametrar saknas uppgift. Denna kalibrering kan vara till nytta vid analys av beräknade värden.

Vägarnas värden anges som:

- Kalibrerad pålitlig: P, Pb, Cu, Zn, Cd, Cr och Ni
- Kalibrerad relativt pålitlig: SS och PAH
- Kalibrerad opålitlig: Olja och BaP

För området parkeringsyta saknas uppgifter om kalibreringsgrad för alla parametrar och så även för parkyta förutomfälten för P, N, Pb och Cd vilka är kalibrerad opålitlig. Vissa tabellvärden i tabell 4 är avrundade från ursprungsvärdet i StormTac.

Nedan följer tabell 5 som visar värden för föroreningsbelastning för alla vägar i beräkningen. Nederst i tabellen har alla värden summerats för att få en uppfattning om vägsträckornas totala belastning som förs via dagvattnet till intilliggande vattendrag. Även om samtliga vägsträckor inte finns med ger denna summering ändå en bild av i vilken utsträckning de högst trafikerade vägarna bidrar med olika typer av föroreningar.

Vägarna i tabell 5 har presenterats var för sig, för att kunna avgöra vilka av dem som ger högst belastning och bör vara i särskilt fokus. Koncentrationen av föroreningar är av betydelse eftersom den bedöms påverka med vilken effektivitet uppsamlade av föroreningar från dagvatten sker.

Tabell 5. Tabellen visar beräknade värden för enskilda vägsträckor, och avser det årliga värdet i kg. Det årliga värdet beräknas i StormTac utifrån de värden som ses i tabell 3 och tabell 4 tillsammans med avrinningskoefficienter för avrinningsytor samt värden för nederbördsdata. Till sist i tabellen, en sammanställning över resultaten från beräkningen. Högst värden ses för Östra Bangatan, vilken även är den längsta vägen.

	<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>Olja</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
Adolfsbergsvägen	1,3	18,3	0,1	0,3	1,2	0,002	0,1	0,1	633	5,9	0,0037	0,0001
Alnängsgatan	0,56	7,9	0	0,1	0,5	0,001	0	0	273	2,5	0,0016	0,0001
Engelbrectsgatan	0,4	5,5	0	0,1	0,4	0,001	0	0	189	1,8	0,0011	0
Ekersvägen	3,6	50,2	0,2	0,8	3,3	0,007	0,2	0,2	1736	16,1	0,0103	0,0004
Hertig Karls Allé	2,2	28,3	0,2	0,5	2,6	0,004	0,2	0,1	1105	9,3	0,008	0,0003
Hedgatan	0,8	10,7	0,1	0,2	0,7	0,001	0	0	370	3,4	0,0022	0,0001
Karlslundsgatan	3	42,7	0,2	0,7	2,8	0,006	0,2	0,1	1477	13,7	0,0087	0,0003
Kungsgatan och Borgmästargatan	0,8	9,7	0,1	0,2	0,9	0,001	0,1	0	379	3,2	0,0027	0,0001
Mosåsvägen	1,4	19	0,1	0,3	1,3	0,003	0,1	0,1	659	6,1	0,0039	0,0002
Rudbecksgatan	3,6	45,9	0,3	0,9	4,2	0,007	0,2	0,2	1793	15,1	0,0129	0,0005
Södra Infartsleden	2,9	37	0,2	0,7	3,4	0,005	0,2	0,1	1447	12,2	0,0104	0,0004
Trädgårdsgatan	1	12,7	0,1	0,2	1,2	0,002	0,1	0,1	496	4,2	0,0036	0,0001
Västhagagatan	1,8	23,5	0,2	0,4	2,2	0,003	0,1	0,1	918	7,7	0,0066	0,0002
Universitetsallén	1,1	14,2	0,1	0,3	1,3	0,002	0,1	0,1	555	4,7	0,004	0,0001
Östra Bangatan	9,5	108,6	0,9	2,4	13,2	0,018	0,7	0,5	4786	36,7	0,0401	0,0013
Östra Grev Rosengatan	0,2	3,1	0	0,1	0,3	0	0	0	122	1	0,0009	0
Östra/Västra Nobelgatan + tunneln	0,5	6,3	0	0,1	0,4	0,001	0	0	219	2	0,0013	0,0001
Summa	35	444	2,8	8,3	40	0,06	2,3	1,7	17000	146	0,2	0,004

Östra Bangatan är den väg som har fått högst värden. Det är också den väg som har störst vägyta och relativt tät trafik, särskilt utmed vägens mellersta sträckning - den som leder förbi centralstationen. Därefter följer Rudbecksgatan och Ekersvägen, med ungefär ett halverat värde vardera. I de fall en rening planeras på en del av vägen kan det vara fördelaktigt att se till de delar med högst belastning snarare än till den totala belastningen. Till exempel är vägtrafiken för Östra Bangatan som högst förbi Resecentrum samt för Rudbecksgatan vid Hagatunneln. Den senare är enligt trafikkartan stadens mest trafikerade punkt i stadens kommunala vägnät. För Ekersvägen är trafikflödet mer jämnt utspritt och håller i stort sett samma intensitet utmed hela vägen.

Vid bedömning av de olika värdena behöver hänsyn tas till de olika ämnenas miljöpåverkan. Ämnet med den största massan behöver inte vara det ämne som är mest angeläget att avlägsna från dagvattnet. Även kalibreringsgraden bör det tas hänsyn till. Störst mängd utgörs av det suspenderade materialet, vilket är väntat då det består av olika sorters partiklar och stenmaterial. Bland de olika metallerna ses den största mängden komma från zink och koppar men även bly. För vägtrafiken har alla metaller fått den högsta kalibreringsgraden.

4.2 RESULTAT, GENOMGÅNG AV VÄGSTRÄCKOR

Ovan har gjorts en beräkning av föroreningsflödet från vägsträckorna. Den genomgång som nu följer har som syfte att leta efter områden lämpliga till att avleda dagvatten. Detta för att minska koncentrationen av föroreningar före avledning till vattendrag. Det är för de områden, på och intill vägen, som anses särskilt lämpliga att ta hand om dagvatten som beräkningar har blivit gjorda. Detta för att bedöma både föroreningsmängd och dimensionerande flöde till ytorna. Den beskrivning som finns av trafik, väglutningar, ledningsdragning mm. är tänkt som en motivering till varför vissa sträckor har tagits med eller inte till beräkning av flöde till ytorna.

Grönområdena nedan är endast gräsområden, om områden med träd inkluderas, ökar andelen tillgängliga ytor. Ett fåtal partier, av de undersökta vägarna, till exempel södra sträckningen av Östra Bangatan och utmed Södra Infartsleden har redan en till viss del lokal dagvattenhantering. Även om de enskilda gatorna inte ger ifrån sig större mängder föroreningar så är det ändå viktigt att fånga upp dessa eftersom det för hela staden, för alla vägar tillsammans blir stora mängder.

Alnängsgatan

Stora ytor intill vägen är asfalterade och bedöms därför vara svåra att använda till dagvatten. De träd och buskar som finns intill parkeringen mot Svartån (kvarteret Smedjebacken) bedöms även svåra att använda, särskilt eftersom en gångbana avgränsar området. Refugen intill rondellen mot Södra Grev Rosengatan har relativt tät ledningsdragning.

Borgmästargatan

Den största tillgängliga grönytan, vid denna väg, är Kungsplan. Området innehåller relativt få ledningar och därför kan vatten från den intilliggande körbanan ledas i

riktning dit. Frågan är dock om områdets användning som park, gör det mindre lämpligt att använda för dagvatten.



Figur 6. Borgmästargatan med Kungsplan (foto: augusti 2013).

Ytterligare grönområden vid Bredgatans inledning bedöms svåra att använda till dagvatten på grund av liten yta och den ledningsdragnings som finns under vissa av dem. Resterande områden intill vägen består av asfalterad yta. Viss del av vägen, fortsättningen av Borgmästargatan, är inte omnämnd eftersom trafikmängden bedöms vara under 10 000 fordon/dygn.

Engelbrektsgatan

För den västra delen av vägen bedöms möjligheten att avleda dagvatten som svår, eftersom den består av ett antal träd och ett stensatt område intill Svartån. Vägen i dess helhet har sidor som till största del är gångbana. Oskarstorget skulle kunna användas för att avleda dagvatten utan att först passera gångbanan. Men där är ledningsdragningsen tät och dessutom är området park. Den grönyta som finns strax innan Rudbecksgatan är fri från ledningar men vägen har en lutning mot den asfalterade gång- och cykelbanan.

En del av vägen kommer att detaljstuderas i kap 5 under rubriken Hamnplan.

Ekersvägen

Området mellan återvinningscentralen och Mellringerondellen har en trafikmängd på under 10 000 fordon/dygn och lämnas därför åt sidan. Från Mellringerondellen och fram till ett hundratal meter efter Västerleden finns ett antal olika platser vilka kan vara lämpade för dagvatten. Det återstående vägpartiet fram till Vasatorget har stor andel hårdgjord yta vid sidorna, utom vid områdena intill Västerplan och Lertagsgatan, men dessa har inte bedömts vara tillräckligt stora. Området vid Västerplan innehåller dessutom vattenledningar.

På Ekersvägen har ett område beräknats för dagvattenhantering, foto över området ses i figur 4.



Figur 4. De två områdena intill vägen kan användas till dagvattenhantering utan att lutningen av vägen behöver byggas om. Markeringarna visar de vägsträckor som är beräknade att kunna leda vatten till grönytorna (Stadsbyggnadskartan, 2013-03-14).

En beräkning av ämnen och flöden från denna vägsträcka har gjorts för en sida i taget.

Tabell 6. Area och flöden för markerade områden på Ekersvägen.

	Vägarea [m ²]	Grönomr.area [m ²]	Vägavr. [m ³ /år]	Dim. flöde [l/s]
Sydväst	687	464	394	7,6
Nordöst	853	666	489	9,4

Tabell 7. Årlig belastning för markerade områden på Ekersvägen.

	P (kg)	N (kg)	Pb (g)	Cu (g)	Zn (g)	Cd (mg)	Cr (g)	Ni (g)	SS (kg)	Olja (g)	PAH (mg)	BaP (mg)
Sydväst	0,1	0,9	4	14	62	126	4	3	32	301	192	7
Nordöst	0,1	1,2	6	18	77	156	5	4	40	374	238	9

Den nordöstra sidan har något större yta och därför högre värden från föroreningar. Vid jämförelse av förhållandet mellan asfalt och gräsyta har den nordöstra sidan även mer grönyta per andel asfalt, vilket ger bättre förutsättningar för att ta hand om dagvatten. Vilken sida trafiken kan förväntas öka eller minska hastigheten innan korsningen kan påverka utsläppsmängderna. Från tabell 7 kan en uppskattning av g/m², år användas för

att bedöma om belastningen av föroreningar anses rimlig eller för hög och skadar marken.

Värdena i tabell 7 visar de möjligheter som finns att reducera mängden av olika föroreningar i dagvattnet. Eftersom reningen av dagvattnet inte når 100 % blir reningen en andel av detta värde.

Hagagatan

Vägen trafikeras av minde än 10 000 fordon/dygn, men den har tagits med eftersom en stor tillgång på grönytor finns längs med flera sträckor av vägen. Här beskrivs sträckan från Risbergska skolan och vidare in mot centrum. Vid området intill Risbergska skolan fram till ca 100 m innan korsningen med Västhagagatan kan dagvattenhanteringen till stor del vara lokal. Intill den korsningen och efter den, ända fram till Stjärnhusområdet, finns det gott om grönytor. Söder om Rostaparken är ett område föreslaget för dagvatten. Efter detta finns ett liknande område, men med något smalare grönområde (söder om Harald Aronssons park). Kan även detta användas? Resterande sträcka in mot centrum saknar grönyta intill vägen, bortsett från det otrafikerade området intill Hagaparken.

En del av vägen kommer att detaljstuderas i kap 5.

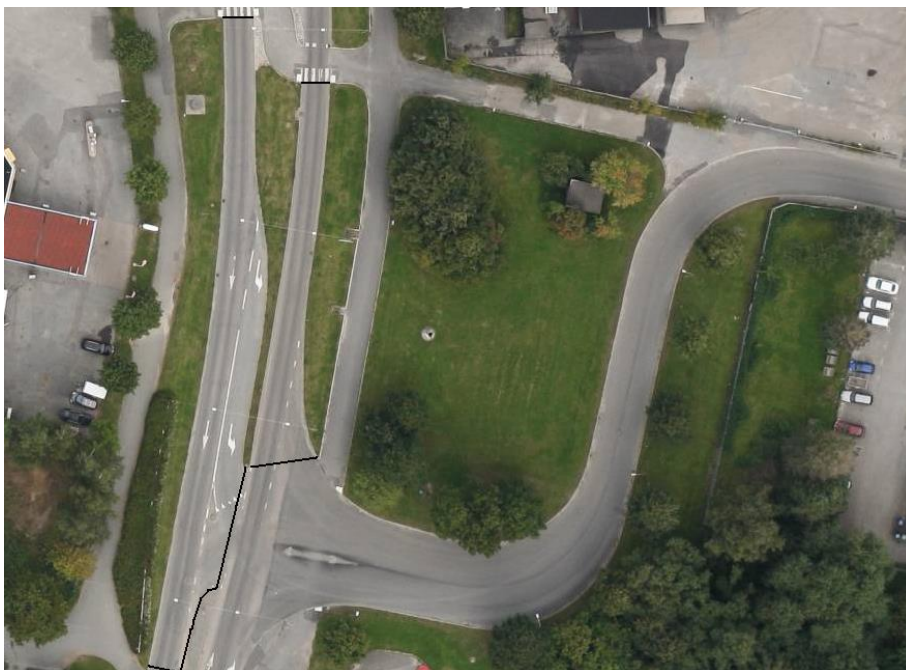
Hagatunneln

Det dagvatten som kommer från vägen i och intill tunneln, pumpas via Väståparken ut till Svartån. Detta vägparti är relativt kort (drygt 120 m) och har ett relativt högt trafikflöde. Här kan en filterkonstruktion vara möjlig vid det utlopp som finns intill det pumphus som idag tömmer området på vatten. En filterkonstruktion efter pumphuset antas inte ta allt för stor plats i anspråk. Genom en variation av filtermaterial med olika egenskaper kan olika typer av föroreningar fångas upp. Men detta bedöms mindre lämpligt, eftersom parken idag används till olika aktiviteter. Ett enklare alternativ till detta kan vara att satsa endast på ett mindre sandfång för sedimentation av partiklar, om inte detta redan finns före avledning till pumphuset. Vattenmängderna från tunneln antas hålla en relativt hög koncentration av föroreningar, vilket antas göra en rening av dagvatten effektiv.

Hedgatan

Vägområdets sträckning vid Boglundsängen har dikesområden intill vägen dit dagvattnet leds. Efter att ha passerat Västerleden, in mot centrum, innehåller de grönytor som finns där en mängd ledningsdragningar. Undantaget är kv. Smedjan och området strax före villaområdet efter Långgatan/Länsmansgatan, dessa områden bör kunna användas till dagvatten. Genom villaområdet är vägen asfalterad på båda sidor.

Även på Hedgatan har ett område beräknats för dagvattenhantering, foto över området ses här nedan i figur 5.



Figur 5. Vid båda sidor om vägen finns två områden med gles ledningsdragnings, där dagvattenanordningar kan få plats. Det markerade området i figur 5 avser den yta som beräknas kunna avleda vatten mot sidoområdena. Höjddata för området längst ner i bilden anger en stigning precis innan kantstenen. Denna stigning kan avskärma ett vattenflöde dit (Stadsbyggnadskartan, 2013-03-14).

Följande tabeller 8 och 9 är en beräkning för den del av Hedgatan som beskrivs i figur 5.

Tabell 8. Area och flöden för markerade områden på Hedgatan.

	Vägarea [m ²]	Grönomr.area [m ²]	Vägavr. [m ³ /år]	Dim. flöde [l/s]
Väst	639	596	367	7,1
Öst	274	266	158	3,0

Tabell 9. Årlig belastning för markerat område på Hedgatan.

	P (kg)	N (kg)	Pb (g)	Cu (g)	Zn (g)	Cd (mg)	Cr (g)	Ni (g)	SS (kg)	Olja (g)	PAH (mg)	BaP (mg)
Väst	0,1	0,9	4	13	58	117	4	3	30	280	178	7
Öst	0,03	0,4	2	6	25	50	2	1	13	120	76	3

Areanförhållandet för väg och grönyta är relativt lika för båda vägsidor och förutsättningarna blir likvärdiga för att ta hand om dagvatten, även om den västra sidan har högre utsläppsmängder. Den västra sidan övergår i två körfält, medan den östra består av en. På grund av detta kan den östra sidan förväntas ha en högre koncentration än den västra utan att detta framgår av tabell 9. Utifrån de angivna föroreningshalterna

kan det senare göras en uppskattning av i vilken utsträckning en rening kan fånga upp de olika ämnena.

Hertig Karls Allé

Vägen har inte föreslagits för nya dagvattenlösningar, eftersom den planeras för ombyggnad. Hur utformningen blir är ännu inte klar eftersom ett politiskt beslut ännu inte är taget. Dagvatten kommer däremot att vara en fråga som man måste ta hänsyn till när gatan ska utformas.

Karlslundsgatan

Kommunens ansvarsområde för dagvatten tar sin början strax öster om Solhagaparken. In mot centrum börjar försörjning med dagvattenbrunnar strax innan Hagarondellen, vid vägens norra sida. Efter rondellen avleds vägens vatten mot dikesområdena, utan dagvattenbrunnar, detta fram till överfarten av Västerleden. Därefter finns det gott om grönytor intill vägen, ända fram till korsningen med Sahlefeldtskatan. Efter denna korsning är all yta intill vägen gång- och cykelbana, ända fram till Vasatorget. De grönområden som verkar mest lämpade för att ta hand om dagvatten finns intill området som börjar efter bron över Västerleden och fram till området vid korsningen till Sahlefeldtskatan.

Kungsgatan

Sträckan mellan Drottningparken och korsningen med Änggatan, har en trafikmängd på över 10 000 fordon/dygn. Vid Drottningparken och Södermalmsparken är dagvattnet avlett till diken intill vägen. Dagvattenbrunnar börjar vid gångbron strax efter parkerna. Efterföljande allé, har en stensättning som delvis skulle kunna ersättas med någon form av anläggning för dagvatten.

Mosåsvägen

Det undersökta området är beläget mellan Lindhults- och Brunnsrondellen. En större del av området har skog och trädområden intill vägen och saknar därför dagvattenavledning. En ca 300 m lång vägsträcka innan Brunnsrondellen har såväl gräsytor som dagvattenbrunnar.

Nobeltunneln

Området vid Nobeltunneln liknar området vid Hagatunneln, där vatten leds vidare till ett pumphus, söder om vägen. En lösning likartad den vid Hagatunneln skulle därför kunna utredas. Det vill säga ett filter vid parkeringsytan intill eller att vatten leds över till samma avrinningsområde som delar av Östra Bangatan. Detta avrinningsområde består till stora delar av vägområden och skulle därför kunna rena vattnet före utloppet till Lillån. Området intill Lillån kan dock ha för liten yta för att få plats med någon form av reningsanläggning. Trafikintensiteten i tunneln har angetts vara ca 19 000 fordon/dygn.

Rudbecksgatan

All yta intill denna väg är gång- och cykelbana från korsningen med Östra Bangatan och vidare till Österplan. Bortsatt från ett område intill Sveaparken. Vid området efter Österplan bedöms grönytor på vägens båda sidor vara lämpade för avledning av

dagvatten där vägens lutning gör det möjligt och området är fritt från ledningar. Fortsättningen fram till Universitetsallén är planerad för nybyggnation.

En del av vägen kommer att detaljstuderas i kap 5.

Södermalmsplan

Här finns ett långt och relativt bred gräsyta mellan vägen och cykelbanan. Vatten kan avledas mot denna gräsyta i höjd med mitten på sträckan och vidare mot rondellen. Risker för att tunneln, som finns intill området, skulle kunna bli vattenfylld bedöms som liten. Detta eftersom tunneln dräneras med självfall från området samtidigt som marken lutar mot rondellen åt Aspholmen till. De områden som finns på motsatta sidan av vägen bedöms svåra på grund av områdets användning och vägens lutning.

Södra Grev Rosengatan

Från Östra Bangatan sett finns en grönyta efter korsningen med Storgatan, denna yta bedöms kunna ta hand om dagvatten om hanteringen kan samverka med träden som finns där. Det gröna område som sedan finns utmed banvallen fram till rondellen ägs av Trafikverket, och har därför inte undersökts. Motstående sida utmed vägen är gångbana fram till rondellen. När vägen sedan sträcker sig vidare förbi sjukhusområdet, är trafikmängden lägre.

Södra Infartsleden

Vägen har till viss del ett lokalt omhändertagande av dagvatten via diken utmed sidorna och i vägens mittparti. Detta mittparti har även dagvattenbrunnar utplacerade med jämna intervall. Kartan visar en eller två brunnar vid diket på vägens norra sida.

Trädgårdsgatan

Alla områden intill denna väg består av hårdgjord yta och i vägens mitt finns en del asfalterade refuger. Avledning av vatten mot refugerna bedöms olämpligt på grund av vägens lutning. Området intill Hamnplan är däremot planerat för ombyggnad.

En del av vägen kommer att detaljstuderas i kap 5 under rubriken Hamnplan.

Västhagagatan

Nordväst om Aspholmsrondellen börjar dagvattenbrunnar vid passagen över Södra Infartsleden. Enligt höjddata ser doseringen vid Åsbyrondellen ut att kunna ändras till avledning mot vägens sidor. Detta gäller även sträckan vidare mot Rostagårdsparken. Efter avfarten mot Västerleden har vägen fortsatt många gröna ytor dit dagvatten kan ledas, dock har detta område en lägre trafikmängd än 10 000 f/d.

Västra/Östra Nobelgatan

Längs med hela Västra Nobelgatan, från Västerplan och in mot centrum, finns gång och cykelbana vid sidorna. Vid vissa partier finns det asfalterade refuger. Vid Östra Nobelgatan finns det gångbanor på båda sidor. Den grönyta som finns vid korsningen med Östra Bangatan bedöms som liten för att kunna användas till dagvatten.

Universitetsallén

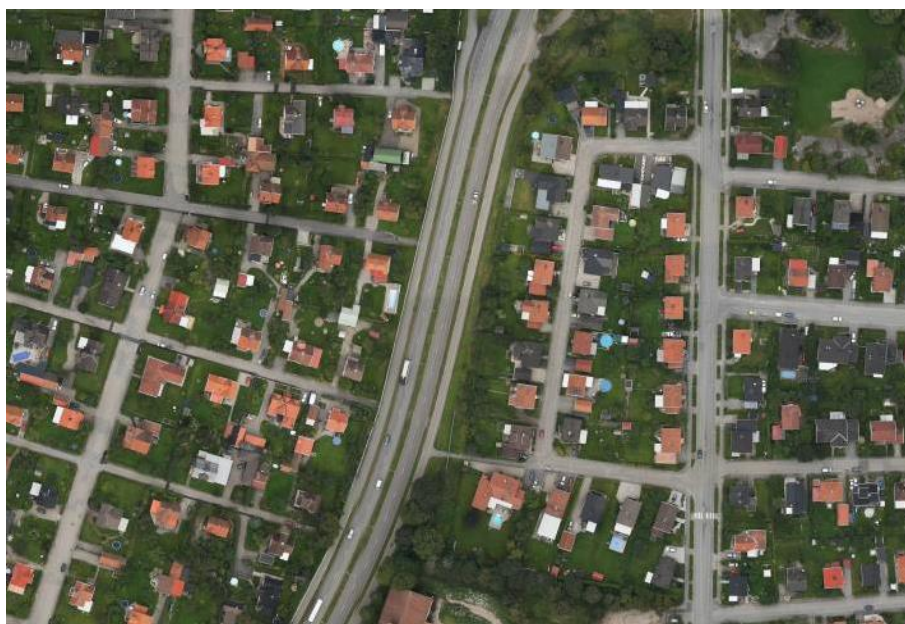
Grönytan vid Almbyplan innehåller flertalet elledningar. Vid grönytan intill bron, på Tybble centrums sida, lutar vägen in mot mitten. Den grönyta som finns intill alléns västra busshållplats bedöms lämplig för dagvattenhantering eftersom den redan innehåller en brunn. De gräsytor som finns strax innan Universitetsrondellen, från centrum sett, är troligen redan använda till dagvatten. Övriga områden intill vägen, mot centrum, är främst gång- och cykelbana. Några mindre grönområden finns dock intill denna vägsträcka.

Östra Bangatan

En första dagvattenbrunn finns strax efter Västerleden in mot staden sett. Övriga dagvattenbrunnar tar sin början efter den gångpassage som finns under vägen. Hela denna sträcka, fram till korsningen med Mannatorpsvägen/Dalbygatan bedöms kunna ta hand om dagvatten. Här finns inga större ledningsdragningar i marken och vägens västra körfält lutar mot refugen vid två sträckor. Vilket bedöms ge goda förutsättningar för att kunna leda dagvattnet till vägens sidor eller mot refugen.

På sträckan söder om denna korsning fram till postterminalen, varierar det med diken och dagvattenbrunnar. Därefter har vägen endast dagvattenbrunnar och det fram till ett kvarter efter korsningen med Änggatan. Inom detta område, mellan terminalen och Änggatan finns vissa områden som är mer lämpade för dagvatten, såsom refuger och områden vid sidan av vägen. Många gröna områden finns på vägens västra sida, mellan vägen och banvallen, men har inte bedömts vara lämpliga till dagvatten eftersom de är centrala parkområden. Efter korsningen med Änggatan avleds allt dagvatten mot vägens sidor och det fram till Södermalmsplan. Nedan följer en beräkning för två områden av Östra Bangatan.

Område 1, vägens norra del



Figur 7. Norra delen av Östra Bangatan med en del av de grönytor, längs vägen, som beräkningen för område 1 utgår ifrån (Stadsbyggnadskartan, 2013-05-15).

På ovanstående foto finns två busshållplatser i fotots övre kant. På sträckan från dessa ner till nästa hållplatser är grönyrtorna intill vägen jämbreda. Längden på denna sträcka kan variera något beroende på hur man räknar, här bedöms längden vara 373 m. Om en antagen vägbredd om 7,3 m används för de båda fälten, får de arean 2723 m² vardera. De två grönyrtorna antas ha samma längd som vägsträckan, det vill säga 373 m, för bredden används siffran 1,8 m. Arean beräknas till 671 m². Mittfältet antas vara 2,7 m brett och får då arean 1007 m².

Här följer en beräkning av area och flöden för båda sidorna av vägen. Refugarean är en yta på 1007 m² men anges två gånger eftersom båda vägytorna har tillgång till den.

Tabell 10. Area och flöden för norra delen av Östra Bangatan, område 1.

	<i>Vägarea</i> [m ²]	<i>Grönomr.aera</i> [m ²]	<i>Refugarea</i> [m ²]	<i>Vägavr.</i> [m ³ /år]	<i>Dim. flöde</i> [l/s]
Väst	2723	671	1007	1563	30,1
Öst	2723	671	1007	1563	30,1

Här följer en beräkning av ämnen för en sida. Båda sidorna bedöms ha samma belastning.

Tabell 11. Årlig belastning för ett av körfälten på norra delen av Östra Bangatan, område 1.

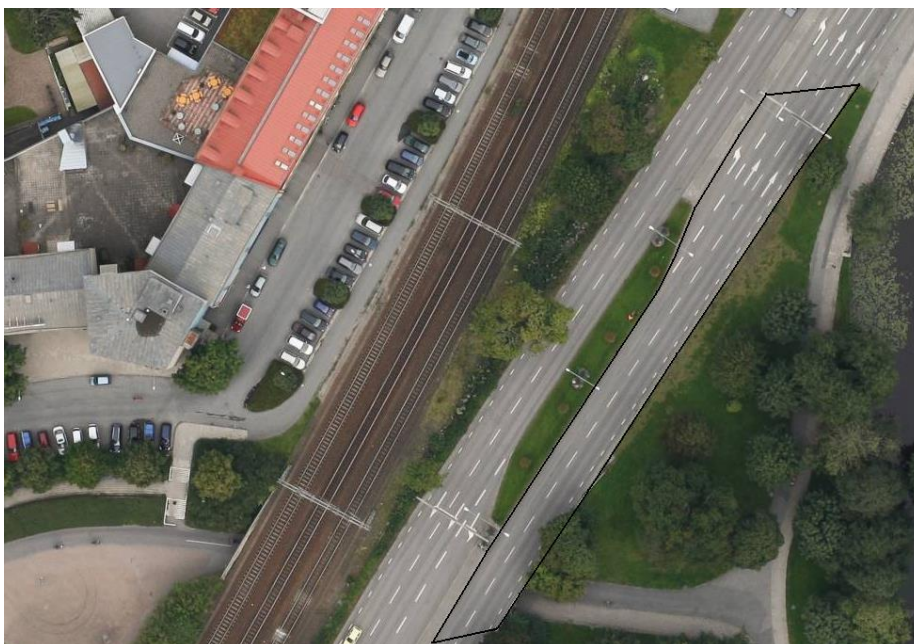
<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>Olja</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
(kg)	(kg)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(g)	(g)	(kg)	(g)	(mg)	(mg)
0,3	3,7	24	69	343	549	20	15	145	1223	1049	37

Genom avledning av dagvattnet till den gemensamma grönremsan i vägens mitt, kan en större effektivitet fås då två körfält i vardera riktningen delar på en anläggning. Detta under förutsättning att ytan bedöms tillräcklig för att ta hand om avrunnen vattenvolym. Hela området har fördelen att marken består av sandjord, vilket gör direktinfiltration av dagvatten enkel. Men ett säkerställande behövs så att ingen risk för förorening av mark eller grundvatten föreligger.

Jämfört med den totala halten av alla vägar i tabell 5, utgör värdena från tabell 11 ca 0,8-0,9 % för samtliga ämnen, bortsett PAH där andelen är 0,5 %. Värdena visar vilken andel av de beräknade värdena i tabell 5 som genom ny typ av dagvattenhantering utmed vägsträckan skulle kunna tas om hand.

Område 2, vägens centrala del i höjd med stationsområdet

Beräkningar för detta område sker på samma sätt som för tidigare områden.



Figur 8. Markeringen visar det tillrinningsområde som beräknas nå grönområdet på höger sida i bilden (Stadsbyggnadskartan, 2013-03-08).

Här följer en beräkning av area, årsavrinning, dimensionerande flöde och i tabell 13 föroreningstransport från ytan.

Tabell 12. Area och flöden för markerat område på Östra Bangatan, område 2.

Vägarea [m ²]	Grönomr.area [m ²]	Årsavr. [m ³ /år]	Dim. flöde [l/s]
1100	1363	632	12,2

Tabell 13. Årlig belastning för markerat område på Östra Bangatan, område 2.

P (kg)	N (kg)	Pb (g)	Cu (g)	Zn (g)	Cd (mg)	Cr (g)	Ni (g)	SS (kg)	Olja (g)	PAH (mg)	BaP (mg)
0,1	1,5	15	38	217	263	11	8	72	518	658	21

Vid detta område behöver det säkerställas att avledningen inte riskerar att nå den gångtunnel som finns under vägen.

4.3 RESULTAT, FALLSTUDIER FÖR TRE VÄGOMRÅDEN

Tre områden har undersökts mer ingående för att beräkna hur effektiv en viss typ av dagvattenlösning kan förväntas bli på dessa områden. Områden och val av anläggningstyp är givna av handledare. Information om mätningar och indata till beräkningen av föroreningsvärden i StormTac finns i bilaga 1 och 3.

4.3.1 Detaljstudie Hagagatan

Hagagatan - Avledning av dagvattnen sker via dagvattenbrunnar. Avsikten är att vattnet framöver skall avledas till ett dikesområde, planerat vid befintlig grönyta intill vägen.



Figur 9. Den föreslagna vägsträcka som kan leda dagvattnen från ena körfältet till ett planerat dikesområde söder om vägen (Stadsbyggnadskartan, 2013-03-15).

Tabell 14 visar area för östergående körfält och planerat dikesområde med dimensionerande volym och flöde från vägytan. Tabell 15 visar föroreningstransport för denna vägshalva.

Tabell 14. Area och flöden för östergående körfält på Hagagatan.

Vägarean ½ vägen [m ²]	Grönomr. area [m ²]	Årsavr. [m ³ /år]	Dim. flöde [l/s]	Dim. volym [m ³]
1499	2384	765	14,7	1,2

Tabell 15. Årlig belastning för östergående körfält på Hagagatan.

P (kg)	N (kg)	Pb (g)	Cu (g)	Zn (g)	Cd (mg)	Cr (g)	Ni (g)	SS (kg)	Olja (g)	PAH (mg)	BaP (mg)
0,1	1,8	5	22	73	219	7	5	55	570	230	11

Diket är tänkt att vara till nytta för att samla upp föroreningar som transporteras med dagvattnet. Uppsamlingen av föroreningar utmed diket antas via översilning på slänterna, därför önskas en flack lutning, samtidigt utan kantsten för att få en mer jämn fördelning utmed dikets långsida. Vilken infiltration som är möjlig i dikesområdet har inte blivit undersökt. Diket ligger i anslutning till Svartån och grundvattenytan antas finnas på ett inte allt för stort djup.

Måtten 1:6 bedöms lämpliga för att få tillräcklig volym i detta dikesområde, samtidigt som skötseln kan behållas enkel. De flacka slänterna är även en viktig del ifall grundvattenytan är nära marknivå. Dimensionerande volymlberäkningar visar att god marginal finns för att ta hand om vattenvolymen, samtidigt ger befintliga dagvattenbrunnar möjlighet till avledning om belastningen trots allt skulle bli för stor.

Beräkning magasinsvolym:

För att ta reda på behovet av magasinsvolym vid ett 2-årsregn har följande värden använts.

Reducerad area, genom multiplikation av dimensionerande regn för olika tidsintervall ges en uppskattning för magasinets tillrinning:

$$A_{red} = A_{væg} \cdot \varphi_{væg} = 0,1499 \cdot 0,85 \approx 0,1274 \text{ ha.}$$

Avtappning från magasin:

$$Q_{mag} = A_{væg} \cdot \varphi_{naturmark} \cdot i = 0,1499 \cdot 0,1 \cdot 130 \approx 1,949 \text{ l/s}$$

Dessa två värden har använts till beräkning av magasinets volym enligt regnenvelopmetoden.

Med variation av regnvaraktighet och konstanten c i ekvation (3) samt med konstanta värden på a och b. Beräknas den maximala magasinets volym till 11,3 m³ inom intervallet ca 30-45 minuter.

Den gröna ytans totala längd och bredd är uppmätt till 350x7 m (Stadsbyggnadskartan, 2013) och 340 m bedöms vara lämpligt till dike. Vilket ger den totala arean 2380 m² och med släntlutningen 1:6 blir volymen 694 m³.

Beräkningen har gjorts enligt följande:

$$Volym = tvärsnittsarea \cdot längd = (7 \cdot (3,5/6)/2) \cdot 340 \approx 694,2 \text{ m}^3$$

Dikets yta är större än vägens tillrinningsyta, vilket ger bra förutsättningar för att hantera vattnet. Genom borttagande av kantsten intill vägen, får vattnet en jämn fördelning över ytan. Befintliga dagvattenbrunnar kan fungera som bräddavlopp vid kraftiga regn.



Figur 10. Befintlig grönyta intill Hagagatan som planeras för dagvattendike (foto: augusti 2013).

Vid en trafikmängd under 5 000 fordon/dygn är det ofta fullt tillräckligt med infiltration i dikesslänter, för dagvattenhanteringen (Örebro kommun, 2005).

Följande lista visar viktiga kriterier och arbetsgång vid byggande av dagvattendiken (US EPA, 2004).

- # 1 Beräkna dimensionerande flöde från tillrinningsområdet.
- # 2 Välj geometri i form av trapets eller triangelform för tvärsektionen. Dikeskanterna bör enligt manualen vara lägre än 4:1 gärna lägre än 5:1 för att ge möjlighet till en lägre vattenhastighet genom en bred kontaktyta med vattnet.
- # 3 Längsgående lutning mellan 0,2-1,0 %.
- # 4 Beräkna vattenhastighet och djup utifrån mannings tal $n = 0,05$ och mannings ekvation. Flödet i diket bör inte överstiga ca 0,46 m/s och vattendjupet inte överstiga ca 0,6 m.
- # 5 En tät gräsväxt i dikesområdet underlättar sedimentation, filtrering och näringsupptag samt minskar risken att dikesområdet eroderar genom en lägre vattenhastighet.
- # 6 Anläggande av kulvertar i vägkorsningar, kan anläggas i vägkorsningar för att fördröja flödet.
- # 7 Dränering och översvänningskontroll. Kontrollera vattenytan vid större årsregn för att säkerställa att kritiska områden i närheten inte riskerar att bli översvämmade.

Om diket får stor överkapacitet för att ta hand om dagvatten från vägen, räcker det med att en del av grönyttans bredd används. Hur brett diket då behöver vara beror på grönyttans eget bidrag till flödet och även dagvatten från motsatt körfält kan avledas och om även dagvatten från cykelbanan är aktuellt. Däremot påverkar längden på diket effektiviteten för reningen.

Dikets förmåga till upptag av suspenderat material varierar med kornstorleken. Den största förmågan att fånga upp partiklar gäller de kornstorlekar som överstiger 25 µm. För partiklar i mindre storlekar antas diket kunna bidra till en ökad koncentration i det utgående vattnet (Bäckström, 2002). Vid utformning av diket är påverkan på vattenflödet och koncentrationer i vattnet de viktigaste parametrarna att ta hänsyn till. När det gäller suspenderat material kan diket öka halten material om det tillförda vattnet har allt för låga koncentrationer. Enligt Bäckström (2002) beskrivs 40 mg/l som ett riktvärde, då har diket inte någon ytterligare reningsförmåga på det ingående vattnet. Vid en högre ingående halt på mer än 100 mg/l är reningen över 50 %.

Enligt Bäckström (2002) antas avskiljningsförmågan överstiga 75 % för suspenderat material och zink i de fall kvoten mellan dike och hårdgjord yta går mot 1, vilket det gör i detta fall. Detta innebär att anläggande av diket skulle reducera det suspenderade materialet från 55 kg till 13,8 kg samt Zn från 73 g till 18,3 g per år.

Utifrån antagandet att diket kan rena 40-75 % har följande värden beräknats och grundar sig på tabell 15.

Tabell 16. Visar den mängd föroreningar som beräknas avskiljas från ovanstående värden i tabell 15 om reningen uppnår 40 respektive 75 %.

	<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>Olja</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
	(kg)	(kg)	(g)	(g)	(g)	(mg)	(g)	(g)	(kg)	(g)	(mg)	(mg)
Avskiljning 40 %	0,04	0,72	2	8,8	29,2	87,6	2,8	2	22	228	92	4,4
Avskiljning 75 %	0,075	0,35	3,75	16,5	54,75	164	5,25	3,75	41,25	428	173	8,25

4.3.2 Detaljstudie Hamnplan

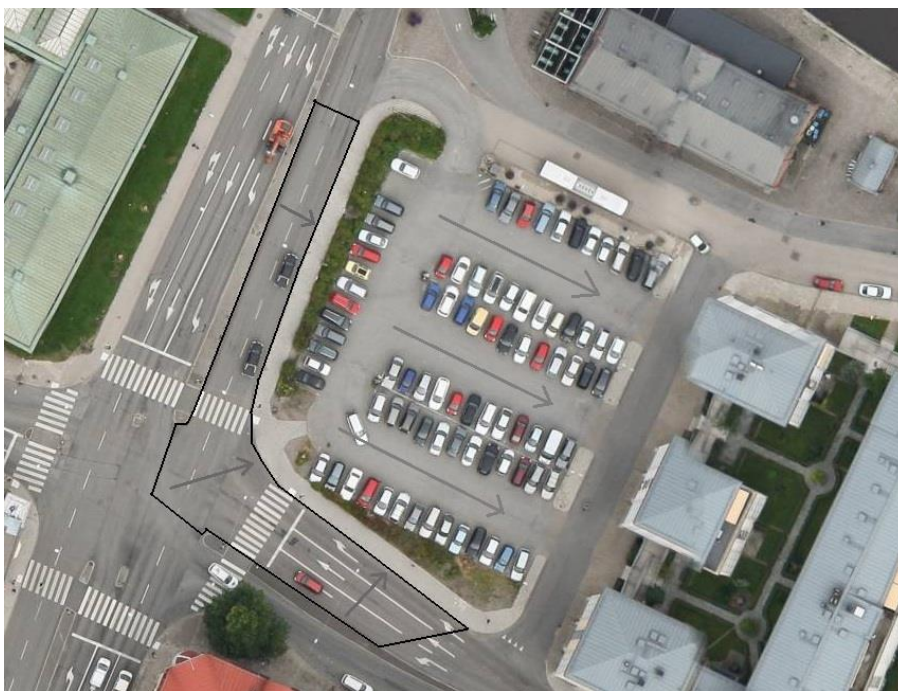
Hamnplan med de vägarpartier av Trädgårdsgatan och Engelbrektsgatan som finns i anslutning till den.

Trots fördämningen vid Slussholmen ett hundratal meter nedströms, varierar nivån i Svartån beroende på olika vattenflöden. Data för de olika vattennivåerna finns för området ett kvarter uppströms Hamnbron. Dessa data har använts för att bedöma höjdskillnaden mellan markytan vid Hamnplan och vattennivån i Svartån. För att området kring Hamnplan skall vara möjligt att kombinera med någon form av filter, utan en installation av pumpar, behöver höjdskillnaden mellan vägytan och Svartåns vattenyta vara tillräckligt stor.

Vattennivåerna anges med HHW som det högsta högvattenståndet och med LLW som den lägsta nivån för lågvatten. Värdet MW där emellan, anger ett medelvärde (SMHI, 2013). För området uppströms hamnbron är värdet för LLW 23,29 m, MW 24,67 m och för HHW 25,09 m. Det sista värdet är överskridet 1977 men utan att data har uppmätts (Örebro VA dimensionering, 1978). Höjden för det markerade vägområdet nedan och parkeringen Hamnplan har uppmätts till mellan 26,5-27,3 m (Stadsbyggnadskartan, 2013-06-12).

Vid konstruktion av filter behöver hänsyn tas till nivåskillnaden mellan högsta högvatten och lägsta marknivån vid väg och parkeringsytan. Denna skillnad är enligt värden för vattennivåer och markhöjd ca 1,4 m och behöver förutom filter innehålla dagvattenbrunn och sandfång. Fallhöjd för vattenledningen till Svartån behöver kunna inkluderas i måttet 1,4 m. Med ett biofilter på 0,7-0,9 m + plats för dräneringsledning, så bedöms marginalen vara tillräckligt stor.

De områden som undersökts är markerat vägområde och parkeringen i figur 11. De grönområden som ses mellan dessa ytor bedöms inte lämpliga eftersom de innehåller träd, de områden som istället undersökts är refugområdena intill parkeringens östra sida. Dessa mäter 113 m², 24 m² och 26 m² räknat uppifrån och ner i bilden (Stadsbyggnadskartan, 2013). Vilket ger en total yta på 163 m².



Figur 11. Markeringen visar det område varifrån dagvatten skulle kunna ledas till refugerna vid parkeringsområdet närmast vägen, pilarna visar beräknat vattenflöde på parkeringsytan (Stadsbyggnadskartan, 2013).

Vid planering av anordning, är en form av biofilter den lösning som utifrån sammanhanget ser ut att vara mest lämplig. Genom filtertechnik ges möjligheten att leda tillbaka det vatten som har passerat konstruktionen till ledningsnätet. Detta hindrar

dagvattnet att ledas direkt till grundvattnet. Ett avledande av dagvatten via biofilter kan även kompletteras med hålstén av betong. Men i detta fall behöver det tydligt undersökas om risk för förorening av mark eller grundvattnet kan uppkomma med tiden. Den grönyta som finns mellan parkeringsområdet och vägen har inte föreslagits eftersom befintlig växtlighet på området skall bevaras.

Med en total tillrinningsyta på ca 2980 m² blir biofiltrets area strax över 5 % (5,47 %) vilket ger en tillräcklig yta. Detta eftersom biofiltret bör ha en yta på 2-5 % av den hårdgjorda ytan. Utöver detta kan bräddmöjlighet anordnas för att avleda vatten om det skulle behövas.

Vattnet från vägytan leds som befintligt utmed gångbanan. Detta vatten beräknas kunna avledas med självfäll mot de refuger som finns på parkeringens östra och norra sida. Vattnet på parkeringsytan leds i riktning mot refugerna på östra sidan. Hamnplan, d.v.s. parkeringsytan, planeras för ombyggnation. Det kan innebära att vatten kan komma att avledas i en ny riktning som underlättar dagvattenhanteringen.

Utifrån Stadsbyggnadskartan har följande värden för området mätts upp och beräknats.

Tabell 17. Area och flöden för väg och parkeringsyta vid Hamnplan.

	Väg/parkerings- area [m ²]	Grönomr.area [m ²]	Årsavr. [m ³ /år]	Dim. flöde [l/s]	Dim. volym [m ³]
Väg	878	272*	504	9,7	0,6
Parkering	2102	272*	1207	23,2	1,4

*varav 178 m² ses mot Trädgårdsgatan och 94 m² mot Engelbrektsgratan.

Tabell 18. Årlig belastning för väg och parkeringsyta vid Hamnplan.

	P (kg)	N (kg)	Pb (g)	Cu (g)	Zn (g)	Cd (mg)	Cr (g)	Ni (g)	SS (kg)	Olja (g)	PAH (mg)	BaP (mg)
Väg	0,1	1,2	8	22	111	177	7	5	47	394	338	12
Parkering	0,1	1,3	34	46	161	506	17	5	160	906	1912	68

Reningsförmågan för filtermaterialet bedöms till ca 80 % för metaller och suspenderat material (Blecken, 2010). Även värden med total avskiljning på 90 % för TSS, Cd, Pb, Zn och för Cu uppskattas samma siffra till över 80 % nämns (Blecken, 2010).

Avskiljning av lösta ämnen förväntas ha en högre variation än motsvarande värden för partikulärt bundna föroreningar. Förmågan till avskiljning för N och P har för stora variationer mellan olika studier för att kunna ange ett värde. Reningsvärdet är däremot mer stabilt för fosfor än för kväve eftersom fosfor uppvisar ett större samband till avskiljning av partikulärt material (Blecken, 2010).

Vid en uppskattad rening enligt ovan, 80 %, fås följande beräkning för avskiljning. Beräkningar har i detta fall inte gjorts för filtrets påverkan av N och P.

Tabell 19. Värden för beräknad avskiljning från väg och parkeringsyta vid summerade värden från dessa områden.

	<i>Pb</i> (g)	<i>Cu</i> (g)	<i>Zn</i> (g)	<i>Cd</i> (mg)	<i>Cr</i> (g)	<i>Ni</i> (g)	<i>SS</i> (kg)
Avskiljning 80 %	33,6	54,4	218	546	19,2	8	166

4.3.3 Detaljstudie Rudbecksgatan

Rudbecksgatan – vägområdet mellan Hagmarksgatan och Almbyplan planeras för ombyggnation (Örebro kommun, 2013). Fyra olika alternativ har tagits fram av Stadsbyggnad, Tekniska förvaltningen och WSP. Två av dessa fyra alternativ har bedömts aktuella att jobba vidare med. Dessa alternativ har beräknats i detta arbete eftersom de har olika stor asfaltyta och därför bidrar med olika dagvattenmängder, vilket också påverkar storlek på anläggningar för dagvatten. StormTac används även här för att beräkna föroreningsbelastningen från ytorna. Utöver detta har en beräkning av anläggningar till föroreningsuppsamling gjorts. Flödena är beräknade för alla asfaltytor medan föroreningstransporten endast täcker vägtrafik och parkering, busshållplatserna har beräknats som parkeringsyta. Förutom flödet från asfaltytor behöver även flödet från intilliggande ytor och dagvattenanläggningarnas egenbidrag läggas till.



Figur 12. Skiss över område om befintlig vägsträcka behålls (Örebro kommun/WSP, 2013).



Figur 13. Skiss över området utifrån alternativ A (Örebro kommun/WSP, 2013).



Figur 14. Skiss över området utifrån alternativ C (Örebro kommun/WSP, 2013).

Alternativ A: Körbanan lämnas som befintlig med två körfält i varje riktning som är 350 m gånger 7 m, med tillbyggda parkeringsytor intill vägen. I beräkningarna tas även de två cykelbanorna med, deras bredd är 4 m vardera (Örebro kommun, 2013). Till detta adderas värde för de parkeringsytor för fickparkering som planeras intill norrgående körfält. Dessa uppskattas utifrån illustration över förslag A till 2/3 av längden för körfältets sträcka och till bredden 3,5 m, det vill säga samma bredd som hos ett körfält. Detta ger arean 817 m². För vägtrafiken används värdet 15 000 fordon/dygn.

Körfälten har vid beräkningen nedan delats upp i norrgående och södergående riktning.

A, norrgående körfält

Avrinningsyta beräknas som, väg + parkering + cykelbana = 2450 m² + 817 m² + 1400 m² = 4667 m², hårdgjord mittremsa är inte medräknad.

A, södergående körfält

Avrinningsyta för området beräknas som, väg + cykelbana = $2450 \text{ m}^2 + 1400 \text{ m}^2 = 3850 \text{ m}^2$

A, norrgående körfält

Här är det planerat att dagvatten ska avledas till ett magasin uppbyggt av skelettjord. Vilket i detta fall avser makadam uppblandat med jordmaterial. Syftet med magasinet är, att vid avledning av dagvatten samla upp föroreningar. För beräkning av magasinets volym har porositeten 30 % använts för stenmaterialet. Eftersom porositeten för jordmaterialet inte är känt, bedöms den i beräkningen till mellan 1/3 till 1/6, vilket ger en total porvolym på mellan 5 och 10 % vid uppblandning med stenmaterialet. Eftersom en del av vattnet stannar kvar i marken mellan regntillfällena behöver magasinet vara större än beräknat, eftersom beräkningen utgår ifrån torrt jordmaterial. För botten av magasinet planeras även dräneringsledningar för att underlätta avledningen av det tillförda vattnet, denna avledning kan sedan kopplas till befintligt dagvattennät. Om vatten perkolerar genom underliggande lager ger det ett mindre behov av magasinets volym samtidigt som en avledning via dränering i magasinets botten ger samma effekt.

Beräkning för dimensionerande magasinets volym.

$$\text{Reducerad area} = A_{\text{asfalt}} \cdot \varphi_{\text{asfalt}} = 0,4667 \cdot 0,85 \approx 0,4 \text{ ha}$$

$$\text{Avtappning från magasin} = A_{\text{asfalt}} \cdot \varphi_{\text{asfalt}} \cdot i = 0,4667 \cdot 0,1 \cdot 130 \approx 6,1 \text{ l/s}$$

Den behövda magasinets volym blir $35,1\text{-}35,3 \text{ m}^3$ i intervallet 30-45 minuter.

Behov av jordvolym för att fånga upp ovanstående vattenmängd blir då 353 till 706 m^3 vid porvolymen 10 och 5 %, vilket ger samma värde för area, då jorddjupet är en meter. Med en sträckning på 300 m utmed vägen, blir bredden för området ca $1,18\text{-}2,35 \text{ m}$.

Alternativ C: I kommunens rapport föreslås två separata körfält, ett för vardera riktningen. Mellan körfälten planeras en 14 m bred grönremsa som är tänkt att kunna vara översvämningsbar för dagvatten. Körfältet i norrgående riktning är tänkt att ge möjlighet till parkering och även möjlighet för busshållplatser (Örebro kommun, 2013). Samtliga längder behålls som i alternativ A till 350 m bredden bedöms till 3,5 m. Ytorna blir för vardera cykelbanan 1400 m^2 och för körfältet 1225 m^2 . Liksom i alt A, tas även de två cykelbanorna, 4 m breda, med i beräkningen. Parkering och busshållplatser i norrgående riktning uppskattas utgöra ca halva sträckan med samma bredd 3,5 m, d.v.s. totalt $612,5 \text{ m}^2$. I alternativ C planeras dagvattenmagasin med skelettjord intill båda körfälten.

C, norrgående körfält

Avrinningsyta för området beräknas som, väg + parkering + cykelbana = $1225 \text{ m}^2 + 612,5 \text{ m}^2 + 1400 \text{ m}^2 = 3237,5 \text{ m}^2$.

Beräkning av magasinsvolym för norrgående körfält:

$$\text{Reducerad area} = A_{\text{asfalt norrg.}} \cdot \varphi_{\text{asfalt}} = 0,3235,5 \cdot 0,85 \approx 0,28 \text{ ha}$$

$$\text{Avtappning från magasin} = A_{\text{asfalt norrg.}} \cdot \varphi_{\text{naturmark}} \cdot i = 0,32355 \cdot 0,1 \cdot 130 \approx 4,2 \text{ l/s.}$$

Beräkning enligt alternativ C ger magasinsvolymen 24,5 m³ efter 35 minuter.

Magasinsvolymen blir utifrån detta antagande för jordmaterial med porvolymen 5-10 % mellan 245-490 m³. Med längden 300 m och djupet 1 m fås remsans bredd till mellan 0,82 och 1,63 m.

C, södergående körfält

Avrinningsyta för området beräknas som, väg + cykelbana = 1225 m² + 1400 m² = 2625 m².

Beräkning av magasinsvolym:

$$\text{Reducerad area} = A_{\text{asfalt, söderg.}} \cdot \varphi_{\text{asfalt}} = 0,2625 \cdot 0,85 \approx 0,22 \text{ ha}$$

$$\text{Avtappning från magasin} = A_{\text{asfalt söderg.}} \cdot \varphi_{\text{naturmark}} \cdot i = 0,2625 \cdot 0,1 \cdot 130 \approx 3,4 \text{ l/s}$$

Beräkning enligt alternativ C ger magasinsvolymen 19,8 m³ vid 35-40 minuter.

Magasinsvolymen blir utifrån detta antagande för jordmaterial med porositeten 5-10 % mellan 198-396 m³. Med längden 300 m och djupet 1 m får remsans bredd till mellan 0,66-1,32 m.

Beräkning av ämnen och flöden för vägsidorna i alternativ A och C.

Tabell 20. Area och flöden för områdena vid Rudbecksgatan.

	Tot. tillrinnings- area [m ²]	Grönomr.area [m ²]	Årsavr. [m ³ /år]	Dim. flöde [l/s]	Dim. volym [m ³]
Alt. A norrgående	4667	Ej bestämt	2671	51,6	35,3
Alt. A södergående	3850	Ej bestämt	2210	42,5	-
Alt. C norrgående	3235,5	Ej bestämt	1858	35,8	24,5
Alt. C södergående	2625	Ej bestämt	1507	29	19,8

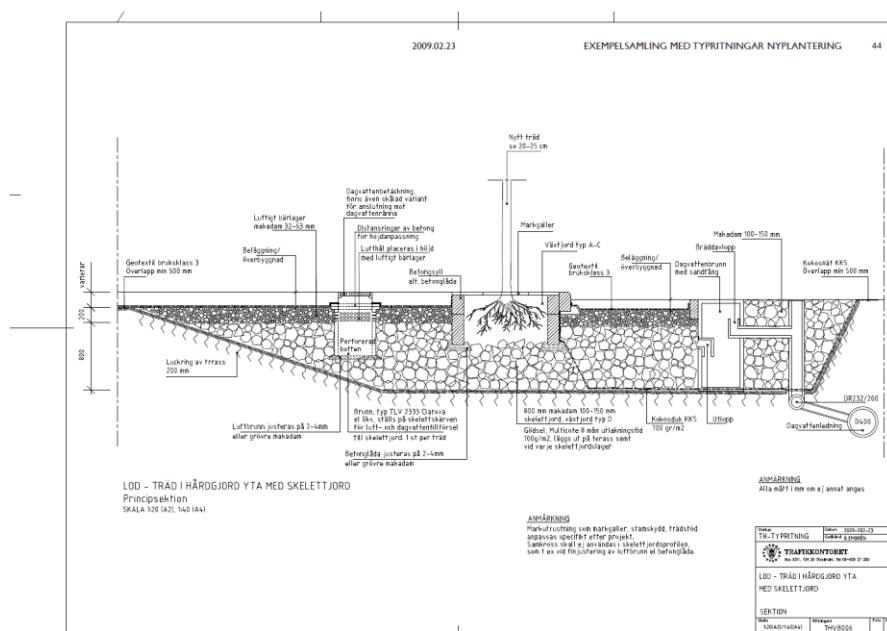
Tabell 21. Årlig belastning för områdena vid Rudbecksgatan.

	P (kg)	N (kg)	Pb (g)	Cu (g)	Zn (g)	Cd (mg)	Cr (g)	Ni (g)	SS (kg)	Olja (g)	PAH (mg)	BaP (mg)
Alt. A norrgående	0,3	3,8	35	80	370	689	25	15	192	1449	1682	59
Alt. A södergående	0,3	3,3	22	62	309	494	18	14	131	1101	944	33
Alt. C norrgående	0,2	2,1	21	44	201	394	14	8	112	814	1029	36
Alt. C södergående	0,1	1,7	11	31	154	247	9	7	65	550	472	16

Nedan följer en beskrivning av planerad dagvattenanläggning för Rudbecksgatan. En skelettjord planeras som filterkonstruktion och detta intill träd, träden bidrar till visst upptag av vatten.

Principer för skelettjord med träd och dagvatten

I "Växtbäddar i Stockholm stad" (2009), finns en ritning över markkonstruktion för avledning av dagvatten. Här nämns inte vilka föroreningsnivåer i dagvattnet som kan vara acceptabla att leda dit. Dock behöver det säkerställas att infiltrerat dagvatten inte ger en förorening på grundvatten.



Figur 15. Uppbyggnad av jordlager tänkta för användning till dagvatten (Trafikkontoret Stockholm stad, 2009).

Konstruktionen utgår från att vatten leds till omgivande marklager vid en bestämd vattennivå i brunnen. Vid mättad markvolym leds vatten vidare till ordinarie dagvattennät. I denna studie planeras luftningsbrunnen bli placerad på höger sida om trädet. Avledning av dagvatten till stadsträden kan vara problematiskt för träden, jorden behöver ha en ”god dränerande förmåga” samtidigt som det är viktigt att marken kan leda vatten bra, marken bör därför inte innehålla för stor andel lera eller silt (Trafikkontoret Stockholm stad, 2009).

För att få en uppfattning av möjligheten till avskiljning av föroreningar i ovanstående konstruktion, har en jämförelse gjorts med värden för föroreningsavskiljning i ett makadamdike. Värden i tabell 22 är hämtade från ett examensarbete där föroreningsavskiljningen har blivit undersökt under fem regntillfällen. Tabell 22 används i detta fall som en approximation för antagen reningsförmåga eftersom värdena rör två olika anläggningar.

Tabell 22 visar resultat från examensarbetet, över fastläggning av föroreningar i makadamdike. Här är medelvärdet endast beräknat utifrån positiva värden medan det i detta fall har bedömts aktuellt att ta med även de negativa värdena. De negativa värdena visar på en friläggning av vissa metaller under några regntillfällen.

Tabell 22. Andel uppsamlad halt från ett parkeringsområde med makadamdike (Publicerad med tillstånd från Chalmers tekniska högskola, Källa: Nilsson E & Stigsson A, 2012).

<i>Parameter</i>	<i>Reduktion</i>					<i>Medelvärde</i>
	<i>Regn 1</i>	<i>Regn 2</i>	<i>Regn 3</i>	<i>Regn 4</i>	<i>Regn 5</i>	
TSS	75	91	92	80	76	83
VS	64	88	69	66	62	70
TIN	29	- 47	62	50	-	47
Zn (total)	70	88	74	68	38	68
As (total)	71	91	69	56	13	60
Pb (total)	76	98	66	74	54	74
Cd (total)	49	69	16	90	-44	56
Co (total)	76	96	78	81	54	77
Cu (total)	71	83	80	61	-17	74
Cr (total)	75	97	67	77	38	71
Ni (total)	45	62	41	49	-54	50
V (total)	77	88	71	75	44	71

Tabell 23. Beräkning av avskiljning utifrån värden från Stigsson & Nilsson (2012).

	<i>TiN</i> (kg)	<i>Pb</i> (g)	<i>Cu</i> (g)	<i>Zn</i> (g)	<i>Cd</i> (mg)	<i>Cr</i> (g)	<i>Ni</i> (g)	<i>TSS</i> (kg)
Avskiljnings- %	24	74	56	68	36	71	29	83
Alt. A norrgående	0,912	25,9	44,8	251,6	248,04	17,75	4,35	159,36
Alt. C norrgående	0,504	15,54	24,64	136,68	141,84	9,94	2,32	92,96
Alt. C södergående	0,408	8,14	17,36	104,72	88,92	6,39	2,03	53,95

5 DISKUSSION

Reningsförmågan och valet av reningsmetod för dagvatten påverkas av vilken förekomstform ämnena har i dagvattnet. StormTac (2013) visar följande värden, beräknade som medianvärden från flertalet undersökningar gjorda i ett antal länder. Dessa värden i tabell 24 representerar ”Highway runoff” och anger procentandelen löst ämne från medianvärdet i undersökningarna. I tabell 24 ses även skillnaden mellan högsta och lägsta uppmätta värde, vilket tolkas som en stor variation från fall till fall.

Tabell 24. Andel löst fraktion av ”Highway runoff” (StormTac, 2013).

Ämne	Median	Min	Max
Cd	53	20	95
Cr	34	10	65
Cu	48	20	71
Fe	27	13	27
Pb	7	2	27
Ni	47	12	78
Zn	47	14	95

För att få en uppfattning vid vilka koncentrationer en rening är nödvändig, har en tabell, (figur 16) från Svenskt Vattens Utvecklings rapport 2010-06 hämtats. Recipientens storlek och om vattnet är ett direktutsläpp till vattendraget avgör gränsvärdet. Värdena för verksamhetsutövare har inte bedömts vara aktuella i detta sammanhang. Denna tabell visar om koncentrationerna i dagvatten kräver någon form av rening före avledning till recipient, tabellvärdena i tabell 16 har använts som riktvärde.

Indelningen efter riktvärdesklass utgår från tre olika alternativ beroende på om utsläppen är direkta till recipient, 1 eller ej direkta 2. Det tredje alternativet avser dagvatten från en verksamhetsutövare VU. En indelning har även gjorts efter två olika storleksklasser, M och S. Till de mindre M räknas mindre sjö, havsvik eller vattendrag medan de större S, större sjö eller havet. Inget värde anges för gränsen mellan mindre eller större sjö. För Örebro är det aktuellt med M i det fall Svartån eller Hemfjärden räknas som recipient, men om hela Hjälmaran är aktuell kan detta bedömas detta till ett S.

	Enhet	Riktvärde				
		1M	2M	1S	2S	3VU
P	µg/l	160	175	200	250	250
N	mg/l	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
Pb	µg/l	8	10	10	15	15
Cu	µg/l	18	30	30	40	40
Zn	µg/l	75	90	90	125	150
Cd	µg/l	0,40	0,50	0,45	0,50	0,50
Cr	µg/l	10	15	15	25	25
Ni	µg/l	15	30	20	30	30
SS	mg/l	40	60	50	75	100
olja	mg/l	0,40	0,70	0,50	0,70	1,0

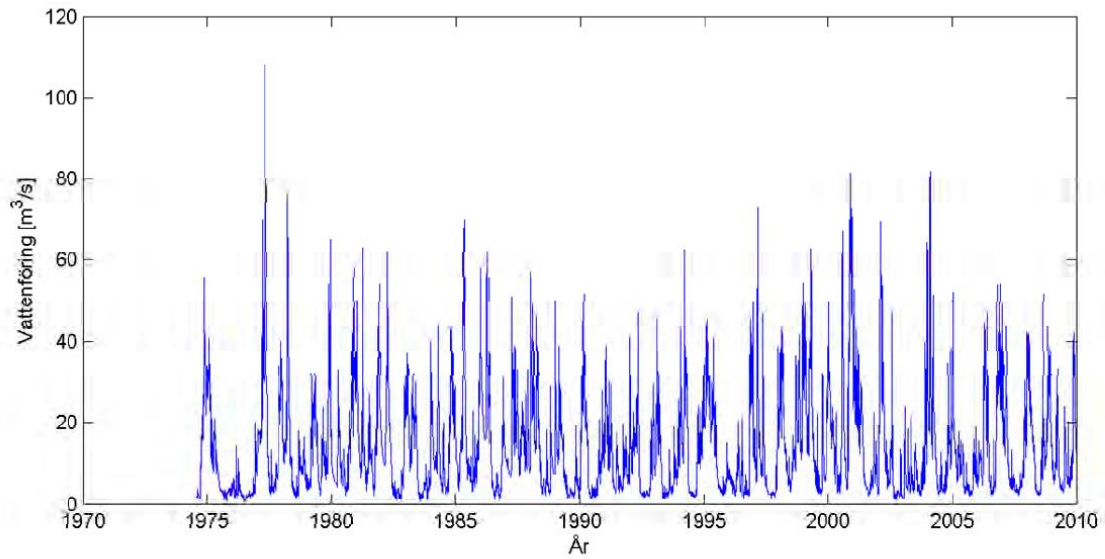
Figur 16. Schablonhalter för utsläpp av dagvatten till recipient. ”Riktvärdena avser årsmedelhalt och totalhalt” (Svenskt Vatten, 2010). Värdena är framtagna av Riktvärdesgruppen 2009.

Även om koncentrationerna för dagvatten från en enskild väg överskrider riktvärdena kan dagvatten från mindre trafikerade ytor och andra områden medföra utspädning i ledningsnätet. Något som gör att koncentrationen minskar även om den totala mängden föroreningar är hög. På samma sätt kan även vatten med högre koncentration öka innehållet av föroreningar. Vilken koncentration som slutligen fås i vattendraget har betydelse för i hur stor utsträckning dagvatten kan ledas dit.

Alla föroreningar från trafiken förs inte via dagvattnet. Så värdet är inte en totalsumma av vägens miljöpåverkan. Enligt Trafikverket (2011) kan en stor del av föroreningarna även lämna vägen via damm och stänk från trafiken. Även snöröjningen vintertid påverkar bortförandet av föroreningar. Då snö plogas ut till grönytor eller fraktas bort innebär även det att en del av föroreningarna från vägen förs bort.

En fördel med uppsamlandet av föroreningar är den mängd suspenderat material som med relativt enkla medel kan samlas upp. Genom att på fler ställen satsa på uppsamling av partikulärt material kan enklare metoder användas jämfört med uppsamlingen av löst material med mer tekniskt avancerade metoder. Uppsamlingen av löst material via filtermaterial ger även ökade mängder avfall eftersom det material som används som filter även blir förorenat. Vilken klassning materialet får, och vilken hantering som anses lämplig påverkar.

Följande graf visar flödet i Svartån. Här ses variationen i flödet över året. Flödet påverkar i vilken grad de olika föroreningarna blir utspädda när de når Svartån. Även stora regnmängder kan ge lägre koncentrationer i dagvattnet. Flödessituationen i Svartån används för att få en uppskattning av känsligheten.



Figur 17. Flödet i Svartån under 35-år, mätningen kommer från Karlslunds kraftstation. Medelvärde är 14 m³/s (Länstyrelsen, 2011).

Vid bedömning av koncentrationerna för dagvattenutsläpp kan de värden som finns naturligt i Svartån användas som ett bakgrundsvärde. Detta för att säkerställa en verklig ökning av ämneshalten.

6 SLUTSATS

Denna studie har uppskattat den föroreningsmängd som förs via dagvattnet från en del av vägtrafiken i Örebro stad samt visat några platser som bedöms lämpliga för dagvattenhantering och gett exempel på konstruktioner för omhändertagande.

De beräknade värdena gäller föroreningstransport under ett år. Summan av föroreningarna i tabell 5 ses som en uppskattning över den totala belastningen. Vid uppblandning i ledningsnätet med annat dagvatten, kan koncentrationerna från vägtrafikens dagvatten dock förändras. Utifrån de värden som hittats för reningen tolkas att stora möjligheter finns att kunna avlägsna delar av föroreningar ur dagvattnet. Vilket kan tolkas utifrån från relativt höga värden för avskiljningsgrad som litteraturen visar. Däremot krävs ett relativt stort antal anläggningar för att kunna ta hand om stora mängder vatten. Genom en satsning på de större trafikstråken kan en större effektivitet förväntas från varje anläggning.

Vid en första analys av ett antal vägområden blir det tydligt att det finns ett stort antal tillgängliga grönytor. Men trots ett stort antal är endast ett urval tillgängliga på grund av framförallt konstruktioner i marken, såsom ledningar och fjärrvärme, men även på grund av vägens lutning. Att hitta områden inom själva stads kärnan är svårt eftersom ett antal samhällsfunktioner delar på platsen. Desto sämre tillgång på grönytor desto mer tekniska lösningar behövs, för att ta hand om dagvattnet på allt mindre ytor. Eller att dagvattenlösningar behöver samsas med annan markanvändning såsom på Hamnplan eller Rudbäcksgatan.

Tre specifika fallstudier visar förslag på konstruktioner som bedöms lämpliga för minskning av föroreningstransporten till intilliggande vattendrag. Föroreningarna hamnar i det jordmaterial eller filter som utgör dagvattenkonstruktionen. Hur stora dagvattenanläggningar som kan byggas beror till stor del på vilken tillgång på mark som finns i området. De reningvärden som använts till fallstudierna, visar på en möjlighet till upptag av föroreningar i dagvattnet.

Eftersom en del partikulärt material samlas upp i rännstensbrunnarnas sandfång beräknas en del av föroreningarna ansamlas där. Det partikulära material som leds förbi dagvattenbrunnarnas sandfång har möjlighet att sedimentera i vattendragen. Därför kan en något lägre del av föroreningarna förväntas nå vattendraget än vad som ses i StormTac. Detta gäller särskilt det partikulära materialet som har möjlighet att sedimentera till brunnens botten.

Två av fallstudierna visar att frånvaron av grönytor inte behöver hindra en möjlighet till dagvattenhantering. Av de tre föreslagna åtgärderna under fallstudier bedöms diket vara den enklaste lösningen, medan biofilter och skelettjord kräver mer arbete. Men samtidigt tar de senare mindre yta i anspråk, vilket är en viktig aspekt när anläggningarna byggs på centrala markytor. För att få en heltäckande lokal dagvattenhantering kan det behövas kombinationer av många olika typer av lösningar på en relativt stor variation av platser i staden.

För det fall vatten avleds till markområden är det viktigt att känna till vilka långsiktiga effekter som uppkommer i markmiljön. Även om marken blir möjlig att odla efter användande till dagvattenanläggning. Om vattenmiljön tar skada vid tillfört dagvatten, är även det tillförda dagvattnets påverkan i markprofilen värd att undersöka.

För mer avancerade metoder för dagvattenhanteringen än dikesområden kan de anläggas på så gott som vilka områden som helst, däremot kräver anläggningarna mer planering och arbete för anläggning än dagvattendiken. Samtidigt som dikesområdena kräver skötsel i form av gräsklippning. De dagvattenlösningar som föreslås för Rudbecksgatan och Hamnplan bedöms kräva stora arbetsinsatser. Samtidigt som ett visst arbete även där behövs för underhåll och skötsel.

7 REFERENSER

- Alloway, B.J. (1990). *Heavy Metals in Soils*. Thomson Litho Ltd. England.
- Björklund, K. (2011). *Sources and Fluxes of Organic Contaminants in Urban Runoff*. Chalmers University of Technol., Department of Civil and Environmental Engineering., Water Environment Technol., Gothenburg 2011., No. 3161. ISBN: 978-91-7385-480-1.
- Blecken, G.T. (2010). *Biofiltration Technologies for Stormwater Quality Treatment*. Luleå University of Technol. Department of Civil, Mining and Environmental Engineering., Luleå 2010. No. ISBN 978-91-7439-132-9.
- Bäckström, M. (2002). *Grassed Swales for Urban Storm Drainage*. Luleå University of Technol. Department of Environmental Engineering., Luleå 2002. No 2002:06. ISSN 1402-1544.
- Davis A. P., McQuen R. H. (2005). *Stormwater Management for Smart Growth*, Springer and science + buisness media, inc. N.Y. 2005.
- EPA. (1999). *Storm Water Technology Fact Scheet, Vegetated Swales*. Office of Water
- Junestedt, C., Bergström, R., Larsson, K., Marcus, H.O., Furusjö, E., Rahmberg, M. (2007). *Dagvatten i Urban Miljö*. IVL Rapport B1699.
- <http://www.ivl.se/download/18.7df4c4e812d2da6a416800071898/B1699.pdf>
(tillgänglig 2013-02-06).
- Färm, C. (2003). *Rening av dagvatten genom filtrering och sedimentation*. VA-Forsk rapport Nr 16 mars 2003.
- Karlsson, K. (2009). *Characterisation of Pollutants in Stormwater Treatment Facilities*. Luleå University of Technol. Department of Civil, Mining and Environmeltal Engineering. Luleå 2009. ISBN: 978-91-86233-80-8.
- Länsstyrelsen, Jönköpings län. (2010). *Att anlägga eller restaurera en våtmark*.
- Länsstyrelsen, Västra Götalands län. (2006). *Miljögifter i ytvatten – en studie av förekomsten av vattendirektivsämnen och andra miljögifter i västsvenska ytvatten*. Rapport 2006:68.
- Länsstyrelsen, Örebro län. (2011). *Klimatanalys för Örebro län. Modellerung av temperatur, nederbörd och vattenflöden i ett framtida klimat*. Publ. Nr 2011:20.
- Larm, T. (1994). *Dagvattnets sammansättning, recipientpåverkan och behandling*. VAV, VA-Forsk Rapport nr 1994-06.

Lönngren, G. (2001). *Vatten i dagen – exempel på ekologisk dagvattenhantering.*, ISBN: 91-7332-958-4

Socialstyrelsen, Karolinska Institutet. (2009). *Miljöhälsorapport 2009*. Västerås mars (2009).

Nationella vägdatan NVDB. (2013) (tillgänglig 2013-05-13).

Nilsson E & Stigsson A. (2012). *Pollutant Removal Efficiencies and Flow Detention of Infiltration Trenches. An investigation of an Infiltration Trench in Kungsbacka*. Examensarbete 2012, Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola.

Naturvårdsverket. (2006). *Metallers mobilitet i mark*. Rapport 5536.

Naturvårdsverket. (2010). *Rening av avloppsvatten i Sverige 2008*.

Naturvårdsverket. (2008a). *Övervakning av prioriterade miljöfarliga ämnen listade i Ramdirektivet för vatten*. Rapport 5801.

Naturvårdsverket. (2008b). *Effekter av miljögifter på däggdjur, fåglar och fiskar i akvatiska miljöer*. Reviderad utgåva 2. Rapport 5908.

Naturvårdsverket. (2007). *Oljeavskiljare fakta 8283*, februari 2007. ISBN: 91-620-8283-3.

Regionplane- och trafikkontoret Stockholms läns landsting. (2009). *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*. Regionala dagvattennätverket i Stockholms läns landsting.

Reinosdotter, K. (2007). *Sustainable Snow Handling*. Luleå University of Technology, Luleå 2007. ISSN: 1402-1544.

SGI. (2007). *Passiva filterbariärer – Vägledning*. Varia 586. Linköping 2007.

SGI. (2008). *Sorptions- och markfilter för deponier – Förstudie*. Rihm, T. Linköping 2008.

SMHI, Dataserier med normalvärden för perioden år 1961 – 1990 Länk: Normalvärden för nederbörd för 1961 – 1990 (txt) PDF: Stationslista nederbörd normalvärden.

SMHI. (1). <http://www.smhi.se/kunskapsbanken/hydrologiska-begrepp-1.29125> (tillgänglig 2013-05-21).

SMHI. (2). <http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalvärden-1.7354> (tillgänglig 2013-04-10).

Stahre, P. (2004). *En långsiktigt hållbar dagvattenhantering – planering och exempel.*, Svenskt Vatten.

- Stockholms Stad. (2005). *Dagvattenstrategi för Stockholms stad*.
- Stockholm Stad. (2009). *Växtbäddar i Stockholm stad – en handbok*, 2009.02.23. Trafikkontoret Stockholm stad.
- Stockholm Vatten. (2001). *Klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav. Del 2. Dagvattenklassificering*.
- Stockholm Vatten. (2001). *Rening av dagvatten, klassificering av dagvatten och recipienter samt riktlinjer för reningskrav. Del 3. Exempel på åtgärder och kostnadsberäkningar*.
- StormTac. (2013). Version 2013-03. www.stormtac.com
- Svenskt Vatten. (2004). *Dimensionering av allmänna avloppsledning*. Publikation P90. ISSN: 1651- 4947.
- Svenskt Vatten. (2010). *Regnintensitet – En molnfysikalisk betraktelse*. Dahlström, B. Rapport Nr 2010-05.
- Svenskt Vatten. (2010). *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Alm, H., Banach, A., Larm, T. Rapport Nr 2010-06
- Trafikverket. (2011). TRV rådsdokument, *Vägdagvatten - Råd och rekommendationer för val av miljöåtgärd*. Publikation: 2011:112 sid 10.
- Tätortsdatan. (2013). Information från Tätortsdatan, Tätortskarta 1_5000.gwt våren 2013. Framställd i Geomedia GIS-verktyg.
- Urban Water. (2004). *Systemanalys Vasastaden Göteborg – Avloppsvattensystemet*. Ahlman m fl. Chalmers tekniska högskola. Rapport 2004:5 Göteborg 2004.
- US EPA. (2004). *Stormwater Best Management Practice Design Guide, Volume 2, Vegetative Biofilters*. Cincinnati, OH. September 2004.
- Vattenmyndigheten. (2009a). *Åtgärdsprogram Norra Östersjöns vattendistrikt 2009-2015*.
- Vattenmyndigheten. (2009b). *Förvaltningsplan Norra Östersjöns vattendistrikt 2009-2015*.
- Vägverket. (2006). *Dagvattendammar - Om provtagning, avskiljning och dammhydraulik*. Vägverket, Borlänge (2006).
- Örebro kommun. (2005). *Dagvattenstrategi för Örebro kommun*.
- Örebro kommun. (2011). *Trafikflöden 2011, årsvardagsmedeldygnstrafik*, Tekniska förvaltningen Örebro.
- Örebro kommun. (2012). *Vattenplan för Örebro kommun*.

Örebro kommun. (2013). *Stadsbyggnadskartan*. <http://borland.orebro.se/intramap2/>
(Tillgänglig 2013).

Örebro kommun/WSP. (2013). *Rudbecksgatan – Studie av handlingsalternativ för Rudbecksgatan mellan Hagmarksgatan och Almbyplan*. PM. Stadsbyggnad, Tekniska förvaltningen, WSP.

Örebro kommun/WSP. (2013). *Rudbecksgatan – Fördjupningsstudie av Rudbecksgatan mellan Hagmarksgatan och Almbyplan*. PM. Stadsbyggnad, Tekniska förvaltningen, WSP.

Örebro VA-försörjning. (1978) dimensioneringsnormer. Vattenståndsobservationer.

Personlig kommunikation

Karlsson, K. (2013). VA-ingenjör, Tekniska förvaltningen, Örebro. 2013-08-20

BILAGOR

Bilaga 1: Mätning avrinningsytor

Bilaga 2: Mätningar och beräkningar alla vägavsnitt

Bilaga 3: Beräkningar fallstudier och delområden

BILAGA 1: MÄTNING AVRINNINGSYTOR

Stadsbyggnadskartan är till grund för mätningarna i Bilaga 1.

Ekersgatan

Mätningen vid Ekersgatan omfattar de två grönområden som ses vid sidan av körfälten i figur 4. För avrinningen till grönytor har det område av vägen som finns precis intill grönytor använts som tillrinningsområde.

Sydvästra sidan:

Grönområdet: 464 m²

Avrinningsyta från vägen: 687 m²

Nordöstra sidan:

Grönområdet: 666 m²

Avrinningsyta från vägen: 853 m²

Baskarta, skala 0-8 m, datum 2013-05-17

Hagagatan

Mätningarna utgår från området i figur 9.

Tillrinningsområde är körfältet närmast grönytan på vägens södra sida: 1 499 m²

Grönyta, vägens södra sida: 2 384 m²

Antaget första mätdatum 2013-05-17

Hedgatan

Uppmätta områden är de två körbanorna i figur 5 samt intilliggande grönytor.

Västra sidan:

Tillrinningsområde: 639 m²

Grönyta: 595 m²

Östra sidan:

Tillrinningsområde: 274 m²

Grönyta: 266 m²

Baskarta, skala 0-8 m, datum 2013-05-20

Hamnplan med angränsande vägyta

Mätningar för områden i figur 11.

Markerad tillrinningsyta från väg: 878 m²

Grönområdet – väst: 178 m²

Grönområdet – söder: 94 m²

Parkeringsyta, hela: 2 102 m²

Baskarta, skala 0-8 m, datum 2013-05-28.

Refugarea vid parkeringen Hamnplan räknat från den norra:

Första refugen: 113 m²

Andra refugen: 24 m²

Tredje refugen: 26 m²

Baskarta, skala 0-12 m, datum 2013-08-22

Östra Bangatan, område 1

För detta vägparti har grönytorna och vägarean beräknats genom mätning av längd och bredd. De grönytor som är tänkta att vara användbara är de som ses i mitten av vägen och vid dess yttersidor i figur 7.

Vägens längd från höjd med Hagabyvägen och vidare till början av korsningen med Dalbygatan. Längden uppmättes till 551 m. Skala 0-20 m, datum 2013-05-20.

Vägens längd kan också beräknas som sträckan mellan de två busshållplatserna på sträckan på grund av att grönytorna intill vägen är jämbreda. Sträckan fås till 373 m och skulle kunna variera något beroende på hur sträckan bedöms. Skala 0-20 m, datum 2013-05-20.

För bredden används här 7,3 m, samma som till föroreningsberäkningen.

Grönområdena vid sidorna beräknas till ca 1,8 m, $373 \cdot 1,8 = 671,4 \text{ m}^2$
Stadsbyggnadskartan flygfoto, högsta förstoring, datum 2013-05-20.

Östra sidan:

Tillrinningsarea från tidigare mätning med området mellan busskurerna: 2 722,9 m²
Grönområdes area: 671,4 m²

Mittpartiet:

Beräknas ha längden 373 m och bredden 2,8 m. med arean 1 044,4 m²
Stadsbyggnadskartan flygfoto, högsta förstoring, datum 2013-05-20.

Västra sidan:

Tillrinningsarea från tidigare mätning med området mellan busskurerna: 2 722,9 m²

Grönområdesarea: 671,4 m², datum 2013-05-20

Östra Bangatan, område 2

Mätningar omfattar området i figur 8.

Tillrinningsområdets area: 1 100 m²

Grönområdets area: 1 363 m²

Baskarta, skala 0-8 m, datum 2013-05-28.

BILAGA 2: MÄTNINGAR OCH BERÄKNINGAR ALLA VÄGAVSNITT

Alla mätningar är gjorda utifrån Stadsbyggnadskartan.

Adolfsbergsvägen

Den första sträckan är från Aspholmsrondellen och till mitten av området där vägen smalnar av till två körfält. Skala 0-20 m, datum 2013-05-03.

$$L_1 = 613 \text{ m}$$

Bredd uppskattad från flygfoto största förstoring, väster, öster körfält, datum 2013-05-03.

$$B_1 = 6,9 \text{ m} + 6,6 \text{ m} = 13,5 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 L_1 = 8\,275,5 \text{ m}^2 = 0,82755 \text{ ha}$$

Den andra sträckan är från mitten av sträckan där vägen smalnar av och vidare till Brunnsrondellen. Skala 0-20 m, datum 2013-05-03.

$$L_2 = 682 \text{ m}$$

Ett bestämt värde var svårt att ange eftersom bredden varierade utmed sträckan. Till beräkningen har ändå värdet 7,5 m använts för att representera bredden, refugerna ej medräknade. Utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-05-03.

$$B_2 = 7,5 \text{ m}$$

$$A_2 = B_2 L_2 = 5\,115 \text{ m}^2 = 0,5115 \text{ ha}$$

$$A_{\text{tot}} = 1,33905 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 1,33905 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 570 + 7\,117 = 7\,687 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
1,3	18,3	0,1	0,3	1,2	0,002	0,1	0,1	0,0006	633	5,9	0,0037	0,0001

datum 2013-05-06

Alnängsgatan

Sträckan är mätt från rondellen vid Alnängsplan och fram till början av Hamnbron.

Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_1 = 445 \text{ m}$$

Uppskattad medelbredd, flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_1 \approx 6,5 \text{ m} + 6,5 \text{ m} = 13 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 L_1 \approx 5\,785 \text{ m}^2 = 0,5785 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 0,5785 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 246 + 3\,075 = 3\,321 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,760	0,49	0,02

”Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
0,56	7,90	0,0	0,1	0,5	0,001	0,0	0,0	0,0003	273	2,5	0,0016	0,0001

datum 2013-04-29

Engelbrektsgatan

Mätningen gäller från mitten av korsningen med Trädgårdsgatan och fram till mitten av korsningen efter Oscarsparken. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_1 = 572 \text{ m}$$

Uppskattad medelbredd utifrån endast körbanan, områden med parkering närmast trottoarerna har inte räknats med, utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_1 = 7 \text{ m}$$

$$A_1 \approx 4\,004 \text{ m}^2 = 0,4004 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 0,4004 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{”Base flow + runoff flow”} = 171 + 2\,128 = 2\,299 \text{ m}^3/\text{år}$$

”Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

”Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
0,4	5,5	0,0	0,1	0,4	0,001	0,0	0,0	0,0002	189	1,8	0,0011	0,0000

datum 2013-04-29

Ekersvägen

Mätningar från Mellringerondellen och fram till korsningen vid Västerplan, skala 0-20 m, datum 2013-04-09.

$$L_1 = 2,5 \text{ km}$$

Uppskattad medelbredd, flygfoto största förstöringsnivå, datum 2013-04-09.

$$B_1 \approx 7,35 \text{ m} + 7,35 \text{ m} = 14,7 \text{ m.}$$

$$A_1 = B_1 L_1 \approx 36\,750 \text{ m}^2 = 3,6750 \text{ ha}$$

Grönnytor mellan körfälten är inte med i beräkningen, ej heller de områden där refugen är asfalterad.

StormTac

Indata:

Area: 3,6750 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

”Base flow + runoff flow” = 1 565 + 19 533 = 21 098 m³/år

”Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

”Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
3,6	50,2	0,2	0,8	3,3	0,007	0,2	0,2	0,0016	1736	16,1	0,0103	0,0004

datum 2013-04-29

Hertig Karls Allé

Uppmätt från korsningen för bilpassage vid Trångkårsvägen, och fram till korsningen med Svartå Bangata.

Skala 0-20 m, datum 2013-04-09.

$$L_1 = 1,5 \text{ km}$$

I höjd med refugen, omslag till 1,6 km, den första siffran 1,5 km har använts till beräkningarna.

Uppskattad bredd från flygfoto största förstoring. Båda körfälten antas lika breda.

$$B_1 = 6,9 \text{ m} + 6,9 \text{ m} = 13,8 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 L_1 = 20\,700 \text{ m}^2 = 2,07 \text{ ha}$$

Cykelbana och avfartsfiler intill körfälten är ej medräknade. Vägen har approximerats 1500 m lång med varje körfält på 6,9 m.

StormTac

Indata:

Area: 2,07 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 882 + 11 002 = 11 884 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
2,2	28,3	0,2	0,5	2,6	0,004	0,2	0,1	0,0009	1105	9,3	0,0080	0,0003

datum 2013-04-29

Hedgatan

Första mätningen från mitten av korsningen vid påfarten från Västerleden och vidare till mitten av korsningen med Långgatan och Barongatan. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_1 = 649 \text{ m}$$

Uppskattad bredd utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_1 = 7,5 \text{ m}$$

$$A_1 \approx 4\,867,5 \text{ m}^2$$

Andra sträckan mellan mitten av korsningen med Långgatan och Barongatan och fram till korsningen med Trångkårsvägen. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_2 = 265 \text{ m}$$

En mätning är gjord för vägens bredd, eftersom mittrefug inte finns, flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_2 = 11,2 \text{ m}$$

$$A_2 \approx 2\,968 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tot}} \approx B_1 L_1 + B_2 L_2 = 7\,835,5 \text{ m}^2 = 0,78355 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 0,78355 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 4 165 + 334 = 4 499 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

”Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
0,8	10,7	0,1	0,2	0,7	0,001	0,0	0,0	0,0003	370	3,4	0,0022	0,0001

datum 2013-04-29

Karlslundsgatan

Första mätningen är gjord mellan Hagarondellen och det parti där refugen börjar och vägen delar sig till två körfält i vardera riktningen. Skala 0-20 m, datum 2013-04-11.

$$L_1 = 508 \text{ m}$$

Bredd utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-11.

$$B_1 \approx 5 \text{ m} + 5 \text{ m} = 10 \text{ m}$$

$$A_1 \approx L_1 B_1 = 5\,080 \text{ m}^2$$

Andra mätningen utgår från starten på den refug där vägen delar sig i två körfält och fram till Hertig Karls Allé. Skala 0-20 m, datum 2013-04-11.

$$L_2 = 1,7 \text{ km}$$

Bredden är uppskattad utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-11. Bredden har bedömts till 7,3 m mellan Hertig Karls Allé och första avfarten till motorvägen, sett från centrum, och därefter till 8,4 m fram till refugen där det blir en väg 7,3 m. De två längderna har bedömts till 642 m respektive 1,1 km.

Medelbredden har utifrån detta beräknats till $B_m = (642 \cdot 8,4 + 1100 \cdot 7,3) / (642 + 1100) \approx 7,7 \text{ m}$

$$B_2 \approx 7,7 \text{ m} + 7,7 \text{ m} = 15,4 \text{ m}$$

$$L_2 B_2 = 26\,180 \text{ m}^2$$

$$A_{\text{tot}} = B_1 L_1 + B_2 L_2 = 31\,260 \text{ m}^2 = 3,1260 \text{ ha}$$

Karlslundsgatan mellan Hagarondellen och korsningen till Hertig Karls Allé beräknas ha den totala ytan 3,1260 ha.

StormTac

Indata:

Area: 3,1260 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Baseflow + runoff flow” = 1 331 + 16 615 = 17 946 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

”Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
3,0	42,7	0,2	0,7	2,8	0,006	0,2	0,1	0,0014	1477	13,7	0,0087	0,0003

datum 2013-04-29

Kungsgatan och Borgmästargatan

De två vägarna har beräknats som en eftersom de följer efter varandra.

Mätningen börjar från Oscariarondellen och vidare till det område där Borgmästargatan övergår i Trädgårdsgatan. Skala 0-20 m, datum 2013-04-11.

$L_1 = 888$ m

Bredden har uppskattats utifrån flygfoto, största förstoring. Vägen har i beräkningen approximerats till en väg med ett körfält i varje riktning med medelbredden 4 m.

$B_1 \approx 4$ m + 4 m = 8 m

$A_1 \approx 7$ 104 m² = 0,7104 ha

StormTac

Indata:

Area: 0,7104 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år
 Medelregndjup: 7,3 mm
 Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)
 Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 303 + 3 776 = 4 079 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
0,8	9,7	0,1	0,2	0,9	0,001	0,1	0,0	0,0003	379	3,2	0,0027	0,0001

datum 2013-04-29

Mosåsvägen

Uppmätt mellan Aspholmsrondellen och Lindhutsrondellen, skala 0-20 m, datum 2013-05-02.

$L_1 = 1,5$ km

Eftersom bredden varierar utmed sträckan och vägen samtidigt har något bredare sidor utanför körfältet, har uppskattningen gjorts för den trafikerade delen av vägen. Till beräkningen har bredden 9,3 m använts. Flygfoto, största förstoring, datum 2013-03-06.

$B_1 = 9,3$ m

$A_1 = B_1 L_1 = 13\,950 \text{ m}^2 = 1,3950$ ha

StormTac

Indata:

Area: 1,3950 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 594 + 7 414 = 8 008 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
1,4	19,0	0,1	0,3	1,3	0,003	0,1	0,1	0,0006	659	6,1	0,0039	0,0002

datum 2013-05-08

Rudbäcksgatan

Beräknat från mitten av korsningen med Svartå Bangata vidare till mitten av korsningen med Hjälmärvägen. Skala 0-20 m, datum 2013-04-10.

$L_1 = 2,4$ km

Bredden uppskattades från flygfoto, största förstoring. Båda körfälten antas lika breda. Här används bredden 7 m.

$B_1 \approx 7 \text{ m} + 7 \text{ m} = 14 \text{ m}$

$A_1 \approx 33\,600 \text{ m}^2 = 3,36 \text{ ha}$

Trafikmängd för vägen 20 000 fordon/dygn.

Vägen har uppskattats som en homogen sträcka på 2,4 km med bredden av två körfält i vardera riktningen med bredden 7 m. Filer för avfart är ej medräknade.

StormTac

Indata:

Area: 3,36 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 1 431 + 17 859 = 19 290 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
3,6	45,9	0,3	0,9	4,2	0,007	0,2	0,2	0,0015	1793	15,1	0,0129	0,0005

datum 2013-04-29

Södra Infartsleden

Uppmätt från Västthagagatans passage över vägen och vidare fram till sträckan där vägen övergår i Östra Bangatan i höjd med början på området Aspholmen. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$L_1 = 1,2$ km

Bredden uppskattades, till 11,3 m, utan accelerationfält, annars ca 12 m.
Flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$B_1 = 11,3$ m + 11,3 m = 22,6 m

$A_1 \approx B_1 L_1 = 27\,120$ m² = 2,712 ha

StormTac

Indata:

Area: 2,712 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 1 155 + 14 414 = 15 569 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
2,9	37,0	0,2	0,7	3,4	0,005	0,2	0,1	0,0012	1447	12,2	0,0104	0,0004

datum 2013-04-29

Trädgårdsgatan

Beräknat från gränsen till Hamnbron (Svartån) till övergången till mitten av korsningen vid infarten till Borgmästargatan.

$$L_1 = 693 \text{ m}$$

Körfälten approximeras som lika breda. Hela vägen är bedömd som två körfält i varje riktning med bredden 6,7 m. Filer för körfältsbyte är ej inräknade. Uppskattning från flygfoto, största förstöringsnivå, datum 2013-04-10.

$$B_1 \approx 6,7 \text{ m} + 6,7 \text{ m} = 13,4 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 L_1 \approx 9\,286,2 \text{ m}^2 = 0,92862 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 0,92862 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 396 + 4\,936 = 5\,332 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
1,0	12,7	0,1	0,2	1,2	0,002	0,1	0,1	0,0004	496	4,2	0,0036	0,0001

datum 2013-04-29

Västhagagatan

Uppmätt mellan Aspholmsrondellen och avfarten mot Västerleden vid Rostagårdsparken, skala 0-20 m.

$$L_1 = 1,0 \text{ km}$$

Bredden har uppskattats till 8,6 m, mellan Aspholmsrondellen och bron över Västerleden är vägen något smalare. Från bron över Västerleden till avfarten mot Västerleden är vägen ca 8,7 m utmed hela sträckan.

$$B_1 = 8,6 \text{ m} + 8,6 \text{ m} = 17,2 \text{ m}$$

$$A_1 \approx B_1 L_1 = 17 \text{ 200 m}^2 = 1,72 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 1,72 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 733 + 9 \text{ 142} = 9 \text{ 875 m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
1,8	23,5	0,2	0,4	2,2	0,003	0,1	0,1	0,0008	918	7,7	0,0066	0,0002

datum 2013-04-29

Universitetsallén

Längden är uppmätt mellan mitten av korsningen med Hjalmarvägen och fram till mitten på det område där vägen smalnar av till en fil i vardera riktningen. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_1 = 595 \text{ m}$$

Bredden uppskattad från flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_1 \approx 14 \text{ m}$$

Sträcka 2, uppmätt fortsatt från förra och vidare till nästa rondell. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_2 \approx 226 \text{ m}$$

Bredden uppskattad från flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_2 = 9,2 \text{ m}$$

$$A_{\text{tot}} = B_1 L_1 + B_2 L_2 = 8\,330 \text{ m}^2 + 2\,079,2 \text{ m}^2 = 10\,409,2 \text{ m}^2 = 1,04092 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 1,04092 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = 443 + 5 533 = 5 976 m³/år

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
1,1	14,2	0,1	0,3	1,3	0,002	0,1	0,1	0,0005	555	4,7	0,0040	0,0001

datum 2013-04-29

Östra Bangatan

Vägen har delats in i olika områden efter trafikflödets storleksordning.

15 000 fordon/dygn

Uppmätt från gångtunneln vid Ringstorpsparken och vidare fram till mitten av korsningen med Dalbygatan, skala 0-20 m, datum 2013-04-26.

$$L_1 = 560 \text{ m}$$

Bredden uppskattades från flygfoto, största förstoring, datum 2013-05-07.

$$B_1 = 6,7 \text{ m} + 6,7 \text{ m} = 13,4 \text{ m}$$

$$A_1 = 7\,504 \text{ m}^2 = 0,7504 \text{ ha}$$

Andra sträckan är uppmätt från mitten av korsningen med Dalbygatan och vidare fram till infarten vid postterminalen, 1,1 km. Skala 0-20 m, datum 2013-04-26.

$$L_2 = 1,1 \text{ km}$$

Till beräkningen har 9,9 m och 9,7 m använts för det västra och östra körfältet. Flygfoto största förstoring, datum 2013-05-07.

$$B_2 = 9,9 \text{ m} + 9,7 \text{ m} = 19,6 \text{ m}$$

$$A_2 = B_2 L_2 = 21\,560 \text{ m}^2 = 2,1560 \text{ ha}$$

Fjärde sträckan är uppmätt mellan husraden efter södra station, från centrum sett och vidare till området delar sig vid överfarten över järnvägen, datum 2013-05-07.

$$L_4 = 336 \text{ m}$$

Bredden som ett medelvärde,

9,0 m (längd $L_A = 107 \text{ m}$) intill området med kantsten samt 9,5 m (längd $L_B = 229 \text{ m}$) efter.

Vilket ger medelvärdet: $(9 \cdot 107 + 9,5 \cdot 229) / 336 = 9,34 \text{ m}$

$$B_4 = 9,3 \text{ m} + 9,3 \text{ m} = 18,6 \text{ m}$$

$$A_4 = B_4 L_4 = 6\,249,6 \text{ m}^2 = 0,62496 \text{ ha}$$

$$A_{\text{tot}} = 35\,313,6 \text{ m}^2 = 3,53136 \text{ ha}$$

StormTac (15 000 fordon/dygn)

Indata:

Area: 3,53136 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 1\,504 + 18\,769 = 20\,273 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller $\mu\text{g/l}$

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
3,8	48,2	0,3	0,9	4,5	0,007	0,3	0,2	0,0015	1884	15,9	0,0136	0,0005

datum 2013-05-07

25 000 fordon/dygn

Tredje sträckan mäter från mitten av korsningen vid infarten till postterminalen och vidare till huslängan efter södra station. Skala 0-20 m, datum 2013-05-02.

$$L_3 = 1,4 \text{ km}$$

Vägbredden har beräknats som en sträcka med två körfält i vardera riktningen. Filer för avfarter har inte tagits med i beräkningen. De områden med refuger som finns mellan körfälten är ej heller medräknade. Flygfoto högsta förstoring, datum 2013-05-07.

$$B_3 = 7,9 \text{ m} + 7,9 \text{ m} = 15,8 \text{ m}$$

$$A_3 = B_3 L_3 = 22\,120 \text{ m}^2 = 2,2120 \text{ ha}$$

$$A_{\text{tot}} = 22\,120 \text{ m}^2 = 2,2120 \text{ ha}$$

StormTac (25 000 fordon/dygn)

Indata:

Area: 2,2120 ha för road 6, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 25 000 fordon/dygn (road 6)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 942 + 11\,757 = 12\,699 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,22	2,38	23,76	60,07	343,66	0,42	16,90	13,33	0,08	114,25	0,82	1,04	0,03

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
2,8	30,2	0,3	0,8	4,4	0,005	0,2	0,2	0,0010	1451	10,4	0,0132	0,0004

StormTac, summa

Summering av de två tabellerna ”Base flow + runoff load” ovan ger värden för hela Östra Bangatan.

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
9,5	108,6	0,9	2,4	13,2	0,018	0,7	0,5	0,0035	4786	36,7	0,0401	0,0013

datum 2013-05-08

Östra Grev Rosengatan

Längden beräknades från mitten av korsningen till Storgatan och vidare fram till rondellen. Skala 0-20 m, datum 2013-04-25.

$$L_1 = 357 \text{ m}$$

Bredden uppskattades utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-04-25.

$$B_1 = 6,4 \text{ m}$$

$$A_1 \approx B_1 L_1 = 2\,284,8 \text{ m}^2 = 0,22848 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 0,22848 ha för road 5, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 15 000 fordon/dygn (road 5)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 97 + 1\,214 = 1\,311 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller µg/l

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l	µg/l	µg/l
0,19	2,38	15,42	44,33	219,60	0,35	12,94	9,63	0,08	92,95	0,78	0,67	0,02

“Base flow + Runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
0,2	3,1	0,0	0,1	0,3	0,000	0,0	0,0	0,0001	122	1,0	0,0009	0,0000

datum 2013-05-06

Östra/Västra Nobelgatan samt Nobeltunneln

Sträckan är uppmätt mellan mitten av korsningen vid Västerplan och till mitten av korsningen med Storgatan. Skala 0-20 m, datum 2013-05-02.

$$L_1 = 1,2 \text{ km}$$

Använd vägbredd vid beräkningen är 12,2 m. Utifrån flygfoto, största förstoring, datum 2013-05-03.

$$B_1 = 12,2 \text{ m}$$

$$A_1 = B_1 L_1 = 14\,640 \text{ m}^2 = 0,4640 \text{ ha}$$

StormTac

Indata:

Area: 0,4640 ha för road 4, samtliga övriga 0 ha

Årsnederbörd: 0,6253 m/år

Medelregndjup: 7,3 mm

Trafikflöde: 10 000 fordon/dygn (road 4)

Avrinningskoefficient roads: 0,85

Resultat:

“Base flow + runoff flow” = $198 + 2\,466 = 2\,664 \text{ m}^3/\text{år}$

“Base flow + runoff concentration”: mg/l eller $\mu\text{g/l}$

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	mg/l	mg/l	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
0,17	2,38	11,26	36,46	157,57	0,32	10,96	7,78	0,08	82,31	0,76	0,49	0,02

“Base flow + runoff load”: kg/år

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>Hg</i>	<i>SS</i>	<i>Oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
0,5	6,3	0,0	0,1	0,4	0,001	0,0	0,0	0,0002	219	2,0	0,0013	0,0001

datum 2013-05-06

Referenser:

Regndata för Örebro stad

www.smhi.se

Dataserier med normalvärden för perioden år 1961-1990

Länk: Normalvärden för nederbörd för 1961 – 1990 (txt)

PDF: Stationslista nederbörd normalvärden

<http://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/temperatur/dataserier-med-normalvarden-1.7354> (2013-04-10)

BILAGA 3 BERÄKNINGAR FALLSTUDIER OCH DELOMRÅDEN

Till beräkningen i StormTac har samma värden för årsnederbörd och medelregndjup använts i alla beräkningar med 0,6253 m och 7,3 mm och är därför inte omnämnda för de olika vägområdena, medan värden för avrinningskoefficient, trafikmängd och area har varierat mellan de olika beräkningarna.

Dimensionerande regn 130 l/s, ha i beräkningarna utifrån 2-årsregn med varaktigheten 10 minuter.

Ekersvägen

Sydvästra sidan:

Avrinningsyta från vägen: $687 \text{ m}^2 = 0,0687 \text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road 4

Trafikmängd: 10 000 fordon/dygn

Area: 0,0687 ha till road 4

“Base flow + runoff flow” = $29 + 365 = 394 \text{ m}^3/\text{år}$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0.1	0.9	4	14	62	126	4	3	32	301	192	7

datum 2013-06-04

Dimensionerande flöde

$Q = A_i \varphi = 0,0687 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 7,6 \text{ l/s}$

Nordöstra sidan:

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road 4

Trafikmängd: 10 000 fordon/dygn

Area: 0,0853 ha till road 4

“Base flow + runoff flow” = $36 + 453 = 489 \text{ m}^3/\text{år}$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	mg/år	g/år	g/år	kg/år	g/år	mg/år	mg/år
0.1	1.2	6	18	77	156	5	4	40	374	238	9

datum 2013-06-04

Dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,0853 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 9,4 \text{ l/s}$$

Hagagatan

Längd, väg = 370 m, Stadsbyggnadskartan, baskarta, datum 2013-05-13.

Bredd, körfältet närmast grönytan = $7,2/2 = 3,6$ m (NVDB, 2013-05-13)

$$\text{Tillrinningsarea} = 370 \cdot 3,6 = 1\,332 \text{ m}^2 = 0,1332 \text{ ha}$$

Grönområdets area = $2\,380 \text{ m}^2$. Stadsbyggnadskartan, baskarta, skala 0-8 m, datum 2013-05-14.

Använd längd, grönyta = 354 m. Stadsbyggnadskartan, baskarta, skala 0-8 m, datum 2013-05-14.

Dimensionerande flöde från väg och grönyta, beräknat utifrån att vattenflödet från busshållplatsen även kan avledas till området.

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 5 000 fordon/dygn

Area: 0,1332 ha till road 3

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 57 + 708 = 765 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	mg/år	g/år	g/år	kg/år	g/år	mg/år	mg/år
0.1	1.8	5	22	73	219	7	5	55	570	230	11

datum 2013-06-04

Dike – dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,1332 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 14,7 \text{ l/s}$$

Hedgatan

Västra sidan:

Avrinningsyta från vägen: $639 \text{ m}^2 = 0,0639 \text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 10 000 fordon/dygn

Area: 0,0639 ha till road 4

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 27 + 340 = 367 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0.1	0.9	4	13	58	117	4	3	30	280	178	7

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,0639 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 7,1 \text{ l/s}$$

Östra sidan:

Avrinningsyta från vägen: $274 \text{ m}^2 = 0,0274 \text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 10 000 fordon/dygn

Area: 0,0274 ha till road 4

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 12 + 146 = 158 \text{ m}^3/\text{år}$$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	mg/år	g/år	g/år	kg/år	g/år	mg/år	mg/år
0.0	0.4	2	6	25	50	2	1	13	120	76	3

Vid fler värdesiffror visar fosforbelastningen värdet 0,027 g.

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,0274 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 3,0 \text{ l/s}$$

Rudbäcksgatan, förslag A, södergående riktning

Avrinningsyta från väg och cykelbana: $3\,850 \text{ m}^2 = 0,3850 \text{ ha}$

Avrinningsyta från vägen: $2\,450 \text{ m}^2 = 0,2450 \text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,3850 ha till road 5

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 164 + 2\,046 = 2\,210 \text{ m}^3/\text{år}$$

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,2450 ha till road 5

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	mg/år	g/år	g/år	kg/år	g/år	mg/år	mg/år
0.3	3.3	22	62	309	494	18	14	131	1101	944	33

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,3850 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 42,5 \text{ l/s}$$

Rudbecksgatan, förslag A, norrgående riktning

Avrinningsyta för väg + parkering + cykelbana = 2 450 + 817 + 1 400 = 4 667 m².

Avrinningsyta för väg + parkering = 2 450 + 817 = 3 267 m².

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,4667 ha till road 5

“Base flow + runoff flow” = 199 + 2 481 = 2 680 m³/år

datum 2013-09-02

Avr koeff: 0,85 för road, 0,85 för parking

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,2450 ha till road 5 samt 0,0817 ha till parking

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0,3	3,9	35	80	371	691	25	15	193	1453	1687	59

datum 2013-09-02

Dimensionerande flöde

$Q = A_i \varphi = 0,4667 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 51,6$ l/s

Rudbäcksgatan, förslag C

Södergående riktning:

Avrinningsyta för väg + cykelbana = 1 225 + 1 400 = 2 625 m²

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,2625 ha till road 5

“Base flow + runoff flow” = 112 + 1 395 = 1 507 m³/år

Avr koeff: 0,85 för road
 Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn
 Area: 0,1225 ha till road 5

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	mg/år	g/år	g/år	kg/år	g/år	mg/år	mg/år
0.1	1.7	11	31	154	247	9	7	65	550	472	16

datum 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,2625 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 29 \text{ l/s}$$

Norrgående riktning:

$$\text{Avrinningsyta för väg, parkeringsyta + cykelbana} = 1\,225 + 612,5 + 1\,400 = 3\,235,5 \text{ m}^2$$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road
 Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn
 Area: 0,32355 ha till road 5

$$\text{“Base flow + runoff flow”} = 138 + 1\,720 = 1\,858 \text{ m}^3/\text{år}$$

Avr koeff: 0,85 för båda
 Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn
 Area: 0,1225 ha till road 5 och 0,06125 ha till parking

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
kg/år	kg/år	g/år	g/år	g/år	mg/år	g/år	g/år	kg/år	g/år	mg/år	mg/år
0.2	2.1	21	44	201	394	14	8	112	814	1029	36

datum 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$$Q = A_i \varphi = 0,32355 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 35,8 \text{ l/s}$$

Trädgårdsgatan/Engelbrektsgratan

Avrinningsyta från vägen: $878 \text{ m}^2 = 0,0878 \text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,0878 ha till road 5

“Base flow + runoff flow” = $37 + 467 = 504 \text{ m}^3/\text{år}$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0.1	1.2	8	22	111	177	7	5	47	394	338	12

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$Q = A_i \varphi = 0,0878 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 9,7 \text{ l/s}$

Hamnplan

Avrinningsyta från parkeringen: $2\,102 \text{ m}^2 = 0,2102 \text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för parking

Area: 0,2102 ha till parking

“Base flow + runoff flow” = $90 + 1\,117 = 1\,207 \text{ m}^3/\text{år}$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0.1	1.3	34	46	161	506	17	5	160	906	1912	68

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$Q = A_i \varphi = 0,2102 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 23,2 \text{ l/s}$

Östra Bangatan, norra området

Avrinningsyta från vägen: $2\,723\text{ m}^2 = 0,2723\text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 15 000 fordon/dygn

Area: 0,2723 ha till road 5

“Base flow + runoff flow” = $116 + 1\,447 = 1\,563\text{ m}^3/\text{år}$

“Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0.3	3.7	24	69	343	549	20	15	145	1223	1049	37

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$Q = A_i\varphi = 0,2723 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 30,1\text{ l/s}$

Östra Bangatan, avledning i höjd med stationsområdet

Avrinningsyta från vägen, markerat område: $1\,100\text{ m}^2 = 0,1100\text{ ha}$

StormTac

Avr koeff: 0,85 för road

Trafikmängd: 25 000 fordon/dygn

Area: 0,1100 ha till road 6

“Base flow + runoff flow” = $47 + 585 = 632\text{ m}^3/\text{år}$

”Base flow + runoff load”:

<i>P</i>	<i>N</i>	<i>Pb</i>	<i>Cu</i>	<i>Zn</i>	<i>Cd</i>	<i>Cr</i>	<i>Ni</i>	<i>SS</i>	<i>oil</i>	<i>PAH</i>	<i>BaP</i>
<i>kg/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>g/år</i>	<i>kg/år</i>	<i>g/år</i>	<i>mg/år</i>	<i>mg/år</i>
0.1	1.5	15	38	217	263	11	8	72	518	658	21

datum 2013-06-04 – 2013-06-05

Dimensionerande flöde

$Q = A_i\varphi = 0,1100 \cdot 130 \cdot 0,85 \approx 12,2\text{ l/s}$