



**Stockholms
stad**

Kista Äng

Dagvattenutredning

**Sweco
2015-11-05**

stockholm.se/kistaang

RAPPORT

EXPLOATERINGSKONTORET

Kista Äng

UPPDRAGSNUMMER 1143706000

DAGVATTENUTREDNING FÖR KISTA ÄNG



2015-06-22, REVIDERAD 2015-11-05

STHLM DAGVATTEN OCH YTVATTEN

UPPDRAGSLEDARE: GUDRUN ALDHEIMER

HANDLÄGGARE: JONAS SJÖSTRÖM & ANNIKA BLIX

KVALITETSGRANSKARE: HENRIK ALM

Sammanfattning

Sweco har fått i uppdrag av Stockholm Stad att genomföra en översiktlig dagvattenutredning för planområdet Kista Äng. Syftet med utredningen är att redovisa en hållbar dagvattenhantering efter exploatering, ge principförslag på dagvattenhantering i planområdet samt förslag på vidare utredningar. Utredningen avser även att redogöra för beräknade flöden, fördröjningsvolym, föroreningshalter och –mängder. Om utredningen visar att fördröjning och eventuell rening behövs ska möjliga platser för dessa anläggningar identifieras och lokaliseras.

Området är indelat i två avrinningsområden. Avrinningsområde 1, som med nuvarande höjdsättning avvattnas mot lågpunkten vid torget, centralt i planområdet. Avrinningsområde 2 innefattar halva bostadskvarteren och avvattnas från planområdet mot omkringliggande gator.

Beräkningarna visar att flödet efter exploatering ökar markant och behovet av fördröjning av dessa flöden är ett krav. Att flödet ökar beror på att stor del av markanvändningen som före exploatering bestod av skog- och ängsmark samt grusade parkeringsytor hårdgörs.

Höjdsättningen för planområdet innebär att det bildas ett instängt område och en lågpunkt vid torget. Det i kombination med att flöden ökar innebär att fördröjningsytor eller fördröjningsmagasin måste anläggas för att undvika skador vid större flöden. Med fördel kan dessa områden samutnyttjas för annan aktivitet i multifunktionella ytor. Vid kraftigare regn än vad ledningsnätet är dimensionerat för kommer det att förligga en risk för översvämningsskador. Därför bör området runt lågpunkten utformas för att tåla tillfällig översvämning. En toleransnivå för en sådan risk skulle kunna vara för en 100-års-händelse.

Resultat från föroreningsberäkningar i jämförelse med förslag på riktvärden för dagvatten visar att ingen ytterligare rening krävs innan dagvattnet når dagvattensystemet, detta förutsatt att LOD på kvartersmark anläggs.

I fortsatta utredningar bör det säkerställas att dagvatten går att avleda från området till mottagande dagvattensystem. Höjdsättning och utformning av instängda områden bör ske tillsammans med arkitekter och övriga teknikområden. Noggrannare beräkningar av flöden och erforderliga fördröjningsvolym bör göras med en mer detaljerad plan som grund.

Innehållsförteckning

1	Inledning	1
2	Underlagsmaterial	1
3	Områdesbeskrivning	2
3.1	Planområdet	2
3.1.1	Planområdet före exploatering	2
3.1.2	Planområdet efter exploatering	3
3.2	Avrinningsområde	4
3.2.1	Avrinningsområde före exploatering	4
3.2.2	Avrinningsområde efter exploatering	5
3.3	Recipient	6
4	Förutsättningar för planområdet	7
4.1	Avledning av dagvatten från området	7
4.2	Stockholm stads dagvattenstrategi	7
5	Metod & indata	8
5.1	Dagvatten- och recipientmodellen StormTac	8
5.1.1	Markanvändning	9
5.1.2	Trafikintensitet	9
6	Resultat	10
6.1	Flödesberäkningar samt beräkning av fördröjningsvolym	10
6.2	Föroreningsberäkningar	11
7	Förslag på dagvattenhantering för planområdet Kista Äng	13
7.1	Allmänt vid planering av dagvattenhantering	13
8	Exempelsamling för dagvattenhantering	16
8.1	Gröna tak	16
8.2	Stuprörsutkastare och rännor	17
8.3	Växtbäddar och regngårdar	18
8.4	Permeabla beläggningar	20
8.5	Lokala fördröjning- och reningsdammar	21
8.6	Multifunktionella ytor	22
8.7	Dagvattenhantering i trädader	23
8.8	Diken	25

9 Slutsats och förslag på fortsatt utredning

27

RAPPORT
2015-06-22, REVIDERAD 2015-11-05

KISTA ÄNG

SEGUAL \\sestofs010\projekt\1133\1143706_kista_äng\000\10 arbetsmtrl_dok\kista äng dagvattenutredning 2015-11-05.docx

1 Inledning

Stockholm växer och behovet av nya bostäder och studentbostäder ökar. Staden ser över alla områden som har potential att bidra till framtida bostadsförsörjning.

Planområdet Kista Äng ligger i Kista Science City som är ett av de främsta IT-områdena i världen och har ett bra läge med närhet till service och kommunikationer. Området är därmed lämpligt för bostäder och studentbostäder i synnerhet.

I Kista Äng planerar man en stadsdel med en blandning av bostäder, studentbostäder, lokaler, förskolor och skolor. Området föreslås totalt inrymma ca 1300 bostäder.

I och med den planerade utbyggnaden av Kista Äng har Sweco fått i uppdrag att utreda hur dagvattnet kan hanteras inom programområdet, dels genom lokalt omhändertagande på kvartersmark och på allmän platsmark.

2 Underlagsmaterial

Tillgång till sajten www.iBinder.com där staden tillhandahåller och övriga aktörer i uppdraget delar information kring planområdet Kista Äng.

- Grundkarta: Kista Äng
- Samlingskarta med bl.a. VA-ledningar
- Muntlig information om ny dagvattentunnel från Mats Ohlsson, Stockholm Vatten
- Bild från trafikutredning av Grontmij, erhållen av Jonas Norberg 2015-05-22
- Höjdsättning i gatumitt, Bjerking 2015-03-10
- Geoteknisk utredning PM Geoteknik 2015, Ramböll 2015-04-13
- Stockholm Stad Dagvattenstrategi (2015-03-09)
- VISS – Vatteninformationssystem Sverige
- Ortofoto

3 Områdesbeskrivning

3.1 Planområdet

Planområdet ligger söder om E4:an, mellan verksamhetsområden i söder (Kista centrum) och öster (Kistamässan) och ett mindre naturområde i väster. Området omfattar ca 9,5 ha, se *Figur 1*.

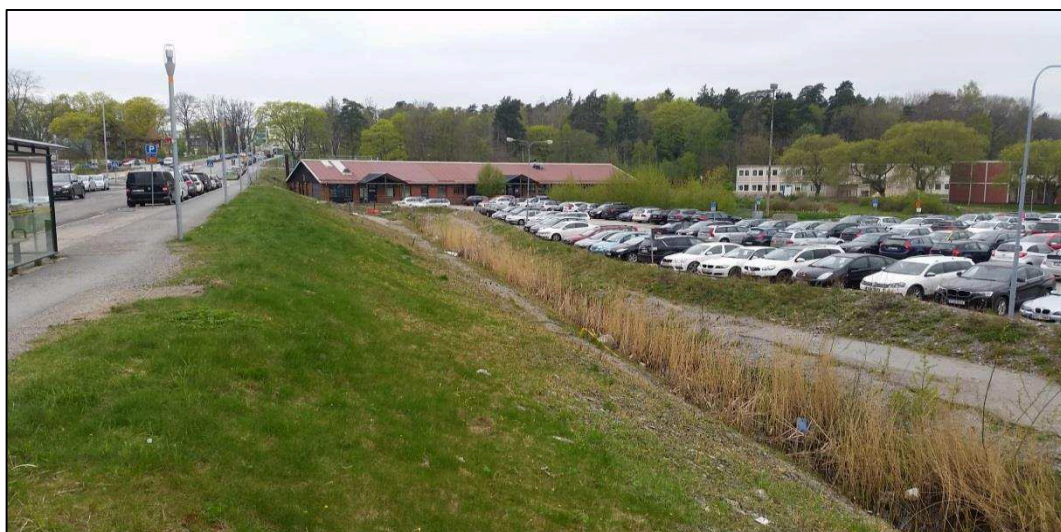


Figur 1 Ungefärlig planområdesgräns.

3.1.1 Planområdet före exploatering

Kista äng är i dagsläget planlagt för idrottsändamål men används idag bl.a. som uppställningsplats för ca 200 provisoriska studentbostäder, byggbodas och som parkeringsyta. I nordvästra delen av området finns ett skogsområde med gångvägar.

Ett platsbesök genomfördes 2015-05-05 för att få en bild av den befintliga markanvändningen samt undersöka avrinningsvägar och lågpunkter, se *Figur 2*. Det aktuella detaljplaneområdet har en stor höjdskillnad från det högre belägna skogsområdet i nordväst till de lägre delarna i östra delen som också ligger försänkt i förhållande till de omgivande vägarna Kista Alléväg, Borgarfjordsgatan och Torshamnsgatan. Området är annars relativt flackt, med undantag från den västra delen av området. De hårdgjorda ytorna är få och består av gång- och cykelvägar samt en mindre parkeringsyta, i övrigt består området av naturmark samt större gräsytor och grusplaner som används som parkeringsplatser. Längst söderut i området finns ett dike parallellt med Kista Alléväg (mellan Kista Gårdsväg och Borgarfjordsgatan). En trumma mynnar i diket längst uppströms. Det rann vatten i diket vid platsbesöket, troligen något slags basflöde eftersom det inte regnat nyligen. Längst ner i sydöstra hörnet rinner vattnet ner i en makadamfyllning som avslutar diket. Ingen trumma eller brunn gick att se vid den platsen pga. makadamfyllningen.



Figur 2. Kista Alléväg till vänster, skogspartiet i planområdets nordvästra del syns bakom studentbostäder till höger och en tegelbyggnad rakt fram. Parkeringsytan till höger i bild utgörs av grusad mark. Bild från platsbesök 2015-05-05.

3.1.2 Planområdet efter exploatering

Utbyggnadsförslaget omfattar nio kvarter, varav åtta avser bostäder utmed Kista Alléväg och Torshamnsgatan. Totalt omfattar förslaget cirka 1 300 lägenheter, inklusive 300 studentbostäder. Mitt i området, gränsande mot skogsområdet, har ett kvarter avsatts för skola, se *Figur 3*.



Figur 3 Föreslagen utformning av planområdet

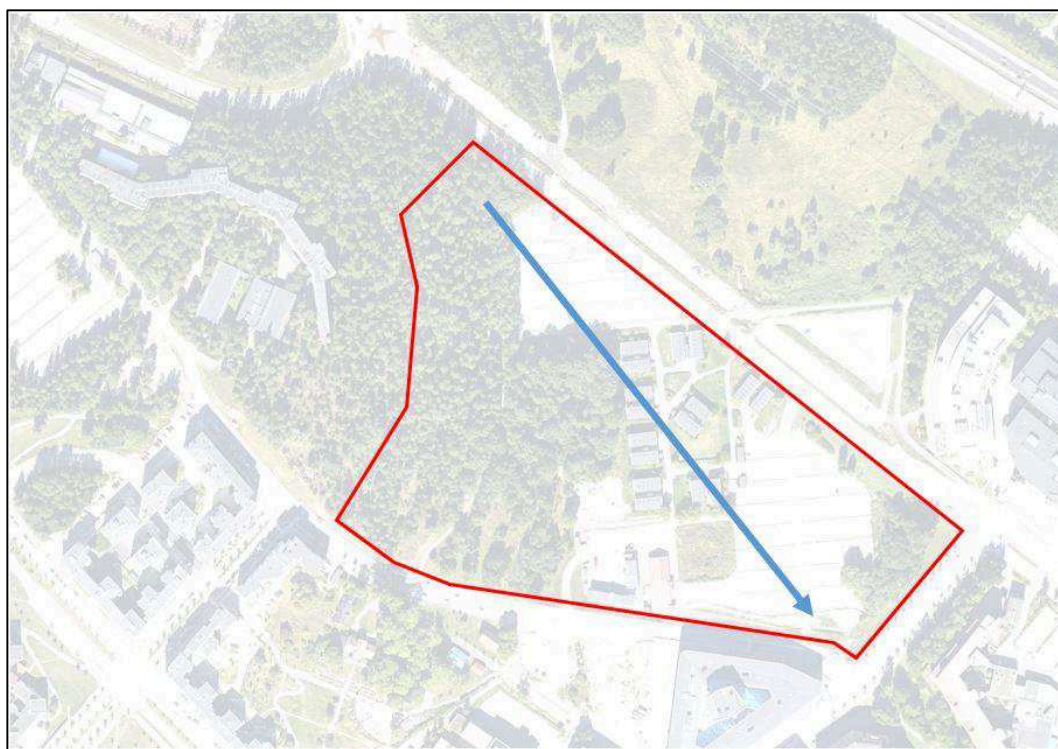
3.2 Avrinningsområde

3.2.1 Avrinningsområde före exploatering

Planområdet ligger inom ett större avrinningsområde som sträcker sig från Järvafältet till Ulriksdal där det mynnar i Edsviken.

De västra delarna av Kista äng avvattnas i dagsläget mot de östra pga. höjdskillnaderna, se *Figur 4*. Omgivande gator ligger högre än planområdet och hela östra delen av området bildar en lågpunkt. Området avvattnas till dagvattenbrunnar och till diket längst i sydöst. Genom området med studentbostäder är dagvattenledningar dragna i nord-sydlig riktning och mynnar i diket. Enligt uppgift från Stockholm Vatten leds utgående vatten från diket till dagvattenledningar i Borgarfjärdsgatan/Kista Alléväg.

En geoteknisk utredning av området gjordes 2015 av Ramböll. Det aktuella planområdet utgörs huvudsakligen av lermark som överlagrar friktionsjord och därunder berg. Området är utfyllt med ca 1 m fyllning över leran. Grundvattennivåerna i området sammanfaller med lerans överkant eller i fyllningslagret. Enligt geotekniska utredningen innebär projekterade gators höjdsättning stabilitetsproblem och stabiliteten i området ska beaktas vid vidare projektering.



Figur 4 Flödesriktning inom området före exploatering (blå pil) samt planområdesgränsen (röd linje)

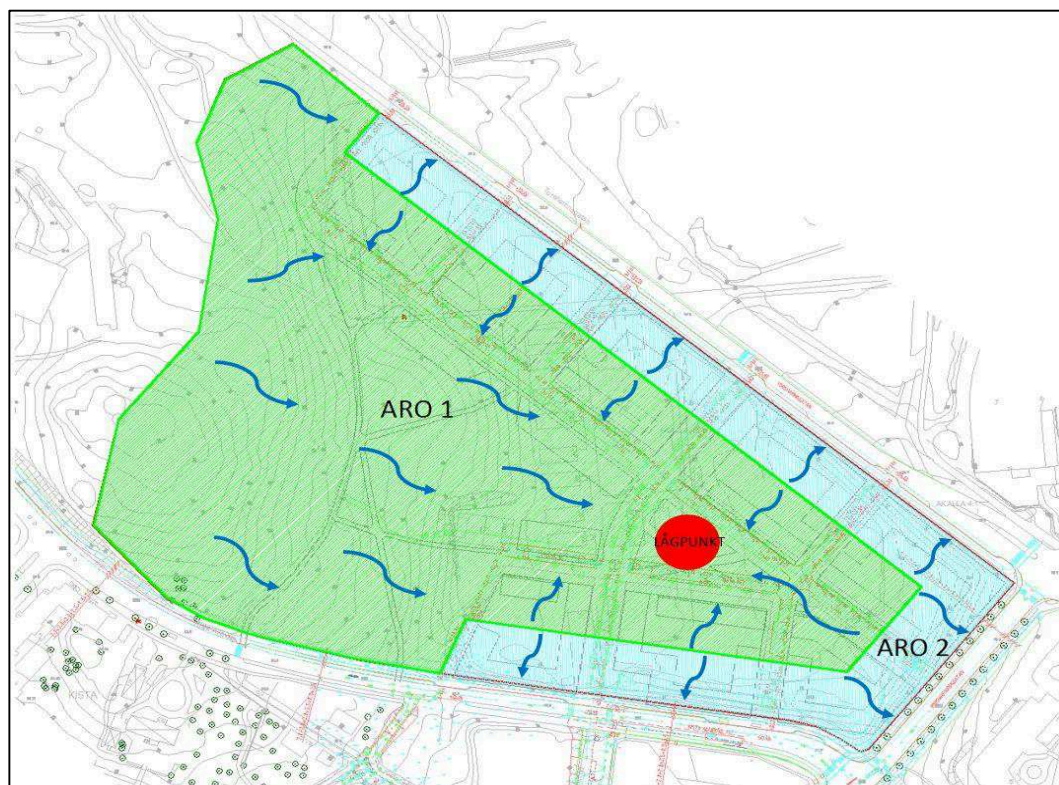
3.2.2 Avrinningsområde efter exploatering

Kista äng betraktas före planerad exploatering som ett enda avrinningsområde. Förutsättningarna för avrinningen kommer att förändras efter exploatering om det byggs enligt det nuvarande planförslaget, varför området därför delas upp i två mindre delavrinningsområden, ARO 1 och ARO 2, se *Figur 5*.

- ARO 1 – avvattas mot en lågpunkt i planområdet
- ARO 2 – avvattas från planområdet mot omkringliggande gator – Torshamnsgatan, Borgarfjordsgatan samt Kista Alléväg

Vd indelningen av delavrinningsområdena har vi utgått från den höjdsättning av gatorna som erhållits av Bjerking samt den naturliga lutningen i området. Då det i detta tidiga skede inte finns någon höjdsättning av kvartersmarken har vi antagit att halva kvartersmarken avvattas från området och resterande halva mot lågpunkten mitt i planområdet.

För detaljerad markanvändning för respektive avrinningsområde se *Tabell 1, avsnitt 5.1.1*.

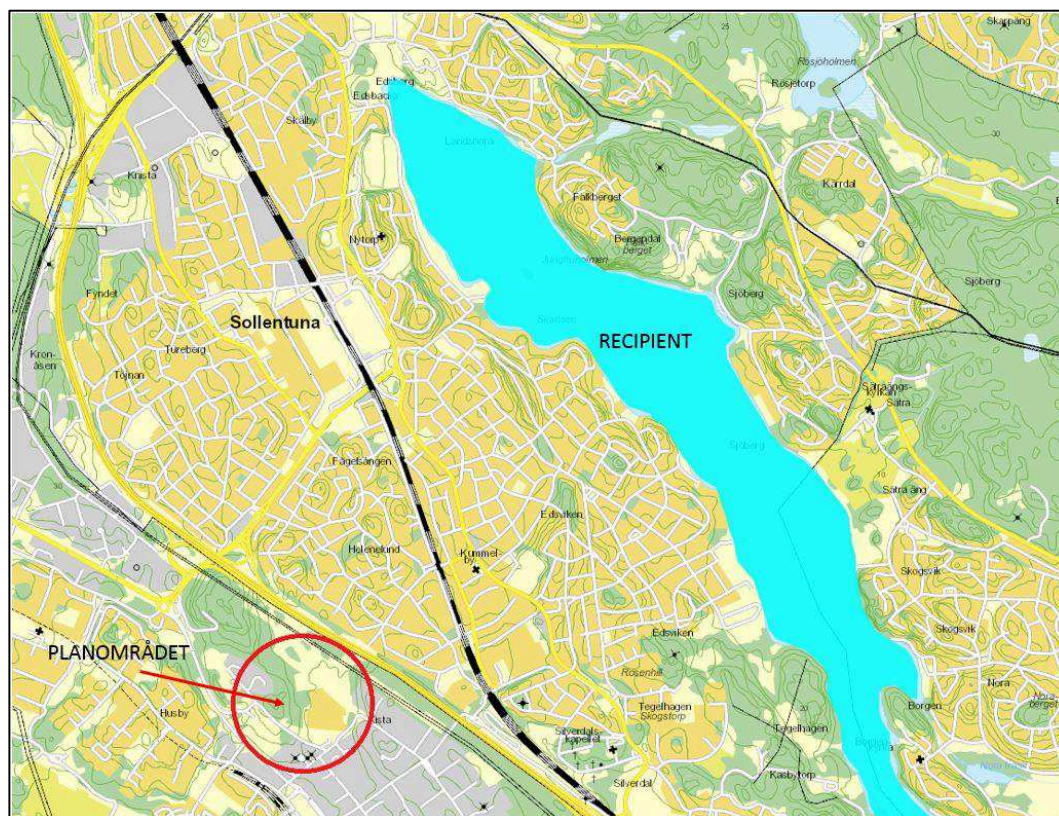


Figur 5 Visar delavrinningsområdena 1 & 2 samt generella flödesriktningar med nuvarande underlag på förslag till höjdsättning i gatumitt (Bjerking 2015-03-10) samt naturliga flödesriktningar.

3.3 Recipient

Avrinningsområdet avvattnas till Edsviken som utgör vattenförekomst (SE659024-162417), se Figur 6. Edsviken är ett s.k. övergångsvatten, vilket innebär att den delvis har salthaltig karaktär till följd av närheten till Saltsjön. Vattenförekomsten har av Vattenmyndigheten bedömts ha *dålig ekologisk status* samt *dålig kemisk status* till följd av problem med övergödning, miljögifter i sediment (antracen), förhöjda halter bromerade flamskyddsmedel i fisk och förekomst av främmande arter.

2009 beslutade Vattenmyndigheten att Edsvikens ekologiska status var *otillfredsställande* med kvalitetskrav att nå *god ekologisk status* med tidsfrist till 2021. Enligt förslag till ny miljökvalitetsnorm har Edsviken *dålig ekologisk status*. Övergödningen är främsta orsak till den dåliga ekologiska statusbedömningen. Lokala åtgärder i avrinningsområdet anses inte räcka för att ensamt nå miljökvalitetsnormen då alla kustvatten i området är övergödda, varpå tidsfristen att nå *god ekologisk status* satts till år 2027.



Figur 6 Planområdets geografiska läge i förhållande till recipienten (Edsviken)

4 Förutsättningar för planområdet

4.1 Avledning av dagvatten från området

Stockholm Vatten anlägger i närheten av planområdet en dagvattentunnel som ska ansluta till den befintliga Järva dagvattentunnel. Den nya tunneln planeras att tas i bruk år 2017 och är en förutsättning för att Kista Äng och dess närområden ska kunna avvattnas på ett säkert sätt. Järva dagvattentunnel leder vattnet vidare till Edsviken. I tunneln sker viss sedimentering men ingen övrig rening sker innan dagvattnet når recipienten.

Hur dagvattnet ska ledas från området måste utredas vidare, men enligt Stockholm Vatten skulle avledning av normala flöden kunna ske till befintlig dagvattenledning i Kista Alléväg, medan större flöden skulle kunna ledas direkt till den nya tunneln. Det är fördelaktigt om vattnet kan ledas från området utan att ytterligare pumpning krävs.

4.2 Stockholm stads dagvattenstrategi

Dagvattenstrategin för Stockholms Stad antagen 2015-03-09 gäller vid alla om- och nybyggnationer, likväl för åtgärder i den befintliga miljön. Störst fokus ligger på nybyggnation eftersom det där kan finnas större möjlighet att skapa bra lösningar med hänsyn till vattnets förutsättningar.

Strategin lyfter fram 4 punkter för en hållbar dagvattenhantering som sammanfattas på följande vis:

En hållbar dagvattenhantering i Stockholm ska långsiktigt skapavärden för stadsmiljön och minimera negativ påverkan på naturen och människors hälsa. Hanteringen ska vara fokuserad på enkla och småskaliga lösningar, på såväl allmän mark som på kvartermark. I större skala kan dagvatten med fördel synliggöras och integreras i den byggda allmänna miljön och stärka stadens gröna strukturer.

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten

Dagvattenhanteringen ska bidra till en förbättring av stadens yt- och grundvattenkvalitet så att god vattenstatus eller motsvarande vattenkvalitet kan uppnås i stadens samtliga vattenområden.

2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering

Dagvattenhanteringen ska vara anpassad efter förändrade klimatförhållanden med intensivare nederbörd och höjda vattennivåer i sjöar, kustvatten och vattendrag.

3. Resurs och värdeskapande för staden

Dagvatten är en del av vattnets kretslopp i staden och ska användas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.

4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

För att nå målsättningen om en hållbar dagvattenhantering behöver frågan beaktas i stadsbyggnadsprocessens alla skeden parallellt med en systematisk åtgärdsplanering. En viktig förutsättning är samsyn, samordning och en genomtänkt ansvarsfördelning mellan stadens förvaltningar och bolag.

5 Metod & indata

Under detta kapitel redogörs för de beräkningar som utförts i denna utredning. Beräkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac¹. Resultaten av dessa beräkningar har sedan legat till grund för föreslagen dagvattenhantering. Följande beräkningar genomfördes och beskrivs nedan:

- Föroreningsberäkning av halter och belastning före och efter exploatering samt efter exploatering med LOD på kvartersmark
- Flödesberäkningar före och efter exploatering samt efter exploatering med LOD på kvartersmark. Beräkning av preliminär erfordrad fördröjningsvolym.

5.1 Dagvatten- och recipientmodellen StormTac

Översiktlig beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet samt beräkningar av flöden och fördröjningsvolym har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac, version 2015-02. Som indata till modellen används nederbörd, 636 mm/år², och kartlagd markanvändning i Kista Äng. Markanvändningen före exploateringen har uppskattats utifrån grundkarta, flygbild och platsbesök. Stockholms stad har bistått med information om hur planområdet är tänkt att utvecklas framöver.

Varje markanvändning har specifika schablonvärden som utgörs av halter och avrinningskoefficienter per markanvändning. De utgör årsmedelvärden och baseras på flödesproportionell provtagning under minst flera månader och vanligen upp till ett eller flera år. Vid beräkningar av dagvattnets föroreningsinnehåll har schablonhalter för område med flerfamiljsbostäder, grusad parkeringsyta, skolområde samt skogs- och ängsmark tillämpats. Vid föroreningsberäkningar har väg med olika VDT använts. (VDT – vardagsdygnstrafik, medeltrafikmängd under vardagsdygn måndag – fredag). I områden såsom flerfamiljsbostäder inkluderas lokalgator, parkeringar och mindre grönytor. För studentbostäderna har schablonvärden för radhusområden använts.

Vid belastningsberäkningar (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymer som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år. Endast belastning av dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten till dagvattensystemet) avses. I modellen kan även olika åtgärder för rening och fördröjning av dagvatten beskrivas.

I *Tabell 1* redovisas markanvändningen före och efter exploatering för Kista Äng, uppdelat på de två avrinningsområdena.

¹ www.stormtac.com

² Uppmätt nederbörd i Stockholm justerat efter mätförluster med faktor 1.18 i enlighet med SMHI.

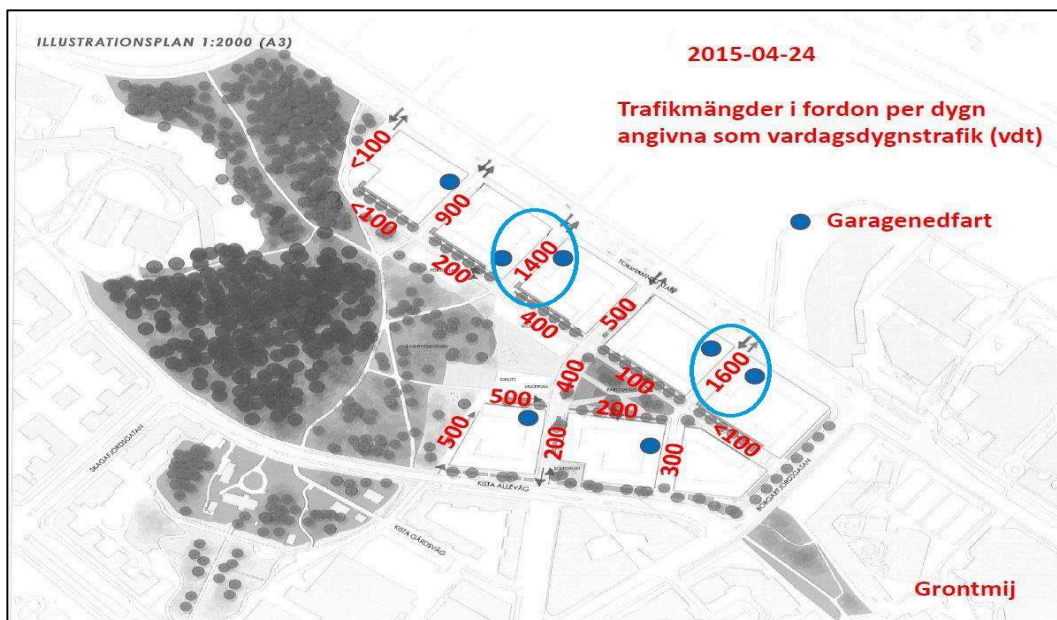
5.1.1 Markanvändning

Tabell 1. Markanvändning (ha) och tillämpade avrinningskoefficienter (ϕ) totalt för hela planområdet Kista Äng före samt efter exploatering fördelat på två avrinningsområden (ARO).

Markanvändning	ϕ	Före exploatering	Efter exploatering	
			ARO 1	ARO 2
Grusad p-yta	0.4	2.6		
Skog & ängsmark	0.1	6.3	3.6	
Kvartersmark (Radhusområde)	0.32	1.8		
Flerfamiljsbostäder med LOD	0.22		3	2.4
Flerfamiljsbostäder utan LOD	0.45			
Skolorråde	0.45		1.7	
SUMMA		10.7	8.3	2.4

5.1.2 Trafikintensitet

Som underlag för föroreningsberäkningarna har uppskattade trafikmängder från ett utdrag ur Grontmij's trafikutredning använts, (tillhandahållits av Jonas Norberg, Exploateringskontoret). De lokalgator med två infarter till parkeringshusen där intensiteten är förhöjd ligger till grund för beräkningarna, se inringat på *Figur 7*. Övrig trafikmängd anses normal och ingår i schablonhalterna för markanvändningen kvartersmark.



Figur 7 Trafikmängder för respektive gata, inringat de som använts för föroreningsberäkningarna

6 Resultat

6.1 Flödesberäkningar samt beräkning av fördröjningsvolym

Flödesberäkningar samt beräkning av fördröjningsvolym (där flödet före exploatering, 150 l/s, har varit dimensionerande) har utförts för ett 10-årsregn med klimatfaktor på 1,2 samt ett 100-årsregn med klimatfaktor 1.3 och för en varaktighet som beräknas utifrån rinnsträckor och flödeshastigheter. Vidare används de senaste nederbördsdata och regnintensiteter som rekommenderas enligt Svenskt Vatten, publikation P104 (data från Dahlström, 2010).

Tabell 2 Flöden före och efter exploatering, efter exploatering med LOD på kvartersmark ARO 1 samt efter exploatering med LOD på kvartersmark (totalt för hela området) vid olika regnintensiteter samt erforderad fördröjningsvolym vid dessa. Flöden vid 10-årsregn beräknat med en klimatfaktor på 1.2 samt flöden vid 100-årsregn beräknat med en klimatfaktor på 1.3.

Flöden								
Årsregn	Hastighet (m/s) Rinnsträcka (m)	Före expl. (l/s)	Efter expl. (l/s)	Erforderad fördröjningsvolym (m³)	Efter exploatering med LOD på kvartersmark ARO 1 (l/s)	Erforderad fördröjningsvolym (m³)	**Efter exploatering med LOD på kvartersmark (l/s)	Erforderad fördröjningsvolym (m³)
10	0.1 / 510	150						
10	0.5 / 330		920	740	460	270	600	400
*10	1 / 330		970		490		630	
100	0.5 / 330		2140	2300	1080	900	1390	1300
*100	1 / 330		2260		1130		1470	

*Vi har uppskattat den genomsnittliga rinnhastigheten för planområdet till 0,5 m/s då mycket av dagvattnet rinner ytligt samt att en stor del av området består av skog och ängsmark. Som jämförelse redovisas även flödet vid rinnhastighet på 1 m/s (ledning).

**Efter exploatering med LOD på kvartersmark innefattar inte LOD-lösningar i gata eller på allmän platsmark (såsom skelettjord eller växtbädd).

Enligt beräkningarna ökar det totala sammanlagda flödet från hela området vid ett 10-årsregn från 150 l/s till mellan 920 och 970 l/s efter exploatering utan LOD på kvartersmark. Om LOD tillämpas på kvartersmark blir flödet istället mellan 600 och 630 l/s. För 100-årsregn blir flödena efter exploatering ca 2200 l/s utan LOD på kvartersmark och ca 1400 om LOD tillämpas på kvartersmark. Oavsett vilken rinnhastighet som väljs av de båda så blir beräknad erforderad fördröjningsvolym densamma. Då planläggning och höjdsättning av kvartersmark inte är påbörjad har vi antagit att halva kvartersmarken avvattnas ut från området och inte påverkar den erforderade fördröjningsvolymen. Vid 10-årsregn blir volymen 740 m³ efter exploatering utan LOD och 270 m³ efter exploatering för ARO 1. Som jämförelse redovisar vi även den erforderade fördröjningsvolymen om hela kvartersmarken avvattnas mot planområdets lågpunkt. Då ökar volymen till 400 m³ efter

10 (27)

RAPPORT
2015-06-22, REVIDERAD 2015-11-05

KISTA ÄNG

exploatering med LOD på kvartersmark. Vid 100-årsregn blir fördröjningsvolymen 2300 m³ utan LOD och 1300 m³ efter exploatering med LOD på kvartersmark (räknat på hela planområdet). Alla beräkningar är med klimatfaktor.

Fördröjningsvolymerna kan skapas över och/eller under mark. De kan t.ex. utformas som så kallade multifunktionella ytor vilka är nedsänkta ytor som kan översvämmas vid stora regn och som annars kan användas till bollplan, lekplats, skatepark mm, se även *avsnitt 8.6*. Även anlagda skelettjordar längs gator och andra LOD-åtgärder kan medverka till utjämning och fördröjning av dagvattenflödena. Se närmare beskrivning i *kapitel 7*.

6.2 Föroreningsberäkningar

Nedan redovisas föroreningshalten, se *Tabell 3* (årsmedelhalt) (µg/l eller mg/l) och föroreningsbelastningen, se *Tabell 4* (kg/år) totalt för hela planområdet före och efter exploatering samt efter med LOD på kvartersmark.

Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (SS; partiklar), opolära alifatiska kolväten (olja) och bens(a)pyren (BaP). Föroreningshalter och föroreningsbelastning avser alltid totalhalter.

Beräknade föroreningshalter jämförs med Riktvärdesgruppens (2009) förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp för att få jämförelsevärden.

Tabell 3 Beräknade föroreningshalter i dagvatten (µg/l eller mg/l) för planområdet. Beräkningar har gjorts för tre fall; före exploatering, efter exploatering utan lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) samt efter exploatering med hänsyn till lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark. Beräknade halter har jämförts med Riktvärdesgruppens förslag till riktvärden för utsläpp från delområde till mindre recipient (2M). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD på kvartersmark	Efter exploatering med LOD på kvartersmark	Riktvärden 2M
P	µg/l	100	219	170	175
N	mg/l	1.06	1.47	1.35	2.5
Pb	µg/l	12	10	6.9	10
Cu	µg/l	20	23	17	30
Zn	µg/l	66	74	59	90
Cd	µg/l	0.28	0.49	0.32	0.50
Cr	µg/l	5.7	8.3	5.6	15
Ni	µg/l	3.0	6.8	5.3	30
Hg	µg/l	0.02	0.02	0.02	0.070
SS	mg/l	58	53	37	60
Olja	mg/l	0.39	0.51	0.37	0.70
BaP	µg/l	0.026	0.033	0.029	0.070

Halterna av de flesta beräknade ämnen ökar i dagvattnet efter exploatering i fallet utan LOD på kvartersmark. Om LOD tillämpas på kvartersmark kommer knappt hälften av halterna att öka och något mer än hälften av dem att minska. I jämförelse med riktvärdena så håller sig halterna av alla ämnen under riktvärdeshalterna med undantag av bly (före exploatering) och fosfor (efter exploatering utan LOD på kvartersmark). Det högre blyvärdet före exploatering kan förklaras med de stora parkeringsplatserna och att fosforhalten ökar efterexploatering förklaras med mer bebyggelse och boende i området.

Tabell 4 Beräknad föroreningsbelastning i dagvatten (kg/år) för planområdet. Beräkningar har gjorts för tre fall; före exploatering, efter exploatering utan lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) samt efter exploatering med hänsyn till lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD på kvartersmark	Efter exploatering med LOD på kvartersmark
P	kg/år	2.3	6.8	4.1
N	kg/år	24	46	33
Pb	kg/år	0.3	0.3	0.2
Cu	kg/år	0.5	0.7	0.4
Zn	kg/år	1.5	2.3	1.4
Cd	g/år	7	15	8
Cr	kg/år	0.13	0.26	0.14
Ni	kg/år	0.07	0.21	0.13
Hg	g/år	0.5	0.7	0.5
SS	kg/år	1340	1640	900
Olja	kg/år	9	16	9
BaP	g/år	0.6	1	0.7

Beräkningarna visar att föroreningsbelastningen i dagvattnet ökar för samtliga ämnen efter exploatering i fallet utan LOD på kvartersmark. Om LOD tillämpas på kvartersmark ökar belastningen för hälften av ämnena (bl.a. fosfor och kväve) och hälften av dem minskar (bl.a. bly). En stor del av ökningen beror på att avrinningen från området ökar då mycket av ytan hårdgörs.

7 Förslag på dagvattenhantering för planområdet Kista Äng

I detta kapitel presenteras förslag på dagvattenhanteringen i området. De principiella lösningar som föreslås finns sedan mer noggrant beskrivna i *kapitel 8* med bilder och illustrationer.

7.1 Allmänt vid planering av dagvattenhantering

Syftet med lokalt omhändertagande är att reducera föroreningar, flöden och vattenvolymer så nära källan som möjligt. Att kombinera flera olika åtgärder är ett hållbart sätt att hantera dagvatten som kommer att ge god reduktion av både föroreningshalter och vattenmängder.

Fördelarna med småskaliga gröna anläggningar för lokalt omhändertagande av dagvatten är många:

- Minskade toppflöden och minskad översvämningsrisk
- Reduktion av årsavrinningen
- Förbättrad vattenkvalitet
- Estetiska värden och en trivsammare närmiljö
- Biologisk mångfald
- Biologisk spridningsväg
- Förbättrad luftkvalitet - CO₂ upptag och partikelreduktion
- Växter mår bättre av ökad vattentillförsel - minskat bevattningsbehov
- Bullerdämpning
- Kan utnyttjas i pedagogiska sammanhang
- Synliggörande av dagvatten och vattenprocesserna bidrar till ökad acceptans
- Värdeskapande för stadsmiljön

En stor andel åtgärder uppströms innebär att nedströmsåtgärder för omhändertagande av dagvatten kan göras mindre.

För att veta vilka typer av anläggningar som kan tillämpas måste kunskap finnas om de hydrogeologiska förhållandena på plats. Om förutsättningar för infiltration till mark- och grundvatten finns kan otäta lösningar tillämpas. Om infiltration och perkolation däremot inte är möjligt kan täta lösningar väljas som främst bidrar till fördröjning och utjämning av dagvattnet innan avledning sker till det allmänna dagvattennätet.

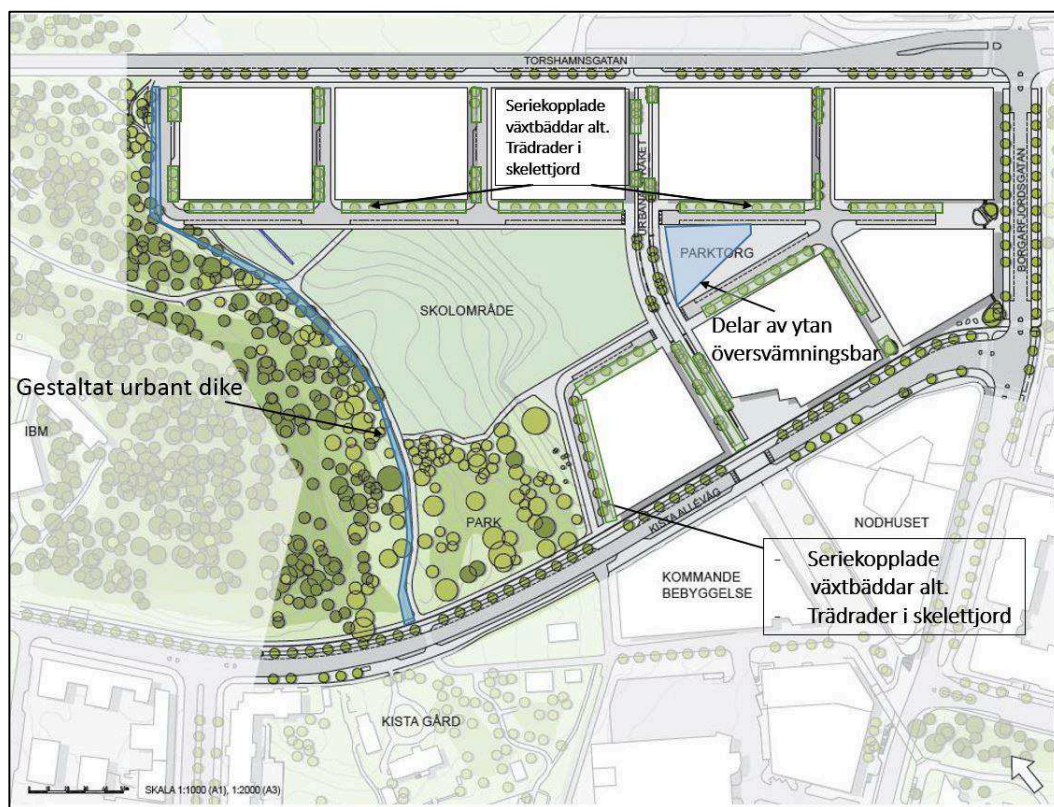
Vid planering och höjdsättning av nya områden är det även mycket viktigt att om möjligt säkerställa att inga instängda områden skapas. Exploateringen bör höjdsättas på ett sätt som tillåter sekundär avledning i gata då ledningsnäten går fulla.

Vald utformning har utifrån områdets topografi, geoteknik och projektets genomförbarhet inneburit att den befintliga lågpunkten kvarstår centralt i exploateringen.

Det innebär att det föreligger en risk för marköversvämning vid kraftigare regn än vad ledningssystemet dimensioneras för. En risknivå kan vara att omkringliggande mark utformas för att tåla ett regn med 100 års återkomsttid utan att skada uppstår på byggnader. Vid en sådan dimensionering är det viktigt att ta hänsyn till samtliga regnvaraktigheter. Vid ännu kraftigare regn än vald risknivå måste eventuellt skada tolereras.

Stadens projektgrupp arbetar vidare med ett förslag där man tillåter delar av torget periodvis översvämmas för att sedan på ett kontrollerat sätt avvattnas via utlopp till den planerade dagvattentunneln. Att tunneln har dimensionerats för att bortleda en sådan lösning bör säkerställas i det framtida projekteringsarbetet.

I Figur 8 har illustrerats förslag på dagvattenhantering med utgångspunkt i hur planeringen av området och höjsättningen ser ut i erhållet underlag i maj 2015.



Figur 8 Förslag på dagvattenhantering vid nuvarande planförslag och höjsättning.

Enligt Stockholms stads dagvattenstrategi ska lokalt omhändertagande av dagvatten tillämpas på kvartersmark. På så sätt kan dagvattenflöden från kvarteren minimeras, vilket är extra viktigt i detta område då det finns instängda områden.

På gator kan seriekopplade växtbäddar och/eller trädrader i skelettjord anläggas dit dagvattnet leds och fördröjs. Skelettjord kan eventuellt göras större än vad som behövs för att träden ska få tillräckligt med vatten och i så fall bredda dem under gatorna för att skapa större utjämningsvolym vid stora regn och dagvattenflöden, se även *Dagvattenhantering i trädrader under avsnitt 8.7.*

Längs med GC-vägen som går i ungefärlig nord-sydlig riktning i skogen i västra delen av området anläggs ett gestaltat urbant dike som integreras i topografin, utformat med spänger och broar på ett sådant sätt att inte tillgängligheten till parken försvåras samt med möjlighet att tillföra ett pedagogiskt värde till området då skolor och förskolor finns i närheten. På detta sätt förhindras dagvattenflöden från skogsområdet att ledas in i området och det leds istället till dagvattenledningar i Kista Alléväg och Torshamnsgatan samt kopplingen till naturmarken behålls.

Enligt erhållet planförslag finns det ett ur avrinningssynpunkt instängt område ungefär vid den trekantiga platsen mellan lokalgatorna. Då den platsen ska fungera som ett torg kan den utformas som en multifunktionell yta, dvs. att den har funktionen som torg men att platsen vid stora regn även fungerar som en översvämningssyta med reglerat utlopp. Detta innebär att delar av platsen kommer att vara vattenfylld under en begränsad tid efter ett stort regn. Ett alternativ är att även låta andra ytor inom planområdet som exempelvis bollplaner eller lekplatser översvämmas vid kraftiga regn för att undvika skador på byggnader.

Andra typer av fördröjningsmagasin, såsom kassetmagasin, rörmagasin och betongmagasin kan anläggas under mark om de hydrogeologiska förutsättningarna tillåter detta.

8 Exempelsamling för dagvattenhantering

I detta kapitel visas en rad exempel på lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten som kan vara aktuella i Kista Äng och som kan tillämpas på kvartersmark, gata och allmän platsmark. Lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark bör eftersträvas i syfte att minska flöden och föroreningshalter så nära källan som möjligt. Föroreningshalterna i dagvattnet bör i första hand minimeras genom användning av icke förorenande tak- och fasadmateriäl. När lokalt omhändertagande av dagvatten på kvartersmark och för gata inte räcker till kan det bli aktuellt att ha anläggningar som mottar dagvatten från större områden. Beroende på om syftet är att fördröja, utjämna eller rena dagvattnet kan olika typer av anläggningar väljas. Åtgärder som kan tillämpas på kvartersmark kan även tillämpas på allmän platsmark och då ofta i större skala.

8.1 Gröna tak

Gröna tak kallas ibland även för ekotak vilket indikerar att de är växtbeklädda men att de inte alltid är gröna (höst och vinter). Gröna tak kan utföras i olika skalor; på bostadshus och förskolor i lite mindre skala eller exempelvis på bibliotek och simhallar som ofta utformas med stora takytor. När det är ont om plats i den tätbebyggda stadsmiljön kan dessa tak var ett effektivt sätt att få in grönstruktur.

Gröna tak består ofta av moss- och sedumarter och har en hög vattenhållande förmåga vilket bidrar till en fördröjning av flöden och reduktion av den årliga avrunna volymen. Beroende på substratets tjocklek så kan den årliga volymen minskas med 50 % - 75 % eller ibland upp till 90 %. Vegetationen på tak har en isolerande effekt på byggnader vilket gör att energiåtgången för uppvärmning minskar och byggnadernas ytskikt inte utsätts för nedbrytande solljus, värme eller kyla. Sommartid fångar vegetationen upp UV-strålning vilket ger en kylande effekt. Gröna tak bidrar till stadsbilden och utgör en biologisk spridningsväg. Se exempel på gröna tak i *Figur 9*.



Figur 9. Exempel på gröna tak från Stockholm.

8.2 Stuprörsutkastare och rännor

Avledning från hustak kan göras med stuprörsutkastare och rännor. Utkastare får gärna avleda vattnet så att det kan översila en grönyta eller anslutas till en ränna, plantering eller dike. På så sätt kan vattnet infiltreras, fördröjas och renas och komma växterna tillgodo. Fördelarna med ytliga avvattningsstråk är en "trög" eller långsam avledning, vilket ökar rinntiden och en mer lättillgänglig skötsel erhålls, se *Figur 10*.



Figur 10. Övre bilderna ger exempel på stuprörsutkastare som ansluter till rännor. Nedre bilderna visar olika typer av rännor.

8.3 Växtbäddar och regngårdar

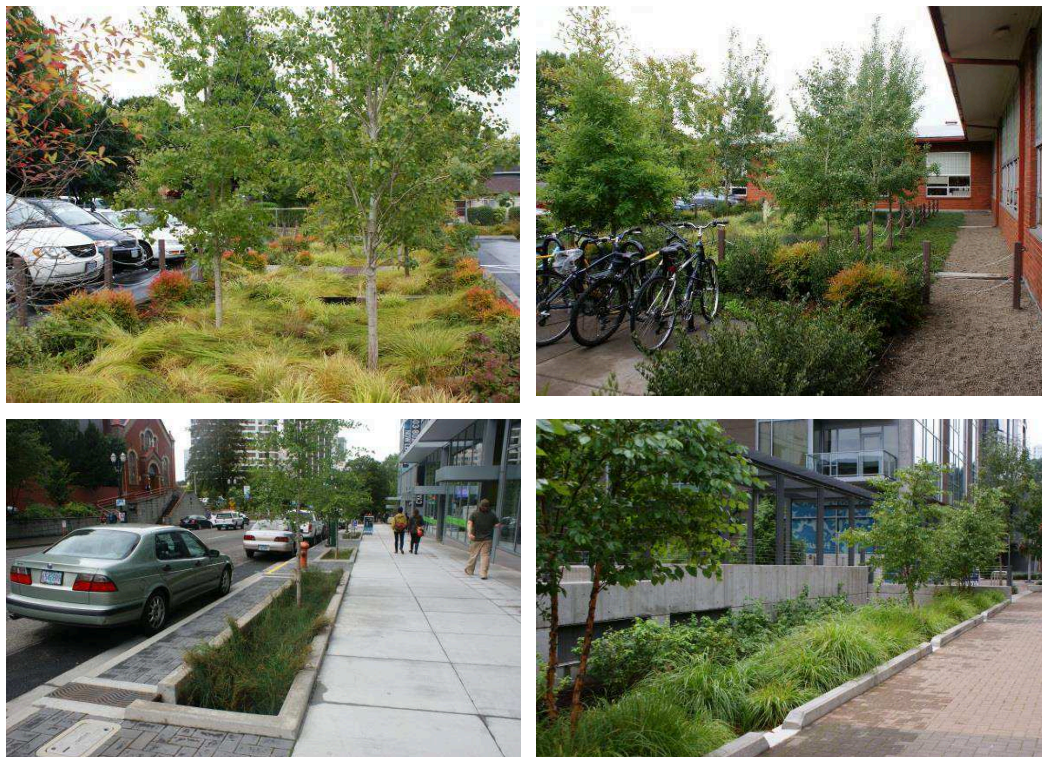
Vatten från tak, GC-vägar, gator, parkeringar och gårdar kan avledas till växtbäddar i form av nedsänkta planteringar där vegetation så som träd, örter och gräs planteras. I dessa sker fördröjning och reduktion av dagvattnet genom infiltration och växtupptag. Flera växtbäddar kan seriekopplas via övertäckta eller öppna dagvattenrännor och på så vis tillåtas vattnet svämma över från växtbädd till växtbädd innan vidare avledning.

Fördelarna med växtbäddar är många. Dels sker en avsättning av föroreningar i det översta jordlagret och dels hjälper växternas rötter och jordbakterier till att omvandla samt ta upp föroreningar som transporteras med dagvattnet. Rötter, insekter och maskar luckrar även upp och ökar utrymmet mellan jordpartiklarna, vilket ger en större volym för fördröjning av dagvatten i anläggningarna.

En varierad vegetation som består av salttåliga eller icke salttåliga växter kan väljas. Ibland kan även buskar och träd användas. Möjligheterna är många och lösningarna kan anpassas efter såväl tekniska som gestaltningsmässiga förutsättningar.

Växtbäddar kan utformas med eller utan kantsten. Om kantsten väljs kan man göra släpp eller försänkningar i den så att vatten från omgivande mark också kan ledas in i dessa. Räcke kan placeras runt växtbädden om så önskas.

Regngårdar har samma funktion som växtbäddar men utgörs av större anläggningar vilka får ta emot en större mängd vatten. Bräddmöjlighet bör också anordnas så att vatten aldrig blir stående högre än 0.2 m, vilket är en rekommendation från Boverket. För bilder över växtbäddar och regngårdar, se *Figur 11*.



Figur 11. Exempel på växtbäddar och regngårdar vid parkering och i stadsmiljö.

8.4 Permeabla beläggningar

Där det är möjligt är det rekommenderat att ersätta hårdgjorda ytor med permeabla beläggningar i syfte att öka infiltrationsmöjligheterna. De genomsläppliga beläggningarna bör inte läggas i branta partier eftersom infiltrationen då oftast koncentreras till en mindre del av ytan med igensättning som följd. Permeabla beläggningar föreslås att användas för gårdar, lekplatser och parkeringsytor. Även fristående gångvägar kan tänkas ha denna typ av beläggning. Till genomsläppliga beläggningar hör pelleplattor, markplattor, permeabel asfalt, stensmjöl, grus och smågatsten, se *Figur 12*. Både permeabla beläggningar och växtbäddar har en oljeavskiljande funktion.



Figur 12. Exempel på permeabla beläggningar.

8.5 Lokala fördröjning- och reningsdammar

Dammar med permanent vattenyta utgör en effektiv metod för avskiljning av föroreningar i dagvatten. Reningsmekanismerna bygger på sedimentering, växtupptag och mikrobiell nedbrytning. Utöver den permanenta vattenytan och volymen i dammen så beror dammens reningseffekt även på parametrar så som inloppshalter, uppehållstid vegetationsandel samt förhållande mellan löst och total andel föroreningar.

Utöver en god avskiljningsförmåga kan dagvattendammar bidra till ökade estetiska värden och vara ett positivt inslag i områdets biologi. De kan med fördel även utnyttjas i pedagogiska sammanhang då de ofta hyser en god artvariation.

Nedan visas exempel på olika dagvattendammar i bostadsmiljö, se *Figur 13*.



Figur 13. Exempel på dagvattendammar med naturlig utformning i bostadsnära bebyggelse.

8.6 Multifunktionella ytor

Multifunktionella ytor används för att utjämna flöden och undvika skador vid kraftig nederbörd. Dessa kan utformas som försänkningar i hårdgjorda ytor eller på grönytor. Anläggningarna utformas med ett reglerat utlopp för det dimensionerande utflödet från området så att tillfälliga vattenspeglar bildas vid hög avrinning. Dessa töms sedan successivt då avrinningen avtar. Multifunktionella ytor kan med fördel vara gräsbeklädda och anläggas med flacka slänter men även anläggas hårdgjorda som under torrväder kan utnyttjas till andra ändamål, som till exempel lekplats, skatepark, fotbollsplan eller parkering.

Nedan visas exempel på olika typer av multifunktionella ytor i bostadsområden och på allmän platsmark, se Figur 14 och Figur 15.



Figur 14. Exempel på multifunktionella ytor i bostadsområden och på allmän platsmark.



Figur 15 Exempel på hårdgjord multifunktionell yta (Paris).

8.7 Dagvattenhantering i trädtrader

Stadsträd planteras ofta i något som kallas för skelettjord, dess syfte är att skapa en god miljö med tillgång på luft och vatten för trädens rötter. Skelettjordslösningar för träd kan med fördel kombineras med lokalt omhändertagande av dagvatten från GC-vägar, gator och parkeringsytor innan avledning. Skelettjordar bidrar till såväl fördröjning som infiltration och växtupptag av vatten. Rening av dagvattnet sker genom fastläggning och nedbrytning av bland annat partiklar, kväveföreningar och olja.

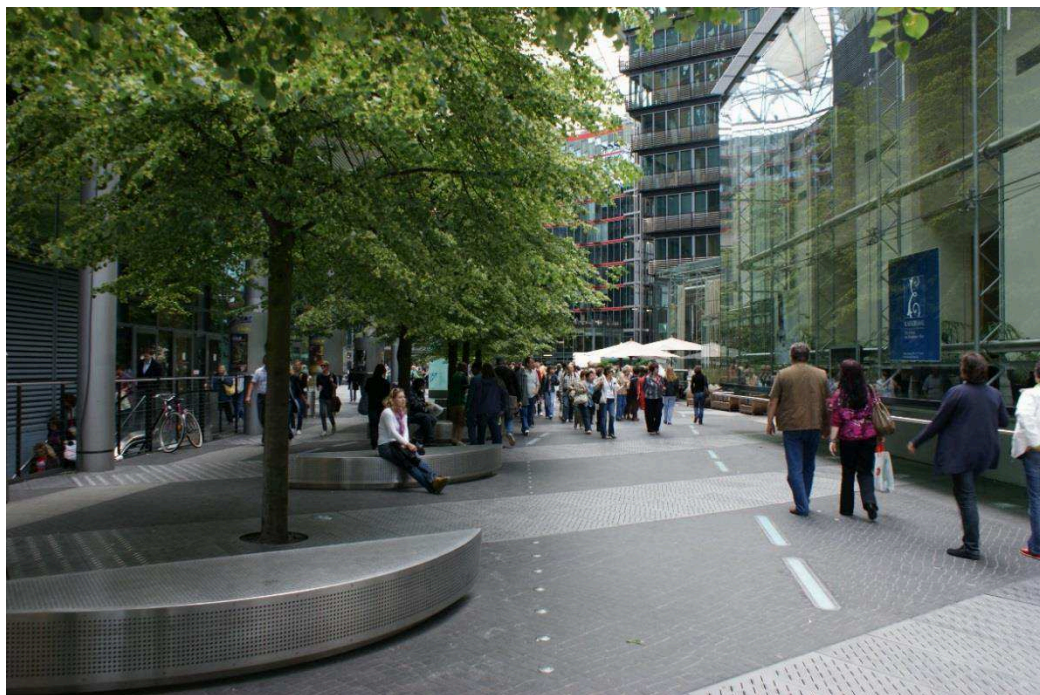
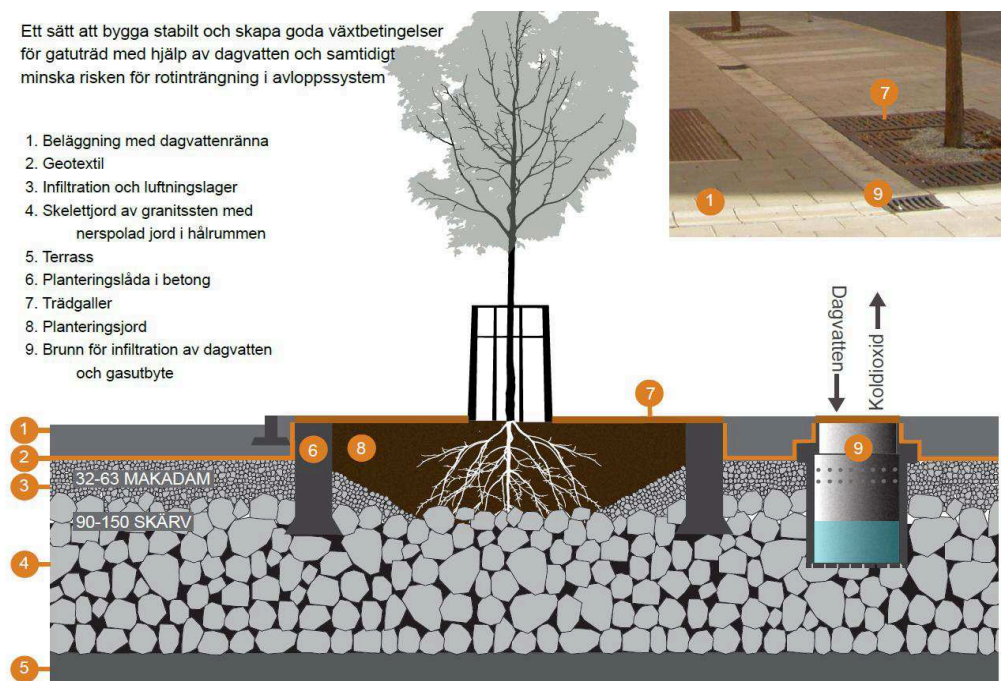
Principen bygger på att hårdgjorda ytor avvattnas till uppsamlingsbrunnar med sandfång som sedan fördelar ut vattnet i ett så kallat luftigt bärlager varpå vattnet sipprar ner i själva skelettjorden. Alternativt kan vattnet fördelas via dränledning eller perkolationsbrunnar. Ofta fordras bräddlösning med avledning till en tät dagvattenledning, detta gäller de flesta perkolationslösningar av hårdgjorda ytor. Om infiltration inte är möjlig ska anläggningen förses med dräneringsledning som ansluts till dagvattennätet.

Där grundvattnet ligger högt, d.v.s. 1-1.5 m under markytan eller i områden med markföroreningar måste standardutförande ses över och vid behov göras grundare.

Nedan visas en principsektion av en skelettjord samt ett exempel från Berlin där utrymmet under torg och gångbana utnyttjas för skelettjord, se *Figur 16*.

Ett sätt att bygga stabilt och skapa goda växtbetingelser för gatuträd med hjälp av dagvatten och samtidigt minska risken för rotinträngning i avloppssystem

1. Beläggning med dagvattenränna
2. Geotextil
3. Infiltration och luftningslager
4. Skelettjord av granitssten med nerspolad jord i hålrummen
5. Terrass
6. Planteringslåda i betong
7. Trädgaller
8. Planteringsjord
9. Brunn för infiltration av dagvatten och gasutbyte



Figur 16. Träd som växer i skelettjord, illustration från Trafikkontoret, Stockholms stad samt bild från Berlin.

8.8 Diken

Den vanligaste typen av diken är de som går längs gator för att avleda och infiltrera vatten. De är oftast ganska smala och har en god lutning för att kunna leda bort vattnet på ett effektivt sätt från radhus- och villaområden.

Svackdiken däremot är breda och flacka diken vars syfte är att rena, infiltrera och transportera dagvatten. Svackdiken har högt flödesmotstånd vilket tillsammans med det flacka och breda tvärsnittet och infiltrationsförmåga ger en fördröjande effekt på dagvattenavrinningen.

Ett avskärande dike har som funktion att skära av en avrinningsväg från en höjd i avrinningsområdet och transportera bort vattnet utan risk för översvämning av nedströms liggande exploatering. Diket går då längs med en släntfot och avleder allt dagvatten som kommer från höjden och slänten.

Samtliga typer av diken kan bekläs med gräs eller annan vegetation och de kan utformas som vanliga diken eller med underliggande makadammagasin för att skapa ytterligare utjämningsvolym. I den övre, gräs- eller vegetationsbeklädda ytan fastläggs föroreningar och näringsämnen tas upp av växter. Växlighetens rotsystem håller kanaler öppna i marken vilket möjliggör för vatten att infiltrera i jorden. Diken kan göras naturliga eller utformas mer stadsmässiga. För ex. se *Figur 17*.



Figur 17. Exempel på utformning av svackdiken utan kantsten och avskärande dike i skogsområde.

8.9 Kassettmagasin, underjordiska fördröjningsmagasin

Fördröjning av dagvatten kan också göras i magasin under marken vilka byggs upp av volymseffektiva dagvattenkassetter, *Figur 18*. Magasinen utformas med eller utan tätskikt beroende på om man vill låta vattnet infiltrera eller enbart samlas upp och fördröjas. Om grundvattenytan ligger ytligt kan ett tätskikt också behövas för att förhindra att grundvattnet tränger in i magasinet och minskar fördröjningskapaciteten. Utflödet från magasinen kan strypas till önskat flöde. Kassetterna består av moduler som staplas på och bredvid varandra till önskad magasinvolym. Lagringskapaciteten är i storleksordningen 95 %.

Inloppsbrunn med sandfång och utloppsbrunn med flödesregulator kan behövas.

Möjlighet till TV-inspektion och rensning/högtryckspolning via inspektions- och rensbrunnar finns. Kassetterna är körbara vilket innebär att de kan anläggas i gata och under p-ytor.

Även andra typer av underjordiska magasin finns, t.ex. rörmagasin och betongmagasin.



Figur 18 Exempel på kassettmagasin

9 Slutsats och förslag på fortsatt utredning

Höjdsättningen av planområdet medför att det finns ett ur avrinningssynpunkt instängt område. Vid stora flöden där ledningsnätet är fullt, kommer delar av torget att översvämmas. Stadens projektgrupp kommer i det fortsatta arbetet att utforma ytan samt anslutning till dagvattentunnel för att skada på byggnader inte ska uppstå vid en viss återkomsttid. En risknivå kan vara att omkringliggande mark utformas för att tåla ett regn med 100 års återkomsttid utan att skada uppstår på byggnader. Vid en sådan dimensionering är det viktigt att ta hänsyn till samtliga regnvaraktigheter.

Resultat från föroreningsberäkningar i jämförelse med förslag på riktvärden för dagvatten visar att ingen ytterligare rening krävs innan dagvattnet når dagvattensystemet, detta förutsatt att LOD på kvartermark anläggs. I beräkningarna har inte LOD på allmän platsmark och gator tagits med, men om t.ex. skelettjordar anläggs kommer även en viss rening att ske i dessa.

I en fortsatt utredning bör en nivåkontroll göras så att det säkerställs att dagvatten går att avledas från området till mottagande dagvattensystem. Höjdsättning och utformning av instängda områden bör ske tillsammans med arkitekter och övriga teknikområden.

Noggrannare beräkningar av flöden och erforderliga fördröjningsvolymen bör göras med en mer detaljerad plan som grund. Om beräkningarna visar att det behövs större flödesutjämnande magasin måste de speciella geotekniska förhållandena beaktas.