

# Dagvattenutredning

---

Del av Huvudsta 4:17, Solna stad

2018-10-11

Reviderad: 2019-04-26



# Structor

Uppdrag: Dagvattenutredning Del av Huvudsta 4:17  
Uppdragsnummer: 1497  
Status: Slutversion  
Datum: 2018-10-11  
Senast reviderad: 2019-04-26

Uppdragsgivare: JM Entreprenad AB

Konsult: Structor Uppsala AB  
Uppdragsansvarig: Jessica Stålheim  
Josef Nordlund, Structor Vatten & Miljö  
Handläggare: Jessica Stålheim  
Erika Hagström  
Granskare: Josef Nordlund, Structor Vatten & Miljö

## SAMMANFATTNING

---

Inom planområdet "Del av Huvudsta 4:17" planerar JM AB att bygga företagskontor i flera plan med tillhörande takterrass. Inom detaljplanen planeras även en ny lokalgata och ett mindre torg intill det nya kontorshuset. Planområdet är drygt 7 800 m<sup>2</sup> stort och består i dagsläget av en parkeringsyta, grusplan samt grönområde. Structor har fått i uppdrag att upprätta en dagvattenutredning med syfte att säkerställa att dagvatten kan omhändertas enligt *Dagvattenstrategi för Solna stad*.

Dagvattenhanteringen ska utformas på sådant sätt att en nederbörds mängd på minst 20 millimeter vid varje givet nederbördsstillfälle fördröjs och renas enligt Solna stads dagvattenstrategi. Dagvatten som avleds till recipient måste vara så rent att det inte ger negativ påverkan på levande organismer och får inte medföra att gällande miljö kvalitetsnormer för vattenkvaliteten i stadens sjöar, havsvikar och vattendrag inte kan följas. För att kunna uppnå fördröjnings- och reningskrav kommer taket utformas med vegetation och böljande planteringar varvat med sedumtak dit allt dagvatten från takytan leds. Dagvatten från gata leds mot skelettjordar som träd planteras i och dagvatten från torget planeras avvattnas mot växtbäddar på torget som i kombination med dagvattenhantering bidrar med bland annat rekreation och biologisk mångfald. Överskottsvatten från takytan planeras anslutas till skelettjordarna i gatan för att utnyttja dagvattnet maximalt, på detta sätt genomgår dagvattnet även rening i flera steg.

Föroreningsberäkningarna indikerar att föroreningsbelastningen på årsbasis minskar för samtliga ämnen om dagvattensystemet utformas enligt förslag. För att inte utläckage av näringsämnen ska ske från de föreslagna gröna taken så är det viktigt att minimera gödsling av dessa och inte gödsla precis innan nederbörd. Detta bör säkerställas genom en skötselplan för de planerade dagvattenåtgärderna. Gröna tak fördröjer nederbörd och kan ge fler positiva effekter som till exempel ökad biologisk mångfald, upptag av luftföroreningar samt höga upplevelsevärden.

Marken inom planområdet är idag förorenad, vilket kan bidra till föroreningstransport till recipienten om jorden lakas ur. Marken inom planområdet kommer att saneras i samband med realiseringen av planen vilket bedöms leda till en minskad risk för urlakning av föroreningar.

Med rekommenderade åtgärder för den planerade exploateringen bedöms planen inte riskera att försvåra möjligheten att uppnå recipientens miljö kvalitetsnormer. Föreslagna åtgärder beräknas uppfylla aktuella fördröjnings- och reningskrav genom öppna dagvattenlösningar inom kvarteretsmark såväl som kommunal gata och torg.

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

---

1.	Bakgrund.....	1
1.1	Krav på dagvattenhantering.....	1
2	Områdesbeskrivning.....	2
2.1	Markförutsättningar och föroreningar.....	3
2.2	Recipient.....	5
3	Befintlig situation.....	6
3.1	Befintliga ledningar .....	6
3.2	Befintligt va-nät och dagvattenhantering .....	6
3.3	Flödesberäkningar befintlig situation.....	7
4	Situation efter exploatering.....	8
4.1	Flödesberäkningar efter exploatering.....	9
4.2	Erforderlig fördröjningsvolym .....	10
4.3	Fördröjnings- och reningsåtgärder .....	10
4.3.1	Takterrassen .....	10
4.3.2	Gata och torg.....	12
4.3.3	Västra sidan .....	12
4.3.4	Garage .....	13
4.4	Föroreningsberäkningar .....	13
4.5	Föroreningar i mark.....	15
5	Översvämningsrisker .....	16
5.1	Översvämning av skyfall.....	16
5.1.1	Område A – Krossdiket.....	17
5.1.2	Område B och C – Lokalgatan.....	18
5.2	Översvämningsrisk av ytvatten .....	18
5.3	Dagvattenhantering under byggskede .....	19
6	Bilagor .....	20
7	Referenser .....	20

## 1. BAKGRUND

JM AB planerar att exploatera Del av Huvudsta 4:17 med en ny kontorsbyggnad vilket innebär behov av ny detaljplan. Planförslaget är i enighet med Solna stad Översiktsplan 2030, där syftet är att *”skapa goda förutsättningar för företag att etablera sig och växa i staden genom att erbjuda attraktiva etablerings- och expansionsmöjligheter samt god service”*. Structor har fått i uppdrag att upprätta en dagvattenutredning för planområdet med syfte att beskriva befintlig situation samt de förändringar som uppstår till följd av planerad exploatering. Vidare ska utredningen föreslå lämpliga dagvattenåtgärder för att följa aktuella krav gällande dagvattnet. Planområdets lokalisering redovisas i Figur 1-1.



Figur 1-1. Översiktsbild, geografisk lokalisering av detaljplaneområde. Kartbild från maps.google.se.

### 1.1 KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

I december 2017 antog kommunstyrelsen en ny dagvattenstrategi för Solna Stad. Framtagandet av strategin har skett i samarbete med Solna Vatten med syfte att skapa förutsättningar för hållbar dagvattenhantering inom staden. Dagvattenstrategin kan sammanfattas i ett antal riktlinjer:

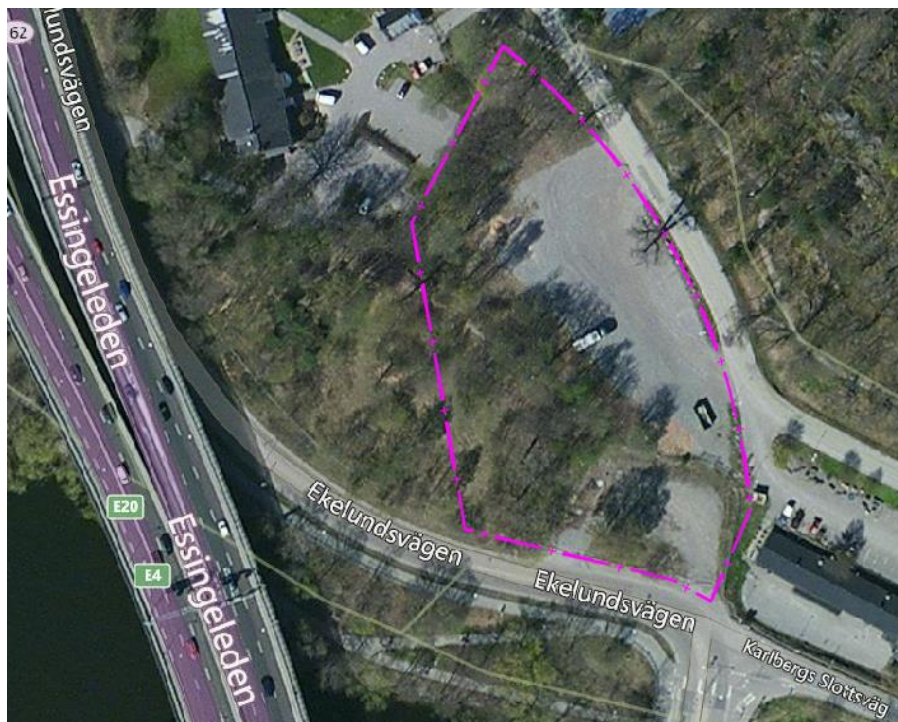
- Dagvatten ska omhändertas och renas lokalt så nära källan som möjligt och med bästa möjliga teknik. Dagvattenhanteringen ska utformas på sådant sätt att en nederbörds mängd på minst 20 millimeter vid varje givet nederbördstillfälle fördröjs och renas.
- Dagvatten ska inte medföra att gällande miljö kvalitetsnormer för vattenkvaliteten i stadens sjöar, havsvikar och vattendrag inte kan följas.
- Dagvatten ska inte medföra att vattenkvaliteten i stadens grundvatten försämras eller att grundvattennivåer ändras.
- Från vägar ska staden i takt med stadens ut- och ombyggnad se till att rening av dagvatten sker före utsläpp till ytvattenrecipient eller grundvatten.

- Byggnads- och anläggningsmaterial innehållande miljöstörande ämnen, som koppar och zink, ska undvikas.
- Bebyggelse, infrastruktur och dagvattenhantering ska höjdsättas och utformas så att dagvatten inte riskerar att orsaka skadliga översvämningar, varken inom eller utom planområdet, varken nu eller i ett framtida förändrat klimat
- Dagvatten ska användas om en resurs vid stadens utbyggnad för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön
- Dagvatten ska beaktas i varje skede av stadsbyggnadsprocessen.
- Dagvattenhanteringen ska systematiskt ses över och åtgärdas när åtgärder i den befintliga staden genomförs, såsom ombyggnad av stadens vägar, gator och torg.

All typ av dimensionering inom ramen för denna utredning har utgått från Svenskt Vattens publikation P110.

## 2 OMRÅDESBESKRIVNING

Planområdet är drygt 7800 m<sup>2</sup> och beläget mellan Essingeleden och Karlsbergs slott i Huvudsta, sydvästra delen av Solna. Markanvändningen idag består av parkeringsplats, grusplan samt grönområde. Figur 2-1 visar planområdet med rosa markering. Planområdets västra sida begränsas även geografiskt av tunnelbanans blå linje belägen under markytan. Vid lokalisering av byggnad har hänsyn tagits till skyddsavstånd till tunnelbanan. I övrigt bedöms inte planerad exploatering att påverkas av tunnelbanan då den är belägen djupt ner i marken.



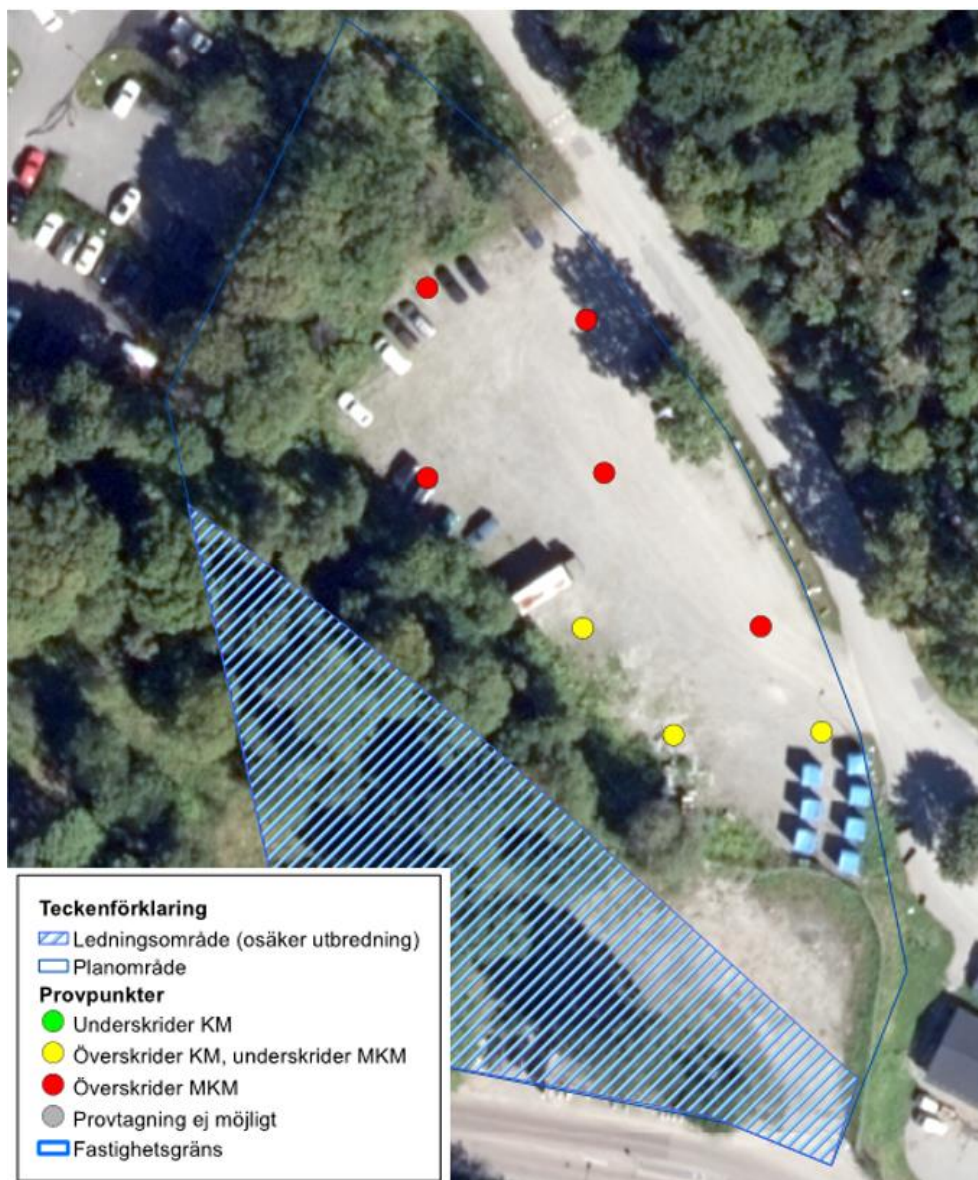
Figur 2-1: Översiktbild över dagens markanvändning. Planområdesgräns visas i rosa. Karta erhållen från Bing.

## 2.1 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR OCH FÖRORENINGAR

En geoteknisk utredning har utförts av ELU Konsult AB, med syfte att översiktligt beskriva de geotekniska förhållandena och ge rekommendationer inför kommande projekteringar. Utredningen beskriver planområdet som relativt plant, där västra delen av området utgörs av en höjd med högsta nivå ca +11,0 meter (RH2000) och den grusade ytan varierar mellan +8,0 meter och +8,9 meter. Sondering visar att den naturliga jordlagerföljden utgörs av torrskorpelera på lera på friktionsjord på berg. Utförd sondering visar att på den avgrusade ytan överlagras torrskorpeleran av fyllning med en mäktighet mellan cirka 1 till 2 meter. Torrskorpelerans mäktighet varierar mellan 2 till 3 meter. Lerans mäktighet varierar mellan 0 till 3 meter. I sonderingspunkter där djupet till berg är större än 3 meter varierar friktionsjordens mäktighet mellan 2 till 4,5 meter. I punkter med mindre djup till berg är det ett tunt lager, cirka 0 till 0,5 meter, friktionsjord på berg. Djupet till berg varierar mellan 2 och 12 meter i utförda sonderingspunkter vilket motsvarar nivå +6,2 och -4,1. Inga uppgifter om grundvattennivån har hittats, men antas korrespondera med Mälarens medelvattenstånd +0,9 m (ELU Konsult AB, 2018).

Enligt "Miljöinventering-förorenad mark, del av Huvudsta 4:17, Solna" av WSP daterad 2015 har en industrideponi funnits på området vilket kan innebära att marken har förorenats. Planområdet ligger även nära ett militärt övningsområde som kan ha en förorenade effekt samt en jordbruksfastighet där bekämpningsmedel kan ha använts.

En markmiljöundersökning på totalt 12 provpunkter utfördes av Structor Miljöbyrå den 4:e januari 2017. Undersökningen påvisade ca 1 meter fyllnadsmaterial underlagrad av torrskorpelera. En hel del byggrester i form av tegel i fyllningsjord påträffades. Inget grundvatten påträffades i provpunkterna. Fem av provpunkterna innehöll haltnivåer av värden som överskrider generella riktvärden för kontorsanvändning (MKM), se röda markeringar i Figur 2-2. Bland de överskridna värdena erhöles PAH, koppar, zink och bly. Alla prover utom ett innehöll även värden överskridandes generella riktvärden för bostadsanvändning (KM). Dessa värden var främst tungmetaller såsom arsenik, kadmium, kobolt, koppar, kvicksilver, bly och zink, men även PAH:er samt oljekolväten i form av alifater.



Figur 2-2: Markmiljöundersökning utförd av Structor Miljöbyrå 2017-01-04.



## 2.2 RECIPIENT

Dagvattnet från området leds direkt ut till Ulvsundasjön/Karlbergskanalen och vidare till Karlbergssjön. Mälaren-Ulvsundasjön är ett samlingsnamn för Ulvsundasjön, Karlbergskanalen och Karlbergssjön. Recipienten är en vattenförekomst (Mälaren-Ulvsundasjön, SE658229-162450) som omfattas av miljö kvalitetsnormer för ytvatten. Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS) har Mälaren-Ulvsundasjön statusklassningen *Måttlig* ekologisk status samt *Uppnår ej god* kemisk status. Det är främst problem med övergödning och syrefattiga förhållanden p.g.a. av hög belastning av näringsämnen. Ulvsundasjöns miljöproblem är sammanfattade i tre punkter:

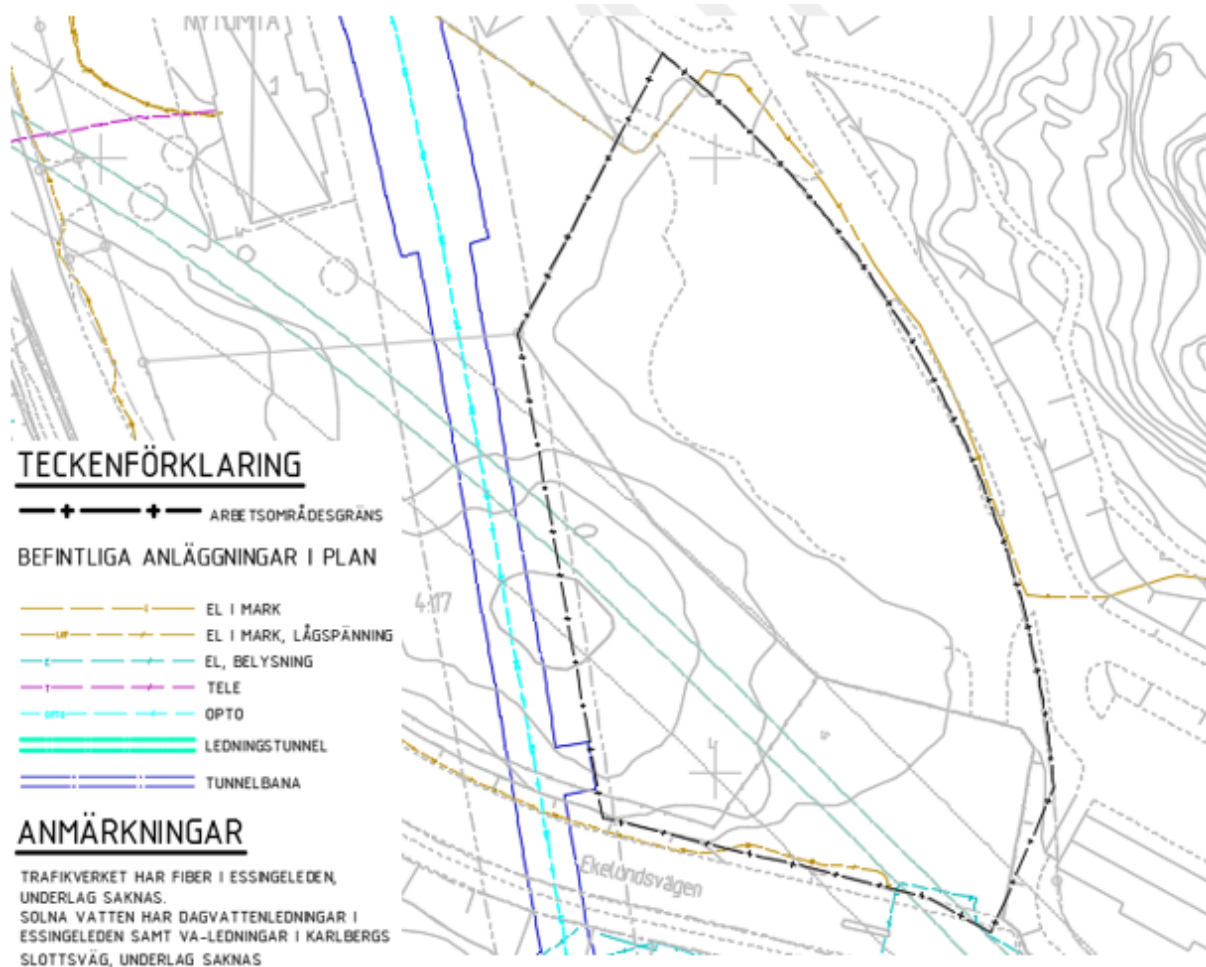
- **Övergödning** på grund av belastning av näringsämnen
- **Miljögifter**, baserat på att prioriterade ämnen såsom **kvicksilver, tributyltenn (TBT) och bly** m.fl. överskrider aktuella gränsvärden.

Tidsfristen för att uppnå god ekologisk status har förlängts till 2021 på grund av orimliga kostnader samt mycket tids- och resurskrävande åtgärder. Gällande övergödning av sjöar är det utsläpp av näringsämnen såsom kväve och fosfor som är av stor betydelse, vilket bland annat kan ha ursprung i dagvatten från urbana miljöer. För att uppnå god kemisk ytvattenstatus har undantag getts i form av mindre stränga krav för kvicksilver och bromerade difenyletrar (PBDE) på grund av att det anses omöjligt att sänka dessa halter till de nivåer som motsvarar god status. För antracen, bly och TBT har tidsfristen för att uppnå god status förlängts till 2027 eftersom påverkansbilden är mycket komplex för dessa föroreningar och det kommer ta lång tid för att sänka halterna.

## 3 BEFINTLIG SITUATION

### 3.1 BEFINTLIGA LEDNINGAR

Befintliga ledningar i anslutning till planområdet är el; belysning, mellan- och lågspänning, samt opto och tele. Aktuella ledningsägare utgörs av Solna stad (belysning), Vattenfall elnät (el), Skanova (opto/tele), Stokab (opto) och Trafikverket (opto). Inom planområdet finns mellanspanningsledning i områdets norra del samt belysning och lågspänning i områdets södra del, se Figur 3-1.



Figur 3-1. Befintliga ledningar inom och runt planområdet.

### 3.2 BEFINTLIGT VA-NÄT OCH DAGVATTENHANTERING

Enligt uppgifter från Solna Vatten AB finns inga kommunala VA-ledningar inom planområdet<sup>1</sup>. Det finns befintliga VA-ledningar i Karlbergs Slottsväg samt dagvattensystem längs de stora trafiklederna. Privatägda VA-ledningar kan förekomma inom planområdet, dock har inga sådana kunnat identifieras i erhållet underlag.

<sup>1</sup> Frida Jidetorp, Projektchef, Solna Vatten AB, mailkonversation 2017-01-02.

I dagsläget avvattnas planområdet troligen med självfall ytledes mot recipient; Ulvsundasjön/Karlbergskanalen utan kända fördröjnings- eller reningsåtgärder, alternativt via befintlig dagvattenledning i Karlbergs slottsväg.

### 3.3 FLÖDESBERÄKNINGAR BEFINTLIG SITUATION

Avrinningsberäkningar har utförts med rationella metoden för dagvattenflöde; Q baseras på indata som anges i Tabell 3-1. Områdets rinntid är satt till 10 minuter på grund av att trög avledning för befintlig markanvändning saknas. Dimensionerande regnvaraktighet bestäms utifrån områdets rinntid och är således 10 min.

Tabell 3-1. Indata för flödesberäkningar, redovisad regnintensitet för 10-årsregn baseras på data över kortvariga regn från Stockholmsregionen enligt P110.

#### Dimensionerande 10-årsregn

Återkomsttid	120 mån
Varaktighet	10 min
Regnintensitet	236 l/s ha

Resultat från beräkningarna sammanställs i Tabell 3-2. Avrinningen för planområdet i befintlig situation är totalt 70 l/s.

Tabell 3-2. Flödesberäkningar för befintlig situation.

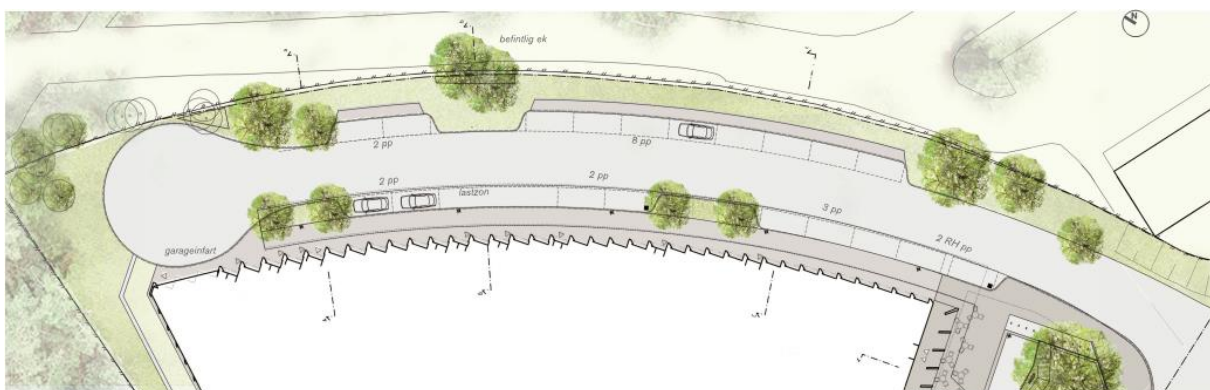
Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	$\Phi$	Area <sub>Red</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>10 år</sub> [l/s]
Gata	2 580	0,8	2 060	49
Grusyta	840	0,4	340	8
Grönyta	5 350	0,1	540	13
<b>Totalt</b>	<b>8 770</b>		<b>2 940</b>	<b>70</b>

## 4 SITUATION EFTER EXPLOATERING

Inom planområdet planeras en byggnad i olika nivåer för företagsverksamhet, en torgyta och en mindre gata med vändplats. På den västra sidan av huset planeras det för en mindre gångväg med syfte att kunna rymma servicefordon. Huset kommer att innehålla kontorslokaler, restauranger, caféer och garage under markplan. Infart till garage kommer ske från den nya gatan. Husets tak kommer utformas med en takterrass, där både gröna ytor med mycket växtlighet ryms och sociala ytor med plats för möten, aktiviteter och event. På vissa delar anläggs det även solceller. Torget utanför kontorshuset utformas som en välkomnande och grön plats med många sittplatser. Gatan kommer att anläggas med trottoar på bägge sidor, angöringar och trädplanteringar. Förslag på utformning av tak, torg och gata visas i Figur 4-1, 4-2 och 4-3.



Figur 4-1. Situationsplan för takterrassen, erhållen från Topia landskapsarkitekter (2019-03-12).



Figur 4-2. Planerad utformning av lokalgatan, erhållen från Topia landskapsarkitekter (2019-03-18).



Figur 4-3. Planerad utformning av torget, erhållen från Topia landskapsarkitekter (2019-03-18).

## 4.1 FLÖDESBERÄKNINGAR EFTER EXPLOATERING

De beräkningar som utförts på situation efter exploatering baseras på dimensionerande regn enligt Tabell 4-1. Enligt Svenskt Vatten Publikation P110 bör dagvattensystemet för affärs- och centrumområden dimensioneras för ett 10-årsregn. En klimatfaktor på 1,25 har inkluderats för att ta höjd för ökad nederbörd i samband med pågående klimatförändring.

För att uppfylla kommunens krav på dagvattenhantering inom planområdet krävs lokala fördröjningsåtgärder med kapacitet att fördröja 20 mm nederbörd. Vid anläggning av lokal fördröjning förlängs systemets totala rinntid på grund av att fördröjningsmagasinens uppfyllnadstid inkluderas. Rinntiden, och därmed också varaktigheten, vid hänsyn till fördröjning förlängs därför till 33 minuter (uppfyllnadstiden för magasin redovisas i Figur 1.24 i P110). Ett 10-årsregn med varaktigheten 33 minuter genererar en regnintensitet på 158 l/s/ha inklusive klimatfaktor (Tabell 4-1).

Tabell 4-1. Indata för flödesberäkningar efter exploatering, redovisad regnintensitet för 10-årsregn baseras på data över kortvariga regn från Stockholmsregionen inklusive klimatfaktor på 1,25 enligt P110.

Dimensionerande regn	10-årsregn	utan fördröjning	med fördröjning
Återkomsttid	120	mån	120 mån
Regnvaraktighet	10	min	33 min
Regnintensitet	236	l/s ha	126 l/s ha
Klimatfaktor	1,25	-	1,25 -
Regnintensitet (inkl. klimatfaktor)	294	l/s ha	158 l/s ha

Resultat från flödesberäkningarna visar att dagvattenflödena uppgår till 138 l/s efter exploatering utan hänsyn till fördröjning för hela planområdet. Efter anläggandet av fördröjningsåtgärder uppgår flödet ut från området istället till 74 l/s, se Tabell 4-2. Detta ger alltså en liten ökning i flöde även om planerade fördröjningsåtgärder anläggs (74 l/s jämfört med 70 l/s i befintlig situation). Observera att dessa flöden dock uppkommer vid olika dimensionerande regn. För befintlig situation är dimensionerande regn ett 10-årsregn med 10 min varaktighet vilket motsvarar ca 14 mm nederbörd, och för planerad situation är dimensionerande regn ett 10-årsregn med 33 min varaktighet vilket

motsvarar ca 21 mm nederbörd. Jämfört med nollalternativ (befintlig situation med klimatfaktor) blir dock situationen bättre (87 l/s för nollalternativ).

Tabell 4-2. Flödesberäkningar efter exploatering.

Kvartersmark						
	Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	Φ	Area <sub>Red</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>10 år</sub> [l/s]	Q <sub>10 år</sub> [l/s] med fördröjning
Takterrass	Hårdgjort tak	940	0,9	850	25	13
	Genomsläpplig beläggning	860	0,7	600	18	10
	Sedumtak	380	0,4	150	5	2
	Solceller med sedum	630	0,5	320	9	5
	Plantering	1 140	0,1	110	3	2
	Dräneringsgrus	120	0,2	20	1	0
	Gata	1 620	0,8	1 300	38	20
	Gång- och cykelväg	1 110	0,8	890	26	14
	Genomsläpplig beläggning	400	0,7	280	8	5
	Grönyta	1 290	0,1	130	4	2
Växtbädd	280	0,1	30	1	0	
<b>Totalt</b>		<b>8 770</b>	<b>0,53</b>	<b>4 670</b>	<b>138</b>	<b>74</b>

Anslutningspunkter för planområdet till VA-nät kommer att bestämmas i senare skede av exploateringsprocessen då Solna Vatten AB inte har några ledningar inom området i dagsläget. Det är viktigt att säkerställa att kapaciteten är tillräcklig i det system som ska leda bort vattnet från planområdet.

## 4.2 ERFORDERLIG FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Enligt Solna stads dagvattenstrategi från december 2017 måste 20 mm nederbörd fördröjas och renas innan utsläpp får ske till kommunalt dagvattennät eller ytledes direkt till recipienten. Baserat på detta uppgår den totala erforderliga fördröjningsvolymen till 112 m<sup>3</sup> för hela planområdet, varav 54 m<sup>3</sup> för takytan och 58 m<sup>3</sup> för torg och gata. Den erforderliga fördröjningsvolymen beräknas för den reducerade arean (area multiplicerad med avrinningskoefficient). För de ytor som planeras användas för dagvattenhantering används avrinningskoefficienten 1,0 eftersom allt vatten som faller på denna yta också måste omhändertas inom ytan och ska på så sätt inkluderas då fördröjningsvolymen beräknas. För detta område har därför ytorna för sedumtak och dräneringsgrus tilldelats avrinningskoefficient 1,0 vid beräkning av den erforderliga fördröjningsvolymen. För planerade planteringsytor antas ingen fördröjning ske förutom omhändertagandet av nederbörden som faller direkt på dessa.

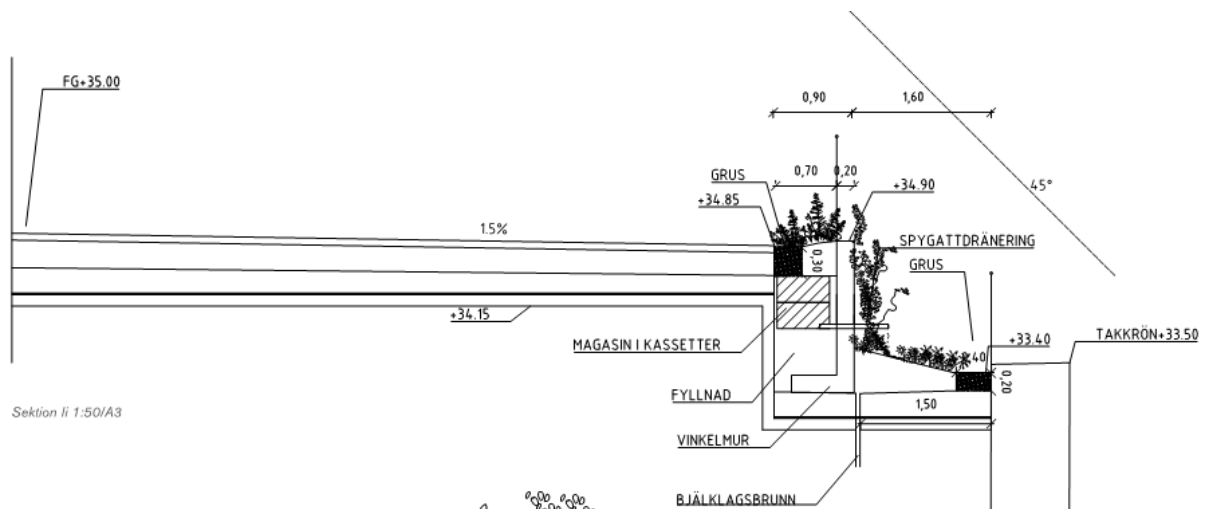
## 4.3 FÖRDRÖJNINGS- OCH RENINGSÅTGÄRDER

### 4.3.1 Takterrassen

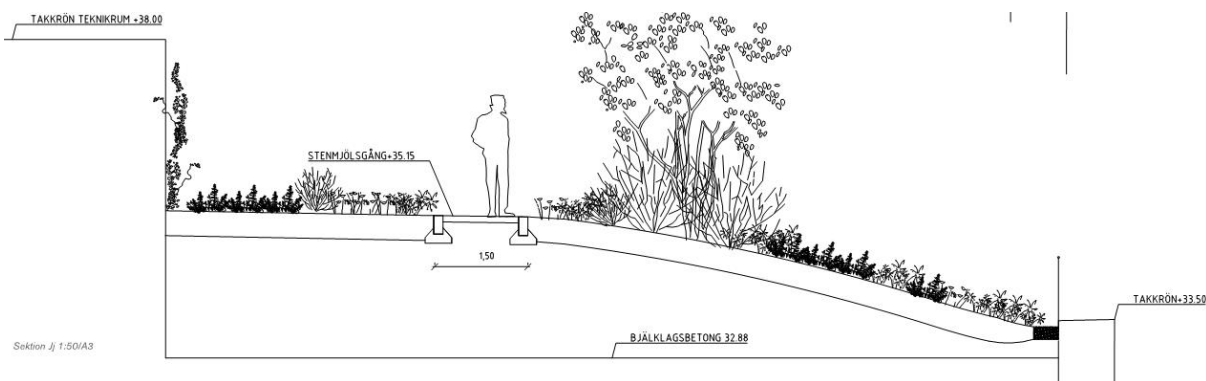
På takterrassen planeras grönytor i form av sedumtak varvat med gröna tak med djupare växtbäddar i ett böljande landskap. Takytan utformas så att dagvatten leds från de övre nivåerna på taket till de lägre där de olika vegetationszonerna finns. På vägen fördröjs och renas vattnet i flera steg. Först ansamlas dagvattnet i mindre magasin eller rännalar innan det leds mot växtbäddar/gröna tak och dräneringsgrus. Se princip i Figur 4-4 och 4-5. Från de hårdgjorda ytorna leds dagvattnet ner i Savaqrör vilket är en typ av bevattningssystem som bevattnar växtligheten underifrån genom kapillärkraft.

På så sätt används allt dagvatten till bevattning, vattnet stannar i rören till dess att växterna tagit upp det. För redovisning över fördröjningsvolymen i olika ytor, se Tabell 4-3.

Eventuellt överskott av dagvatten från takytan, det vill säga det vatten som passerat planteringarna och de gröna taken och som inte avdunstar eller tas upp av växter, leds ner genom huset och släpps sedan mot skelettjordarna i gatan. Detta kommer i princip bara hända vid regn större än 20 mm. På så sätt kan eventuellt överskott användas för att bevattna träden i gaturummet, och rening sker i flera steg.



Figur 4-4. Princip för avvattning på taket. Skiss av Topia landskapsarkitekter, 2019-03-12.



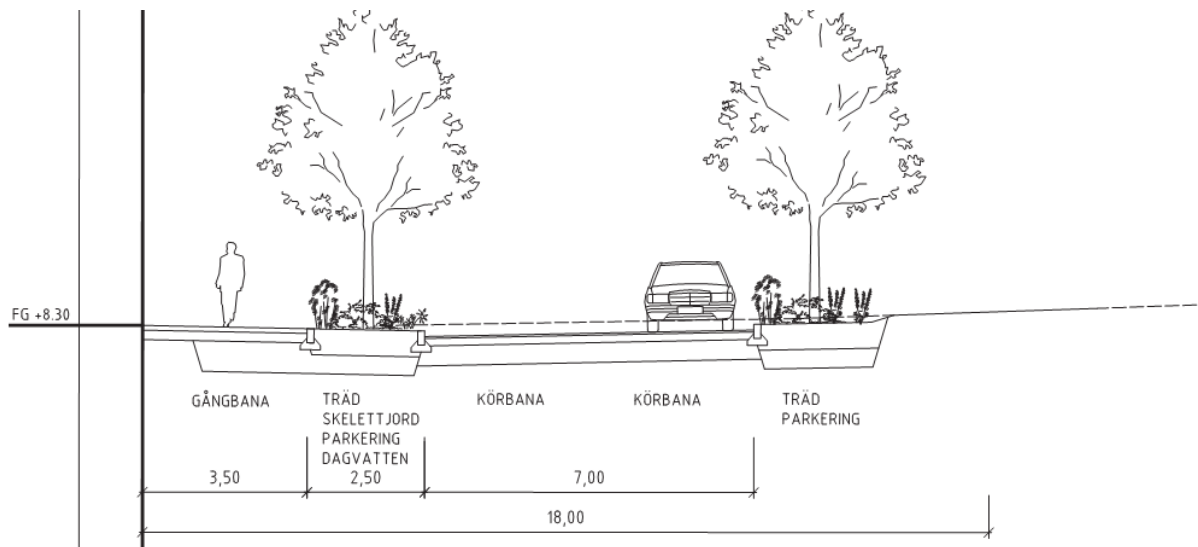
Figur 4-5. Princip för takterrassen. Skiss av Topia landskapsarkitekter, 2019-03-12.

Tabell 4-3. Förslag på dagvattenhantering för taket. Med dessa förslag uppnås fördröjningskravet 20 mm.

Yta	Förutsättning	Djup/Längd	Ger fördröjning
Grönt tak	Kapacitet 20 mm	-	20,3 m <sup>3</sup>
Fördröjning i grusbädd	Porvolym 0,3	Djup: 0,2 m	6,8 m <sup>3</sup>
Ytlig fördröjning		Djup: 0,02 m	2,3 m <sup>3</sup>
Fördröjning i kassettmagasin	Porvolym 0,95	Djup: 0,7 m	17,3 m <sup>3</sup>
Fördröjning i Savaqrör	Fördröjning 15 l/m	Längd: 520 m	7,8 m <sup>3</sup>
<b>Totalt</b>			<b>54,5 m<sup>3</sup></b>

### 4.3.2 Gata och torg

Rening och fördröjning av dagvatten i gata och torg föreslås ske i skelettjordar och växtbäddar längs gatan och på torget. Skelettjordar är vanligtvis en lämplig åtgärd längs trafikerade gator på grund av att de är mycket yteffektiva och kan breda ut sig under marken. Växtbäddarna på torget bidrar med både sociala och biologiska värden såsom rekreation och biologisk mångfald. Växtbäddarna behöver vara ca 100 m<sup>2</sup> stora för att klara fördröjningen på torgytan, planerad area är ca 280 m<sup>2</sup> vilket är betydligt större. Skelettjordarna behöver vara ca 320 m<sup>2</sup> (enligt antagna förutsättningar i Tabell 4-4) för att tillgodose fördröjningen för gatan, inritad area är ca 900 m<sup>2</sup>.



Figur 4-6. Förslag till gatusektion för ny gata. Skiss från Topia landskapsarkitekter (2019-03-18).

### 4.3.3 Västra sidan

Längs den västra sidan av huset planeras en mindre gångväg som utformas för att vara framkomlig för en skylift för fönsterrengöring. Gångvägen utformas med genomsläpplig beläggning, ett avskärande mindre krossdike mot naturmarken och mindre planteringar. Enligt 20 mm-kravet ska ca 4 m<sup>3</sup> dagvatten fördröjas och renas på den västra sidan. Krossdiket behöver då vara ca 60 m långt (antaget förutsättningar enligt Tabell 4-4) för att klara fördröjningskravet. Planerad längd är 115 m vilket är nästan dubbelt så långt.

Tabell 4-4 – Erforderlig fördröjningsvolym samt åtgärdsförslag.

	Erforderlig fördröjning (m <sup>3</sup> )	Förslag
<b>Takyta</b>	54 m <sup>3</sup>	Se Tabell 4-3, total volym: 54,5 m <sup>3</sup>
<b>Torg</b>	20 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Växtbäddar (0,5 m djup, porvolym 0,2, uppdämningsdjup 0,1 m): <b>100 m<sup>2</sup></b></li> <li>• Skelettjord (0,7 m djup porvolym 0,2): <b>140 m<sup>2</sup></b></li> </ul>
<b>Gata</b>	45 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Skelettjord (0,7 m djup porvolym 0,2): <b>320 m<sup>2</sup></b></li> </ul>
<b>Västra sidan</b>	4 m <sup>3</sup>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Krossdike (0,5 m brett och 0,5 m djupt, porvolym 0,3): <b>60 m</b></li> </ul>
<b>Totalt</b>		Total fördröjd volym: 123 m <sup>3</sup>



För samtliga ytor är de planerade areorna för dagvattenlösningarna betydligt större än de erforderliga areorna för att klara fördröjningskravet enligt antagna förutsättningar. Till exempel är växtbäddarnas djup på torget satt till 0,5 m men det är troligt att de blir djupare och får därmed större fördröjningsvolym. Djupet är satt för att inte underdimensionera systemet. Generellt är det bra att dagvattenhanteringen ges ordentligt utrymme, men en stor överdimensionering kan vara en risk eftersom växter och träd får väldigt lite vatten vid normal nederbörd. Växtbäddarna på torget är till exempel nästan tre gånger större än det krävs för att omhänderta 20 mm nederbörd. Endast ca 10% av regnen i Sverige är större än 20 mm vilket gör att det kommer fyllas upp med vatten i växtbädden väldigt sällan. Om växtbädden utformas med torktåliga växter behöver det dock inte vara ett problem.

Principlösningar för de olika dagvattenlösningarna redovisas i Bilaga A.

#### 4.3.4 Garage

Det planerade garaget bör inte utrustas med några möjligheter för att omhänderta regn- och smältvatten från fordon (till exempel golvbrunnar) då det uppskattningsvis kommer vara mycket små flöden. Man vill också undvika att föroreningar som finns i smält- och regnvatten från fordon sprids till avloppsverk eller dagvattenrecipient. Regn- och smältvatten som samlas i garaget får då istället dunsta bort och rengöring bör ske genom sopning eller på likvärdigt sätt. Uppsopat damm och smuts omhändertas som farligt avfall. Förslagsvis kan en lågpunkt eller låglinje i garaget även fånga upp överskottsvatten. Uppsamlingspunkten töms vid behov av slambil.

En dagvattenränna kan anslutas till in- och utfartsrampen för omhändertagande av regn och smältande snö som skakas av fordon när de kör in i parkeringsgaraget för att undvika att dagvatten rinner ner i garaget. Smält- och regnvatten som omhändertas i rännan leds förslagsvis mot planerade skelettjorlar för rening.

#### 4.4 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Mälaren-Ulvsundasjön omfattas av juridiskt bindande miljö kvalitetsnormer (MKN) för ytvatten. En detaljplan får inte medföra att möjligheten till att följa MKN försämras, den fysiska planeringen ska istället bidra till att miljö kvalitetsnormerna kan följas. Det innebär att belastningen från planområdet behöver minska i och med planerad exploatering. Dagvattnet behöver därmed renas innan det leds till kommunalt dagvattennät eller direkt till recipienten. Ett av Solna stads mål är att i samband med ny- och ombyggnader och detaljplanering minska föroreningsbelastningen till recipienten. På grund av att markanvändningen förändras och hårdgörandegraden ökar i samband med exploatering så ökar även föroreningsmängderna inom planområdet och rening krävs. Dagvattens kemiska egenskaper och föroreningshalter varierar beroende vilken typ av yta avrinningen sker från. Generellt sett har dagvatten från vanliga tak låga föroreningshalter medan trafikerade hårdgjorda ytor såsom gator och parkeringsytor kan generera höga föroreningshalter i dagvattnet. Gröna tak kan också orsaka ökade föroreningshalter i dagvattnet, framför allt näringsämnen, om de inte sköts på rätt sätt.

Föroreningsberäkningar i denna utredning har utförts med dagvattenmodellen StormTac baserat på schablonvärden för föroreningar i dagvatten och dataserier för årsnederbörd. Schablonvärdena är baserade på antalet indata och variationen av indata vilket medför en viss osäkerhet i beräkningarna och resultatet av beräkningarna. I Bilaga B redovisas osäkerheter för beräkningarna och resultaten.

StormTac tar hänsyn till områdets markanvändning och årsavrinning. Föroreningsberäkningarna baseras på föreslagna åtgärder som beskrivs i avsnitt 4.1, det vill säga att dagvatten från alla takytor leds till växtbäddar och planteringar för rening. Dagvatten från torg renas i nedsänkta växtbäddar och

dagvatten från gatan renas i skelettjordar. Beräknade föroreningsmängder i kg/år redovisas i Tabell 4-5 nedan och föroreningshalter redovisas i Tabell 4-6.

Tabell 4-5: Beräknade föroreningsmängder på årsbasis för befintlig situation samt efter exploatering före- och efter rening.

Ämne	Befintlig situation [kg/år]	Efter exploatering Innan rening [kg/år]	Efter exploatering Efter rening [kg/år]	Förändring jämfört med bef. situation
Fosfor	0,26	0,43	0,11	58%
Kväve	4,0	5,9	1,3	68%
Bly	0,0071	0,0088	0,0011	85%
Koppar	0,038	0,048	0,013	66%
Zink	0,04	0,08	0,014	65%
Kadmium	0,00049	0,0012	0,00025	49%
Krom	0,011	0,015	0,0036	67%
Nickel	0,0088	0,012	0,0052	41%
Kvicksilver	0,00012	0,00011	0,00004	67%
SS	120	100	11	91%
Olja	1,1	1,1	0,64	42%
PAH 16	0,0005	0,0017	0,00017	66%
BaP	0,00002	0,00003	0,000014	30%

Tabell 4-6: Beräknade föroreningshalter på årsbasis för befintlig situation samt efter exploatering före- och efter rening.

Ämne	Befintlig Situation [µg/l]	Efter exploatering Innan rening [µg/l]	Efter exploatering Efter rening [µg/l]
Fosfor	100	120	32
Kväve	1 800	1 700	360
Bly	2,8	2,5	0,32
Koppar	15	13	3,7
Zink	16	23	3,9
Kadmium	0,19	0,35	0,07
Krom	4,4	4,2	1,0
Nickel	3,5	3,5	1,5
Kvicksilver	0,047	0,032	0,011
SS	48 000	29 000	3 100
Olja	450	310	180
PAH 16	0,2	0,49	0,05
BaP	0,0078	0,0086	0,0039

\*Avser markanvändning efter exploatering

Föroreningsberäkningarna indikerar att den årliga föroreningsmängden för alla ämnen kommer att minska efter rening jämfört med befintlig situation. Detta innebär, enligt detta resultat, att exploateringen med den föreslagna dagvattenhanteringen inte riskerar att försämra recipientens möjlighet att uppnå uppsatta miljökvalitetsnormer. Det bör dock understrykas att beräkningarna innehåller betydande osäkerheter och bör ses som indikation på hur föroreningsbelastningen kan ändras, och inte som definitiva siffror.

För att minimera risken för utläckage av näringsämnen från de gröna taken bör gröna tak väljas som kräver så lite tillskott av näringsämnen som möjligt. De få gånger taket behöver gödslas bör detta inte ske direkt innan det förväntas regna. Gröna tak kan ha fler positiva effekter som till exempel ökad biologisk mångfald, upptag av luftföroreningar samt höga rekreativvärden för de som vistas på taket. Reningseffekten är beroende av att grönytor anläggs till den omfattning som omnämns i denna utredning och att ytorna utformas så att dagvattnet kan passera genom dem. I beräkningarna har det antagits att takvattnet renas i två steg genom att överskott från taket leds vidare till skelettjordarna i gata. Det kan dock innebära att man måste göra en uppdelning av ansvar gällande underhåll mellan kommunen och fastighetsägaren, för de anläggningar som tar emot takvattnet. Ett avtal gällande gemensamhetsanläggningen kan behöva upprättas.

För att säkerhetsställa att en tillräcklig rening uppnås kan ett kontrollprogram med provtagning upprättas.

#### **4.5 FÖRORENINGAR I MARK**

Marken inom planområdet är idag förorenad enligt markundersökning beskriven i kapitel 2, vilket kan bidra till föroreningstransport till recipienten om jorden lakas ur. Marken inom planområdet kommer att saneras i samband med realiseringen av planen vilket bedöms leda till en minskad risk för urlakning.

## 5 ÖVERSVÄMNINGSRISKER

### 5.1 ÖVERSVÄMNING AV SKYFALL

Inför detaljprojektering av planområdet är det viktigt att även planera för hantering och avledning av extrema regn. Flödesberäkningar för extremregn med återkomsttid på 100 år har utförts med rationella metoden med varaktighet 10 min och klimatfaktor 1,25, se Tabell 5-1 för indata. Beräkningsresultat redovisas i Tabell 5-2 för hela detaljplaneområdet. I beräkningarna har alla avrinningskoefficienter satts till 0,9 eftersom det vid ett 100-årsregn antas att alla ytor är mättade och allt dagvatten rinner av på ytan. Vid extrema regn eller skyfall är det viktigt att sekundära avrinningsvägar eller kontrollerade översvämningsytor finns. En kontrollerad översvämning innebär att vatten samlas i en lågpunkt, eller fortsätter direkt mot recipienten, där det inte orsakar skador på byggnader eller infrastruktur. För att minimera risken för skador på byggnader är det viktigt att höjdsättning av hus och gator sker på ett genomtänkt sätt. Byggnader bör höjdsättas så att de ligger högt och att avledning av dagvatten kan ske bort från hus och via gator och grönytor ledas mot avsedda översvämningsytor eller diken. I Figur 5-1 visas hur den sekundära avrinningen sker baserat på den preliminära höjdsättningen. Det finns tre stycken identifierade lågpunkter enligt preliminär höjdsättning, dessa benämns riskområde A-C (markerade i Figur 5-1). Två av områdena, B och C, ligger längs den nya gatan. Riskområdena kommenteras vidare i ett skyfallsperspektiv i avsnitt 5.1.1 och 5.1.2. Vid större regn än det dimensionerande regnet kommer dagvattnet från planområdet rinna ytligt ut mot den närliggande gatan (Ekelundsvägen) västerut.

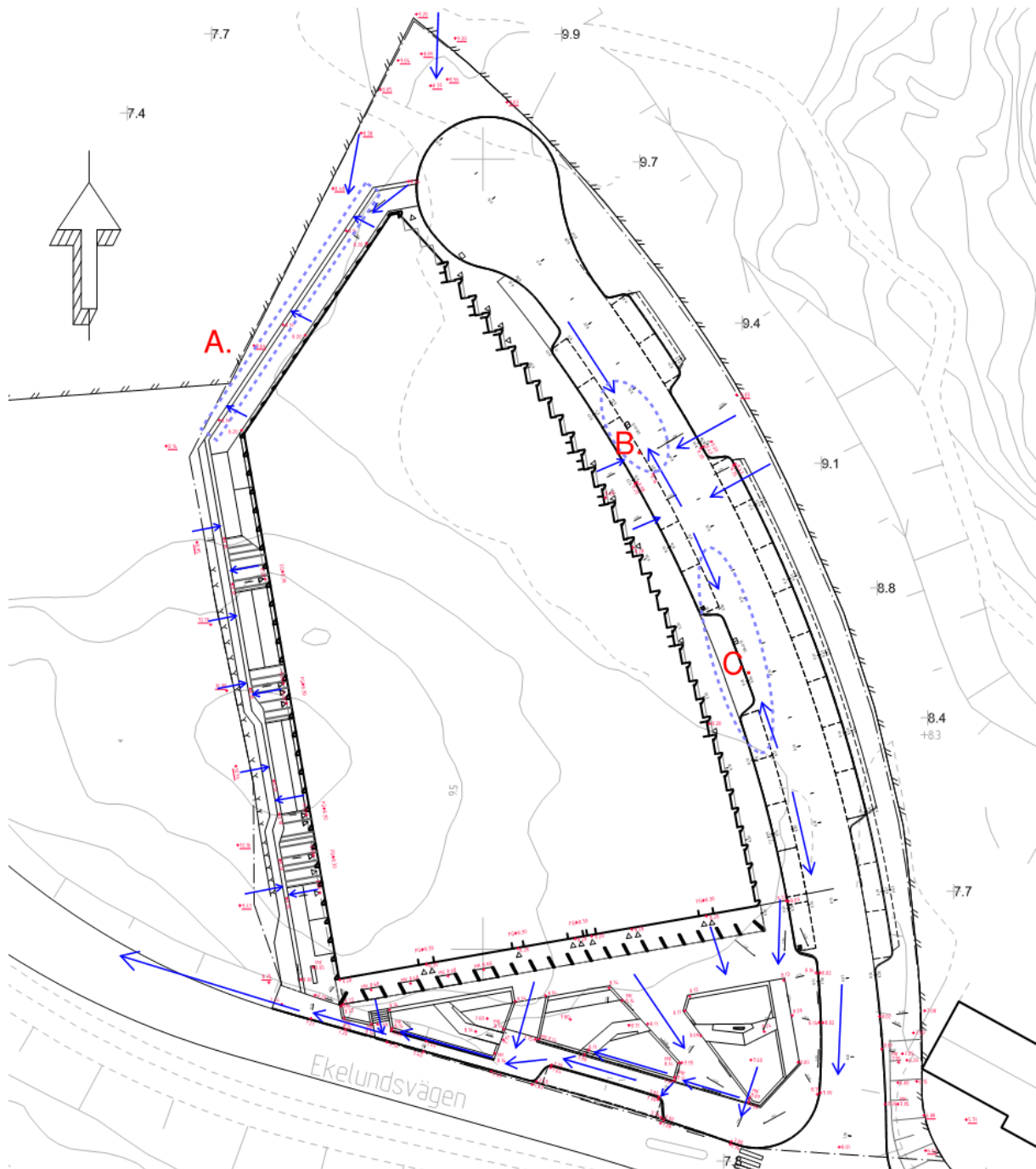
Tabell 5-1: Indata för flödesberäkningar efter exploatering, redovisad regnintensitet för 100-årsregn baseras på data enligt Dahlström (2010) inklusive klimatfaktor 1,25 enligt P110.

#### Dimensionerande 100-årsregn

Återkomsttid	1200	mån
Blockregnsvaraktighet	10	min
Blockregnsintensitet	489	l/s ha
Klimatfaktor	1,25	-
Blockregnintensitet (inkl. klimatfaktor)	611	l/s ha

Tabell 5-2. Flödesberäkningar för hela planområdet vid extrema regn med återkomsttid på 100 år.

	Yta	Area [m <sup>2</sup> ]	Φ	Area <sub>Red</sub> [m <sup>2</sup> ]	Q <sub>100 år</sub> [l/s]
Takterrass	Hårdgjort tak	940	0,9	850	52
	Genomsläpplig beläggning	860	0,9	770	48
	Sedumtak	380	0,9	340	21
	Solceller med sedum	630	0,9	570	35
	Plantering	1 140	0,9	1 030	63
	Dräneringsgrus	120	0,9	110	6
	Gata	1 620	0,9	1 460	89
	Gång- och cykelväg	1 110	0,9	1 000	61
	Genomsläpplig beläggning	400	0,9	360	22
	Grönyta	1 290	0,9	1 160	71
	Växtbädd	280	0,9	250	16
	<b>Totalt</b>	<b>8 770</b>	<b>0,54</b>	<b>7 900</b>	<b>286</b>



Figur 5-1. Sekundära avrinningsvägar enligt preliminär höjdsättning. Områdena A-C beskrivs nedan ur ett skyfallsperspektiv. Redovisas även i Bilaga E.

### 5.1.1 Område A – Krossdiket

Krossdiket längs gångvägen i planområdet västra sida ligger som lägst på den nordvästra sidan (+8,14 m), inringat i Figur 5-1. Givet att dikesbotten följer höjdsättningen av dikestoppen, blir detta stråk en lågpunkt. Vid stora regn kan detta innebära att vatten bräddar ut över gångvägen, men eftersom marken ligger på +8,20 m vid fasad och krossdiket fortsätter söderut på +8,18 m kommer dagvattnet brädda vidare söderut innan det når fasaden. Om det är möjligt bör dikesbotten anläggas med en liten lutning söderut. Det bör dock nämnas att det inte är några stora ytor som avrinner mot

detta område, endast ett litet område med naturmark direkt nordväst om planområdet. Taket avvattas åt öster.

### 5.1.2 Område B och C – Lokalgatan

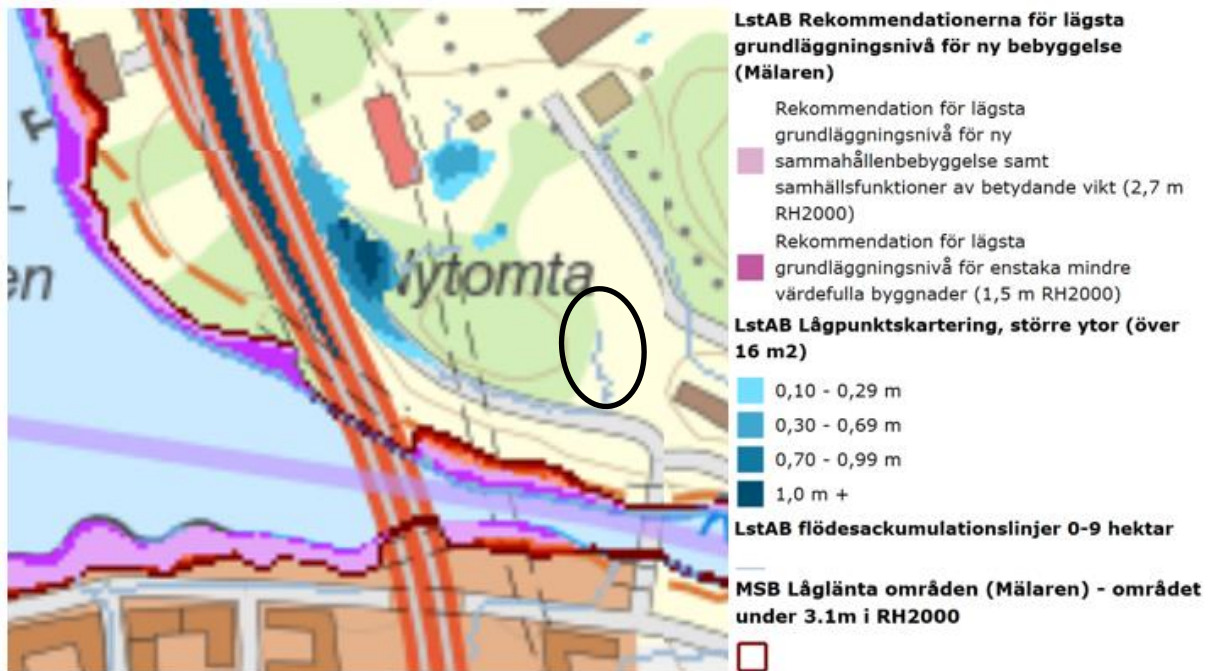
Den nya lokalgatan är generellt mycket flack, och det finns två identifierade lågpunkter enligt den nya preliminära höjdsättningen, område B och C. Detta innebär att vid stora regn kommer dagvatten ansamlas lokalt i dessa lågpunkter innan det rinner vidare. Enligt preliminär höjdsättning kommer dock dagvatten brädda vidare längs gatan söderut innan det rinner över kantstenen mot fasaden, dämningnivån i gatan ligger på +8,11 och kantstenen ligger som lägst på +8,18. Färdigt golv ligger ytterligare en decimeter upp. Om brunnar läggs i de båda lågpunkterna motverkar det pölbildning, det kommer i sådana fall bara stå vatten i gatan framför allt vid stora regn.

## 5.2 ÖVERSVÄMNINGSRISK AV YTVATTEN

Vid höga vattennivåer i Mälaren kan sjön bli dämmande vid tillrinning i sjönära områden. Länsstyrelsen har tagit fram rekommendationer för nivåer där byggnader inte bör placeras med tanke på risk för översvämningar. För Mälaren är denna nivå +2,7 m (RH2000). Marknivåerna inom planområdet är idag kring + 8 m och Ekelundsvägen som ligger mellan planområdet och Mälaren har höjden omkring + 7 m (enligt den geotekniska utredningen) vilket innebär att planområdet inte kommer att drabbas av översvämningar på grund av Mälaren i en situation där vattnet stiger till +2,7 m i Mälaren. Planområdets lokalisering tillsammans med lägsta grundläggningsnivå visas Figur 5-2. Planområdet för Huvudsta 4:17 riskerar inte att översvämmas enligt lågpunktskarteringen<sup>2</sup> (Stockholms län, 2010). Det finns dock en flödesackumulationslinje i södra delen av planområdet som eventuellt kommer att brytas av vid byggnation, det är svårt att tolka exakt var den går på skyfallskarteringen och var den härstammar ifrån. Flödesackumulationslinjer visar flödeslinjer för ytavrinning där linjerna ackumuleras ju större area som avvattnar till linjen (Länsstyrelsen Stockholm, 2015). Om höjdsättningen görs enligt principen i Figur 5-1 bör den befintliga flödesackumulationslinjen ledas om och istället gå över den nya gatan.

---

<sup>2</sup> Analys av lågpunkter omfattar primärt GIS-analyser av lågpunkter i terrängen med hjälp av höjddata. De visar var vatten kan samlas (volym, djup och utbredning) utan hänsyn till permeabilitet och ledningssystem.



Figur 5-2: Områden som riskerar att översvämmas i samband med dämning av Mälaren nedströms. Blåa områden visar instängda områden då ledningsnätet står fullt. Planområdets lokalisering visas med svart cirkel. Karta hämtad Stockholms läns WebbGIS 2017-01-12.

### 5.3 DAGVATTENHANTERING UNDER BYGGSKEDE

Under byggskedet kan det urlakas suspenderat material och föroreningar i dagvattnet. Sprängning genererar kvävehaltigt vatten, byggtrafik orsakar oljespill och suspenderat material. För att inte riskera att recipienterna påverkas negativt är dagvattenhanteringen viktig att etablera redan vid byggstart, framförallt i form av sedimentering och oljeavskiljning. Att möjliggöra och planera för rening under byggskedet tidigt i processen är en viktig åtgärd. Antingen kan permanenta dagvattenanläggningar anläggas tidigt i byggskedet eller så kan temporära eller mobila dagvattenanläggningar upprättas för att uppnå en godtagbar föroreningsnivå i dagvattnet innan utsläpp till recipient. För att inte de permanenta planerade dagvattenanläggningarna ska sättas igen i förtid av det mer förorenade dagvattnet från byggtiden, bör tillfälliga dagvattenanläggningar under byggtiden föredras.

Länshållningsvatten i samband med eventuell sprängning kontrolleras efter innehåll av kväve och fosfor. Kan inte fullgod rening understigande naturligt förekommande nivåer av föroreningar uppnås vid byggskedet bör dagvattnet under byggskedet antingen renas via separat dagvattenanläggning eller renas från suspenderade material och pumpas till spillvattennätet.

Vid omhändertagande av länshållningsvatten bör en dialog ske med miljöskyddsmyndigheten på Solna stad. Ska länsvatten släppas på spillvattennätet krävs godkännande från Solna Vatten AB.

## 6 BILAGOR

---

Bilaga A – Principer för föreslagna dagvattenlösningar

Bilaga B – Resultatrapport från StormTac befintlig situation

Bilaga C – Föroreningsberäkningar efter exploatering

Bilaga D – Osäkerheter för föroreningsberäkningarna

Bilaga E – Sekundära avrinningsvägar vid skyfall

## 7 REFERENSER

---

Solna stad, 2017. Strategi för en hållbar dagvattenhantering i Solna stad. [pdf] Tillgänglig via:  
<https://www.solna.se/Global/Boende%20och%20milj%C3%B6/Dagvatten/Dagvattenstrategi%202017-12-11.pdf>

Svenskt Vatten, 2016. *Publikation P110 – Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten, 2011. *Publikation P105 – Hållbar dag-och dränvattenhantering*. Stockholm: Svenskt Vatten.

VISS, 2017. *Mälaren Ulvsundasjön*. [online] Tillgänglig via:  
<<http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE658229-162450>> [Hämtad den 9 januari 2017].

Stockholm stad, 2009. *Växtbäddar i Stockholm stad – En handbok*. [pdf] Tillgänglig via:  
<[file:///C:/Users/jessica.stalheim/Downloads/TK\\_Vaxtbaddar\\_StockholmsStad.pdf](file:///C:/Users/jessica.stalheim/Downloads/TK_Vaxtbaddar_StockholmsStad.pdf)> [Hämtad den 12 januari 2017]

Klimatanpassningsportalen, 2015. *Gröna tak, fördjupning*. [online] Tillgänglig via:  
<http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/grona-tak-fordjupning-1.87577> [Hämtad den 13 januari 2017]

Stockholms län, 2010. *Länsstyrelsens WebbGIS*. Tillgänglig via:  
<<http://ext-webbgis.lansstyrelsen.se/Stockholm/Planeringsunderlag/>> [Hämtad den 12 januari 2017]

Länsstyrelsen Stockholm, 2015. *PM lågpunktskarta och flödesackumulation*. [pdf] Tillgänglig via:  
<[http://www.lansstyrelsen.se/stockholm/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/klimatanpassningsprojekt/pm\\_lagpunktskarta\\_och\\_flodeslinjer.pdf](http://www.lansstyrelsen.se/stockholm/SiteCollectionDocuments/Sv/miljo-och-klimat/klimat-och-energi/klimatanpassning/klimatanpassningsprojekt/pm_lagpunktskarta_och_flodeslinjer.pdf)> [Hämtad den 18 januari 2017]

ELU Konsult AB, 2018. PM geoteknik. [pdf] Göteborg: ELU Konsult AB.

Structor Miljöbyrå Stockholm AB, 2018. Översiktlig miljöteknisk markundersökning inför samråd Huvudsta 4:17.

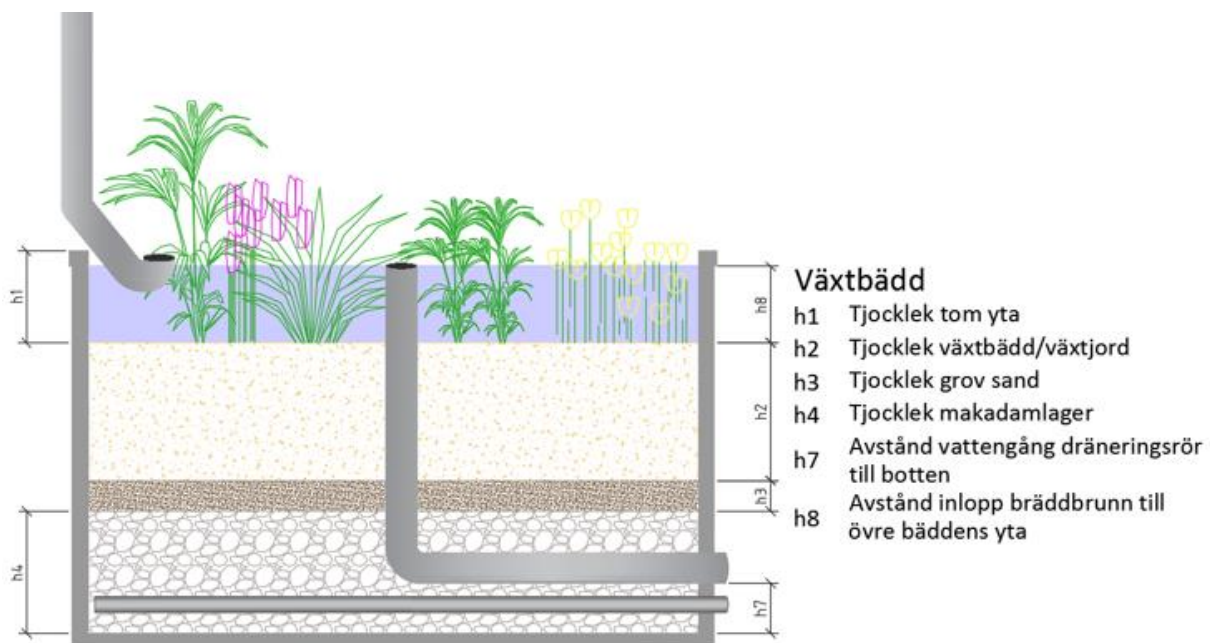


## BILAGA A: PRINCIPLÖSNINGAR

### 1.1 VÄXTBÄDDAR

Växtbäddar är biofilter i form av planteringsytor som används för att infiltrera och rena dagvatten som kommer från närliggande hårdgjorda ytor. Växterna som planteras i en växtbädd bör klara av både torka samt högre vattennivåer. Efter ett regn bör vattnet hinna infiltrera inom de närmaste 36 timmarna för att undvika problem med myggor och lukt (Svenskt Vatten, 2011). Hur stor fördröjande effekt en växtbädd har beror framför allt på uppdämningsdjupet, porvolymen i materialet och infiltrationskapaciteten växtjorden. Om växtjorden har låg infiltrationskapacitet kan denna vara begränsande, det vill säga att vattnet inte hinner infiltrera så att alla porer inte kan utnyttjas för fördröjning. Upphöjda växtbäddar kan användas för att samla upp takvatten för byggnader på bjälklag. Växtbäddarna på takterrassen inom Huvudsta 4:17 bör utformas med dräneringsrör i botten för vidare bortledning av dagvattnet. Principskiss för upphöjd växtbädd med dräneringsledning i botten visas i Figur 4-7.

I växtbäddar kan infiltrationskapaciteten vara en begränsande faktor vilket bidrar till att större volym måste fördröjas än om allt skulle fördröjas i ett fördröjningsmagasin. Det är därför viktigt att växtbäddarna underhålls med jämna mellanrum så att god infiltrationskapacitet erhålls. Underhållet i en växtbädd kan jämföras med en motsvarande planteringsyta. Det är viktigt att inte växtjordens yta kompakteras av vattnet så att infiltration försvåras. På torgytan har fördröjningskapacitet i föreslagna växtbäddar baserats på uppdämningsdjup på 10 cm (se markering h8 i Figur 4-7) och en genomsnittlig porvolym på 0,2.



Figur 1. Principskiss växtbädd för takavvattning med tät botten och dräneringsrör. Växtbädden har även bräddfunktion.

## 1.2 GRÖNA TAK

Extensiva gröna tak föreslås på delar av takytan. Sedumtak ökar den biologiska mångfalden samt har en fördröjande och reducerande effekt på avrinningen på årsbasis. Fördröjningskapaciteten varierar med olika faktorer, bl.a. lutning på taken och tjocklek av torv. Flackare tak och tjockare torv ger en större fördröjning. Rekommenderad maxlutning på taket är 25 grader. Tunna sedumtak eller kombination sedum-mossa kan fördröja betydande mängder nederbörd. Det finns till exempel varianter på sedumtak som kan fördröja upp mot 20 mm nederbörd.

Extensiva tak är den vanligaste typen av sedumtak och föredras anläggas på ytor där människor sällan vistas. Dessa tak har mindre skötselbehov och består till stor del av mossor, sedumväxter och hårdiga vilda blommor och har ett substratdjup på 30–150 mm. Semi-intensiva tak är lite mer skötselkrävande än de enklare extensiva taken och kan bestå av ett bredare urval av växter, exempelvis prydnadsgräs, vedartade örter, marktäckare och vissa buskar och har ett substratdjup på 120–350 mm (klimatanpassningsportalen, 2015). Exempel på extensivt och semi-extensivt grönt tak visas i Figur 4-8.



Figur 2: TV: Extensivt grönt tak. TH: Semi-intensivt grönt tak. Källa Klimatanpassning, 2015. Foto: Jonatan Malmberg.

En ytterligare aspekt som styr valet av gröna tak är att de måste vara brandklassade för att vara möjliga att anlägga. Enligt en av leverantörerna av gröna tak är det endast ört-sedum och sedumtak som är brandklassade<sup>1</sup>. Det kan vara möjligt att använda sig av ej brandklassade tak om de inte är sammanhängande över en större takyta utan placerade som öar i landskapet.

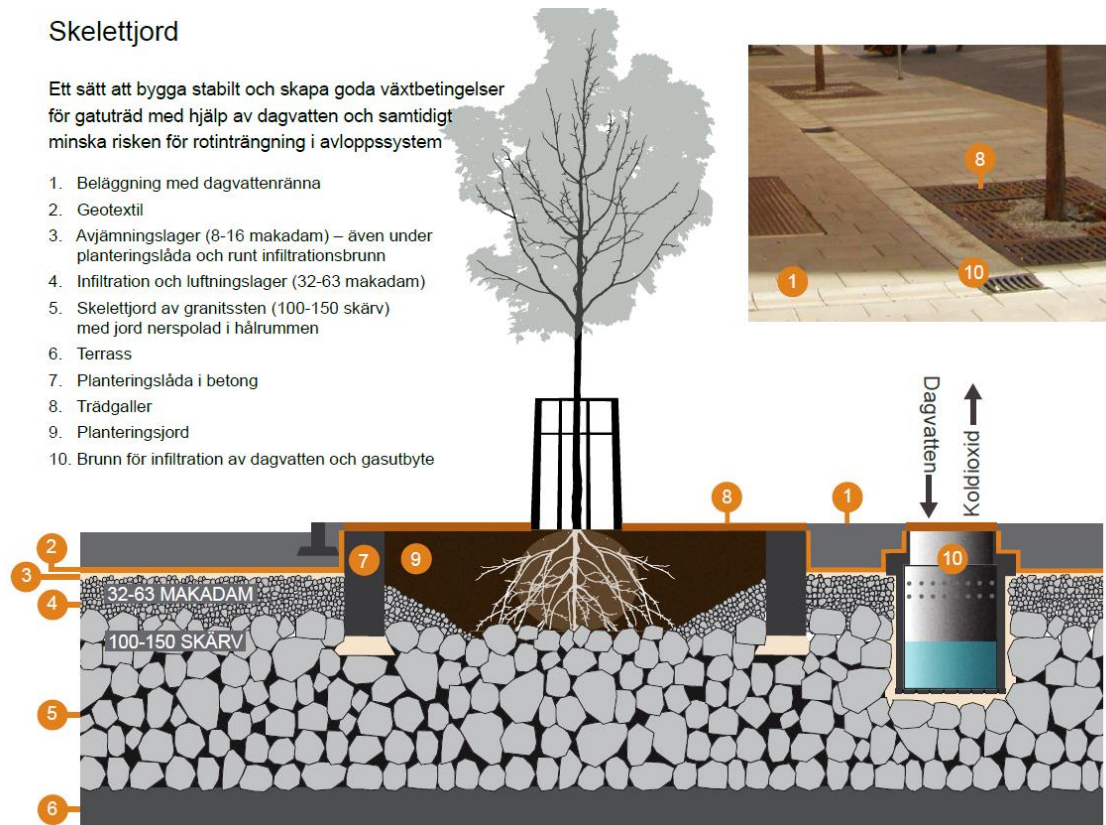
<sup>1</sup> Enligt telefonkontakt med Veg Tech AB.

## 1.3 TRÄDPLANTERING I SKELETTJORD

Skelettjordar är en variant på perkolationsmagasin som framförallt är praktiskt intill hårdgjorda ytor där tillräcklig jordvolym för träden inte kan avvaras. Vid nya trädplanteringar i lokalgatan kan plantering av träd i skelettjordar bli aktuell. Skelettjordarna förses med dränledning i botten för bortledning av dagvatten som ej tagits upp av trädrötterna. Biokol kan blandas in i makadamen i skelettjorden för att öka reningseffekten i dagvattenlösningen. Biokol har hög porositet vilket innebär stora ytor för föroreningar att fastläggas på. Typritning för trädplantering i skelettjord finns i ritningsbilaga THVB006 - LOD-träd i hårdgjord yta med skelettjord, (Stockholm stad, 2009).

### Dimensionering

Skelettjordar anges som en alternativ åtgärd för kommunal gata för rening och fördröjning av dagvatten. Fördröjningen i skelettjord är beroende av hur mycket växtjord som spolas i skelettjorden. Utan växtjord räknar man ofta på en porvolym på 0,3 och med växtjord nedspolad kan man räkna med en porvolym från 0,1 upp till 0,3. I detta fall har 0,2 använts. Ju mer växtjord som spolas ner desto högre reningseffekt, men desto lägre fördröjningsvolym. Med en genomsnittlig porvolym på 0,2 ger skelettjordarna en fördröjningsvolym på 2 m<sup>3</sup> per 10 m<sup>3</sup> skelettjordsvolym. För att öka tillförseln av dagvatten till skelettjordarna bör gatan anläggas utan kantsten och/eller med dagvattenbrunnar i gata med anslutning till skelettjordarna. Ytlig avrinning till skelettjord är att föredra från reningssynpunkt för att vattnet ska passera genom det översta jordlagret med växter.



Figur 3. Principskiss över utformning av en skelettjord med trädplantering. Bild från Stockholms stads trädhandbok.



## Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

### 1. Avrinning

#### 1.1 Indata

Nederbörd		640	mm/år
Dimensionerande regnvaraktighet vid studerat flöde	$t_{r, Q_{study}}$	6.0	h
Avrinningsområde	A	0.88	ha
Rinnsträcka	s	600	m
Återkomsttid	N	10	år
Klimatfaktor	$f_c$	1.00	
Studerat flöde *		12	l/s

\* Studerat flöde, t.ex. ingående flöde till en anläggning om ett delflöde bräddas förbi eller pumpat flöde till en anläggning.

#### Delavrinningsområde

	Vol.avr.koeff.	Avr.koeff.	Dagvatten (ha)	Grundvatten (ha)	Utredn. omr. (dim. flöde) (ha)
			ha	ha	ha
Väg 1	0.80	0.80	0.26	0.26	0.26
Blandat grönområde	0.10	0.10	0.54	0.54	0.54
Grusyta	0.40	0.40	0.084	0.084	0.084
<b>Totalt</b>	<b>0.33</b>	<b>0.33</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>	<b>0.88</b>
Reducerat avrinningsområde			0.29		0.29

Urban area *	0.34	ha <sub>urbant</sub>
(Volym) avrinningskoefficient för beräkning av årligt flöde och föroreningsbelastning, endast urbana areor *	0.70	
Urbant reducerad avrinningsyta *	0.24	ha <sub>red,urbant</sub>

#### 1.2 Utdata

Basflöde, årsmedel	$Q_b$	0.021	l/s
Dagvattenflöde, årsmedel	$Q_r$	0.059	l/s
Tot. avrinning, årsmedel	$Q_{tot}$	0.080	l/s
Basflöde, årsmedel	$Q_b$	660	m <sup>3</sup> /år
Dagvattenflöde, årsmedel	$Q_r$	1900	m <sup>3</sup> /år
Tot. avrinning, årsmedel	$Q_{tot}$	2500	m <sup>3</sup> /år
Medelavrinning	$Q_m$	0.89	l/s
Dim. flöde	$Q_{dim}$	67	l/s
Dim. varaktighet vid $Q_{dim}$	$t_r$	10	min
Rinnhastighet	v	1.0	m/s
Dimensionerande regndjup vid $Q_{study}$	$r_{d, Q_{study}}$	88	mm
Reducerat flöde (studerat flöde / reducerad area)	$Q_{red}$	41	l/s/ha <sub>red</sub>
Det studerade flödets andel av den totala årliga avrinningsvolymen		99	%



## 2. Transport och flödesutjämning

### 2.1 Indata

#### Dagvattenledning

Lutning	0.0050
Material	Betong, gjutjärn, stål

#### Flödesutjämning

Maximalt utflöde	$Q_{out2}$	200	l/s
Magasinfyllning, andel av porer		1	
Reducerad flödesfaktor	$f_{Qred}$	0.67	
Klimatfaktor		1.00	
Reducerad infiltrationsområde		1	
Exfiltrationshastighet		0	mm/h
Anläggningens längd		48	m
Anläggningens bredd		24	m
Anläggningens djup		1.5	m

### 2.2 Utdata

#### Dagvattenledning

Ledningsdimension	$\varnothing$	1200	mm
Ledningskapacitet	$Q_{cap}$	2800	l/s

#### Flödesutjämning

Erforderlig anläggningsvolym	$V_d$	0	m <sup>3</sup>
Total erforderlig anläggningsvolym	$V_{d,tot}$	0	m <sup>3</sup>
Utformad anläggningsvolym		1700	m <sup>3</sup>
Exfiltrationsutflöde		0	l/s
Dim. varaktighet vid dim. $V_d$	$t_r$	3.0	min



### 3. Föroreningstransport

#### 3.1 Indata

- Årligt basflöde och dagvattenflöde enligt 1. Avrinning.
- Schablonhalter för basflöde resp. dagvattenflöde enligt uppdaterade tabeller på [www.stormtac.com](http://www.stormtac.com).

Markanvändning	Faktor*
Väg 1	0
Blandat grönområde	5.0
Grusyta	

\* Vägar: faktor = trafikintensitet = 0-200. Enhet: x 1000 fordon/dygn. Annan markanvändning: faktor = 5 (1-10. Enhet: -.

#### Basflödeshalt (ug/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Vägar	52	2100	2.0	13	77	0.034	7.0	5.4	0.032	25000
Blandat grönområde	35	880	0.72	3.3	7.7	0.025	0.30	0.54	0.0040	11000
Grusyta	21	880	0.50	5.0	10	0.025	0.50	1.0	0.0020	1200
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Vägar	140	0.060	0.0042							
Blandat grönområde	29	0.010	0.0010							
Grusyta	50	0	0							



Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	140	1900	3.0	21	8.5	0.27	7.0	5.5	0.080	74000
SD	63	1900	18	25	82	0.51	11	nd	1.9	42000
Blandat grönområde	120	1000	6.0	12	23	0.27	1.8	1.0	0.010	43000
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Väg 1	770	0.070	0.010							
SD	1300	nd	nd							
Blandat grönområde	170	0.10	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Grusyta	96	1.7	0.010							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet

Hög säkerhet

Medel säkerhet

Låg säkerhet



### 3.2 Utdata

#### Basflödeshalt (ug/l) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
37	1100	0.93	5.2	21	0.026	1.5	1.5	0.0089	12000	52	0.018	0.0015

#### Dagvattenhalt (ug/l) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
130	1800	3.5	18	14	0.25	5.4	4.2	0.060	61000	590	0.26	0.010

#### Basflödesmängd (kg/år) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.024	0.72	0.00062	0.0034	0.014	0.000017	0.0010	0.00097	0.0000059	8.2	0.034	0.000012	0.00000098

#### Dagvattenmängd (kg/år) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.24	3.3	0.0064	0.034	0.026	0.00047	0.010	0.0078	0.00011	110	1.1	0.00049	0.000019





#### Föroreningshalter (ug/l) (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Beräkning	C	100	1600	2.8	15	16	0.19	4.4	3.5	0.047	48000	450	0.20	0.0078
Riktvärde	C <sub>cr,sw</sub>	160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

#### Föroreningsmängder (kg/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.26	4.0	0.0071	0.038	0.040	0.00049	0.011	0.0088	0.00012	120	1.1	0.00050	0.000020

#### Områdets acceptabla belastning och reningsbehov (kg/år)

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Områdets acceptabla belastning	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Områdets reningsbehov	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

#### Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
0.30	4.6	0.0081	0.043	0.045	0.00056	0.013	0.010	0.00013	140	1.3	0.00057	0.000022



**Föroreningshalter (ug/l) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	135	1937	2.9	20	14	0.25	7.0	5.5	0.076	69623
Blandat grönområde	70	927	2.9	6.9	14	0.13	0.92	0.73	0.0065	24133
Grusyta	37	1754	1.8	10	28	0.091	0.89	0.88	0.015	7823
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Väg 1	721	0.069	0.0095							
Blandat grönområde	88	0.047	0.0047							
Grusyta	86	1.3	0.0078							

**Föroreningsmängder (kg/år) per markanvändning med dagvatten+basflöde utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	0.19	2.8	0.0042	0.029	0.020	0.00036	0.010	0.0079	0.00011	100
Blandat grönområde	0.057	0.76	0.0024	0.0057	0.012	0.00010	0.00076	0.00060	0.0000053	20
Grusyta	0.010	0.48	0.00050	0.0029	0.0076	0.000025	0.00024	0.00024	0.0000042	2.1
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Väg 1	1.0	0.000099	0.000014							
Blandat grönområde	0.072	0.000039	0.0000039							
Grusyta	0.024	0.00036	0.0000021							



**Basflödesbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	0.0063	0.25	0.00024	0.0016	0.0093	0.0000041	0.00084	0.00065	0.0000039	3.0
Blandat grönområde	0.017	0.42	0.00035	0.0016	0.0037	0.000012	0.00014	0.00026	0.0000019	5.1
Grusyta	0.0012	0.052	0.000030	0.00030	0.00060	0.0000015	0.000030	0.000060	0.00000012	0.072
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Väg 1	0.017	0.0000072	0.00000050							
Blandat grönområde	0.014	0.0000048	0.00000048							
Grusyta	0.0030	0	0							

**Dagvattenbelastning (kg/år) per markanvändning utan rening**

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS
Väg 1	0.19	2.5	0.0039	0.028	0.011	0.00035	0.0092	0.0073	0.00011	97
Blandat grönområde	0.041	0.34	0.0020	0.0041	0.0078	0.000092	0.00061	0.00034	0.0000034	15
Grusyta	0.0090	0.43	0.00047	0.0026	0.0071	0.000024	0.00021	0.00018	0.0000041	2.1
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Väg 1	1.0	0.000092	0.000013							
Blandat grönområde	0.058	0.000034	0.0000034							
Grusyta	0.021	0.00036	0.0000021							

## BILAGA C: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR EFTER EXPL.

StormTac Web v19.1.2  
 Filnamn: JM HK 190320  
 Datum: 2019-03-22

### Resultatrapport StormTac Web

I denna resultatrapport redovisas in- och utdata (resultat) från simulering med StormTac Web.

#### 1. Avrinning

##### 1.1 Indata

##### Avrinningsområden

Volymavrinningskoefficienter  $\varphi_v$  och area per markanvändning (ha).

Markanvändning	$\varphi_v$	$\varphi$	A2 Takyta exkl gröna tak	A3 Takyta: grönt tak	A4 Västra sidan	A5 Torg	A6 Gata	Tot
Takyta	0.90	0.90	0.17	0	0	0	0	<b>0.17</b>
Marksten med fogar	0.40	0.68	0.088	0	0.040	0	0	<b>0.13</b>
Grönt tak	0.15	0.60	0	0.15	0	0	0	<b>0.15</b>
Blandat grönområde	0.10	0.10	0	0	0.055	0	0	<b>0.055</b>
Torg	0.80	0.80	0	0	0	0.089	0	<b>0.089</b>
Väg 1	0.80	0.80	0	0	0	0	0.16	<b>0.16</b>
Gång & cykelväg	0.85	0.80	0	0	0	0	0.036	<b>0.036</b>
Gräsyta	0.10	0.10	0	0	0	0	0.071	<b>0.071</b>
<b>Totalt</b>	<b>0.55</b>	<b>0.66</b>	<b>0.26</b>	<b>0.15</b>	<b>0.095</b>	<b>0.089</b>	<b>0.27</b>	<b>0.86</b>
<b>Reducerad avrinningsyta (<math>ha_{red}</math>)</b>			<b>0.19</b>	<b>0.023</b>	<b>0.021</b>	<b>0.071</b>	<b>0.17</b>	<b>0.47</b>
<b>Reducerad dim. area (<math>ha_{red}</math>)</b>			<b>0.21</b>	<b>0.090</b>	<b>0.033</b>	<b>0.071</b>	<b>0.17</b>	<b>0.57</b>

Rinnsträcka, rinnhastighet och dimensionerande regnvaraktighet

		A2 Takyta exkl gröna tak	A3 Takyta: grönt tak	A4 Västra sidan	A5 Torg	A6 Gata
Klimatfaktor	$f_c$	1.25	1.25	1.25	1.25	1.25
Rinnsträcka	m	600	600	600	600	600
Rinnhastighet	m/s	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0
Dim. regnvaraktighet	min	10	10	10	10	10

## 1.2 Utdata

Flöden

		A2 Takyta exkl gröna tak	A3 Takyta: grönt tak	A4 Västra sidan	A5 Torg	A6 Gata	Tot
Tot. avrinning. årsmedel	m <sup>3</sup> /år	1300	270	210	490	1200	3500
Tot. avrinning. årsmedel	l/s	0.042	0.0086	0.0068	0.016	0.039	
Medelavrinning	l/s	0.64	0.27	0.099	0.22	0.50	
Dim. flöde	l/s	60	26	9.3	20	47	

Dim. flöde total **160** l/s vid Dim. regnvaraktighet **10** min

## 2. Föroreningstransport

### 2.1 Utdata

#### Föroreningsmängder (dagvatten+basflöde) utan rening

Föroreningsmängder (kg/år).

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	0.18	1.7	0.0031	0.011	0.036	0.00081	0.0044	0.0048	0.0000094	26	0.050	0.00076	0.000012
A3	Takyta: grönt tak	0.043	0.69	0.00021	0.0028	0.0046	0.000013	0.00049	0.00056	0.0000012	2.9	0.0065	0.00027	0.0000014
A4	Västra sidan	0.012	0.31	0.00050	0.0020	0.0048	0.000026	0.00029	0.00022	0.0000035	3.0	0.028	0.00016	0.0000014
A5	Torg	0.041	0.94	0.0013	0.0079	0.015	0.000087	0.0017	0.0010	0.000020	4.0	0.18	0.00045	0.0000045
A6	Gata	0.15	2.2	0.0036	0.024	0.019	0.00030	0.0078	0.0059	0.000079	67	0.81	0.000093	0.000011
	<b>Total</b>	<b>0.43</b>	<b>5.9</b>	<b>0.0088</b>	<b>0.048</b>	<b>0.080</b>	<b>0.0012</b>	<b>0.015</b>	<b>0.012</b>	<b>0.00011</b>	<b>100</b>	<b>1.1</b>	<b>0.0017</b>	<b>0.000030</b>

#### Föroreningsmängder (kg/ha/år) (dagvatten+basflöde) utan rening

P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år	kg/ha/år
0.50	6.8	0.010	0.055	0.093	0.0014	0.017	0.015	0.00013	120	1.3	0.0020	0.000035

## Föroreningshalter (dagvatten+basflöde) utan rening

Jämförelse mot riktvärde där gråmarkerade/fetstilta cellerna visar överskridelse av riktvärde. Totala fraktioner avses där inget annat anges.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	140	1300	2.4	8.2	27	<b>0.61</b>	3.3	3.6	0.0071	20000	38	0.58	0.0090
A3	Takyta: grönt tak	160	<b>2500</b>	0.76	10	17	0.049	1.8	2.0	0.0045	11000	24	1.00	0.0052
A4	Västra sidan	57	1400	2.4	9.6	23	0.12	1.3	1.0	0.016	14000	130	0.73	0.0066
A5	Torg	82	1900	2.6	16	31	0.18	3.3	2.1	<b>0.041</b>	8100	360	0.92	0.0092
A6	Gata	120	1800	3.0	<b>20</b>	16	0.25	6.4	4.8	<b>0.065</b>	<b>55000</b>	<b>670</b>	0.076	0.0090
	<b>Total</b>	120	1700	2.5	13	23	0.35	4.2	3.5	<b>0.032</b>	29000	310	0.49	0.0086
Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	40000	400		0.030

## 3. Transport och flödesutjämning

### 3.1 Indata

Flödesutjämning

		A2	A3	A4	A5	A6
Maximalt utflöde	Q <sub>out</sub>	10	15	5.0	5.0	10
Klimatfaktor		1.25	1.25	1.25	1.25	1.25

## 4. Föroreningsreduktion

### 4.2 Utdata

Renings effekter (%)

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	85	76	94	55	86	88	70	58	58	85	0	95	68
A3	Takyta: grönt tak	65	88	74	64	77	0	45	27	33	72	0	80	4.7
A4	Västra sidan	63	65	84	61	83	40	25	0	65	71	0	80	24
A5	Torg	75	70	84	77	87	59	63	29	70	58	44	95	68
A6	Gata	65	83	83	81	75	71	84	69	65	95	70	70	45

Avskiljd mängd (kg/år) (dagvatten + basflöde) efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	0.15	1.3	0.0029	0.0059	0.031	0.00071	0.0030	0.0028	0.0000055	22	0	0.00072	0.0000081
A3	Takyta: grönt tak	0.028	0.61	0.00015	0.0018	0.0035	0	0.00022	0.00015	0.00000040	2.1	0	0.00022	0.00000068
A4	Västra sidan	0.0078	0.20	0.00042	0.0013	0.0040	0.000010	0.000071	0	0.00000022	2.1	0	0.00013	0.00000034
A5	Torg	0.030	0.66	0.0011	0.0061	0.013	0.000051	0.0010	0.00030	0.000014	2.3	0.078	0.00043	0.0000031
A6	Gata	0.099	1.8	0.0030	0.019	0.014	0.00021	0.0066	0.0041	0.000051	63	0.57	0.000065	0.0000049

## Summa belastning kg/år efter rening

Jämförelse mot acceptabel belastning där gråmarkerade celler visar överskridelse.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	0.028	0.42	0.00017	0.0049	0.0052	0.000095	0.0013	0.0020	0.0000040	4.0	0.26	0.000038	0.000038
A3	Takyta: grönt tak	0.015	0.086	0.000054	0.0010	0.0011	0.000013	0.00027	0.00041	0.00000082	0.82	0.0065	0.000054	0.000014
A4	Västra sidan	0.0045	0.11	0.000082	0.00079	0.00084	0.000015	0.00021	0.00022	0.00000012	0.87	0.028	0.000031	0.000011
A5	Torg	0.010	0.28	0.00020	0.0018	0.0019	0.000036	0.00061	0.00074	0.00000061	1.7	0.099	0.000023	0.000014
A6	Gata	0.053	0.38	0.00060	0.0045	0.0048	0.000088	0.0012	0.0018	0.0000028	3.7	0.24	0.000028	0.000061
	<b>Total</b>	0.11	1.3	0.0011	0.013	0.014	0.00025	0.0036	0.0052	0.000040	11	0.64	0.00017	0.000014

## Summa belastning kg/ha/år efter rening.

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	0.11	1.6	0.00067	0.019	0.020	0.00037	0.0051	0.0077	0.000015	15	1.0	0.00015	0.000015
A3	Takyta: grönt tak	0.10	0.57	0.00036	0.0067	0.0071	0.000088	0.0018	0.0027	0.0000055	5.5	0.043	0.00006	0.0000091
A4	Västra sidan	0.047	1.1	0.00087	0.0083	0.0088	0.00016	0.0023	0.0023	0.000013	9.1	0.30	0.000033	0.000011
A5	Torg	0.12	3.2	0.0023	0.021	0.022	0.00040	0.0068	0.0083	0.000069	19	1.1	0.00025	0.000016
A6	Gata	0.20	1.4	0.0022	0.017	0.018	0.00033	0.0045	0.0068	0.00010	14	0.91	0.00010	0.000023

## Summa föroreningshalt ug/l efter rening

#	Kommentar	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
A2	Takyta exkl gröna tak	21	310	0.13	3.7	3.9	0.072	1.00	1.5	0.0030	3000	200	0.029	0.0029
A3	Takyta: grönt tak	56	310	0.20	3.7	3.9	0.049	1.0	1.5	0.0030	3000	24	0.20	0.0050
A4	Västra sidan	21	500	0.38	3.7	3.9	0.072	1.0	1.0	0.0056	4100	130	0.15	0.0050
A5	Torg	21	570	0.41	3.7	3.9	0.072	1.2	1.5	0.012	3400	200	0.046	0.0029
A6	Gata	44	310	0.49	3.7	3.9	0.072	1.00	1.5	0.023	3000	200	0.023	0.0050
	<b>Total</b>	32	361	0.32	3.7	3.9	0.070	1.0	1.5	0.011	3116	182	0.050	0.0039
	Riktvärde		160	2000	8.0	18	75	0.40	10	15	0.030	4000	400	0.030

## BILAGA D: OSÄKERHETER

StormTac klassificerar tre nivåer av osäkerhet för varje ämne, hög säkerhet, medelhög säkerhet och låg säkerhet. Samma nivåer av osäkerhet finns även för dagvattenreningsanläggningar och reningseffekterna, se resultat av reningseffekterna och respektive osäkerhet i Tabell 4-7 och 4-8. Nivåerna utgår från data där variationskoefficienten (CV) är <0,5 (hög säkerhet), 0,5–1,25 (medelhög säkerhet), >1,25 (låg säkerhet), (StormTac, 2016).

Tabell 1. Klassificering av osäkerheter för de olika markanvändningarna.

Befintlig situation													
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Väg/Parkering	Medel	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Medel	Låg	Låg	Låg
Grönområde	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Grusyta	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Efter exploatering													
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Takyta	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Marksten m fogar	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Grönt tak	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Medel	Låg	Medel	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Grönyta	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Torg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Väg	Medel	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Medel	Låg	Låg	Låg
Gång- och cykelväg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Gräsyta	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Klassificering av osäkerhet				Hög säkerhet				Medel säkerhet				Låg säkerhet	

Tabell 2. Klassificering av osäkerheter för reningseffekten av de olika dagvattenlösningarna.

Reningseffekter													
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Växtbädd	Låg	Låg	Medel	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Skelettjord	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Krossdike	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg	Låg
Klassificering av osäkerhet				Hög säkerhet				Medel säkerhet				Låg säkerhet	