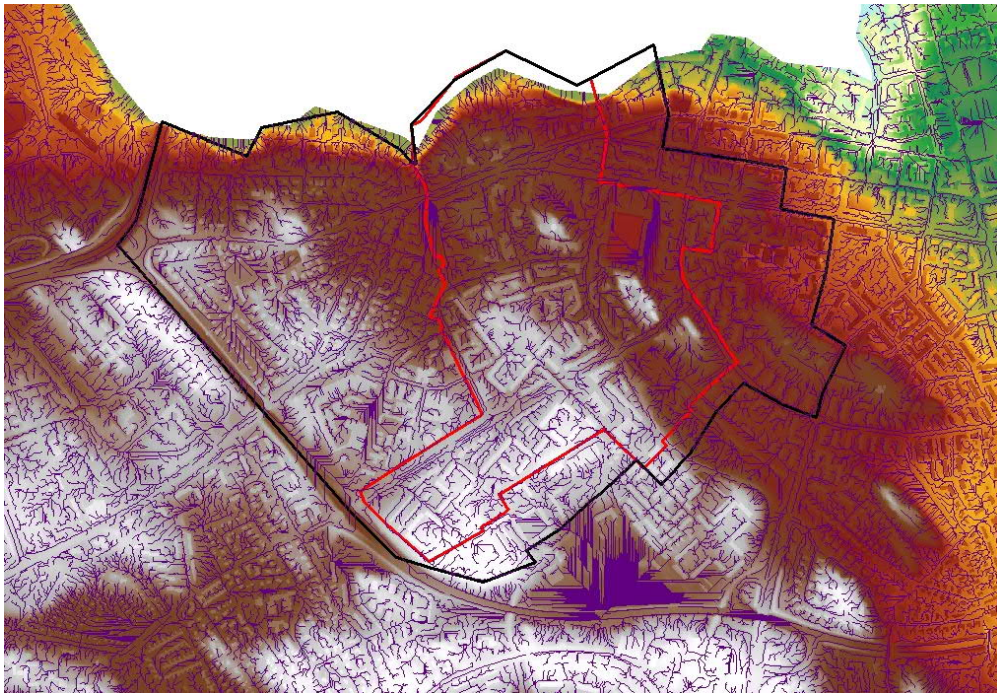


# SKYFALLSKARTERING OCH DAGVATTENRENING FÖR VÄSTRA STADEN

2019-01-08



# SKYFALLSKARTERING OCH DAGVATTENRENING FÖR VÄSTRA STADEN

## KUND

**Norrköpings kommun**

## KONSULT

**WSP Samhällsbyggnad**

WSP Sverige AB  
601 86 Norrköping  
Besök: Södra Grytsgatan 7  
Tel: +46 10 7225000

**wsp.com**

## KONTAKTPERSONER

UPPDRAGSNAMN  
Simulering extremregn inom  
projekt Västra staden

UPPDRAGSNUMMER  
10269361

FÖRFATTARE  
Karin Dyrestam och Sofia  
Hallerbäck

DATUM  
2018-01-08

Granskad av  
Anna-Karin Wingskog och Erik  
Hultsten

Karin Dyrestam  
010-722 64 90

[karin.dyresam@wsp.com](mailto:karin.dyresam@wsp.com)

## INNEHÅLL

1	BAKGRUND	4
2	SYFTE	4
3	OMRÅDESBESKRIVNING	4
4	SKYFALLSKARTERING - METOD	5
	MARKENS RÅHET/SKROVLIGHET	6
	REGN	7
	LEDNINGSNÄT	7
	INFILTRATION/AVRINNING	7
5	DAGVATTENRENING – METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR	9
	UTREDNINGSSOMRÅDETS FÖRUTSÄTTNINGAR	9
	MARKFÖRUTSÄTTNINGAR	10
	RECIPIENTEN	11
	Ekologisk och kemisk status	12
	Beslutade miljö kvalitetsnormer	13
	FÖRORENINGAR I DAGVATTEN	13
	MARKANVÄNDNING	15
	ANTAGANDEN FÖRORENINGSBERÄKNINGAR	17
6	RESULTAT OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG	18
	SKYFALLSKARTERING - RESULTAT	18
	Vattendjup	18
	Rinnvägar	25
	SKYFALLSKARTERING - ÅTGÄRDSFÖRSLAG	27
	DAGVATTENRENING – FÖRORENINGSBERÄKNINGAR RESULTAT	32
	DAGVATTENRENING - ÅTGÄRDSFÖRSLAG	34
	Dagvattenrening, principer	34
	Åtgärdsförslag	36
	Skarphagsleden – växtbäddar och svackdiken	37
	Oskarsparken - Damm	40
	Omledning av spillvattenledning vid Oskarsparken	45
	Linköpingsvägen – meandrande dike mot recipienten	46
	St Persgatan –Underjordisk rening	46
	Parkering Ebersteinska- infiltrationsstråk	50
	Ektorpsgatan- växtbäddar & skelettjordar	51
	Rening i byggsleden	51
	Byggnadsmaterial	51
	Gröna tak för nya byggnader	52
	Sammanställning åtgärder och påverkan MKN	53
7	SLUTSATS	56
8	REFERENSER	57

# 1 BAKGRUND

För Västra Staden\* i västra Norrköping planeras om- och nybyggnationer, framtagande av nya detaljplaner, utbyggnad av allmän platsmark, samt samordning med ledningsägare. I samband med detta tas ett helhetsgrepp för dagvattenhanteringen i området, där målet är att skapa en stadsdel med fungerande avvattningslösningar i dagens likväl som framtida klimat.

För att klara dagens och framtidens utmaningar krävs en hållbar dagvattenhantering. Det är viktigt att ta ett helhetsgrepp om skyfallssituationen, inte minst då klimatförändringarna väntas bidra med en ökad risk för större skyfall. Det blir även allt viktigare att se över hanteringen av föroreningar från dagvattnet, bland annat för att uppnå och bibehålla god status i våra vattenförekomster.

\* I uppdragsbeskrivningen har området omnämnts Södra Förstaden.

# 2 SYFTE

WSP har fått i uppdrag av Stadsbyggnadskontoret på Norrköpings kommun att genomföra en simulering av extremregn med 100 års återkomsttid samt att föreslå förslag för rening av dagvattnet.

Skyfalls-modelleringen som byggts upp ska kunna återanvändas av Norrköpings kommun när områden som har byggts eller höjdsatts. WSP skapar med andra ord en så kallad bas-modell som ska kunna användas flera gånger med lite modifieringar av till exempel markhöjder.

Uppdraget syftar också till att föreslå lösningar för rening av dagvatten för att minska föroreningsbelastningen från området. Reningsåtgärder tas även fram för att förtätningen inom planområdet inte ska bidra till att recipientens (Motala Ströms) ekologiska och kemiska status försämras.

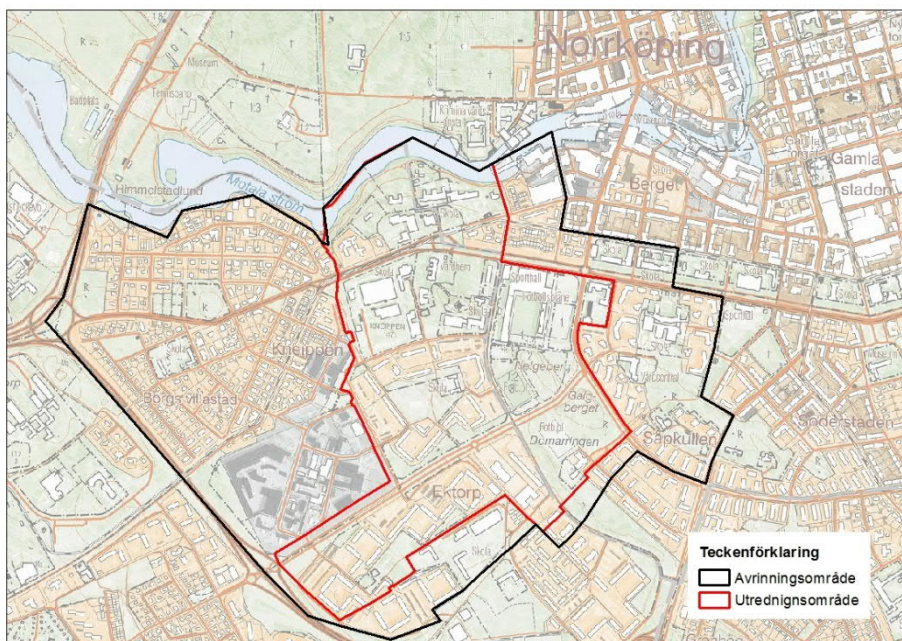
Utredningen går i linje med Norrköpings kommuns riktlinjer för Dagvattenhantering (2009), som avser att dagvatten hanteras på ett sådant sätt att:

- Känsliga recipienter skyddas
- Den totala föroreningsbelastningen minskar så att god ekologisk och kemisk vattenstatus uppnås i sjöar och vattendrag
- Risken för skador på fastigheter och andra anläggningar minskar
- Den naturliga grundvattenbalansen underlättas
- Hanteringen av dagvatten i tätorterna synliggörs och kan förstås

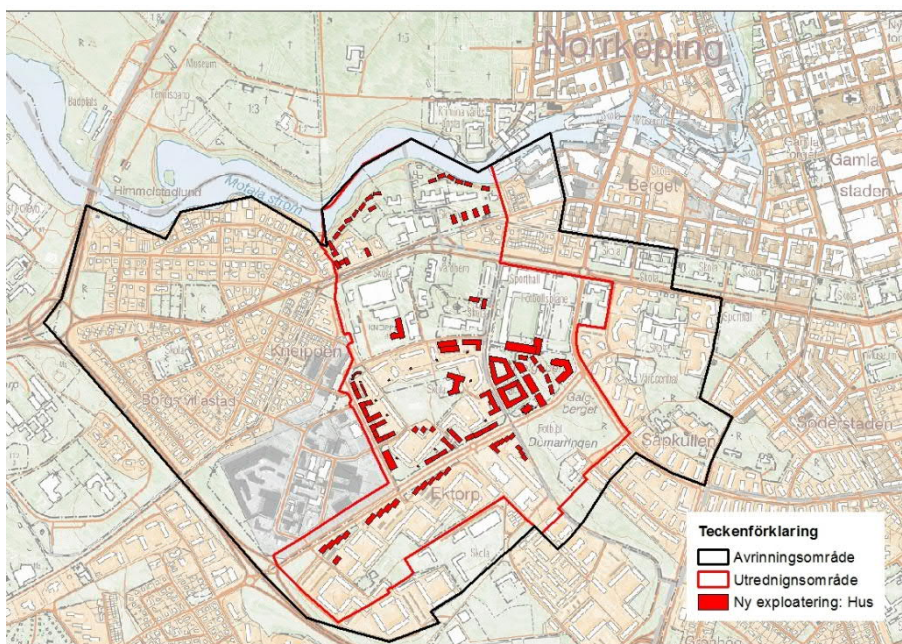
# 3 OMRÅDESBESKRIVNING

Projekt Västra Staden innefattar områdena runt Östgötaporten – Såpkullen, delar av Ektorp, området runt Ebersteinska skolan i stadsdelen Kneippen, Strömbacken vid Linköpingsvägen och Strömmen, se Figur 1. Inom området

Västra staden planeras viss förtätning och andra ombyggnationer. Figur 2 visar var byggnader i ett tidigt stadium planeras.



Figur 1. Utredningsområdet Västra Staden, markerat med röda linjer, samt avrinningsområdet, markerat med svarta linjer.



Figur 2. Den tänkta nybyggnationen för utredningsområdet Västra staden.

## 4 SKYFALLSKARTERING - METOD

WSP har gjort en skyfallskartering för området för att säkerställa att ett 100-års-regn kan hanteras. I skyfallskarteringen har ett 100-års-regn med 30 minuters varaktighet användas. Som bakgrund har WSP nyttjat den skyfallskartering som tidigare gjordes över hela Norrköping, 2017, bl.a. för att det regn som appliceras ska vara designat på samma sätt.

Efter en översiktlig analys av resultaten från skyfallskarteringen presenteras förslag på åtgärder för att säkerställa att till exempel hus inte översvämmas vid ett 100-års-regn.

Skyfallskarteringen kommer att genomföras i programvaran MIKE Flood med Las-data på 1x1 meter. I avrinningsområdet uppskattades markanvändningen och dess friktionskoefficienter. WSP har räknat med den högsta exploateringsgraden i beräkningarna.

## MARKENS RÅHET/SKROVLIGHET

En markanvändningsanalys har gjorts utifrån beräkningsområdet för att kunna skapa rätt friktionskoefficienter (Manning). Med Manningstal beskrivs markens råhet eller skrovlighet. Råheten bestäms utifrån typ av markanvändning. Generellt sett har hårdgjorda ytor ett högt Mannings tal, vattnet rinner snabbt på ytan medan mer genomsläppligt material, exempelvis gräsytor och skog har ett lägre värde vilket betyder att vattnet rinner långsammare. Se Manningstal i Tabell 1 och

Figur 3.



Figur 3. Markanvändningen visas med olika färger. Manningstalen för respektive markanvändning visas i Tabell 1.

Tabell 1: Manningstal för olika markanvändning.

Markanvändning	Manningstal
Hustak	70
Grönytor	5
Vägar	70
Öppenmark	5
Bebyggelse	
-Hög	40
-Låg	30
-Sluten	40
Industri	70
Barrskog	2
Odlingsåker	5
Vatten	40

## REGN

Skyfallskarteringen har utförts med ett regn med återkomsttiden 100 år med 30 minuters varaktighet (enligt P100) inklusive en klimatfaktor på 1,25, vilket enligt dagens klimatscenarier motsvarar ett klimat som kan tänkas råda år 2100. För att få en mer verklig bild av hur regnet faller har regnet delats upp i 5 block med högst intensitet i mittenblocket. Detta sätt att dela upp regnet i olika block är en väl vedertagen metod i England. För uppdelning se Tabell 2.

Tabell 2: Regnvolymer samt uppdelning i block med olika intensitet.

Återkomsttid	100 år	100-10 år
Varaktighet	30 min	30 min
Nederbörd volym (mm)	44.5	
Med klimatfaktor på 1,25	55.6	34.8
Mittenblocket 45 % av volymen	25	15.7
Block 2, 4 (85-45 %)/2 av volymen	11.1	7
Block 1, 5 (100-85 %)/2 av volymen	4.2	2.6

## LEDNINGSNÄT

För att ta hänsyn till ledningsnätets kapacitet har ett avdrag gjorts. I beräkningarna har det antagits att ledningsnätet kan avleda ett 10-års regn med 30 min varaktighet utan klimatfaktor i enlighet med P90 som var gällande då ledningsnätet dimensionerades.

## INFILTRATION/AVRINNING

För att beskriva markens infiltrationskapacitet har avdrag gjorts på regnet med en avrinningskoefficient utifrån markanvändningen.

Avrinningskoefficienterna, är uppräknade med 25 % utifrån P110, och användes även i en tidigare skyfallskarteringsrapport för Norrköping, WSP 2012. Avrinningskoefficienter avspeglar markens kapacitet att infiltrera

vattnet. Generellt sett har hårdgjorda ytor ingen infiltrationskapacitet, till exempel hustak, har ett väldigt högt tal medan till exempel en gräsyta har en stor förmåga till infiltration, vilket gör att gräsytor har ett lågt tal, se Tabell 3.

Tabell 3: Avrinningskoefficienter för olika markanvändning

<b>Markanvändning</b>	<b>Avrinningskoefficient</b>
<b>Hustak</b>	1
<b>Grönytor</b>	0.125
<b>Vägar</b>	1
<b>Öppenmark</b>	0.25
<b>Bebyggelse</b>	
-Hög	0.625
-Låg	0.625
-Sluten	1
-Industri	0.75
<b>Barrskog</b>	0.125
<b>Odlingsåker</b>	0.125
<b>Vatten</b>	1



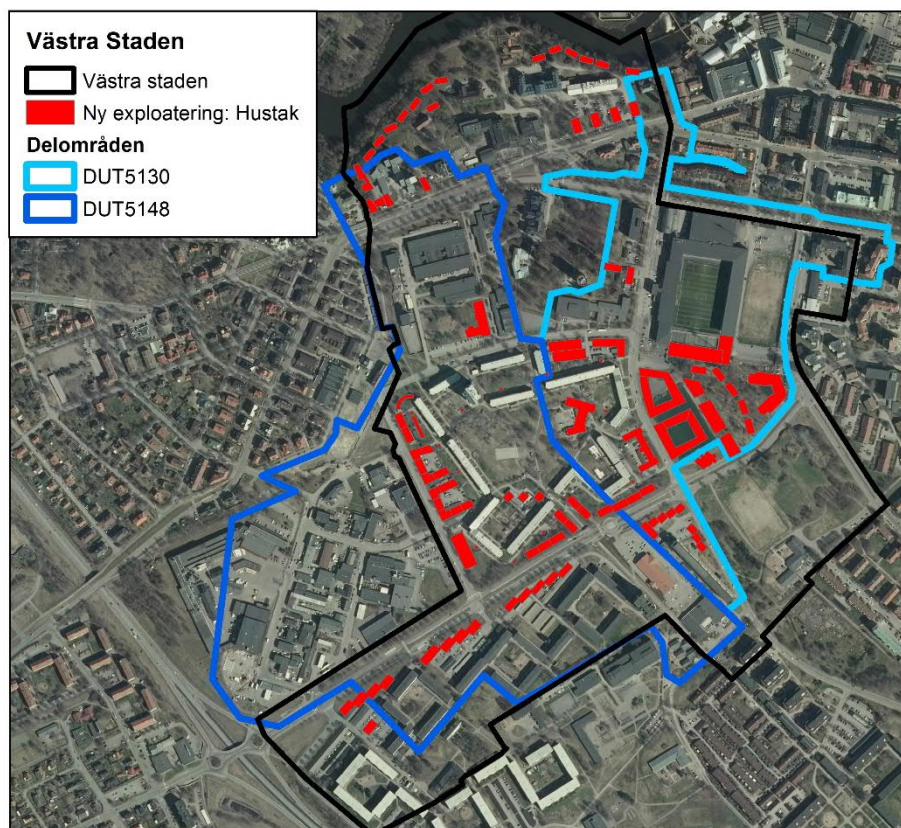
## 5 DAGVATTENRENING – METOD OCH FÖRUTSÄTTNINGAR

För att föreslå möjligheter till rening av dagvatten från Västra Staden undersöks befintlig dagvattenhantering och områdets förutsättningar. Miljökvalitetsnormer redovisas för recipienten för dagvatten från området, Motala Ström. Utifrån markanvändning och avrinningskoefficienter uppskattas föroreningsbelastningen före och efter förtätning med hjälp av beräkningsprogrammet StormTac.

### UTREDNINGSMOMRÅDETS FÖRUTSÄTTNINGAR

Inom Västra staden planeras nya byggnader, Figur 4. När grönområden bebyggs minskar infiltrationsmöjligheter och upptag av växter. En ökad andel hårdgjord yta ger också ett ökat dagvattenflöde och därmed en ökad föroreningsbelastning om inte reningsåtgärder skapas.

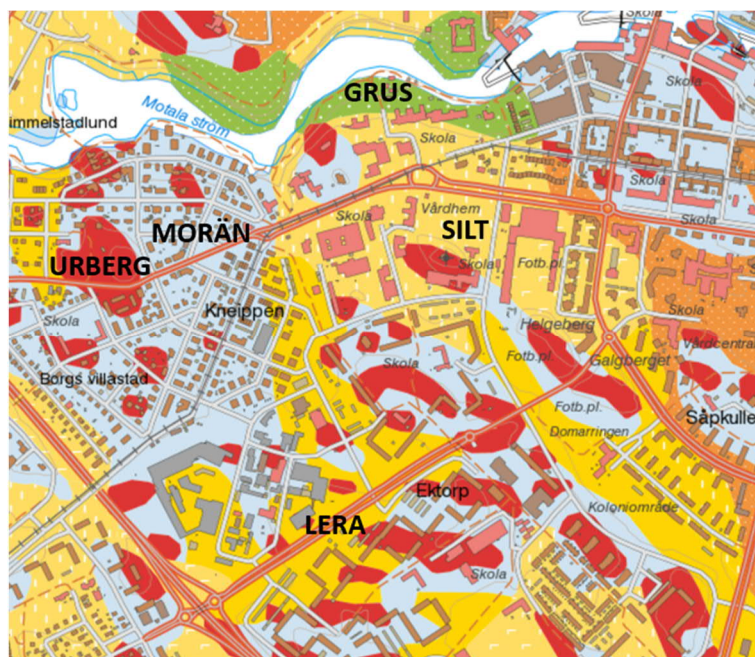
Utredningsområdet avvattnas genom dagvattenledningar till utlopp i Motala Ström. De största delarna av Västra Staden ingår i ledningsnät med dagvattenutlopp (DUT) 5148 i östra och DUT5130 i västra planområdet. Avrinningsområdet DUT5130 har tidigare klassats som prioriterat för att minska föroreningsbelastningen till Motala Ström (Norrköping Vatten och Avfall, 2018).



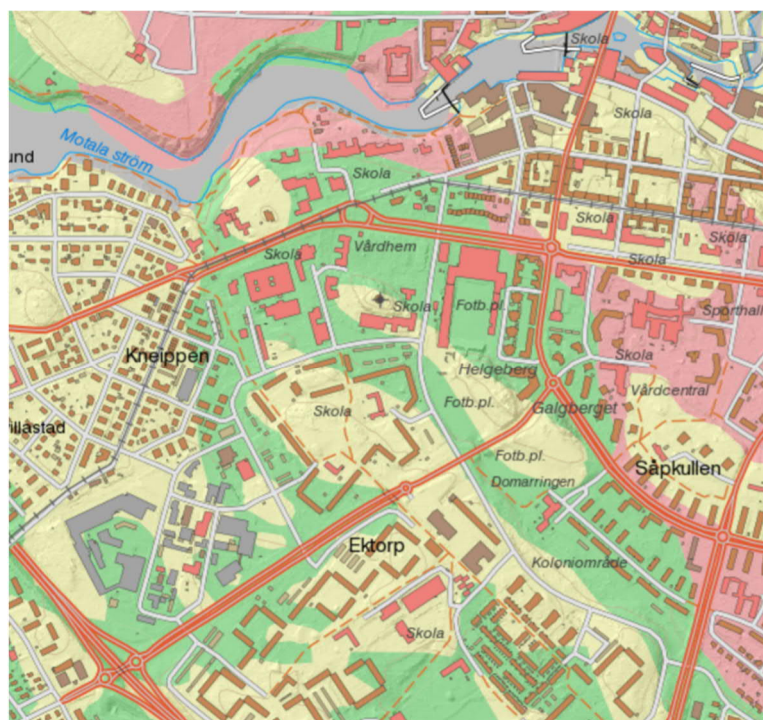
Figur 4. Planområdet Västra staden, nya föreslagna byggnader samt områden kopplade till utlopp DUT5130 och DUT 5148.

## MARKFÖRUTSÄTTNINGAR

Genomsläppligheten inom området är enligt SGU låg i områden med ytskikt av lera och silt, och medelhög i något högre belägna områden morän och ytligt urberg), Figur 6. Närmast Motala Ström finns ett ytskikt av grus som har mycket hög genomsläpplighetsförmåga.



Figur 5. Jordarter i ytskikten. Karta från SGU.



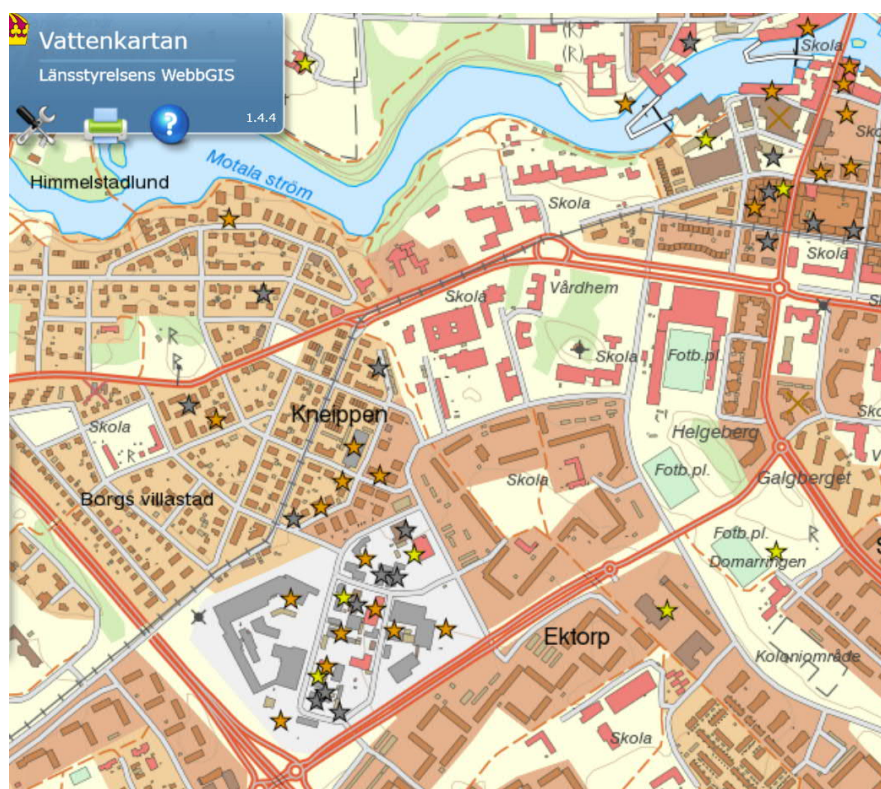
Figur 6. Hög (röd), medelhög (gul) och låg (grön) genomsläpplighet. Karta från SGU.

Inom Västra Staden finns flera potentiellt förorenade områden (Figur 7). Inom området Kneippen sanerades en fastighet nyligen där marken var mycket förorenad. Industriområdet inom delområdet DUT5148 har flera tidigare och nutida verksamheter som kan orsaka förorening i mark, bland

annat bilvård, verkstadsindustri med halogena lösningsmedel, ytbehandling av trä, drivmedelshantering, kemtvätt med lösningsmedel och grafisk industri.

Vanliga föroreningar från bilvård kan vara ftalater, alkylfenoler, fluorerande ämnen och fosfor. Inom Ektorp och i Domarringen finns ett potentiellt förorenat område, plantskolor. De föroreningar som kan utgöra störst problem från tidigare plantskolor är olika typer av bekämpningsmedel, både organiska ämnen, till exempel DDT och metaller.

Vissa av dessa potentiella föroreningar i mark kan spridas med dagvatten, grundvatten eller via ledningsgravar. Platsspecifika förutsättningar vad gäller föroreningsbelastning har inte undersökts, men där det finns risker och nya byggnationer eller åtgärder planeras bör markundersökningar utföras.



Figur 7. Potentiellt förorenade områden (stjärnor). Karta från Länsstyrelsens WebbGIS.

## RECIPIENTEN

Dagvatten från Västra staden avrinner mot vattenförekomsten **Motala Ström Glan-Bråviken** (SE649609-152033), som är ett 11 km långt vattendrag mellan sjön Glan och kustvattnet Bråviken, Figur 8. Totala avrinningsområdet för Motala Ström är 15 000 km<sup>2</sup> och vattendraget mynnar i Bråviken i Östersjön. Stationskorrigerade medelvattenflödet vid nedströms mätstation i Strömmen är 99 m<sup>3</sup>/s, medellågvattenflödet 47 m<sup>3</sup>/s och medelhögvattenflödet 182 m<sup>3</sup>/s (SMHI vattenwebb AROID 649662-151837).

Enligt *Riktlinjer för dagvattenhantering i Norrköpings kommun* (2009) har Motala Ström recipient klass 1, mycket känslig recipient. I riktlinjerna klassas recipienterna utifrån skydd av naturvärde, dricksvatten, badvatten (allmän badplats) och miljö kvalitet.



Figur 8. Motala Ström (turkost) mellan Glan och Bråviken. Planområdets placering markerat schematiskt i svart. Kartutdrag från VISS.

Markanvändningen inom hela avrinningsområdet mot Motala Ström är främst skogs- och jordbruk, med en relativt stor andel sjöar (SMHI vattenwebb). Betydande lokala påverkanskällor enligt VISS är reningsverk, industriutsläpp, förorenade områden, deponier, jordbruk, enskilda avlopp, atmosfärisk deposition och urban markanvändning. Vidare är vattendraget ett kraftigt modifierat vatten med ett vattenkraftverk som utgör vandringshinder med betydande påverkan på vattendragets konnektivitet.

### **Ekologisk och kemisk status**

Den sammanvägda ekologiska statusen i vattendraget är otillfredsställande. Bedömningen bygger på att antalet åtgärder som genomförts i vattenförekomsten eller i verksamheter som påverkar vattenförekomstens hydromorfologiska och ekologiska kvalitetsfaktorer är få.

Kiselalgssammansättningen visar på måttlig status och mängden näringsämne (fosfor) bedöms som måttlig status, men medelkoncentrationen är mycket nära en klassning för god status. Medelkoncentrationen för totalfosfor i Motala Ström har beräknats till 32 µg/l, uppgift från VISS. För att uppnå god status krävs ett medelvärde på mindre än just 32 µg/l (dubbla referensvärdet på 16 µg/l). Total nettobelastning från hela avrinningsområdet till Motala Ström baserat på övergripande modelleringen från SMHI presenteras i Tabell 4. De största källorna är jordbruk och internbelastning. Övriga fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer visar på god status.

Konnektiviteten och morfologin har dålig respektive otillfredsställande status i vattendraget till följd av flertalet definitiva vandringshinder (dammar), samt en stor del brukad mark och anlagda ytor längs vattendraget.

Motala Ström uppnår ej god kemisk status på grund av förhöjda halter av PFOS (perfluoroktansulfonat). Potentiella källor för PFOS i tillrinningsområdet är bland annat brandövningsplatser och områden där släckarbete utförts med brandsläckningsskum. För PFOS är miljökvalitetsnormen för ytvatten (MKN ytvatten årsmedelvärde) fastställd till

0,65 ng/l (Nanogram/liter). Mätningar av vattnets innehåll av PFOS vid två stationer (Glans utlopp och Motala ströms utlopp i Bråviken) i juni 2013 visade på koncentrationer över gränsvärde. Koncentrationen var 3,4 ng/l i Glans utlopp och 6,0 ng/l i Norrköping/Motala ströms utlopp i Bråviken.

Inte heller för kvicksilver och polybromerade difenyleter uppnås god status, men dessa ämnen är förhöjda i samtliga svenska ytvatten och klassificerade utifrån nationella modelleringar. Övriga föroreningar har halter under gränsvärde och därmed god status eller är inte klassificerade i VISS.

Tabell 4. Total nettonäringsämnesbelastning från hela avrinningsområdet till Motala Ström. Data från SMHI S-HYPE modellering. (SUBID 4507, AROID 649627-152112)

	<b>Kväve [kg/år]</b>	<b>Fosfor [kg/år]</b>
Sjö & Vattendrag	289 000	0
Skog & Hygge	384 000	13 000
Myr	16 000	0
Jordbruk	1 235 000	42 000
Övrigt	62 000	2 000
Urbant inkl. dagvatten	30 000	2 000
Enskilda avlopp	29 000	4 000
Avloppsreningsverk	262 000	6 000
Industri	54 000	4 000
Internbelastning	0	36 000
<b>Totalt:</b>	<b>2 361 000</b>	<b>109 000</b>

### **Beslutade miljö kvalitetsnormer**

Gällande miljö kvalitetsnorm för Motala Ström är god ekologisk status senast 2027, då problem med konnektivitet och morfologiska förändringar samt övergödning ska vara lösta. För kemisk status har kvicksilver och polybromerade difenyleter mindre stränga krav, baserat på nationella modelleringar. PFOS ska uppnå god kemisk status. Övriga ämnen ska behålla god status.

Icke-försämringskravet gäller för alla vattenförekomster och innebär att alla förekomster ska bibehålla god status och att mänskliga verksamheter inte får försämra statusen i någon förekomst. Den tidigare tolkningen av lagstiftningen kring MKN för vatten har varit att det är en vattenförekomsts övergripande status (t.ex. den ekologiska statusen) som inte får försämras. I och med en vägledande dom från EU-domstolen under år 2015, den så kallade Weserdomen (mål C461/13), är icke-försämringskravet istället kopplat till en försämring av status på kvalitetsfaktornivå.

## **FÖRORENINGAR I DAGVATTEN**

Dagvatten är regnvatten, smältvatten och spolvatten som via diken eller ledningar rinner ut till recipient.

Vanliga föroreningar i dagvatten som har betydelse för miljön:

- Fosfor (P) och kväve (N) ger upphov till övergödning i sjöar och hav, vilket orsakar bland annat algblomning och syrebrist. Vanliga källor: Bräddat avloppsvatten, djurspillning och gödsling,

trafikavgaser, fordons- och gatutvätt, atmosfäriskt nedfall (gäller kväve).

- Tungmetaller t.ex bly (Pb), Kadmium (Cd) och kvicksilver (Hg) kan vara mycket giftiga för människor och djur. Vanliga källor: fordon och infrastruktur, diffus spridning och naturlig förekomst (geologi).
- Metallerna koppar (Cu) och Zink (Zn) är giftiga för vattenlevande djur och växter. Vanliga källor: Byggnader, fordon och galvade stolpar, räcken, naturlig förekomst (geologi).
- Metallerna nickel (Ni) och krom (Cr) har negativ påverkan på människor och djur. Vanliga källor: Fordon, batterier, fasader, stålkonstruktioner (särskilt vid saltexponering), naturlig förekomst (geologi).
- Olja är skadligt för människor och djur samt giftigt för växter. Vanliga källor: Oljeutsläpp, trafik, läckage från fordon och cisterner samt trafikolyckor.
- PAH (polyaromatiska kolväten) är en grupp organiskt miljöstörande ämnen, där många är cancerogena och giftiga för människor, samt giftiga för vattenlevande djur. Vanliga källor: bildas vid all förbränning av kolväten, trafikavgaser, småskalig vedeldning, oljeprodukter, asfalt, tjära, däck och utsläpp från industrier.
- Suspenderat material skadar gälar och andra organ hos vattenlevande djur och täcker bottnar samt försämrar ljusförhållanden för växter. Vanliga källor: Schakt- och markarbeten, erosion, utsläpp vid borrning och uppslamning av sediment.

Utöver ovan nämnda föroreningar kan vägsalt påverka grundvatten, risk för toxicitet och fastläggning av bland annat metaller. Även patogener som bakterier, virus och parasiter kan spridas via dagvatten. Felkopplade spillvattenserviser kan vara ett problem.

Dagvatten från centrumområden, hårt trafikerade ytor och stora parkeringsplatser innehåller ofta föroreningar i form av organiskt material, kväve, fosfor, bly, koppar och zink. Genererade föroreningsmängder kan till viss del styras med genomtänkta materialval vad gäller byggmaterial, armaturer, räcken och stolpar.

Föroreningar i dagvatten är till största delen partikelbundna. Detta gäller metaller, fosfor, en stor del organiska ämnen (organisk substans) och PAH. Undantag finns för salter, till exempel vägsalt, och olja. Olja är lättare än vatten och kan därför spridas vidare med dagvattnet där huvuddelen av oljan lägger sig på vattenytan. Olja kan också bära med andra svårlösliga organiska miljögifter såsom PAH.

PFOS har uppmätts i förhöjda halter i Motala Ström. Koncentrationen var 3,4 ng/l i Glans utlopp och 6,0 ng/l i Norrköping/Motala ströms utlopp i Bråviken (VISS, mätvärden från 2013). Gränsvärdet för årsmedelvärde i vattenförekomster är 0,65 ng/l (HCMFAS 2015:4). PFOS är ett av flera tusen

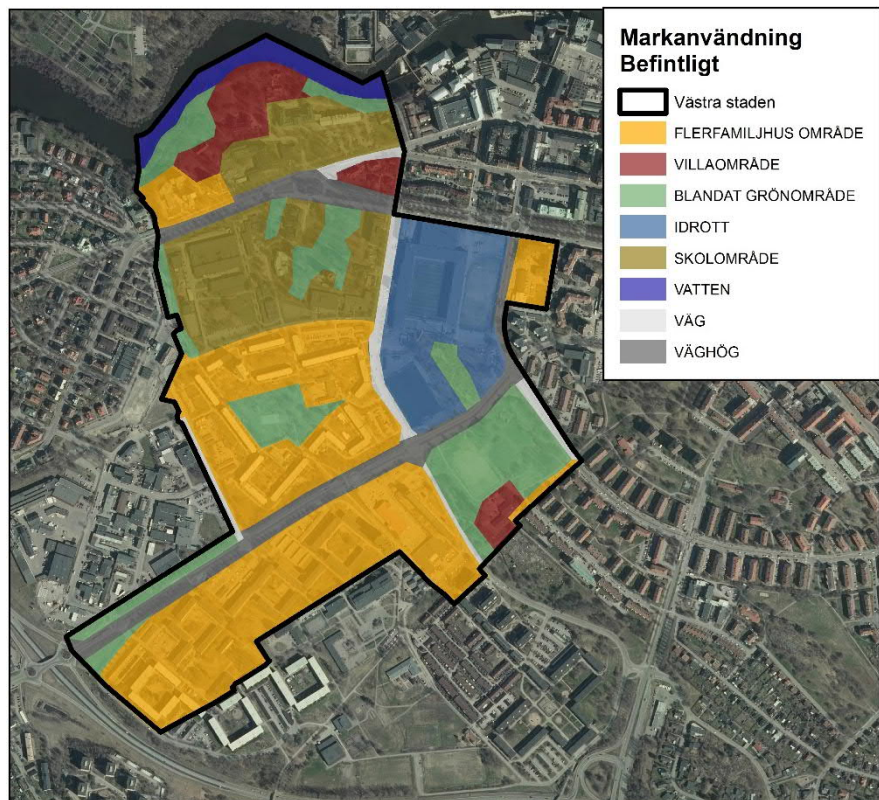
PFAS-ämnen och för närvarande den värsta av de som man känner till. PFOS kan från en källa kanaliseras via dagvatten och reningsverk ut i ytvatten. PFOS är ett så kallat PBT-ämne, det vill säga persistent, bioackumulerande, toxiskt. Det innebär att PFOS inte bryts ned i naturen, utan ansamlas där, att det är kroniskt giftigt, reproduktionsstörande och giftigt för vattenlevande organismer. PFOS har tidigare används i rengöringsmedel, brandsläckningsskum samt i impregneringsmedel i en rad produkter såsom mattor, möbler, papper, textilier och läder. Nuvarande användningar är bland annat förkromning av metaller, inom halvledarindustrin och i hydrauliska oljor inom flygindustrin. PFOS kan också komma med långväga atmosfärisk transport.

## MARKANVÄNDNING

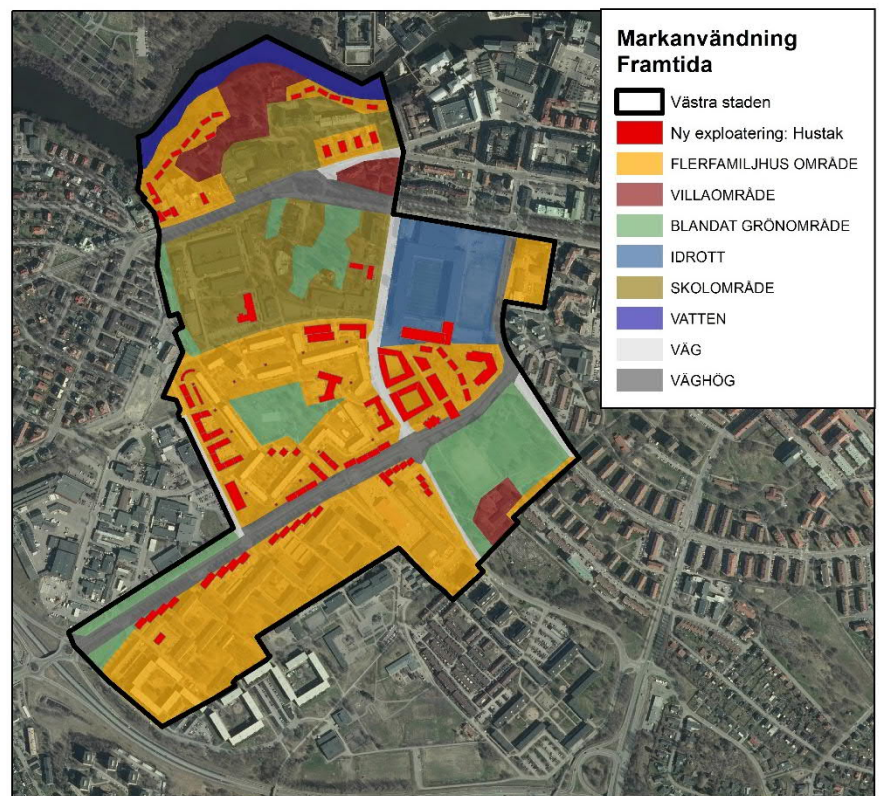
I beräkningsprogrammet StormTac kan det teoretiska föroreningsinnehållet från dagvatten beräknas med schablonhalter. Programmet använder föroreningsdata från studier från olika typer av markanvändningar. För att uppskatta föroreningsbelastningen på recipienten har en kartering över markanvändningen inom Västra staden skapats.

Markanvändningen har karterats med hjälp av grundkarta, flygfoto, topografiska data i GIS samt underlag över planerad exploatering. De olika typer av markanvändning som använts i områdena är flerfamiljshusområde, villaområde, blandat grönområde, idrottsplats, skolområde och väg med högre och lägre trafikintensitet.

Uppskattad befintlig markanvändning presenteras i Figur 9 och markanvändning efter förtätning (framtida) i Figur 10. Skillnaden mellan scenarierna är dels att vissa områden som idag är grönområden eller idrottsområden blir bostadsområden, dels att avrinningskoefficienterna ökar i och med att befintliga bostadsområden förtätas. Area, reducerad area och avrinningskoefficienter för Västra Staden före och efter förtätning presenteras i Tabell 5 och Tabell 6.



Figur 9. Kartering av befintlig markanvändning.



Figur 10. Kartering av framtida markanvändning.



Tabell 5. Markanvändning, area, reducerad area och volymavrinningskoefficienter i Västra Staden före förtätning.

<b>Före</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>Area red. (ha)</b>	<b>Avr. koeff</b>
Flerfamiljshusområde	28,9	12,4	0,43
Villaområde	4,2	1,1	0,25
Blandat grönområde	11,6	1,5	0,13
Idrott	8,1	4,2	0,51
Skolområde	12,8	6,3	0,49
Väg (2 000 bilar/dygn)	2,2	1,2	0,53
Väghög (15 000 bilar/dygn)	6,4	3,8	0,59
<b>Totalt:</b>	<b>74,2</b>	<b>30,4</b>	<b>0,41</b>

Tabell 6. Markanvändning, area, reducerad area och volymavrinningskoefficienter i Västra Staden efter förtätning.

<b>Efter</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>Area red. (ha)</b>	<b>Avr. koeff</b>
Flerfamiljshusområde	34,7	16,6	0,48
Villaområde	3,9	1,1	0,27
Blandat grönområde	9,4	1,5	0,16
Idrott	5,5	4,2	0,75
Skolområde	12,1	6,3	0,52
Väg (2 000 bilar/dygn)	2,3	1,2	0,53
Väg-hög (15 000 bilar/dygn)	6,4	3,8	0,60
<b>Totalt:</b>	<b>74,2</b>	<b>34,6</b>	<b>0,47</b>

Volymavrinningskoefficienter har uppskattats utifrån att takytor har en avrinningskoefficient på 0,9, asfalt 0,8, obebyggd kvartersmark 0,1 (ej asfalterad) eller 0,5 (delvis asfalterad) och grönområden 0,05 - 0,1. För varje område per markanvändningskategori har den samlade avrinningskoefficienten uppskattats, Tabell 5 och Tabell 6.

Skillnaden mellan de avrinningskoefficienter som används för skyfallskartering och de som används för uppskattning av dagvattenrening baseras på att de motsvaras av flödet från olika regn. För dagvattenreningen är det av intresse att uppskatta avrinningen med fokus på mindre regntillfällen, eftersom de bidrar till största del till avrinningen över ett år. Vägområdena får en lägre avrinningskoefficient eftersom både asfalt och grönområde finns inom vägområdet, och grönområdena sänker den totala avrinningskoefficienten.

## ANTAGANDEN FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Föroreningsbelastning från dagvatten uppskattas som kg per år, eftersom det är den samlade belastningen över tid som har påverkan på recipienten. Beräkningarna görs med hjälp av StormTac web (v18.3.2).

Följande antaganden har gjorts i beräkningarna:

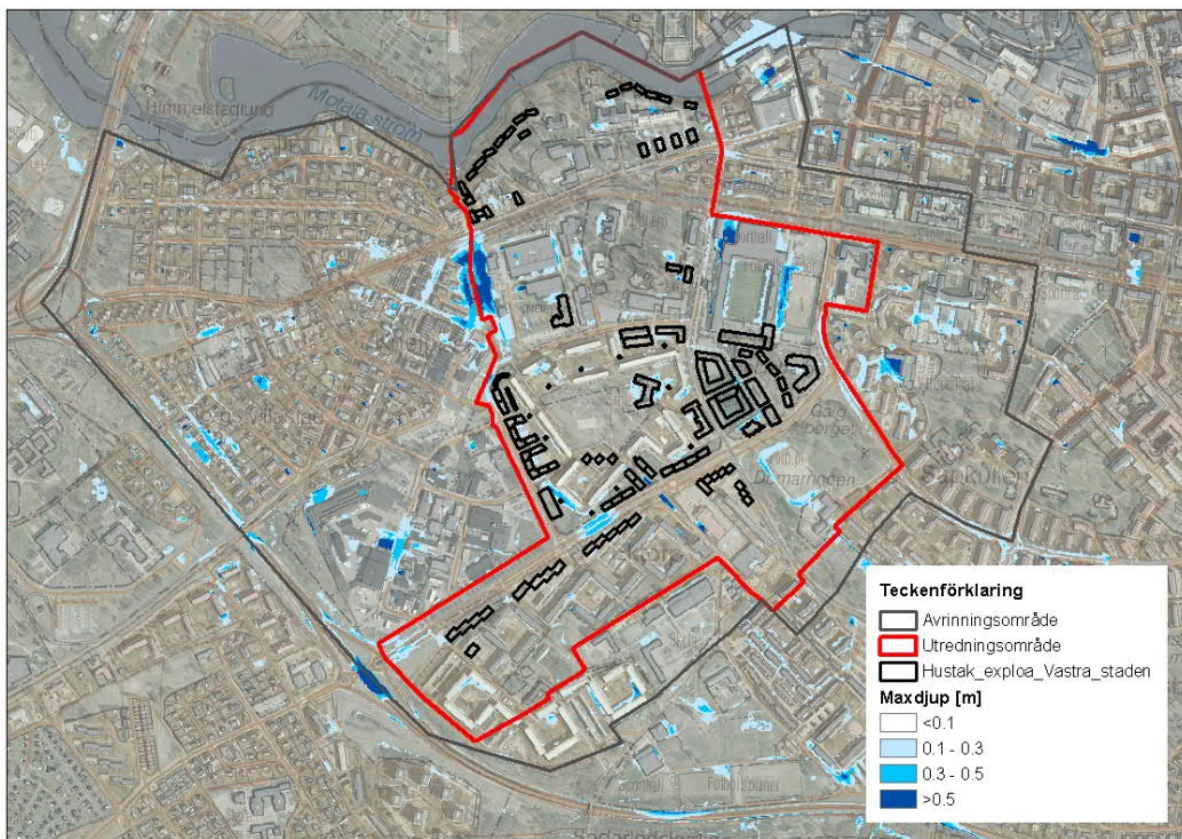
- Korrigerad årsnederbörden har satts till 517 mm/år. Uppmätt medelårsnederbörd är 469 mm/år (hämtat från SMHIs mätstation nummer 8634 Norrköping) och korrigerat med 1,1 (generell Svensk faktor enligt Dahlström, 2006). För att omvandla uppmätt nederbörd till korrigerat värde multipliceras den uppmätta nederbörden med korrektionsfaktorn.
- Markanvändningen för Västra Staden har karterats motsvarande Figur 9 och Figur 10, med area, reducerad area och volymavrinningskoefficienter enligt Tabell 5 och Tabell 6.
- För specifika reningsåtgärder har de hårdgjorda ytor som avrinner mot åtgärden inkluderats.
- Årlig medeldygnstrafikintensitet (ÅDT) för Linköpingvägen och Skarphagsleden har uppskattats utifrån prognosmodell från Norrköping kommun till cirka 15 000 bilar/dygn (väg, klass 6 och faktor 15 i StormTac).
- ÅDT för mindre vägar har uppskattats till cirka 2000 bilar/dygn (väg, klass 3 och faktor 2 i StormTac). Även detta utgår från prognosmodell från Norrköpingskommun, med medel runt 2000 bilar/dygn.

## 6 RESULTAT OCH ÅTGÄRDSFÖRSLAG

### SKYFALLSKARTERING - RESULTAT

#### *Vattendjup*

Redovisade maximala vattendjup i utredningsområdet har tagits fram baserat på en simuleringsperiod på drygt 1 timme från regnets start. Beräkningarna har då pågått tillräckligt länge för att den huvudsakliga avrinningen hunnit avstanna och att vattnet hunnit nå modellens lågpunkter. Figur 11 visar en översikt över det maximala vattendjupet i varje beräkningscell under simuleringsperioden vid ett klimatanpassat 100-årsregn (med avdrag för ledningsnätet). Det är däremot inte givet att dessa vattendjup inträffar vid samma tidpunkt i hela området.

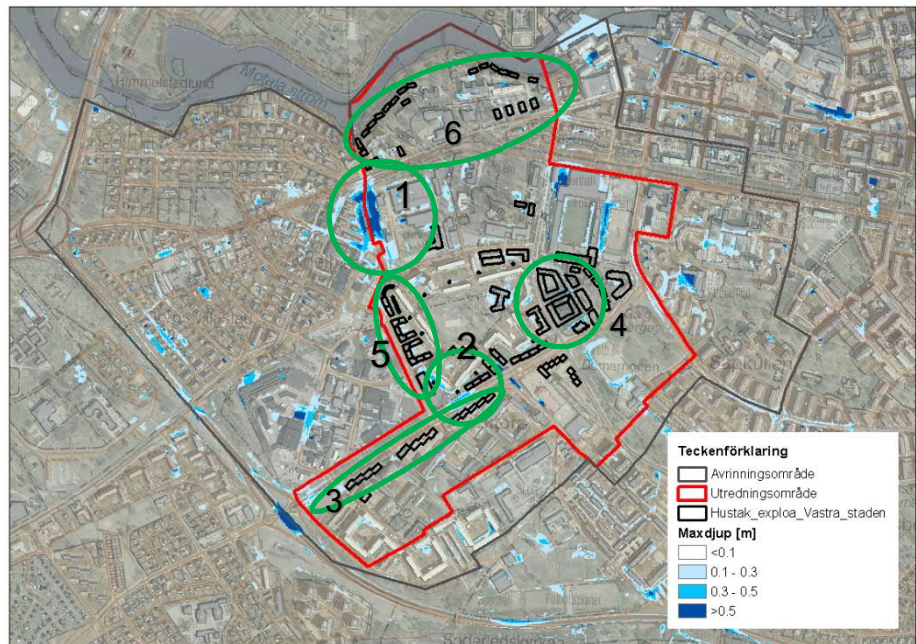


Figur 11. Max vattendjup vid ett skyfall över utredningsområdet Västra staden (röda linjer markerar utredningsgränsen och den mörkgrå linjen för avrinningsområdet).

Fokus har främst legat på att titta på vattendjupen vid de områden med relativt stora vattendjup eller där hus ska exploateras, men även en del vägar är intressanta. Se de olika inzoomade områdena i Figur 12. Inom utredningsområdet finns det även många mindre platser där det ställer sig vatten med ett djup på ca 0,1-0,3 m.

De prioriterade områdena är:

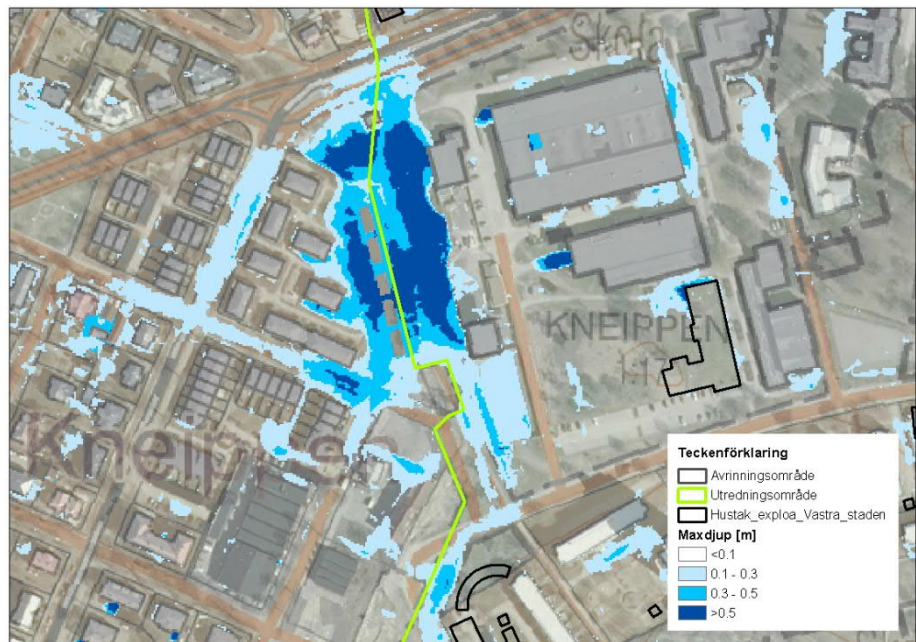
- 1 Oskarsparken
- 2 Skarphagsleden
- 3 Fastigheter i Skarphagen, längs med Skarphagsleden
- 4 Såpkullen
- 5 Fastigheter i Ektorp öster om Idrottsgatan
- 6 Fastigheter längs med Motala ström i Kneippen



Figur 12. De olika områdena där vattendjupen analyserats mer i detalj; 1 "Oskarsparken", 2 Skarphagsleden, 3 Fastigheter i Ektorp, längs med Skarphagsleden, 4 Såpkullen, 5 Fastigheter i Ektorp öster om Idrottsgatan och 6 Fastigheter längs med Motala ström i Kneippen.

### 1 "Oskarsparken" - vattendjup

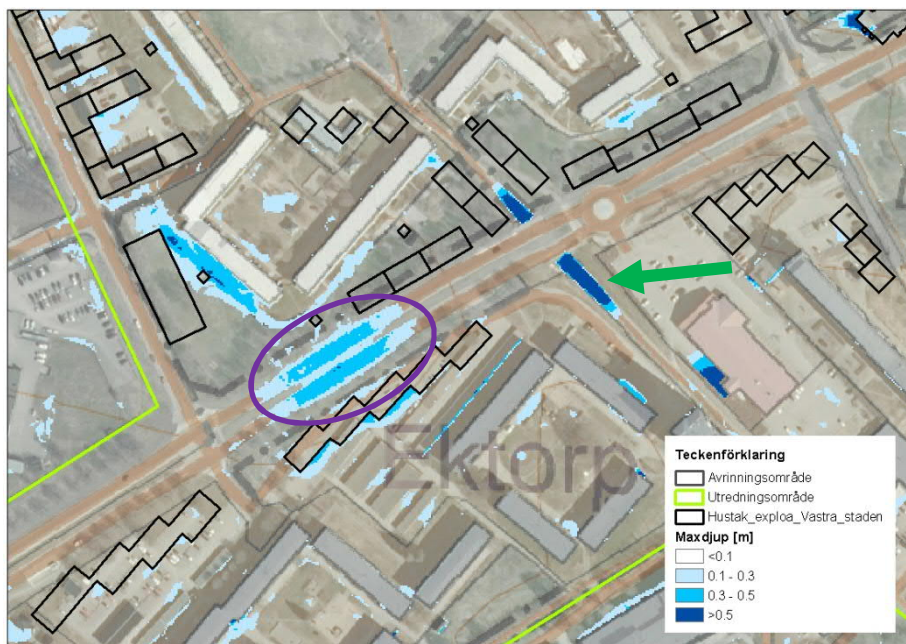
I området Oskarsparken ställer det sig mycket vatten över ett relativt stort område. Det maximala vattendjupet är ca 0,8-0,9 m. Det gäller både de grönytor som är i området men också på Oskarsgatan mellan bostadshus och garage. Det är flera rinnvägar uppströms området som leder vattnet till Oskarsparken. Se Figur 13.



Figur 13. Maximalt vattendjup för området Oskarsparken och på Oskarsgatan.

## 2 Skarphagsleden - vattendjup

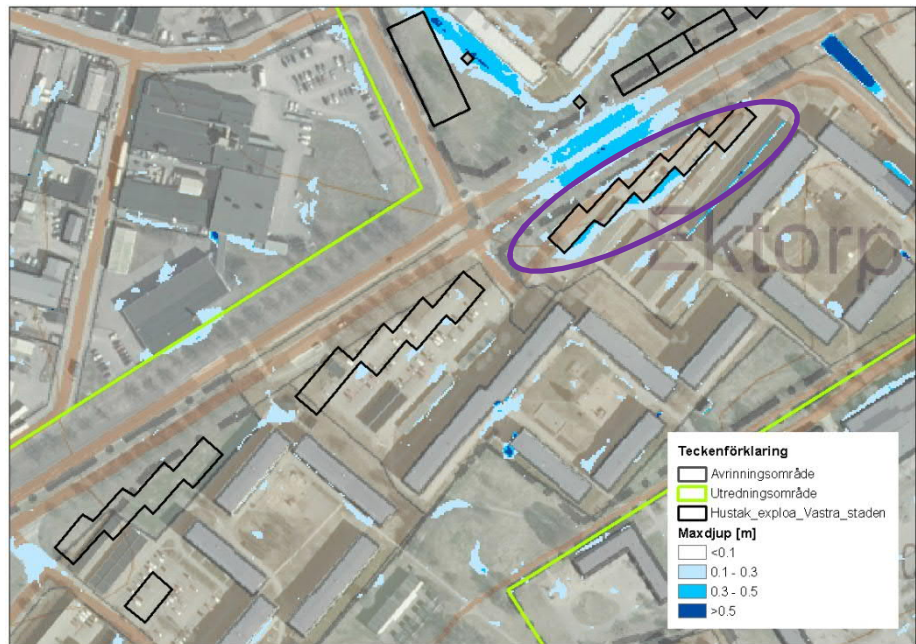
På Skarphagsleden i närheten av korsningen Skarphagsleden/Idrottsgatan ansamlas det vatten på en sträcka av ca 90 m där det är en svacka på vägsträckan. Det maximala vattendjupet är ca 0,4 m. Under Skarphagsleden finns det en GC-underfart där det ansamlas vatten. Se Figur 14.



Figur 14. Maximalt vattendjup på Skarphagsleden visas i den lila cirkeln samt en GC-underfart med maximalt-vattendjup som markerats med en grön pil.

## 3 Fastigheter i Ektorp, längs med Skarphagsleden. – vattendjup

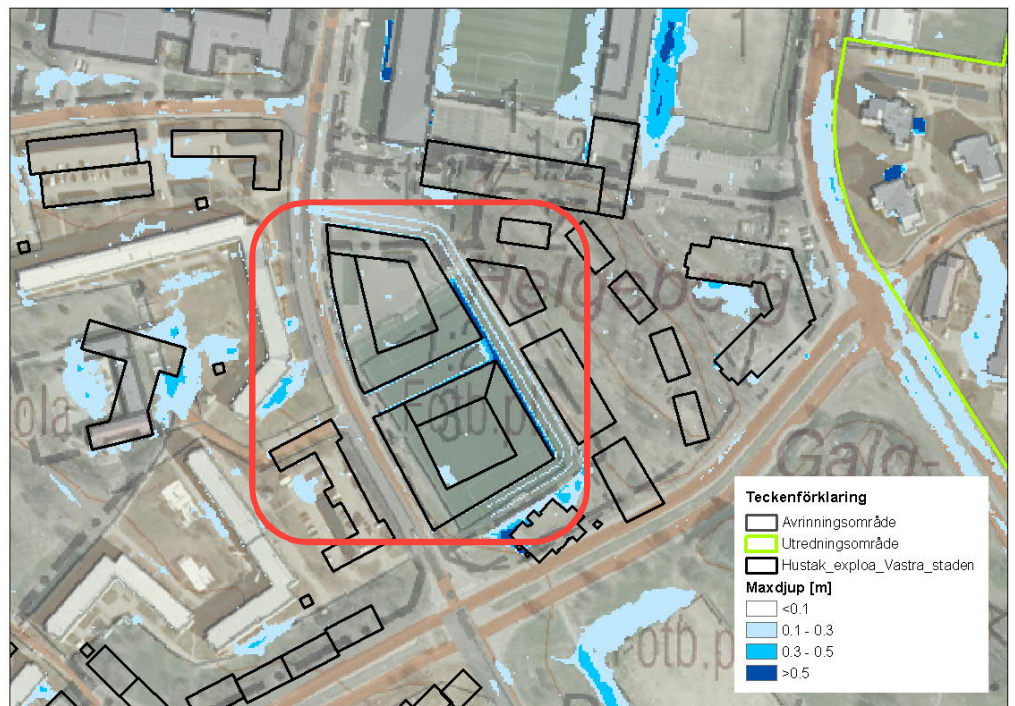
Fastighetslängorna som ska byggas söder om Skarphagsleden placeras längst ner av en kulle. Detta gör att det samlas vatten längs med fastigheterna med ett maximalt vattendjup på 0,3-0,5 m. Den fastighetslängan som är placerad längst öster ut, närmast Ektorpsgatan, drabbas hårdast av vattnet. Se Figur 15.



Figur 15. Maximalt vattendjup vid fastigheterna söder om Skarphagsleden. Vid fastighetslängan längst till öster i bild, inringad i lila, ansamlas det mest vatten.

#### 4 Såpkullen - vattendjup

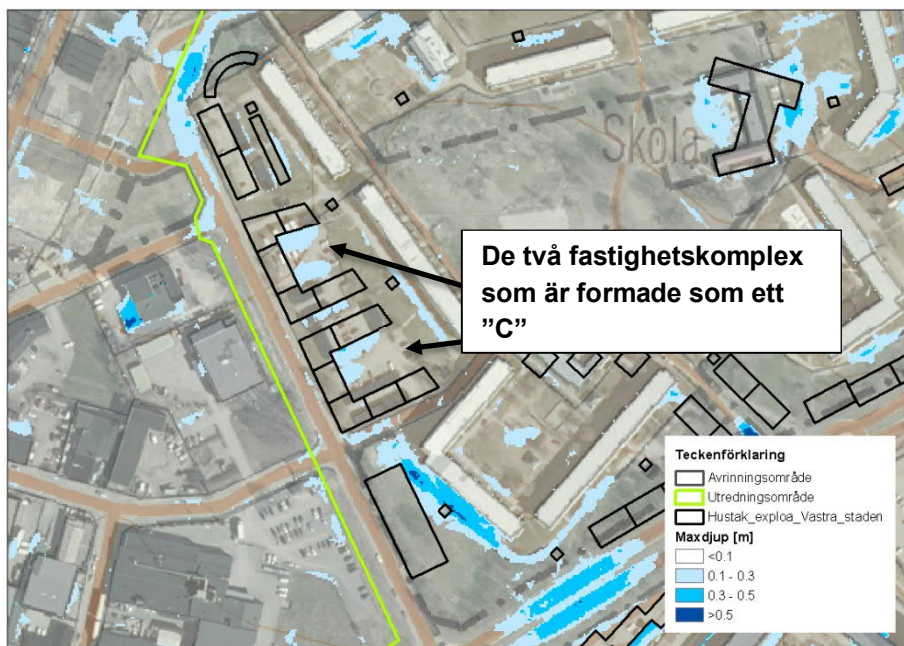
I området Såpkullen söder om IFK Norrköpings arena ska det exploateras. Fastigheter och vägar planeras att byggas både uppe på en högpunkt men också nedanför där det är ganska platt. Det ställer sig vatten på den tänkta vägen med ett maximalt djup på ca 0,1-0.2 m. Se Figur 16.



Figur 16. Maximalt vattendjup vid området Såpkullen, inringat i rött.

## 5 Fastigheter i Ektorps öster om Idrottsgatan - vattendjup

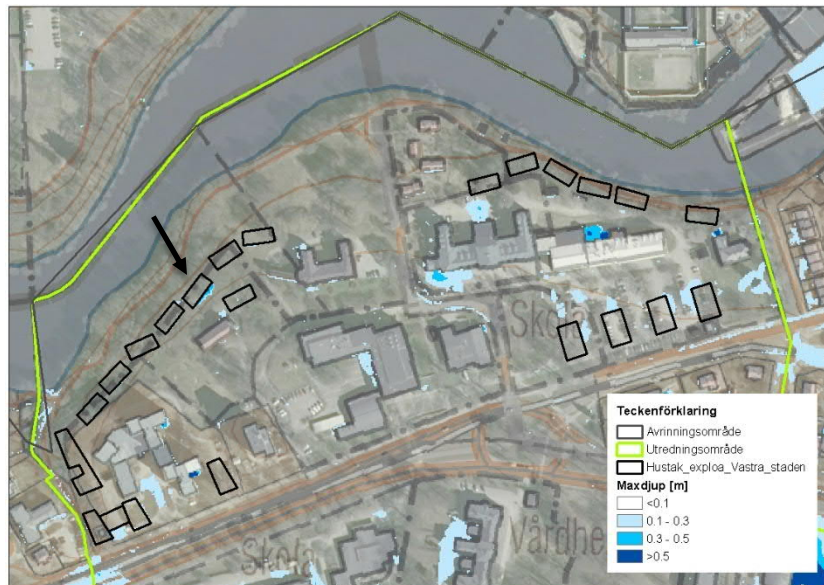
I området öster om Idrottsgatan ska det förtäas med fler byggnader. Två av huskomplexen placeras som ett "C". Där ansamlas vatten längs med fastigheterna, både inne på gården och utanför, med ett maximalt vattendjup på 0,1-0,3 m. Vid Fastigheterna som är i korsningen Idrottsgatan-Fotbollsgatan ansamlas det vatten intill huskroppen, maximalt djup på ca 0,2 m. Dock ansamlas det ganska mycket vatten i svängen vid samma vägkorsning. Fastigheten som är tänkt att byggas nära korsningen Idrottsgatan/Skarphagsleden där ställer det sig en del vatten mellan nya och befintliga fastigheter. Det maximala vattendjupet är ca 0,4-0,5 m. se Figur 17.



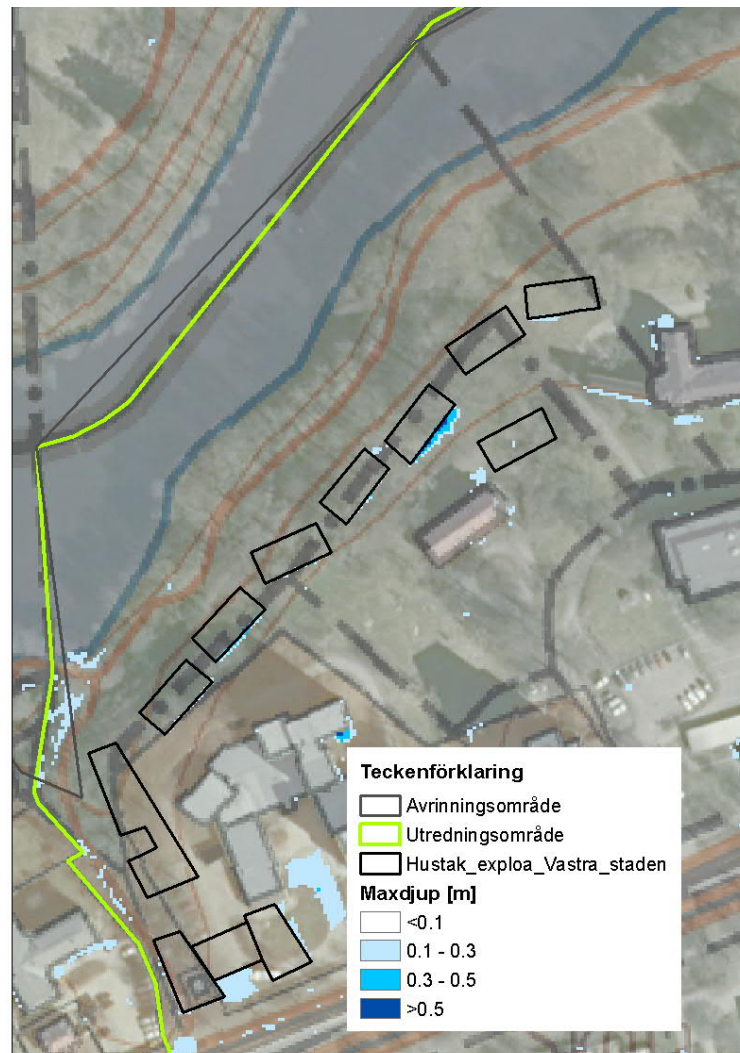
Figur 17. Maximalt vattendjup i området vid Idrottsgatan.

## 6 Fastigheter längs med Motala ström i Kneippen- vattendjup

I slutningen ner från Linköpingsvägen till Motala ström ska det byggas byggnader. Med tanke på att det är ganska skarp gradient ner mot Motala ström ställer det sig vatten vid fastigheterna. De maximala vattendjupen är ca 0,5–0,6 m. Det är främst en fastighet som drabbas av att det ställer sig vatten vid fastigheten även om det ställer sig vatten vid de andra fastigheterna också. Se Figur 18.



Figur 18. Maximalt vattendjup i området mellan Linköpingsvägen och Motala ström. Fastigheten som drabbas mest visas med en pil. För en inzoomad bild se Figur 19.

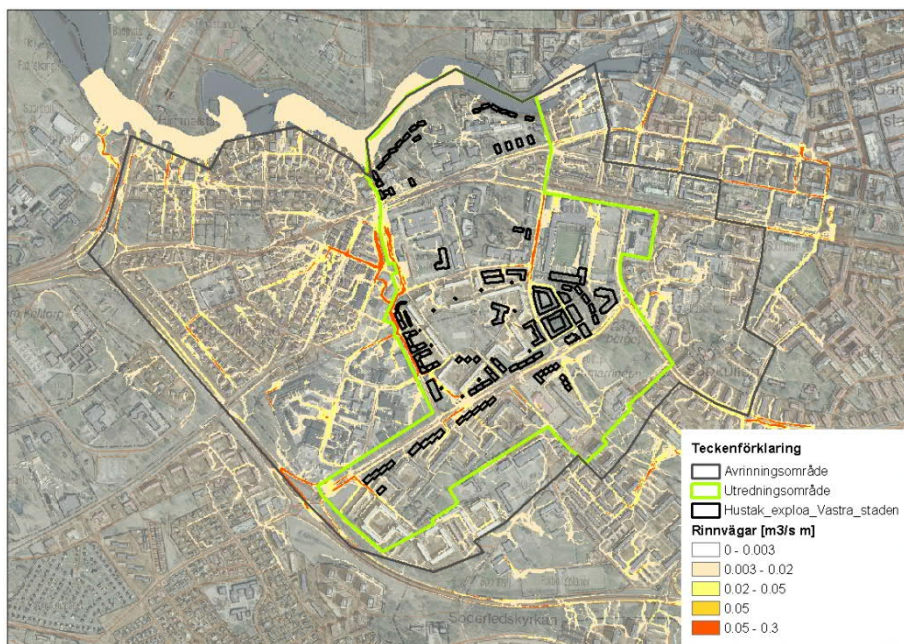


Figur 19. Maximalt vattendjup inzoomat vid några av fastigheterna närmast Motala ström. Bland annat den fastighet där det ställer sig mest vatten.



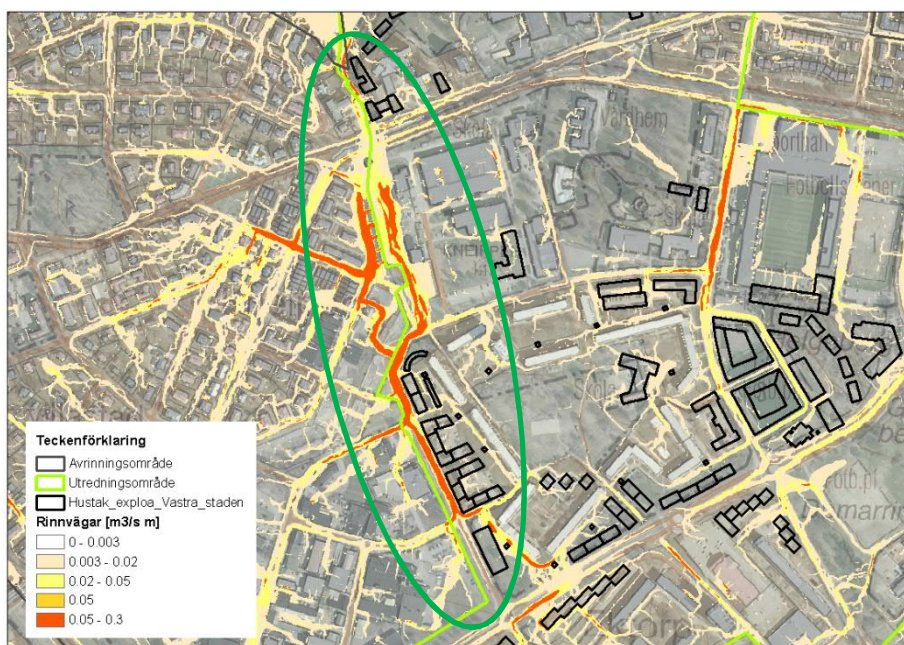
## Rinnvägar

I området för Västra staden är det några större rinnvägar där vattnet tar sig fram ner mot Motala ström och till Söderleden. Se Figur 20.



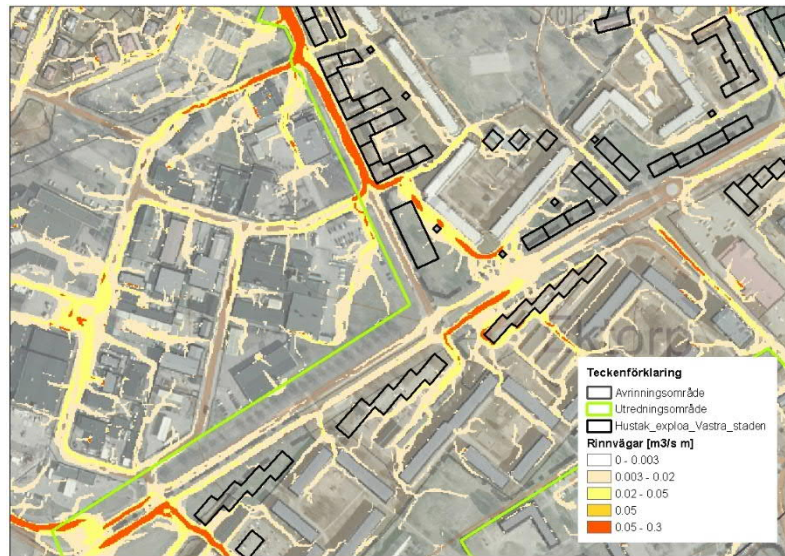
Figur 20. Översiktsskarta över rinnvägarna, [m<sup>3</sup>/s per m]. Avrinningsområdet (mörkgrå linje) och utredningsområdet (grön linje) är markerat på kartan.

En av de stora rinnvägarna i området är Idrottsgatan ner mot Linköpingsvägen via Oskarsparken och vidare ner till Motala ström. Se Figur 21. För att se djup och utbredning på det ansamlade vattnet i Oskarsparken, se Figur 13.

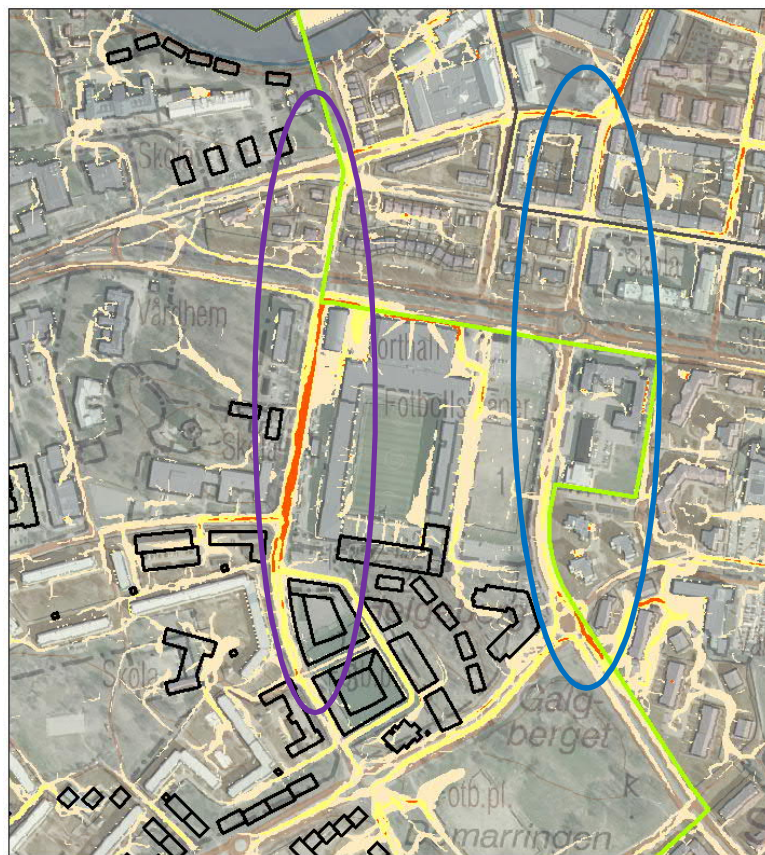


Figur 21. Den stora rinnvägen [m<sup>3</sup>/s per m], Idrottsgatan ner mot Linköpingsvägen och vidare ner till Motala ström. Rinnvägen är markerad med grön elips.

Bostadsområdet, i Ektorp, söder om Skarphagsleden ligger på en höjd där vattnet letar sig ner till Skarphagsleden och vidare antingen mot Idrottsgatan eller mot Söderleden. Se Figur 22. Även Ektorpsgatan och Albrektsvägen är två större rinnvägar i området. Se Figur 23.



Figur 22. Rinnvägar [m<sup>3</sup>/s per m] inom bostadsområdet i Ektorp, söder om Skarphagsleden.



Figur 23. De lite större rinnvägarna [m<sup>3</sup>/s per m] på Ektorpsgatan (lila elips) och Albrektsvägen (blå elips).

## SKYFALLSKARTERING - ÅTGÄRDSFÖRSLAG

För att inte de tilltänkta exploateringsområdena, samt en del andra platser, ska översvämmas vid ett skyfall behövs höjdsättningen ses över. Vid i stort sett alla de planerade byggnaderna, ställer det sig vatten med ett djup på 0,1-0,3 m. Detta gör att det åtminstone behövs att markens höjs med 0,1-0,3 m för att säkerställa att grundläggningsnivån hamnar ovan denna nivå. Vid en lägre grundläggningsnivå krävs att materialet är översvämningståligt. För att minska konsekvenserna av stora regn kan även tillgången av gröna infiltrerbara ytor i stadsbilden ökas.

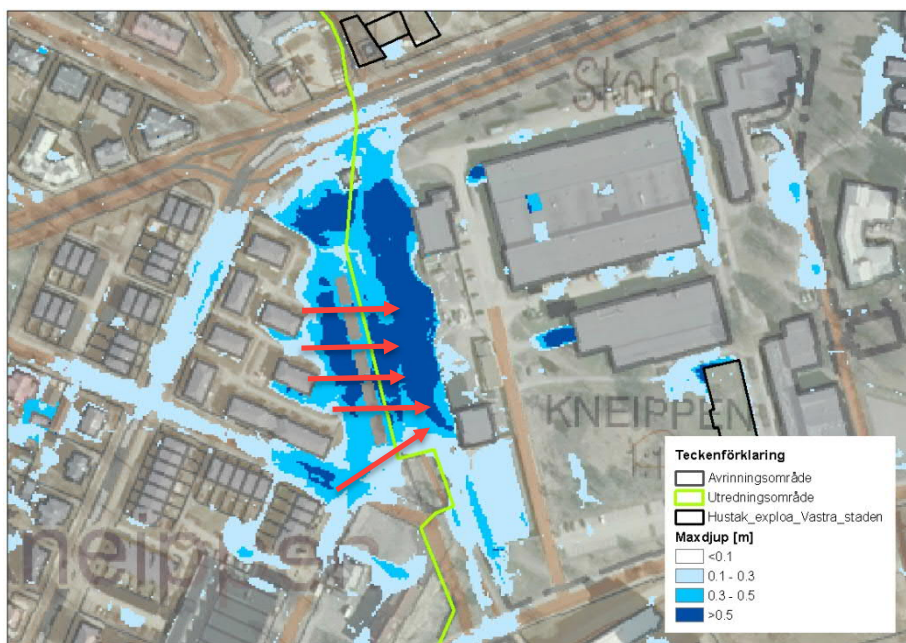
Med tanke på osäkerheter i modelleringen, kan det tänkas att grundläggningsnivån ska anläggas ytterligare någon decimeter högre än vattendjupet som en säkerhetsmarginal.

Följande områden har studerats mer noggrant:

- 1 "Oskarsparken"
- 2 "Skarphagsgatan"
- 3 "Fastigheter i Skarphagen, längs med Skarphagsleden"
- 4 "Såpkullen"
- 5 "Fastigheter i Ektorp öster om Idrottsgatan"
- 6 "Fastigheter längs med Motala ström i Kneippen"

### 1 Oskarsparken

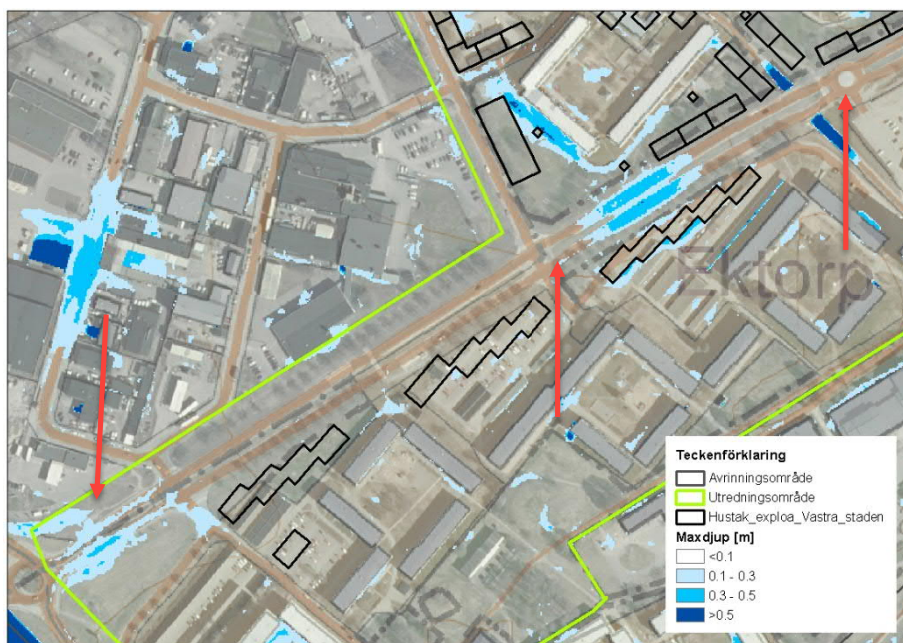
Här behöver man anpassa området så att det går att ansamla vatten i Oskarsparken, t.ex. genom att anlägga en damm här. Befintlig cykelväg genom Oskarsparken bör justeras i höjd eller dras om så att den inte hindrar vatten från att nå den eventuella dammen. På Oskarsgatan (som ligger mellan bostadshus och garage) finns ytterligare en lågpunkt i terrängen där vatten kan ansamlas. Det vore bra att skapa rinnvägar mellan garagen och ner till Oskarsparken för att få bort vattnet från fastigheterna vid Oskarsgatan. Även avvattning från Oskarsparken behöver ses över.



Figur 24. Bild över där det ansamlas vatten i och omkring Oskarsparken och pilar som visar föreslagna rinnvägar ner mot en eventuell damm i Oskarsparken.

## 2 Skarphagsleden

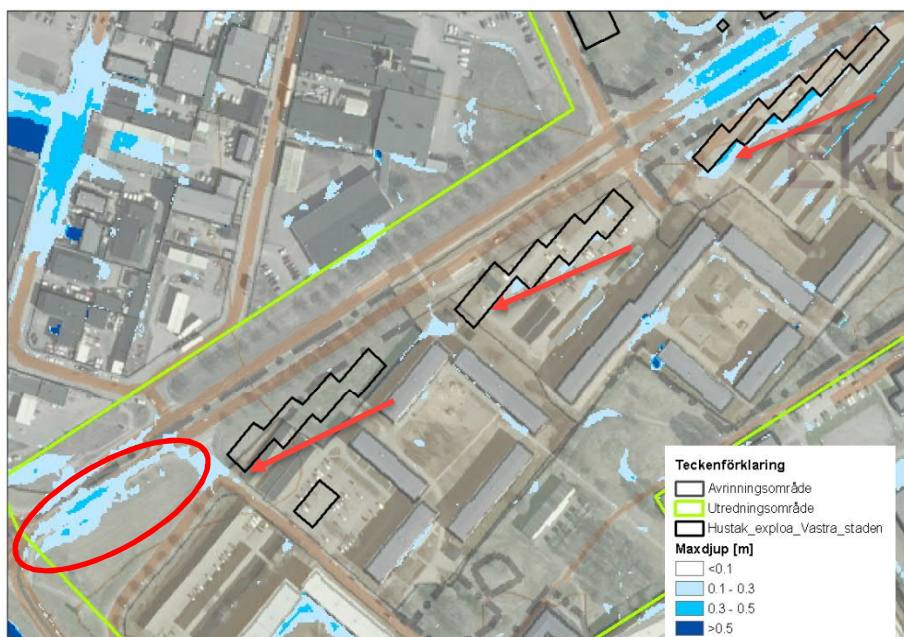
Det ansamlas vatten på Skarphagsleden, framför allt i närheten av korsningen till Idrottsgatan, eftersom det är två lågpunkter när man tittar på sträckan mellan "Lidl-rondellen" och rondellen vid Söderleden. I Figur 25 är vägens ungefärliga högpunkter markerade med pilar. För att säkerställa att Skarphagsleden inte översvämmas behöver flera olika lösningar gås igenom. Vägen skulle kunna höjas så att en lutning skapas mot Söderleden, alternativt skapas gröna stråk (t.ex. växtbäddar) och/eller diken vid sidan om vägen som leder bort vattnet och infiltrerar. Vid en förändring av Skarphagsleden behöver man också titta på vart vattnet från fastigheterna i Ektorp (söder om Skarphagsleden) tar vägen och om det är så att detta kan leda till att flödet ökar på Idrottsgatan.



Figur 25. Pilarna i bilden visar vart det ungefär är hög-punkter på Skarphagsleden.

## 3 Fastigheter i Ektorp, längs med Skarphagsleden

De tre fastighetslängorna som är tänkta att byggas längs med Skarphagsleden (söder om) måste höjdsättas så att marknivån höjs, så att det ej uppstår en instängd yta mot husen. Detta gäller framförallt den huslängan som ligger längst till öster (närmast Ektorpsgatan). Alla fastighetslängorna byggs längs ner på en kulle vilket gör att mycket vatten rinner hitåt och ansamlas vid husfasaden. För att komma till rätta med detta behöver det skapas nya ytliga avrinningsvägar (röda pilar i Figur 26) så att vattnet aldrig når fastigheten. Ett alternativ vore att med nya (anlagda) ytliga rinnvägar leda vattnet till grönytan som är i områdets sydvästra hörn. Se Figur 26. Detta borde tas med i beaktning i framtida detaljplan.



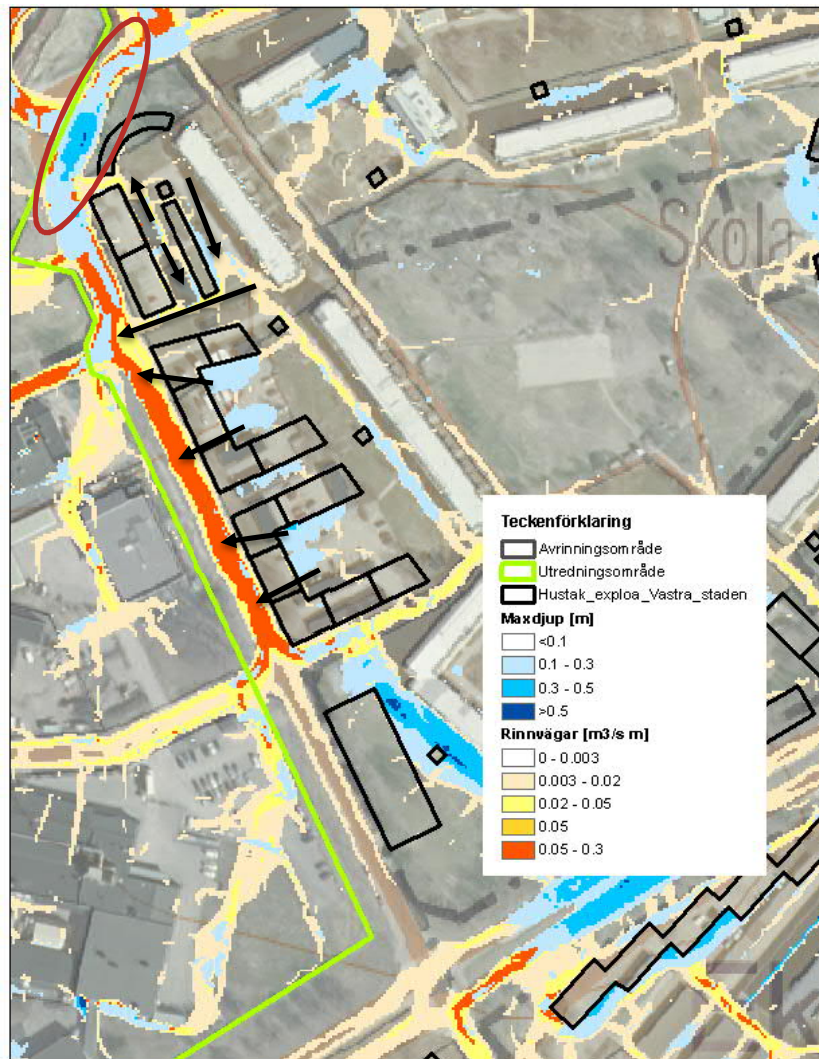
Figur 26. De röda pilarna visar på vart nya rinnvägar exempelvis kan skapas och den röda ringen visar grönytan som eventuellt skulle kunna fungera som översvämningssyta.

#### 4 Såpkullen

I området Såpkullen, där det ska anläggas både nya vägar och fastigheter, kan de nya vägarna användas som rinnvägar för att leda bort vattnet från fastigheterna och ner på Ektorpsgatan. Här behöver man tänka på att använda vägens kantsten som barriär mot fastigheten, samt att området runt fastigheten bör lutas ner mot vägen.

#### 5 Fastigheter i Ektorps öster om Idrottsgatan

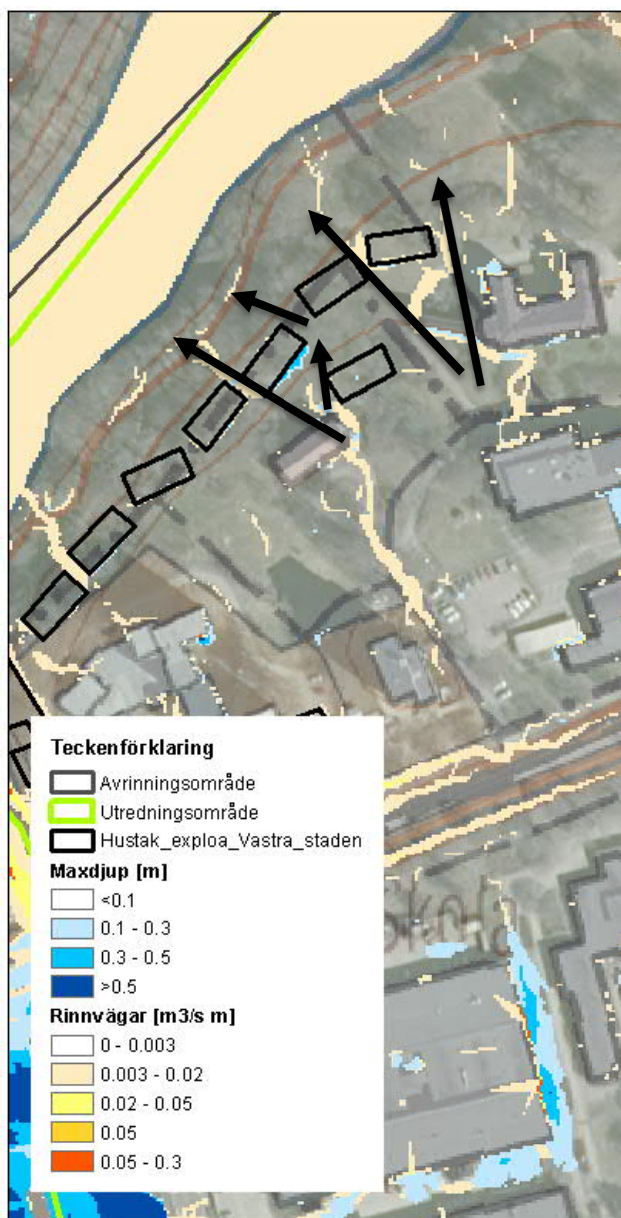
För de fastigheter som är planerade att byggas öster om Idrottsgatan behöver man tänka på att bygga innegården med en lutning bort från husen ifall husen byggs som "täta C" men också arbeta med "gröna ytor" där vattnet kan infiltrera. Alternativt att man skapar rinnvägar mellan husen så att det inte blir några instängda områden. Vid anläggandet av nya rinnvägar bör man undersöka om dessa går att skapa med infiltrerabara ytor så att vattnet inte bara flyttas nedströms utan även infiltrerar. Vid de nya fastigheterna som är tänkta att byggas i korsningen Idrottsgatan/Fotbollsgatan bör man försöka att leda vattnet ut till t.ex. Idrottsgatan. Se pilarna i Figur 27. Önskvärt vore om det gick att skapa ytor i anslutning till Fotbollsgatan för att fånga upp vattnet (se Figur 27) och minska vattenmängden något ner till Oskarsparken.



Figur 27. De svarta pilarna visar rinnvägar som man skulle kunna skapa för att få bort vattnet från fastigheterna samt ett område som eventuellt skulle fungera som en liten översvämningssyta, inringad i rött.

### 6 Fastigheter längs med Motala ström i Kneippen

Marken som eventuellt ska bebyggas närmast Motala ström har en lutning söderut som i nuläget leder vattnet ner mot det planerade läget för husen. Man behöver här skapa rinnvägar i området som leder vattnet bort från fastigheterna – t.ex. någon typ av avskärande diken eller att man försöker att skapa fina rinnvägar mellan husen. Se Figur 28. Men även att man tittar på höjdsättning av lägsta golvhöjden.



Figur 28. Bilden visar några av de tänkta fastigheterna närmast Motala ström och svarta pilar som visar var man behöver titta på alternativa rinnvägar mellan fastigheterna.

## DAGVATTENRENING – FÖRORENINGSBERÄKNINGAR RESULTAT

Resultat för föroreningsbelastning från Västra Staden före och efter förtätning presenteras i uppskattad totalbelastning kg/år i Tabell 7. Enligt uppskattningen skulle förtätningen utan reningsåtgärder leda till en ökning i föroreningsbelastning med 10-20% jämfört med befintlig situation.

Tabell 7. StormTac-resultat för Västra Staden, kg/år före och efter förtätning utan reningsåtgärder, samt skillnaden efter förtätning jämfört med innan. \*Polyaromatiska kolväten: PAH16 är en grupp PAH:er som ofta används vid standardanalys. Benso(a)pyren (BaP) är ett mycket giftigt ämne inom gruppen PAH:er.

StormTac resultat		Före	Efter	Skillnad
		[kg/år]	[kg/år]	
Näringsämnen	Fosfor (P)	39	46	+18%
	Kväve (N)	270	310	+15%
Tungmetaller	Bly (Pb)	2	2,3	+15%
	Koppar (Cu)	4,4	5,1	+16%
	Zink (Zn)	14	16	+14%
	Kadmium (Cd)	0,089	0,1	+12%
	Krom (Cr)	1,6	1,8	+13%
	Nickel (Ni)	1,2	1,4	+17%
	Kvicksilver (Hg)	0,0057	0,0064	+12%
Suspenderade ämnen	SÄ	11000	13000	+18%
Oljeindex	Olja	100	120	+20%
Polycykliska aromatiska kolväten	PAH16*	0,087	0,1	+15%
	BaP*	0,006	0,0071	+18%

I Norrköpings dagvattenriktlinjer från 2009 finns riktvärden för koncentrationer av föroreningar i dagvatten. I Tabell 8 jämförs riktvärden för skyddsvärd recipient (Motala Ström) med uppskattade koncentrationer från planområdet. Enligt uppskattade värden för planområdet överskrider riktvärdeskoncentrationerna för 9 av 12 föroreningar som inkluderas i dagvattenriktlinjerna. I fallande ordning överskrider värden för; suspenderade ämnen, olja, bly, fosfor, koppar, kadmium, benso(a)pyren, kvicksilver och zink.

Det är större skillnad före och efter förtätning baserat på totalbelastning (Tabell 7) jämfört med före och efter förtätning i medelkoncentration (Tabell 8). Detta beror på att det främst är den totala regnvolymen som når recipienten som ökar mer än koncentrationerna av föroreningar. Totala årsflödet från dagvatten och basflöde från Västra Staden uppskattas till cirka  $1,6 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{år}$  före förtätning och cirka  $1,7 \cdot 10^5 \text{ m}^3/\text{år}$  efter förtätning, vilket motsvarar en ökning på ca 10 %. Koncentrationer späds med ett ökat flöde och är därmed inte representativt för den samlade påverkan på recipienten. Det är därför lämpligt att i första hand utgå från uppskattning av den totala belastningen över ett år. Bedömningar bör göras från fall till fall dels med hjälp av referensvärden, men också en bedömning av mottagande recipients känslighet.



Tabell 8. Riktvärden för skyddsvärd recipient (Norrköpings kommun, 2009), samt StormTac-resultat för Västra Staden, före och efter förtätning utan reningsåtgärder. \*Polyaromatiska kolväten: PAH16 är en grupp PAH:er som ofta används vid standardanalys. Benso(a)pyren (BaP) är ett mycket giftigt ämne inom gruppen PAH:er.

		Riktvärden	Före	Efter	Före	Efter
		[µg/l]	[µg/l]	[µg/l]	Jämfört med riktvärden	
Näringsämnen	P	160	230	230	+44%	+44%
	N	2000	1600	1600	-20%	-20%
Tungmetaller	Pb	8	12	12	+50%	+50%
	Cu	18	25	26	+39%	+44%
	Zn	75	81	83	+8%	+11%
	Cd	0,4	0,51	0,53	+28%	+33%
	Cr	10	9	9,3	-10%	-7%
	Ni	15	7	7,2	-53%	-52%
	Hg	0,03	0,033	0,032	+10%	+7%
Suspenderade ämnen	SÄ	40000	64000	65000	+60%	+63%
Oljeindex	Olja	400	600	610	+50%	+53%
PAH	PAH16	x	0,5	0,51	x	x
	BaP	0,03	0,035	0,036	+17%	+20%

StormTac-beräkningarna är baserade på schablonvärden. Vattenkvaliteten i dagvatten varierar i praktiken mellan platser, tidpunkter och årstider. I Tabell 9 redovisas de schablonvärden som använts. För dessa redovisas även säkerheten i uppskattningen per markanvändningstyp och ämne enligt StormTac. För vissa markanvändningar finns det fler studier som värdena baseras på varvid uppskattningen är säkrare, till exempel vägar, villaområden och flerbilshus. Vad gäller skolor, idrottsplatser och grönråden finns det färre studier eller mer variation i värden från olika studier, vilket gör uppskattningen mindre säker. Uppskattade värden ska inte ses som sanna värden i och med att de inte baseras på mätningar i området utan på schablonvärden från andra liknande områden. Det är även intressant att fundera på situationen vintertid, då utloppsvägar till recipient och ibland själva recipienten kan förändras beroende på var snöupplag placeras.

Tabell 9. Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning, SD = Standard Deviation (standardavvikelse), nd = no data (ingen data). Säkerhet baserat på standardavvikelse: hög (grön), mellan (gul) och låg (röd)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Väg 3	150	2000	4,5	23	24	0,28	7,5	5,9	0,082	77000	810	0,22	0,013
SD	63	1900	18	25	82	0,51	11	nd	1,9	42000	1300	nd	nd
Väg 6	180	2200	14	35	120	0,38	11	8	0,097	100000	1100	1,2	0,031
SD	63	1900	18	25	82	0,51	11	nd	1,9	42000	1300	nd	nd
Villaområde	200	1400	10	20	80	0,5	5,8	6	0,015	45000	400	0,6	0,05
SD	95	510	52	20	66	0,7	1,2	2,8	0,097	290000	1900	nd	nd
Flerfamiljshusområde	300	1600	15	30	100	0,7	12	9	0,025	70000	700	0,6	0,05
SD	79	510	82	160	130	0,31	5,2	5,1	0,097	60000	1800	1,3	nd
Skolområde	300	1600	15	30	100	0,7	12	9	0,03	70000	700	0,6	0,05
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Idrottsplats	120	1200	6	15	25	0,3	3	2	0,02	49000	200	0	0
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Blandat grönområde	120	1000	6	12	23	0,27	1,8	1	0,01	43000	170	0,1	0,01
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Främsta användning av att ta fram årlig föroreningsbelastning är bland annat att jämföra olika föroreningskällor, för att kunna prioritera vilka av dessa källor som bör hanteras för att minska föroreningsbelastningen. Beräkningarna visar att det efter förtätning och utan reningsåtgärder är flerfamiljshusområdena som ger upphov till den största andelen av den totala föroreningsbelastningen från Västra Staden, se Tabell 10. Flerfamiljshusområden orsakar uppskattningsvis cirka 50% av belastningen från planområdet och är också den största markanvändningen.

Tabell 10. Andel (%) av totala föroreningsmängder (dagvatten och basflöde, kg/år) utan rening per markanvändning för Västra Staden. Röd markerar högre andel och grön lägre andel.

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Väg 3	2	4	1	3	1	2	3	3	9	4	4	1	1
Väg 6	8	15	12	14	16	7	12	12	31	16	18	23	9
Villaområde	2	3	2	2	3	3	2	2	1	2	2	3	4
Flerfamiljshusområde	58	48	56	52	55	58	56	57	35	49	51	52	61
Skolområde	22	18	21	20	20	22	22	22	16	18	19	20	24
Idrottsplats	6	9	6	7	3	6	4	3	7	8	4	0	0
Blandat grönområde	2	3	2	2	1	2	1	1	1	3	1	1	1

## DAGVATTENRENING - ÅTGÄRDSFÖRSLAG

### Dagvattenrening, principer

För att rena dagvatten på ett effektivt sätt krävs i större urbana avrinningsområden en integrerad implementering av olika reningsåtgärder och anläggningar. Lämpliga reningsanläggningar bör väljas, kombineras och placeras strategiskt. Dagvattenrening kan delas in i fyra steg:

1. Uppkomst: Föroreningsmängden i dagvatten påverkas dels av föroreningar i luften men också i stor grad av vilka ytor som regnet

faller på. Uppkomsten av föroreningar i dagvattnet kan minskas genom minskad fordonstrafik, noggranna materialval eller sanering av områden med kända föroreningar. *"Eftersträva användning av material, färger och beläggningar som ej ger upphov till förorening av dagvatten."* /Riktlinjer, 2009

2. **Flöde på årsbasis:** Den största delen av den totala regnvolymen under ett år kommer från lågintensiva regn. Genom att omhänderta lågintensiva regn lokalt kan föroreningsbelastningen på årsbasis minska. *"Ifrågasätt varje hårdgjord yta."* /Riktlinjer, 2009
3. **Trög avledning:** Genom öppen och trög avledning av dagvatten kan rening skapas längs flödesvägen mot recipienten, exempelvis i diken, växtbäddar och bäckar. *"Behåll dagvattnet i markytan. Minimera behov av dagvattenbrunnar och underjordiska dagvattenledningar."* /Riktlinjer, 2009
4. **Samlade reningsåtgärder:** Rening kan också skapas i samlade åtgärder för större områden, exempelvis i våtmarkszoner, dammar och reningsmagasin. *"Välj typ av behandling med hänsyn till recipienten samt dagvattnets föroreningsinnehåll och flöde."* /Riktlinjer, 2009

Utifrån uppskattas framtida koncentration för föroreningarna från hela planområdet (Tabell 8) har ett generellt reningsbehov jämfört med kommunens riktvärden framtagits, se Tabell 11. Reningsbehovet har jämförts med generell reningseffekt för olika typer av reningsanläggningar. Enligt analysen är det många typer av reningsåtgärder som med rätt dimensionering kan skapa rening för nå koncentrationen enligt riktvärdena.

Tabell 11. Ungefärlig avskiljningsgrad för olika dagvattenåtgärder (StormTac, 2017) samt beräknat behov för att inte öka föroreningsbelastningen från planområdet på årsbasis jämfört med dagens belastning. Röda siffror understiger behovet.

	Reningsåtgärd	Reningseffekt [%]							Behov [%]
		Damm	Filtermagasin	Dike	Krossdike	Svackdike	Biofilter	Översilningsyta	
Näringsämnen	P	55	45	30	60	30	65	40	30
	N	35	15	10	55	40	40	25	
Tungmetaller	Pb	75	75	40	85	70	80	55	33
	Cu	60	60	25	85	65	65	60	31
	Zn	55	70	55	85	65	85	50	10
	Cd	80	75	35	85	65	85	55	25
	Cr	60	70	35	85	60	55	45	
	Ni	85	55	51	90	50	75	45	
	Hg	30	45	10	45	15	80	20	6
Sediment	SS	80	90	70	90	70	80	70	38
Olja	Olja	80	85	85	90	85	70	80	34
PAH	BaP	75	80	15	60	60	85	70	17

I Figur 29 presenteras en schematisk bild av vilka storlekar på föroreningsfraktioner som vanligt förekommande

dagvattenreningsanläggningar omhändertar. De minsta partiklarna och lösta föroreningarna (till exempel lösta metaller) är svårsedimenterade. Dessa fraktioner är också mest biotillgängliga och utgör därför störst risk att orsaka toxiska effekter. Figuren presenterar även en uppskattning av hur stort underhållsbehov olika åtgärder har. Det är viktigt att reningsfunktionen upprätthålls över tid och att sediment bortforslas rutinmässigt.

Det är uppehållstiden som i mångt och mycket avgör när partikelbundna föroreningar sedimenteras. Större fraktioner sedimenteras snabbt och kan enkelt fångas upp i sandfång i brunnar eller i underjordiska sedimentationsmagasin. I dammar fångar växter upp mindre fraktioner genom biologiska processer. Ju längre uppehållstid dagvattnet har, desto mindre fraktioner kan fångas upp.

Kornstorlek	Anläggningar										
>5 mm	Sandfång i brunnar										
5 mm - 125 µm		Underjordiska sedimentationsmagasin	Dammar Skärm-bassänger	Svackdiken	Våtmarker						
125 µm - 10 µm											
10 µm - 0,45 µm						Infiltrationsanläggningar	Biofilter Raingarden Växtbäddar	Brunnsfilter			
<0,45 µm (lösta föroreningar)									Membranfilter Lamellfilter		
Underhållsbehov	högt	medel	medel	lågt	lågt	medel	medel	mycket högt	mycket högt		

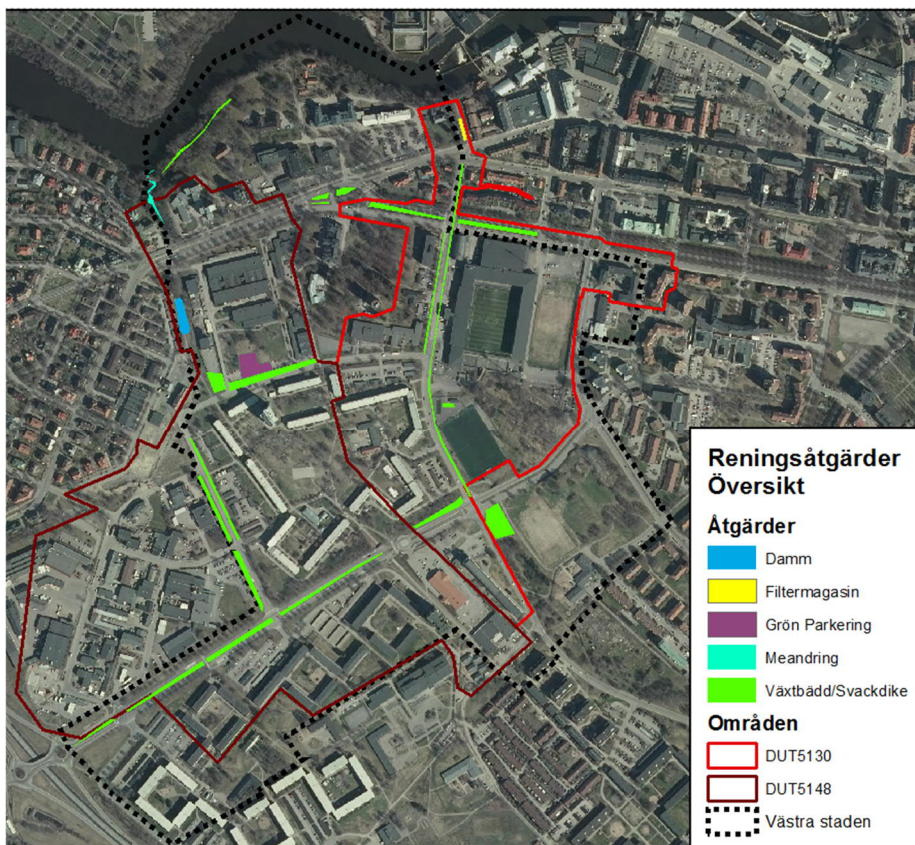
Figur 29. Ungefärligt schema över anläggningstyper och föroreningsfraktioner som kan renas. Figur från Svenskt Vatten Utveckling 2016.

En våtmark tar ett större område i anspråk jämfört med många andra anläggningar, men är på många sätt den mest fördelaktiga reningsmetoden. I våtmarker sker både sedimentation och en rad biogeokemiska processer, vilket fångar upp både stora och små fraktioner.

### Åtgärdsförslag

Utredningen har fokuserat på att ta fram reningsåtgärder på allmän platsmark i Västra staden. Åtgärder föreslås för att kompensera för ökad exploatering och minska befintlig föroreningsbelastning på recipienten. Åtgärdsförslagen presenteras översiktligt i Figur 30.

För att rena dagvatten på ett effektivt sätt krävs i större urbana avrinningsområden en integrerad implementering av olika reningsåtgärder och anläggningar. Lämpliga reningsanläggningar bör väljas, kombineras och placeras strategiskt, men i befintliga urbana miljöer finns det begränsad yta att anlägga reningssystem.



Figur 30. Översikt åtgärdsförslag för dagvattenrening.

Avvattning inom avrinningsområdena sker idag helt via dagvattenbrunnar kopplade till ledningsnät. På flera håll finns grönytor till förfogande på ena eller båda sidor om vägen. Istället för att leda dagvattnet direkt till brunnarna skulle grönytorna kunna nyttjas, och vägdagvattnet ledas till exempelvis svackdiken eller infiltrationsstråk, innan det avrinner till ledning. På så sätt uppstår rening och även fördröjning av dagvattnet. Det är dock viktigt att utreda potentiella markföroreningar, Figur 7, innan åtgärder med infiltrationsmöjligheter skapas.

### **Skarphagsleden – växtbäddar och svackdiken**

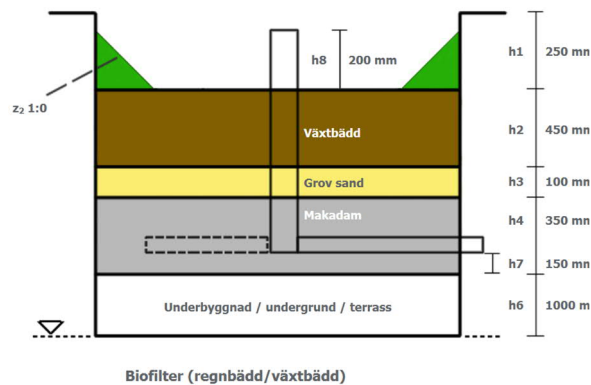
Skarphagsleden i södra utredningsområdet är en av de mer trafikerade vägarna och den föreslås därför prioriteras för rening av dagvatten. Vägen består idag av 2 stycken dubbelfiliga körbanor med ett grönt mittstråk. På båda sidor finns trottoarer och efter det gröna alléer. Kantsten avskiljer vägbanan från trottoar och mittremsa. Vägavvattning sker idag i dagvattenbrunnar längs körbanan. Eftersom det finns framtida planer på att bygga om Skarphagsleden föreslås att grönområdet mellan körbanorna nyttjas som för infiltration, sedimentation och filtrering av dagvatten, se Figur 31.



Figur 31. Grönområden längs Skarphagsleden kan användas för dagvattenrening.

Det finns olika typer av åtgärder som kan användas för rening av dagvatten från vägar. Ett alternativ med hög reningseffekt är växtbäddar.

Växtbäddar är planteringsytor, i vilka dagvattnet får infiltrera i växtbäddens filtrerande material. Växtbäddar beräknas kunna avskilja partikelbundna föroreningar med ca 80-90 %. De kan även till viss del reducera lösta föroreningar, främst zink och kadmium, men också bly och koppar. Nedsänkta växtbäddar skapar en fördröjningsvolym. Intensivare regn bräddas. Minsta anläggningsdjup på växtbädden rekommenderas vara 1 m. Ytbehovet för växtbäddar är ca 2-6% av den reducerade (hårdgjorda) arean (SVU, 2016).



Figur 32. Dimensioner för simulerad växtbädd. Figur från StormTac.

I StormTac har en schematisk växtbädd simulerats för rening av dagvattenflödet från Skarphagsleden. Den reducerade arean av Skarphagsleden (väg och gång- och cykelväg) som idag avvattnas till dagvattennätet med utlopp i DUT5138 och 5140 uppskattas till ca 10970 m<sup>2</sup>. Ytbehovet för växtbäddar (6 %) har beräknats till ca 660 m<sup>2</sup> (tabell 11), vilket det bedöms finnas plats för längs sträckan idag. Om Skarphagsleden byggs om kan körbanans yta komma att minska och då erfordras mindre yta för växtbäddar. Dimensioneringen presenteras i Figur 32. Resultatet blir enligt simuleringen mellan 64-93% minskad årlig belastning, Tabell 13.

Tabell 12. Ytor för Skarphagsleden (väghög i figur 9 och 10) som föreslås avrinna mot växtbäddar.

	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Avrinnings- koeff</b>	<b>Red area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Yta växtbädd 2-6 % av reducerad area (m<sup>2</sup>)</b>
Väghög	11070	0,8	8860	
Gc väg	2640	0,8	2110	
<b>Totalt</b>	<b>13710</b>		<b>10970</b>	<b>220 - 660</b>

Tabell 13. Översiktlig uppskattning av reningseffekt för Skarphagsleden med 660 m<sup>2</sup> växtbäddar.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Utan rening	0,94	13	0,068	0,19	0,62	0,0021	0,058	0,043	0,00051	470	5,8	0,0056	0,00015
Med rening i växtbäddar	0,28	5,3	0,0088	0,035	0,068	0,00044	0,021	0,0091	0,00019	63	1,5	0,00052	0,00018
Avskiljd mängd	0,66	7,4	0,06	0,16	0,55	0,0016	0,037	0,034	0,00031	410	4,4	0,005	0,00014
Avskiljd mängd (%)	70%	57%	88%	84%	89%	76%	64%	79%	61%	87%	76%	89%	93%

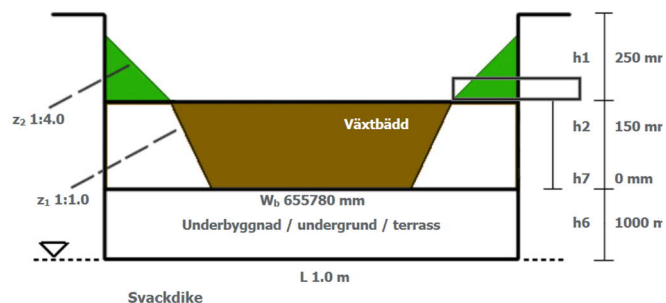


Figur 33. Växtbäddar och trädplanteringar i skelettjordar längs Packhusgatan i Karlstad. Foto: Sofia Hallerbäck

Andra exempel på reningsanläggningar är svackdiken, krossdiken eller skelettjordar. Svackdiken utformas som grunda diken med flacka slänter och kupolbrunnar, se Figur 39. Maximal släntlutning för diket på 1:3 för att vara ett svackdike, men de får gärna utformas flackare än så. Om 660 m<sup>2</sup> svackdike skulle anläggas för rening av Skarphagsleden uppskattas en reningseffekt mellan 20-75%, se Tabell 14. Växtbäddar ger alltså en bättre rening än svackdiken (Tabell 13), eftersom även mindre fraktioner och även delvis lösta föroreningar kan renas.

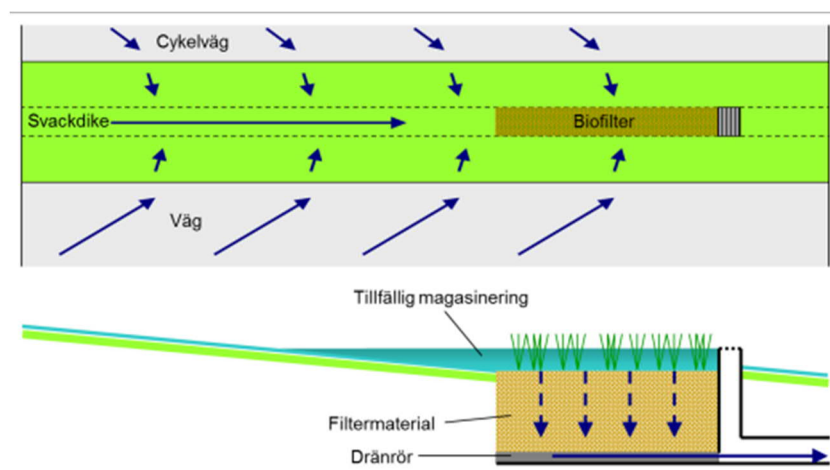
Tabell 14. Översiktlig uppskattning av reningseffekt för Skarphagsleden med 660 m<sup>2</sup> svackdiken.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	g/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Utan rening	0,94	13	0,068	0,19	0,62	0,0021	0,058	0,043	0,51	470	5,8	0,0056	0,00015
Med rening i svackdiken	0,74	9,5	0,028	0,096	0,28	0,0012	0,029	0,025	0,5	210	1,5	0,0027	0,000075
Avskiljd mängd	0,2	3,2	0,041	0,095	0,34	0,00084	0,03	0,018	0,06	270	4,4	0,0028	0,000079
Avskiljd mängd (%)	21%	25%	60%	50%	55%	40%	52%	42%	12%	57%	76%	50%	53%



Figur 34. Dimensioner för simulerat svackdike. Figur från StormTac

Ett alternativ är att kombinera svackdiken och biofilter, se kombinationsexempel i Figur 35. Svackdiken har ett lågt underhållsbehov och är mycket bra försteg till växtbädden/biofilter. I svackdike får större partiklar chans att sedimenteras och i växtbädden kan även mindre fraktioner och lösta föroreningar renas.



Figur 35. Biofilter (annat ord för växtbädd) integrerat i ett svackdike.

### Oskarsparken - Damm

Oskarsparken väster om Oskarsgatan är idag en mindre park om ca 4500 m<sup>2</sup> med grönytor och träd. Genom parken går en gång- och cykelväg och öster om parken finns en hundrastgård. Området ligger lågt och har pekats ut som en plats som översvämmas vid större skyfall.

Idag går en befintlig dagvattenledning (dimension 1000 BTG) och en spillvattenledning (dimension 400 BTG) genom parken. I grönområdet finns möjlighet till att skapa en öppen dagvattenanläggning genom att öppna upp dagvattenledningen. Vattengångar i befintliga brunnar varierar mellan +27,52 (DNB 7421 i söder) och +26,55 (DNB 5610 i norr), marknivån ligger på ca +30. Den permanenta ytan bör placeras i nivå eller under vattengången för



att inte skapa en dämning av systemet. En damm med ett permanent vattendjup på ca 1 meter skulle då bli ca 3-3,5 m djup till bottennivån från marknivån idag. Det är viktigt att se över slänter och höjdförhållanden med närliggande områden, där särskilt byggnader väster om Oskarsparken ligger lågt, se Figur 39 samt skyfallskarteringens åtgärdsförslag.

Dammar kan dimensioneras överslagsmässigt med ett areaförhållande. Generellt rekommenderas en area om ca 1–2% av det reducerade avrinningsområdets area för dagvattendammar för rening (SVU 2016). Andra riktvärden är 0,7–2,5 % (StormTac). När damm-arean ökar förbättras reningseffekten till en viss gräns på ca 2,5 % (SVU, 2016). Utformningen, växter och drift av dammen har stor inverkan på dess reningseffekt. För att få god reningseffekt av mindre partiklar behövs en lång uppehållstid i dammen, helst 1–2 veckor för att metaller ska hinna sedimentera.

Den reducerade areal och markanvändningar uppströms Oskarsparken beräknas överslagsmässigt i tabell 14. Här ingår hela avrinningsområdet med dagvattenledningar mot Oskarsparken, vilket medför att även industriområdet väster om utredningsområdet ingår, se DUT5143 i Figur 4.

Tabell 15. Markanvändning som avrinner mot föreslagen damm i Oskarsparken.

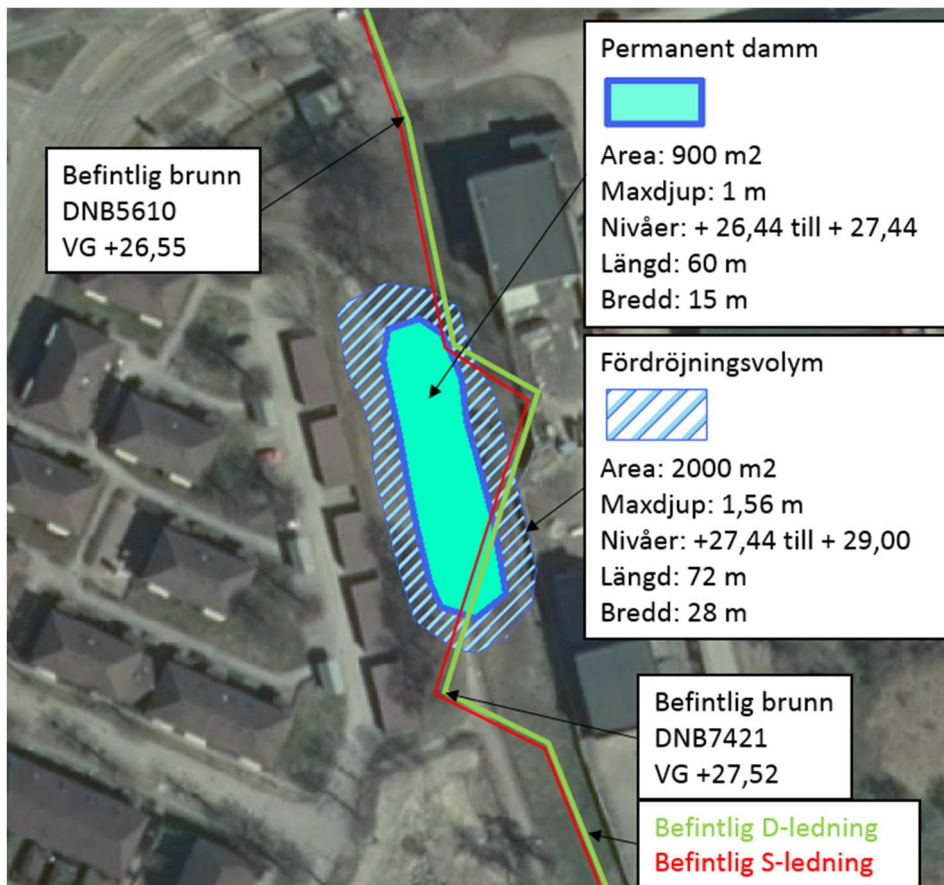
	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Avrinnings- koeff</b>	<b>Red area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Yta permanent dammyta 1-2 % av reducerad area (m<sup>2</sup>) 1-2%</b>
Väg + gc-väg	19800	0,8	15840	
Centrumområde	17900	0,7	12530	
Flerfamiljsbostäder	87600	0,4	35040	
Industriområde	108300	0,6	64980	
Skolområde	4500	0,5	2250	
Grönytor	34600	0,1	3460	
<b>Totalt</b>	<b>272700</b>		<b>134100</b>	<b>1340 - 2680</b>

Föreslagen damm har dimensionerats översiktligt i StormTac, se Figur 36. Släntlutningar har i beräkningarna satts till 1:4. Dammen har utformats med en permanent vattenyta på ( $A_P$ ) på 900 m<sup>2</sup> och en permanent vattenvolym på ( $V_P$ ) på 430 m<sup>3</sup>. En våtmarkszon med 2 m bredd och 0,2 m djup föreslås längs den permanenta våtkroppen för att öka reningseffekten. Vegetationsytan blir ca 300 m<sup>2</sup>. Vid större flöden kan området även nyttjas till fördröjning av dagvattnet, men fokus i utformningen har i detta skede varit att skapa en god reningseffekt.

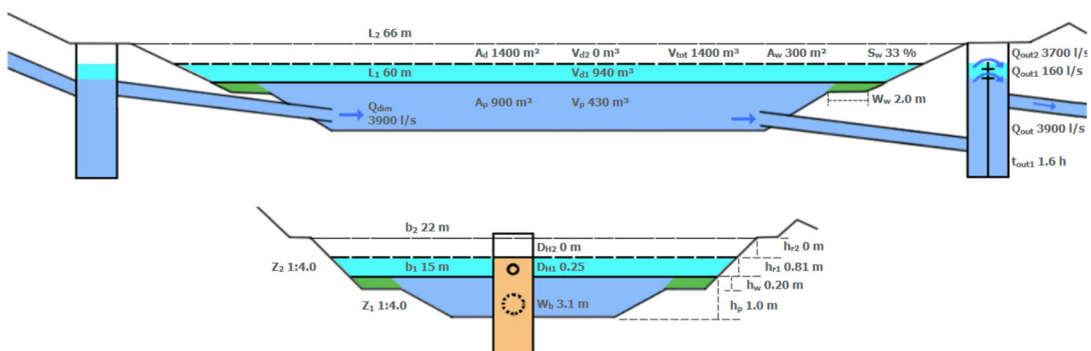
Genom att dammen utformas med en god så kallad hydraulisk effektivitet, ett förhållande mellan längd och bredd på 5:1, skapas en god reningseffekt trots att våtvolymer i simuleringen endast utgör 0,7% av reducerad area i avrinningsområdet. Upphållstiden blir på årsmedel 7 dagar, vilket är ett minimikrav för att få en god rening också av metaller.

Förslag på placering av dammen presenteras i Figur 36. I och med flacka slänter tar dammen upp större del av området mellan fastighetsgräns till fastighetsgräns. Förslagsvis placeras den permanenta våtvolymer mellan på nivån + 26,44 till + 27,44, med högsta nivå mellan de två befintliga brunnarna

(DNB5610 och DNB7421). Maximalt kan den permanenta vattenytan placeras strax under vattengång (VG) +27,52, men det är en fördel att det finns marginal för att skapa fördröjning utan att dämningens risken ökar uppströms.



Figur 36. Förslag på område med permanent vattenspegel på 900 m<sup>2</sup> och en fördröjningsyta för större regn på 2000 m<sup>2</sup>.



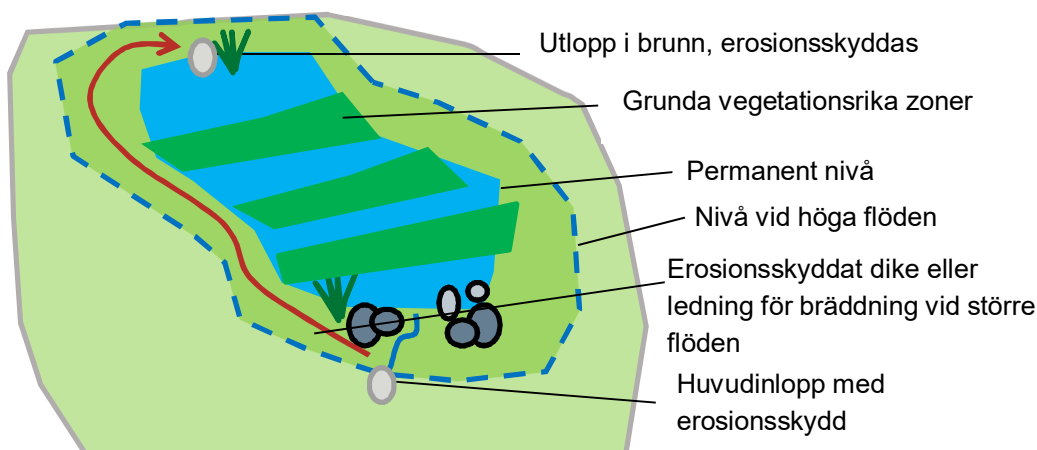
Figur 37. Uppskattade dimensioner av damm i StormTac. Illustration genererad från StormTac. (Ej skalenlig)

Föroreningsbelastningen före och efter rening, samt reningseffekten som erhålls i simulering i StormTac redovisas i Tabell 16. Enligt simuleringen uppskattas god reningseffekt vara möjlig i dammen, med en avskilningsgrad mellan 30–90 %.

Tabell 16. Översiktlig uppskattning av reningseffekt för simulerad dagvattendamm i Oskarsparken.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Utan rening	19,7	126	1,53	2,53	12,9	0,073	0,8	0,85	0,0039	6010	114	0,055	0,00689
Med damm	6,7	90	0,33	0,93	3,6	0,034	0,13	0,34	0,0026	610	22	0,011	0,00099
Avskiljd mängd	13	36	1,2	1,6	9,3	0,039	0,67	0,51	0,0013	5400	92	0,044	0,0059
Avskiljd mängd (%)	66%	29%	78%	63%	72%	53%	84%	60%	33%	90%	81%	80%	86%

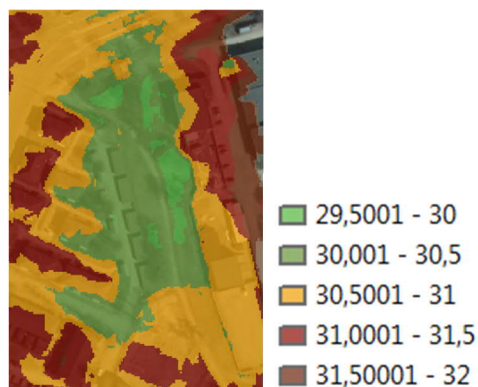
Vid inloppet till dammen bör erosionsskydd och armerande vegetation anläggas, se Figur 38. Genom att inkludera en djupare zon efter inloppet ökar sedimentationen, och förenklas även driften. Genom grunda och växtrika zoner tvärs över flödesriktningen skapas en mer effektiv rening. Reningseffekten kan även ökas med hjälp av så kallade flytande våtmarksbäddar. För att inte riva upp sediment vid stora flöden föreslås ett parallellt erosionsskyddat dike som bypass om nivåer när en viss nivå, alternativt anläggs en bypassledning.



Figur 38. Schematisk bild av damm och våtmarksområde med översilningsyta och grunda vegetationsrika zoner.

För att öka den oljeavskiljande funktionen kan permanenta flytande oljelänsar anläggas eller så konstruera utloppet med oljeavskiljande funktion. Detta kan göras med så kallad snabelutlopp under vattenytan (L-formad rörkonstruktion) kombinerat med ett stigande grövre bräddavlopp. Enligt kommunens riktlinjer rekommenderas att det även anordnas möjligheter för provtagning och kontroll av anläggningens funktion/prestanda. Det är även viktigt att i utformningen och planeringen av dammen underlätta för en bra drift av dammen.

Nivåer, slänter och koppling mellan befintliga fastigheter och dammen behöver utredas vidare. Cykelvägens placering och ny spillvattenledning behöver också undersökas. Det är troligt att parkens fastighetsyta behöver utökas. Längd:bredd relationen kan ökas från 5:1 till 6:1, vilket ger en ca 2 m smalare och 5 m längre damm. Reningseffekten blir enligt StormTac simulering mycket lik den damm som simulerats.



Figur 39. Befintliga höjdnivåer inom Oskarsparken. Nivåer utifrån Las-data i RH200 1x1 m.

Hur ofta fördröjning och höga nivåer skapas i dammen, samt risken att dammen kan orsaka dämning uppströms är beroende på vilket utflöde som anläggs ut från dammen. Det är även viktigt att även se över ytliga bräddningsfunktionen för större skyfall i och med att området är instängt, se föreslagna lösningar för skyfallshanteringen och Figur 28. Denna utredning har fokuserat på rening och skyfall, men för att få en mer utförlig uppskattning av effekterna på dimensionerande regn (20-årsregn med 25% klimatfaktor) föreslås att dagvattennätet modelleras. Utan modellering av nätet har en uppskattning av dämningseffekten gjorts med avseende på vattengångar och locknivåer.

För ett 20-årsregn med 25% klimatfaktor uppskattas ett flöde på ca 3900 l/s från uppströms område till den planerade dammen. Utloppsledning nedströms dammen, dagvattenbrunn (DNB) 7414 till DNB5610, har dimension 1000 mm och lutning cirka 3%, varvid kapaciteten uppskattas till runt 4300 l/s. Utifrån översiktliga beräkningar bedöms alltså kapaciteten i nätet nedströms dammen att klara dimensionerande regn, vilket medför att fördröjning i dammen eventuellt inte skapas vid dimensionerande regn. Om dagvattendammen dimensioneras med avseende på rening utifrån ett maxflöde på 160 l/s så omhändertas 90% av den totala regnvolymer över ett år (Studerat flöde i StormTac). Om större flöden bräddas eller leds via bypass så skapas ändå rening av största delen av den totala regnvolymer.

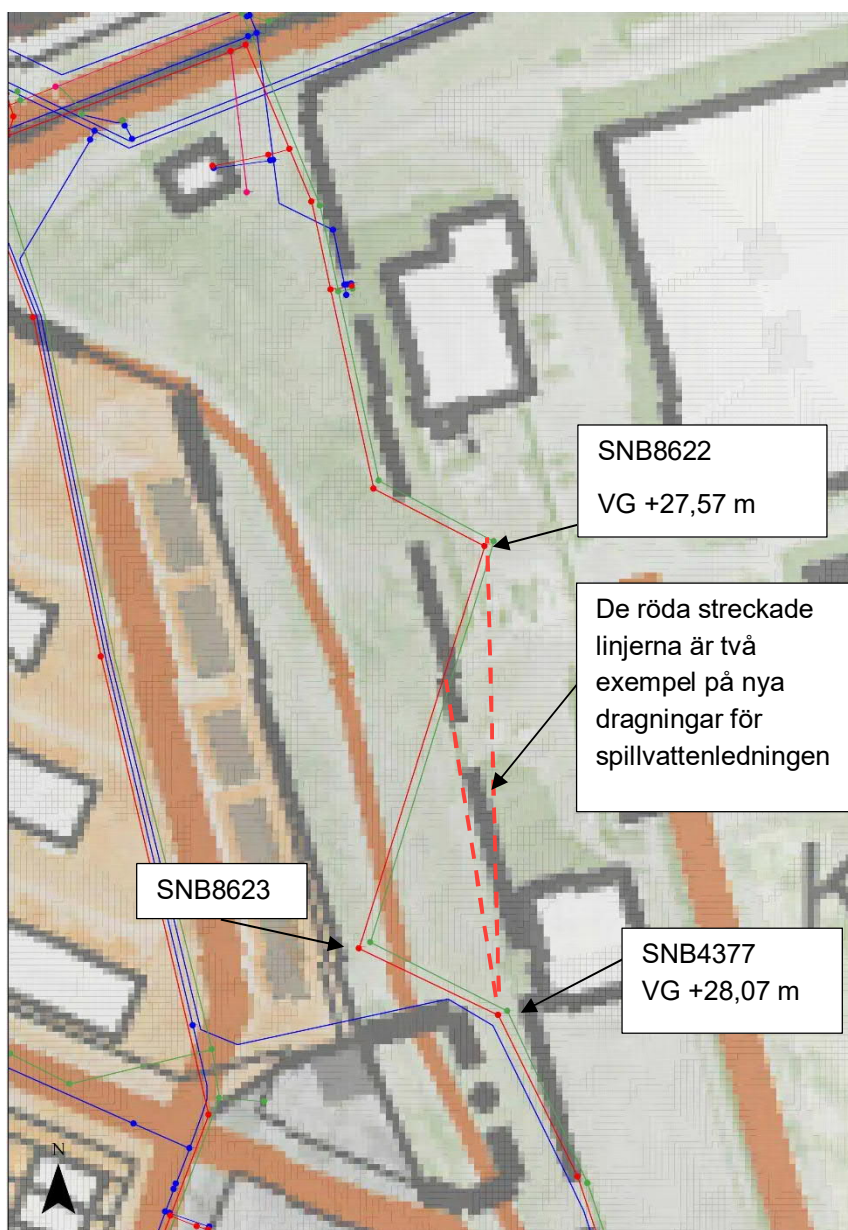
Vattengångarna i uppströms dagvattenbrunnar är på +27,52 (DNB7421), +27,84 (DNB4408) och +27,86 (DNB4409). Maximal höjd innan ytlig bräddning föreslås på nivån 29,00 för att det ska finnas viss marginal mot byggnader som ligger på ca + 30, se Figur 39. Dock kommer vattnet att börja dämna upp i dagvattenledningarna vid vattennivån +27,52, vattengången på den närmaste dagvattenbrunnen (DNB7421). Detta betyder att med en permanent vattennivå upp till + 27,44 kan översvämningsytan fördröja cirka 80 m<sup>3</sup> (upp till nivå +27,52) innan dagvattensystemet uppströms börjar påverkas. Mer detaljerad dimensionering av fördröjningsvolymer föreslås göras med hjälp av modellering av ledningsnätet, samt att reningseffekt, fördröjningseffekt och andra funktioner vägs mot varandra.

Ledningarna mellan uppströms brunnar DNB4409, DNB4408 och DNB7421 är 1000-ledningar och locknivån på brunnarna är +30,55 m, +30,7 m och +30,39 m. Trots att vatten vid nivån +27,52 börjar att dämna uppåt i dagvattensystemet bör man anlägga en så stor "översvämningsyta" som platsen möjliggör, i detta fall cirka 2000 m<sup>2</sup> vid en vattenyta på upp till +29 m,

eftersom det är en naturlig lågpunkt där vatten rinner vid kraftiga regn så som 100-årsregn. Med tanke på att brunnlocken har en nivå på +30,39 - 30,7 m så översvämmas inte marken uppströms vid en vattenyta i dammen på +29 m.

### **Omledning av spillvattenledning vid Oskarsparken**

Där den tänkta dammen i Oskarsparken är tänkt att anläggas finns en spillvattenledning som behöver dras om, Figur 40. Spillvattenledningen från brunn SNB4377 bör dras om och ansluta till brunn SNB8622, alternativt på ledningen, på grund av höjdskillnaderna. Brunn SNB8623 utgår. Det är inget alternativ att dra om spillvattenledningen väster ut eftersom den då skulle få bakfall. Eventuellt kan dagvattenledning för bypass anläggas med liknande sträckning.



Figur 40. Spillvattenledning under Oskarsparken behöver dras om. Brunn SNB8623 med tillhörande ledningar bör utgå och en ny ledning (röd streckad linje) bör dras mellan brunn SNB4377 och SNB8622.

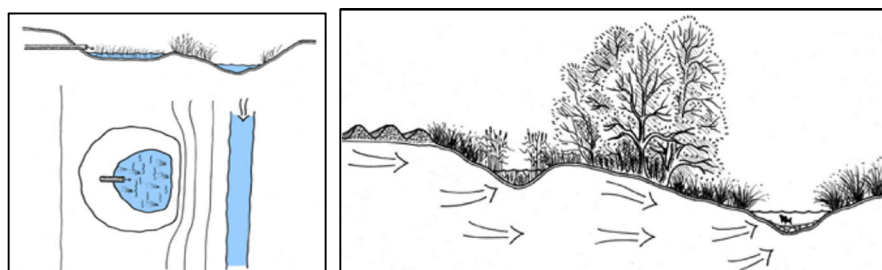
### **Linköpingsvägen – meandrande dike mot recipienten**

För att skapa en viss reningseffekt innan dagvattnet når Motala Ström är att öppna upp utlopp DUT5148 tidigare och skapa en meandring. Inom området finns idag Rhododendronparken som är ett mycket eftertraktat rekreativt område. Genom att anlägga öppna stråk istället för dagvattenledningar skapas dels högre flödeskapacitet, dels möjligheter till trögare avledning, lokal fördröjning och rening av dagvattnet. Vidare kan diken vara en del i en grön stadsbild och designas som en del i parkens utformning, Figur 41.



Figur 41. Vänster: Kanalsektion, Augustenborg. Foto: Anna Grevlind. Höger: Dagvattentrappa, Västervik. Foto: Göran Lundgren.

Dammar med våtmarkskaraktär kan anläggas innan utloppen mot recipienten och fungera som en reningsåtgärd. Anläggs en strandvall innan utlopp skulle en hästskodamm kunna skapas, se Figur 42.



Figur 42. Hästskodamm anlagd med åplan där ett dräneringsrör eller dike mynnar. Illustrationer: Naturvårdsverket och fiskeriverket (2008).

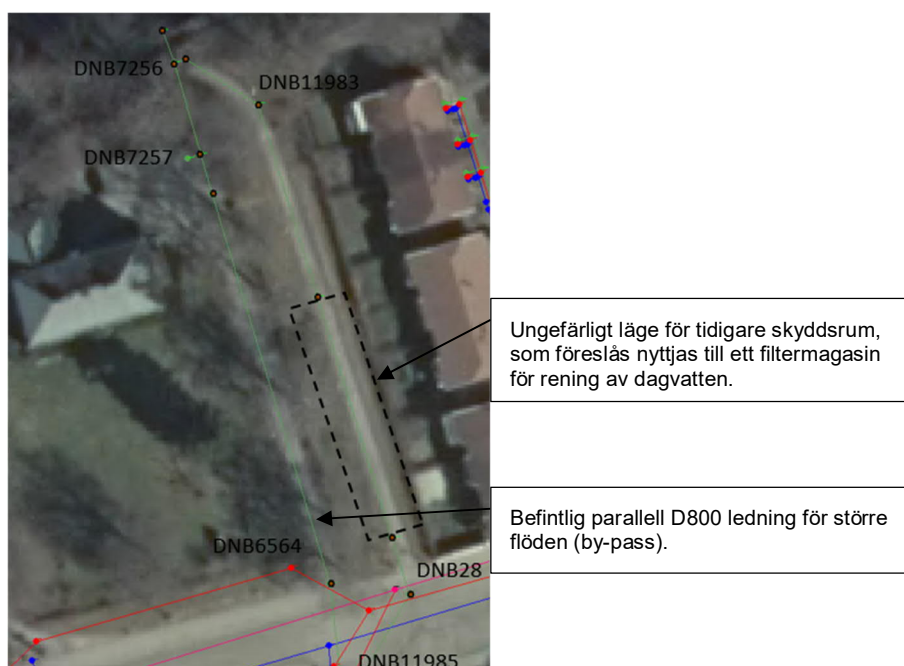
### **St Persgatan – Underjordisk rening**

Mellan St:Persgatan och Motala Ström i slutet av avrinningsområdet mot DUT56130 finns idag en grönyta med en gångväg ner till strömmen, Figur 43. Området är cirka 1150 m<sup>2</sup> stort och har pekats ut som ett område där rening av dagvatten eventuellt kan skapas. Inom området finns ett underjordiskt skyddsrum som är beläget närmast St: Persgatan.

För att skapa en dagvattenlösning ovan mark blir anläggningen så djup att det skulle utgöra ett större hinder i området, därför föreslås en underjordisk lösning. Förslagsvis kan skyddsrummet nyttjas som ett underjordiskt reningsmagasin för dagvatten. Genom skyddsrummet hänger en nyare dagvattenledning D315 från 2016 som i så fall behöver läggas om eller öppnas upp, se Figur 43. Parallellt med den nyare ledningen går en större dagvattenledning D800, vilken föreslås nyttjas för by-pass vid större flöden. I beräkningen har hela avrinningsområdet till utloppet DUT56130 inkluderats, alltså även dagvatten som idag passerar den parallella ledningen.

Skyddsrummets ungefärliga läge är markerat utifrån inmätningar från tidigare ledningsprojekt i området samt gamla skisser från stadsarkivet.

Det finns olika typer av underjordiska reningsmagasin. Den enklaste typen är avsättningsmagasin där rening sker genom sedimentation i ett magasin med tät botten, se Figur 44. Magasinet kräver kontinuerlig drift och underhåll, samt en genomtänkt sedimentationshantering. En bräddfunktion krävs för att hindra att sediment spolats med vid stora flöden. Eftersom rening endast sker genom sedimentation så renas främst suspenderade ämnen och partikelbundna föroreningar. Genom att utlopp i anläggningen anläggs under vattenytan (till exempel genom en snabblikande eller lutande utloppsledning) kan flytande olja avskiljas. Sandfångsbrunn bör placeras innan inloppet för att minska sedimentationsmängden.



Figur 43. Dagvattennät strax uppströms dagvattenutloppet DUT5130.



Figur 44. Exempel på ett större avsättningsmagasin. Foto Stockholm Vatten.

För att öka reningseffekten av partiklar och även skapa viss rening av lösta föroreningar kan magasinet kombineras med olika typ av filter. Utformningen av filtret kan anpassas för att maximera reningen utifrån vilken reningseffekt som efterfrågas.

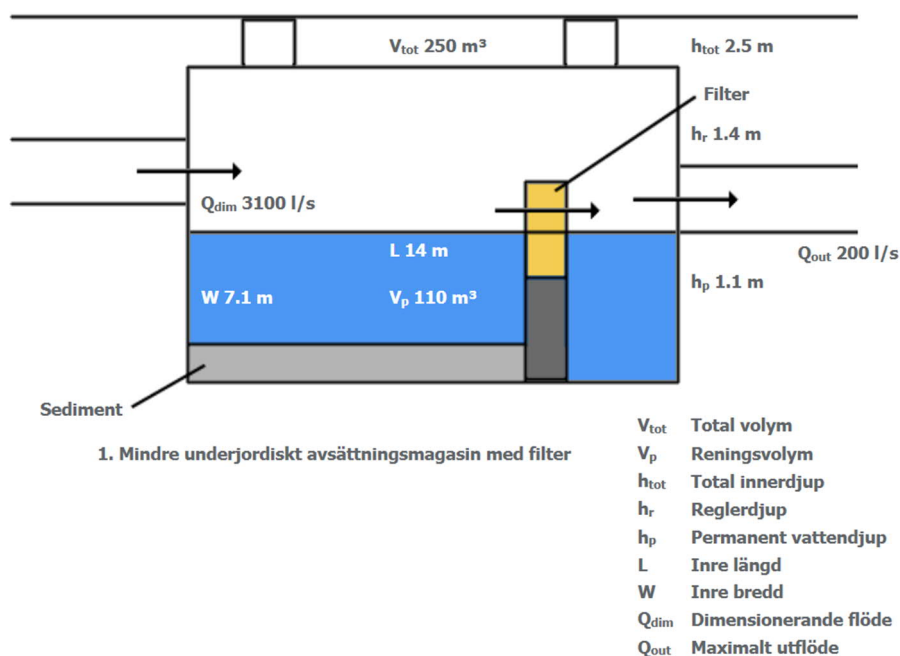
Avrinningsområde är hela upptagningsområdet för DUT5130.

Markanvändningen och avrinningskoefficienter har karterats och presenteras i Tabell 17. Utifrån standarddimensioner från StormTac har ett mindre

avsättningsmagasin med filter designats, Figur 45. Eftersom avrinningsområdet är stort är det viktigt att en by-pass skapas.

Tabell 17. Avrinningsområde till föreslagen reningsanläggning i St: Persgatan- Strömmen.

	Area (ha)	Avrinnings- koeff	Red area (ha)
Flerfamiljhusområde	15,6	0,51	7,9
Villaområde	1,2	0,13	0,2
Idrott	6,2	0,77	4,8
Skolområde	7,4	0,47	3,5
Väg 3 (2 000 bilar/dygn)	1,9	0,60	1,2
Väg 6 (15 000 bilar/dygn)	6,1	0,74	4,5
<b>Totalt</b>	<b>40,0</b>	<b>0,56</b>	<b>22,2</b>



Figur 45. Dimensioner för simulerat mindre avsättningsmagasin med filter i Strömvillan.

Golvnivån i befintligt skyddsrum ligger på mellan +22,5 i söder och +22,2 i norr. Vattengången för DNB83 uppströms magasinet är cirka +24,0 och för DNB11983 nedströms magasinet är cirka +23,5. Uppskattningsvis har skyddsrummet en area på 312 m<sup>2</sup>. Marknivån ovan skyddsrummet ligger på runt +27,9 i söder till +28,3 i norr. Det simulerade avsättningsmagasinet har en area på cirka 100 m<sup>2</sup>, varvid ett större reningsmagasin eventuellt kan skapas. Enligt simuleringen är reningseffekten god, se Tabell 18.

Enligt uppskattningen avskiljs cirka 50 % av totalfosfor, vilket motsvarar att den fasta andelen sedimenteras. Kväve är till stor del löst och renas därför inte i god utsträckning i filtermagasin. Metaller renas till 45 – 75 %, vilket även här motsvarar andelen partikelbundna metaller. En god rening av suspenderade ämnen kan väntas, i simuleringen ca 90 % avskiljning.

För att uppfylla riktlinjerna från Norrköpings kommun (2009) krävs viss rening av fosfor, bly, koppar, zink, kadmium, kvicksilver, suspenderade ämnen,



olja och benso(a)pyren för utloppet. Reningsbehovet som uppskattas krävas för att uppfylla koncentrationer från riktlinjerna presenteras i Tabell 19. Enligt uppskattad reningseffekt av ett filtermagasin skapas erforderlig rening. Enligt kommunens riktlinjer rekommenderas att det även anordnas möjligheter för provtagning och kontroll av anläggningens funktion/prestanda.

Tabell 18. Uppskattning av reningseffekt av simulerad filtermagasin på 100 m<sup>2</sup> i Strömvillan.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	g/år	kg/år	kg/år	g/år	g/år
Utan rening	27	207	1,45	3,2	10	0,061	1,1	0,85	5	8400	78	64	4
Med Filtermagasin	14	190	0,25	1	2,5	0,015	0,29	0,37	3	1100	25	19	1
Avskiljd mängd	13	17	1,2	2,2	7,5	0,046	0,81	0,48	2	7300	53	45	3
Avskiljd mängd (%)	48%	8%	83%	69%	75%	75%	74%	56%	45%	87%	68%	70%	74%

Tabell 19. Föroreningskoncentration för DUT5130 med eller utan rening i filtermagasin, jämfört med riktlinjer från Norrköping kommun (2009).

		Riktlinjer	DUT5130, utan rening	DUT5130, med rening	Reningskrav för att uppfylla riktlinjer
		[ug/l]	[ug/l]	[ug/l]	
Näringsämnen	P	160	210	110	24%
	N	2000	1600	1500	
Tungmetaller	Pb	8	11	2	27%
	Cu	18	26	8,2	31%
	Zn	75	80	20	6%
	Cd	0,4	0,48	0,12	17%
	Cr	10	8,8	2,3	
	Ni	15	6,8	2,9	
	Hg	0,03	0,04	0,022	25%
Suspenderade ämnen	SÄ	40000	67000	8800	40%
Oljeindex	Olja	400	620	200	35%
PAH	BaP	0,03	0,031	0,0083	3%

Det underjordiska magasinet kan även anläggas utan tät botten, förutsatt att grundvattennivåer och lokala markförhållanden är gynnsamma. Enligt SGUs jordartskarta, Figur 5, består det ytliga jordlagret av grus vilket tyder hög genomsläpplighet. Om dagvattnet får tillgång till att filtrera vidare i marken kan biologiska och kemiska processer bidra till att även lösta föroreningar avskiljs. Det krävs dock ett större avstånd till grundvattenytan för att inte föroreningarna ska spridas till grundvattnet. Det är dock troligt att grundvattennivåerna ligger högt och i nivå med Motala Ström, och att därför är en lösning med tät botten är mer lämplig.

Magasinet kan även fyllas med poröst makadam, det gör det dock svårare att rensa magasinet från sediment och någon större påverkan på reningseffekten väntas inte i och med att det även i makadam främst är rening genom sedimenten av större partiklar som väntas.

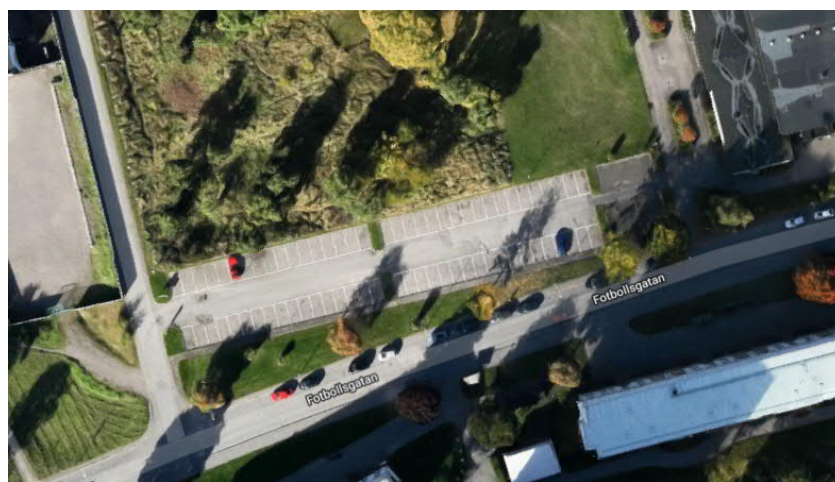
Det kommer krävas en ordentlig utredning för att undersöka om och hur skyddsrummet kan nyttjas. Det gäller både hur det fysiskt kan användas och

vilka åtgärder som kan och behövs göras när det ska omvandlas till ett magasin till exempel vilka väggar som ska rivas, hur och i vilken omfattning sanering kommer krävas och vilka som är bärande etc.

Sammanfattningsvis är filtermagasin vid Strömmen troligen en lämplig åtgärd för att rena dagvatten innan utloppet till Motala Ström. Placeringen uppskattas vara lämplig i det tidigare skyddsrummet för att skapa en god reningseffekt. Utformningen behöver utredas vidare.

### **Parkering Ebersteinska- infiltrationsstråk**

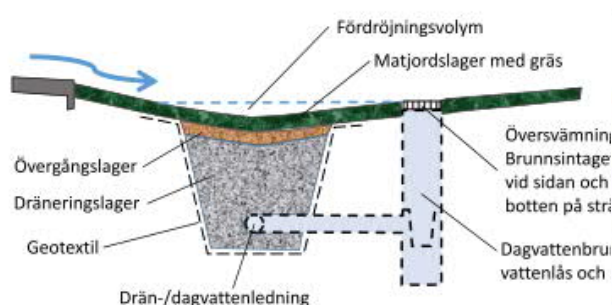
Norr om Fotbollsgatan, på Ebersteinska skolans område, finns idag en parkering om ca 1500 m<sup>2</sup> som avvattnas med hjälp av dagvattenbrunnar kopplade till dagvattennätet. Både söder och norr om parkeringen finns grönytor.



Figur 46. Parkeringsyta vid Ebersteinska gymnasiet. (Bild hämtad från google maps)

En ny byggnad planeras inne på skolområdet nordväst om parkeringen. I samband med en ombyggnation i området skulle befintliga parkeringsytor kunna skevas om så att all avvattning istället sker ytligt till infiltrationsstråk exempelvis invid parkeringens norra sida.

Ett infiltrationsstråk utformas som ett dike med svagt sluttande slänter där vattnet kan infiltrera genom matjord till ett dräneringslager, Figur 47.



Figur 47. Till vänster: Principskiss av infiltrationsstråk. Till höger: Infiltrationsstråk vid parkeringsyta. Bilder hämtade från Stockholm vatten och avfall, 2017.

Infiltrationsstråk ger både fördröjning och rening då föroreningar avskiljs när vattnet infiltrerar i marken. Avskiljning av partikelbundna föroreningar sker till 60-95 %. Viss avskiljning av lösta föroreningar sker också. Ytbehovet av ett

infiltrationsstråk är ca 10 % av den reducerade avrinningsytan vilket motsvarar 120 m<sup>2</sup> beräknat för den befintliga parkeringen, Tabell 20.

Tabell 20. Ytor och uppskattning av area för infiltrationsstråk för parkeringsytan vid Ebersteinska gymnasiet.

	<b>Area ( m<sup>2</sup> )</b>	<b>Avrinnings- koeff</b>	<b>Red area ( m<sup>2</sup> )</b>	<b>Yta infiltrationsstråk 10% ( m<sup>2</sup> )</b>
Parkeringsyta	1500	0,8	1200	120

### **Ektorpsgatan- växtbäddar & skelettjordar**

Delar av Ektorpsgatan ingår i avrinningsområdet för DUT5130. Gatan avvattnas via dagvattenbrunnar och på båda sidor finns trottoarer med kantsten. Enligt planerad utformning breddas gatan mitt över ingången till IFK Norrköpings kansli och ändrar karaktär till torgliknande med kullersten. Invid södra delarna planeras flerfamiljsbostadshus byggas.

Gatan är cirka 800 meter inom DUT5130. För att växtbäddar ska utgöra 2-6 % av den hårdgjorda ytan från vägen krävs 180-530 m<sup>2</sup> växtbäddar, Tabell 21. Växtbäddarna kan till exempel kombineras med hastighetsbegränsande åtgärder. Vägen skulle kunna utformas med en kombination av skelettjordar för träd och växtbäddar.

Tabell 21. Uppskattade ytor för växtbäddar längs Ektorpsgatan.

	<b>Area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Avrinnings- koeff</b>	<b>Red area (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Yta växtbädd 2-6 % av reducerad area (m<sup>2</sup>)</b>
Väg 3	8000	0,8	6400	
Väg 6	3000	0,8	2400	
<b>Totalt</b>	<b>11000</b>		<b>8800</b>	<b>180 - 530</b>

### **Rening i byggsleden**

Föroreningsbelastningen är ofta stor i samband med byggsleden. Det är en stor fördel att anlägga dagvattenanläggningar för rening av dagvatten innan nya byggnationen görs. Anläggningsarbeten är starkt grumlande och det finns risk för oljeläckage från de arbetsmaskiner, fordon och bränsletankar som används i byggsledet.

### **Byggnadsmaterial**

För att minska uppkomsten av föroreningar i dagvattnet kan byggnadsmaterial ses över. Material som bör ses över är galvaniserad och svetsad plåt (Zn, Ni, Cr, Al m.fl), kopparplåt (Cu), zinkplåt (Zn), ytbehandlad plåt (Zn), tak- och fasadfärger (Metaller, ftalater, alkylfenoler, pesticider, PCB), bitumen asfaltmassa (PAH:er, nonylfenol), PVC och övriga plaster (ftalater, nonylfenol) samt betong (nonylfenol, partiklar, Cr).

I Norrköpings kommuns riktlinjer för dagvattenhanteringen har riktvärden även specificerats för verksamheter eller enskilda fastigheter, se tabell 8 i riktlinjedokumentet från 2009.

På allmän platsmark eller kommunens fastigheter, så som vägar, allmänna torg, parkeringar, skolor kan materialval enklare ses över av kommunen. Ett exempel är vilka stolpar och räcken som väljs för nya områden, där utsläpp av till exempel zink kan minskas.

### Gröna tak för nya byggnader

Inom Västra Staden planeras nya byggnader med motsvarande cirka 4,67 ha takyta. Gröna tak fördröjer och minskar avrinningen från takytor. Genom att anlägga gröna tak minskar flödet särskilt från mindre regn, med andra ord minskar volymavrinningskoefficienten.

För att göra en grov uppskattning av skillnaden med eller utan gröna tak har en StormTac-simulering skapats där markanvändningen för alla nya byggnader (uppskattningsvis 4,67 ha) är grönt tak med en volymavrinningskoefficient på 0,3. Simuleringen presenteras i Tabell 22. Uppskattningsvis minskar föroreningsbelastningen jämfört med att inte använda gröna tak för samtliga ämnen förutom kväve och PAH16. Vissa gröna tak har ett nettoläckage av näringsämnen, särskilt de första åren, men detta avtar vanligen när växterna etablerats sig. Genom att anlägga nya bostäder med gröna tak istället för konventionella tak minskar påverkan av förtätningen vad gäller föroreningsbelastning.

Gröna tak och gröna gårdar blir också allt vanligare ovan parkeringsplatser, på cykelparkeringar och förrådsbyggnader. Det kan vara svårt för kommunen eller VA-huvudmannen att reglera om gröna tak skapas av exploatörerna/fastighetsägarna och hur de upprätthålls.

Tabell 22. StormTac-resultat med vanliga tak eller gröna tak på planerade nya byggnader i Västra Staden.

		Före		Med gröna tak på nya byggnader		
		[kg/år]	[kg/år]	Efter [kg/år]	Skillnad jmf före	Skillnad jmf ej gröna
Näringsämnen	P	39	46	42	8%	-9%
	N	270	310	310	15%	0%
Tungmetaller	Pb	2	2,3	2,1	5%	-9%
	Cu	4,4	5,1	4,6	5%	-10%
	Zn	14	16	14	0%	-13%
	Cd	0,089	0,1	0,091	2%	-9%
	Cr	1,6	1,8	1,6	0%	-11%
	Ni	1,2	1,4	1,3	8%	-7%
	Hg	0,0057	0,0064	0,0059	4%	-8%
Suspenderade ämnen	SÄ	11000	13000	11000	0%	-15%
Oljeindex	Olja	100	120	110	10%	-8%
Polycykliska aromatiska kolväten	PAH16	0,087	0,1	0,1	15%	0%
	BaP	0,006	0,0071	0,0062	3%	-13%

## Sammanställning åtgärder och påverkan MKN

I Tabell 23 sammanställs de konkreta åtgärder som presenteras, exklusive rening i byggsleden, val av byggnadsmaterial och gröna tak eftersom dessa är mer allmängiltiga. Sammanställningen inkluderar vilket utlopp som större delen av området avrinner mot idag, areal hårdgjorda ytan och om åtgärden schematiskt omhändertar större, mindre partikelfraktioner eller lösta föroreningar, baserat på Figur 27. Därutöver inkluderas en översikt av avskild mängd av suspenderade ämnen, koppas och fosfor för jämförelse.

Tabell 23. Sammanställning av åtgärder, samt uppskattning av rening av större, mindre partikelbundna samt lösta föroreningar. Därutöver inkluderas avskiljs mängd för suspenderade ämnen, koppas och fosfor.

Område	Åtgärd	Utlopp	Hårdgjord yta (ha)	Större	Mindre	Lösta	SS Kg/år	Cu Kg/år	P Kg/år
Skarphagsleden	Växtbädd	DUT5148	1,37	x	x	x	410	0,16	0,7
	Svackdiken			x			270	0,094	0,2
Oskarsparken	Damm	DUT5148	27,27	x	x	x	5400	1,6	13
Linköpingsvägen	Meandring	DUT5148		x					
St Persgatan	Filtermagasin	DUT5130	21	x	x		7300	2,2	13
Parkering Ebersteinska	Infiltrationsstråk	DUT5148	0,15	x	x				
Ektorpsgatan	Växtbäddar och skelettjordar	DUT5130	1,1	x		x			

Planområdet utgör ca 0,005 % av det totala avrinningsområdet till Motala Ström. Vilket medför att spädning av dagvattnet från planområdet är betydande. Totalaårsflödet från dagvatten från Västra Staden uppskattas till cirka  $1,6 \cdot 10^5$  m<sup>3</sup>/år före förtätning och  $1,7 \cdot 10^5$  m<sup>3</sup>/år efter förtätning. Med ett årsmedelflöde i Motala Ström på cirka 99 m<sup>3</sup>/s motsvarar det totalt cirka  $3 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup> per år. Grovt uppskattat baserat på årsmedelflödet från recipienten och uppskattad totalbelastning så blir spädningen i tiopotensklass 10<sup>4</sup>. Haltpåslaget av föroreningar som dagvatten från planområdet i medel bidrar till i recipienten har uppskattats, se Tabell 24. Flödet och koncentrationerna i dagvattnet varierar dock över tid, varvid även haltpåslaget väntas variera. Det är även viktigt att poängtera att uppskattad föroreningebelastning utgår från schablonhalter och inte uppmätt belastning.

I Tabell 24 presenteras även gränsvärden för koncentrationer i recipienten från VISS för att uppnå god status för olika av föroreningar. Även här kan inte en direkt jämförelse med haltpåslaget göras, men det är intressant att se ungefärlig skala av påverkan. Observera att haltpåslaget i tabellen presenteras i nanogram 10<sup>-9</sup> per liter och gränsvärden i mikrogram 10<sup>-6</sup> per liter/kg.

Tabell 24. Uppskattning av spätt haltpåslag av förorening i recipienten i ng/l (med en uppskattad årsvolym på  $3 \cdot 10^9$  m<sup>3</sup>) från dagvatten från planområdet, samt gränsvärde för god status enligt VISS i µg/l, \*µg/kg i biota eller \*\*µg/l biotillgängligt.

StormTac resultat		Haltpåslag före planförslaget	Haltpåslag efter planförslaget	Gränsvärde god, VISS
		ng/l	ng/l	µg/l, *µg/kg i biota, **µg/l biotillgängligt
Näringsämnen	Fosfor (P)	0,013	0,015	32
	Kväve (N)	0,09	0,10	
Tungmetaller	Bly (Pb)	0,00067	0,00077	1,2**
	Koppar (Cu)	0,0015	0,0017	0,5**
	Zink (Zn)	0,0047	0,0053	5,5**
	Kadmium (Cd)	0,00003	0,00003	0,08 (hårdhetsklass 1)
	Krom (Cr)	0,00053	0,00060	3,4
	Nickel (Ni)	0,00040	0,00047	4**
	Kvicksilver (Hg)	0,0000019	0,0000021	20*
Suspenderade ämnen	SÄ	3,67	4,33	
Oljeindex	Olja	0,033	0,040	
Polycykliska aromatiska kolväten	PAH16	0,000029	0,000033	
	BaP	0,0000020	0,0000024	0,00017*

Enligt den så kallade Weserdomen får vattenförekomstens status inte försämrans på kvalitetsfaktornivå. För ekologisk status för vattendrag finns 3 stycken biologiska faktorer, 3 stycken fysikalisk-kemiska faktorer och 3 stycken hydromorfologiska faktorer. Inom kvalitetsfaktorerna finns parametrar som mäts för att undersöka och bedöma statusen för kvalitetsfaktorn.

Vad gäller de biologiska faktorerna (kiselalger, bottenfauna och fisk) kan dagvatten främst få en indirekt effekt med avseende på föroreningar, så som näringsämnen, metaller, patogener, suspenderade ämnen och olja. Skulle det ske ett stort punktutsläpp skulle det kunna medföra en mer direkt påverkan.

Vad gäller de fysikalisk-kemiska faktorerna (Näringsämnen, försurning, särskilt förorenande ämnen) kan dagvatten ha en direkt påverkan i form av utsläpp av näringsämnen eller särskilt förorenande ämnen (biotillgängligt koppar, biotillgänglig zink eller krom). Årsmedelvärde i recipienten för biotillgängligt koppar och zink, samt krom har gränsvärden 0,5 µg/l, 5,5 µg/l respektive 3,4 µg/l (HVSMFS 2015:4). Uppmätta halter av dessa särskilt förorenande ämnen i recipienten saknas i VISS, men klassificeringen är god. Uppskattningsvis bidrar planområde med ett haltpåslag på runt 0,002 ng/l, 0,005 ng/l, 0,0006 ng/l i totalhalt koppar, zink och krom. Halten från dagvatten från planområdet har alltså en försummande påverkan för statusklassningen av dessa parametrar.

Enligt VISS har urban markanvändning en betydande påverkan på Motala Ström, baserat på belastning av näringsämnen (fosfor). Enligt SMHIs modellresultat, Tabell 4, belastas Motala Ströms avrinningsområde av ca 2000 kg fosfor per år från urbana områden. Uppskattningsvis belastar planområdets dagvatten recipienten med cirka 50 kg fosfor per år. De större reningsåtgärderna (dammen i Oskarsparken och filtermagasinet vid

Strömmen) skulle uppskattningsvis innebära en reduktion på cirka 30 kg fosfor per år.

De hydromorfologiska faktorerna påverkas troligen inte av dagvatten från området. Den kvalitetsfaktor som kan påverkas är hydrologisk regim, men i och med att flödet från planområdet är litet jämfört med flödet i Motala Ström så är påverkan försumbar. Däremot kan omfattande byggande nära strandkanten påverka med avseende på svällplanets struktur och funktion i vattendrag samt vattendragets närområde. Strandområdet är troligen redan så pass bebyggt att påverkan är begränsad.

Vad gäller kemisk status bedöms koncentrationer av prioriterade ämnen. Av de ämnen som uppskattades i StormTac-analysen ingår, bly, kadmium, kvicksilver, nickel, PAH (Benso(a)pyren). Även för dessa ämnen saknas information av uppmätta värden i VISS, men klassificeringen är god. Gränsvärden för god status och uppskattat haltpåslag från dagvatten från planområdet presenteras i Tabell 24. Uppskattningsvis är haltpåslaget i samtliga fall försumbart i relation till totalkoncentration i recipienten.

Parametern grumlighet eller halten suspenderat material ingår inte i VISS, men kan påverka ljusförhållanden. När grumlingspartiklar sjunker till botten kan de täcka över flora och fauna och biologin i vattenförekomsten påverkas avsevärt, trots att ljusförhållandena förbättras. Uppskattningsvis bidrar utredningsområdet med cirka 11-13 ton suspenderade ämnen per år. Suspenderade ämnen kan renas relativt enkelt genom sedimentation. De större reningsåtgärderna beräknas totalt avskilja cirka 13 ton suspenderande ämnen per år. Reningsåtgärderna omhändertar även dagvatten från områden uppströms utredningsområdet Västra Staden.

Utlopp DUT5130 i västra planområdet pekas ut i åtgärdsplanen för dagvattenutlopp som ett av de avrinningsområden som bör prioriteras. Inom avrinningsområdet för utlopp DUT5148 i östra planområdet finns flera områden med potentiellt förorenad mark (Figur 7) samt ett större industriområde.

Att inkludera rening i planområdet ser inte ut att vara avgörande för att uppnå MKN, men ett steg på vägen. Rening av dagvatten väntas bidra till en viss minskning av fosforbelastningen, samt en minskning av belastning miljögifter. Särskild risk utgöra dagvatten för att riskera statusen med avseende på koppar, benso(a)pyren, PAH'er och metaller, enligt VISS för Motala Ström. Belastning av dessa föroreningar kan minskas från planområdet genom både större och mindre reningsåtgärder. De större reningsåtgärderna beräknas bland annat bidra till en minskning av belastningen av koppar med cirka 4 kg per år.

Det är svårt att utan en ingående utredning och faktiska mätningarna bedöma om planområdet själv kan påverka miljökvalitetsnormerna för Motala Ström. Förereningsbelastningen som uppskattas med StormTac ska endast ses som vägledande. Det finns dock en stor marginal mellan planområdets uppskattade belastning och de halter som krävs för god status. Det är därför troligt att belastningen är relativt försumbar eftersom avrinningsområdet och flödet i Motala Ström är mycket stort i relation till flödet från planområdet.

## 7 SLUTSATS

För att skapa förutsättningar så att fastigheterna inte översvämmas vid skyfall behövs i områden där nya fastigheter byggs:

- Höjning av befintlig mark
- Skapa nya rinnvägar bort från fastigheterna
- Skapa relativt små och stora områden där vattnet kan ansamlas, till exempel grönområden.

Skapas det effektiva rinnvägar kan det generera att befintlig mark inte behöver höjas eller i alla fall inte så mycket. Detta måste undersökas i detalj för varje område som ska bebyggas. Men även hela avrinningsområdet behöver tas med i beaktning. Vid skapandet av nya rinnvägar eller vid omläggning av befintliga rinnvägar vore det bra om det även kombinerades med ytor där vattnet sakta kan infiltrera. Detta är positivt även för rening. Man behöver även titta på vart nya rinnvägar leder vattnet, för att minska risken att vattenansamlingar bara byter plats och inte tas om hand.

För att säkerställa att Skarphagsleden är farbar vid ett skyfall för tex räddningstjänstfordon behöver denna höjas (cirka 1 m) vid lågpunkten där vatten ansamlas. Vid en höjning av vägen behöver man titta noga på var allt vatten tar vägen som idag använder Skarphagsleden som magasin och som rinnväg, En höjning av vägen kan kombineras med att skapa reningsåtgärder (tex växtbäddar) och översvämningssytor längs vägkanterna.

För att minska föroreningsbelastningen från dagvatten från Västra Staden föreslås att:

- En damm skapas i Oskarsparken dit en stor del av dagvattnet till utlopp DUT5130 kan renas. Om dammen kan skapas kan den ge god reningseffekt och även rena dagvatten från industriområdet inom avrinningsområdet. För att skapa dammen krävs vidare utredning vad gäller potentiellt förorenad mark, höjdsättning, gestaltning, dimensionering och befintliga ledningar.
- Området innan utlopp DUT5148 vid St Persgatan kan troligen nyttjas för rening av dagvatten. Förslagsvis nyttjas det tidigare skyddsrummet som ett filtermagasin för dagvatten. En mer detaljerad undersökning av skyddsrummet krävs för att säkerställa dess lämplighet.
- Dagvatten från vägar föreslås renas i svackdiken och växtbäddar innan utlopp till ledningsnätet. Förslagsvis skapas denna åtgärd längs Skarphagsleden och Ektorpsgatan.

Generellt för Västra Staden kan grönområden nyttjas i större utsträckning för översvämning och översilning av dagvattnet. Till exempel kan möjligheter för rening av dagvatten från vägar och parkeringar skapas i direkt anslutning till den hårdgjorda ytan. Enligt kommunens riktlinjer ska det stadsmiljön eftersträvas ett stort inslag av vegetation, vilket bland annat är positivt för dagvattenhanteringen.



## 8 REFERENSER

- *Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19, HVMFS 2015:4) om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten*
- *Flood estimation handbook, volume 4*
- *Norrköping Vatten och Avfall (2018-02-27). Åtgärdsplan dagvattenutlopp. Ansvarig Anna Bellner.*
- *Riktlinjer för dagvattenhantering i Norrköping kommun, 2009*
- *Svenskt Vatten Utveckling (2016), Kunskapssammanställning Dagvattenrening, Godecke Blecken m. fl. Rapport Nr 2016-05*
- *Svenskt Vatten, (2016). Avledning av dag-, drän och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110*
- *Svenskt Vatten, (2004) Dimensionering av allmänna avloppsledningar. Publikation P90*
- *WSP 2012, PM Simulering av 100-årsregn för Norrköpings kommun, Anna Risberg, 20121030.*
- <https://viss.lansstyrelsen.se/>
- <https://apps.sgu.se/kartvisare/>
- *StormTac Version 18.3.2*

## VI ÄR WSP

WSP är ett av världens ledande analys- och teknikkonsultföretag. Vi verkar på våra lokala marknader med stöd av global expertis. Som tekniska experter och strategiska rådgivare har vi tillgång till ingenjörer, tekniker, naturvetare, planerare, utredare och miljöspecialister liksom professionella projektörer, konstruktörer och projektledare. Vi erbjuder hållbara lösningar inom Hus & Industri, Transport & Infrastruktur och Miljö & Energi. Med drygt 39 000 medarbetare på 500 kontor i 40 länder medverkar vi till en hållbar samhällsutveckling. I Sverige har vi omkring 4 000 medarbetare. [wsp.com](http://wsp.com)

### WSP Sverige AB

601 86 Norrköping

Besök: Södra Grytsgatan 7

T: +46 10 7225000

Org nr: 556057-4880

Styrelsens säte: Stockholm

[wsp.com](http://wsp.com)

