



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten



Dagvattenutredning

Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan, Lindholmen

2015-12-17



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

Handläggare
Lina Karlsson

Dnr
0735/13(SBK)
0026/15 (KV)

Innehåll

Bakgrund	3
Markförhållanden	5
Avrinningsområde och befintligt dagvattensystem	6
Dagvattenrening	7
Rening av dagvatten från kvartersmark	8
Rening av dagvatten från allmän platsmark	8
Fördröjning.....	8
Fördröjning av dagvatten från kvartersmark	9
Fördröjning av dagvatten från allmän platsmark.....	9
Framtida dagvattenlösningar för dimensionerande regn	9
Dagvattenlösningar för kvartersmark	10
Dagvattenlösningar för allmän platsmark	10
Översvämningsproblematik	12
Högvatten	12
Skyfall	13
Höjdsättning och avvattning.....	14
Övriga åtgärder.....	19
Slutsatser	20

Bilaga 1: Dagvattenutredning för kvartersmark framtagen av Norconsult
(Serneke:s utredning)

Underlag:

PM –Delområdesbeskrivning klimatrisker Lindholmen (1 SBK 150430)

Älvskydd Lindholmen, Skyfallsutredning och dagvattenutredning (Rambölls
arbetsmaterial från september 2015 på beställning av Älvstranden)

Karlavagnsplatsen Göteborg-Markteknisk undersökning 150610 av Norconsult
(Serneke)

Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan, Lindholmen- Geotekniskt PM -
underlag för detaljplan 150911 av Norconsult (Serneke)

FÖP för vatten i Göteborg- Vatten så klart (130918)



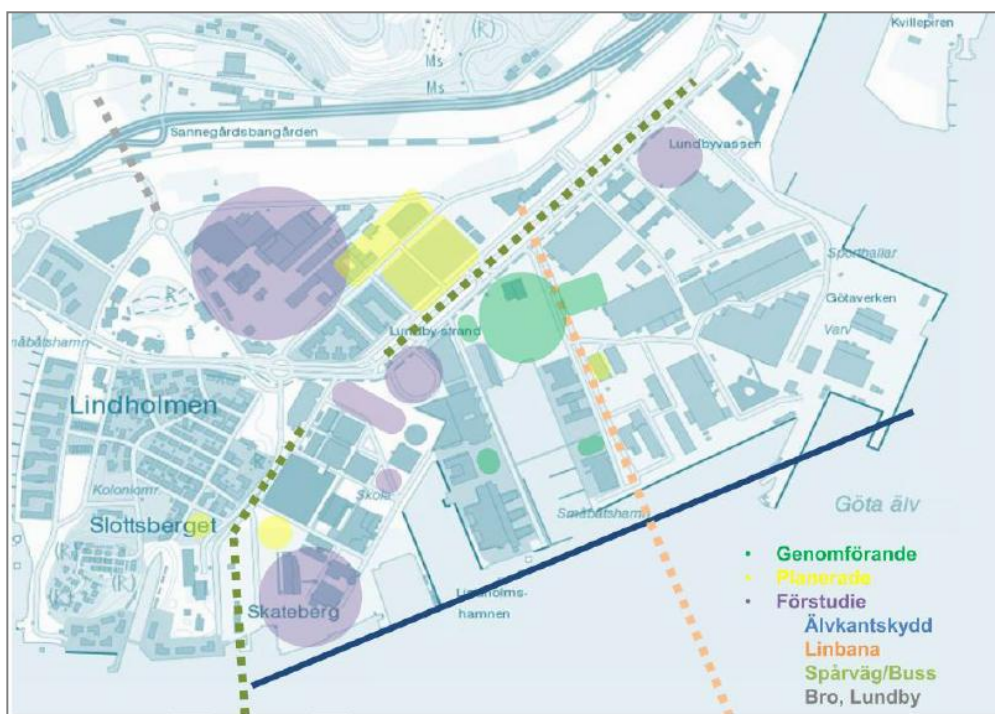
Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

Bakgrund

Förutsättningarna för dagvattenhantering för den nya detaljplanen ”Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan, Lindholmen” har utretts av Kretslopp och vatten på uppdrag av Stadsbyggnadskontoret. Exploatören Serneke har tagit fram ett förslag på hur dagvattnet ska hanteras inom kvartersmark efter stadens krav.

Stadsdelen Lindholmen genomgår en omfattande stadsutveckling, planer visas i Figur 1. Älvstranden leder utvecklingsarbetet och har fått i uppdrag att utreda översvämningsrisker och ta fram en lokal klimatanpassningsplan som både innefattar översvämningsrisker från havet, skyfall och dagvattenhantering för hela Lindholmen (*Roll och ansvarsfördelning för Göteborgs stads klimatanpassningsarbete inom Älvstaden*, 2015-02-20). Dessa utredningar tas fram av Ramböll och kompletterar föreliggande utredning.



Figur 1 Pågående, planerade och framtida planer (Älvstranden).

Planområdet Karlavagnsgatan ligger på norra Lindholmen, just söder om Lundbyleden. I dagsläget utgörs området av bebyggda fastigheter med lokaler som används eller har använts för verkstäder, förvaring samt kontors- och hotellverksamhet m.m. Fastigheten i sydöst används i dag som parkering.

Planområdets utbredning visas i Figur 2 (version 2015-08-11). Justeringar av gränsen kan komma under planarbetets gång. Den rödmarkerade ytan visar den del som kommer bestå av kvartersmark och resterande yta, som begränsas med grön streckad linje blir allmän platsmark. Eventuellt blir gångstråk mellan



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

byggnaderna allmän platsmark. I norr sammanfaller planområdets gräns med hamnbanan.



Figur 2 Planområdets utbredning.

Kvartersmarken ska bebyggas med bostäder, kontor, hotell och andra kommersiella verksamheter, bland annat genom en skyskrapa en bra bit över 200 meter hög. Polstjärnegatan flyttas norrut utmed Hamnbanan. Ytorna mellan hamnbanan och den befintliga dragningen av Polstjärnegatan ingår i Hamnbanans säkerhetszon och ska utformas som park.

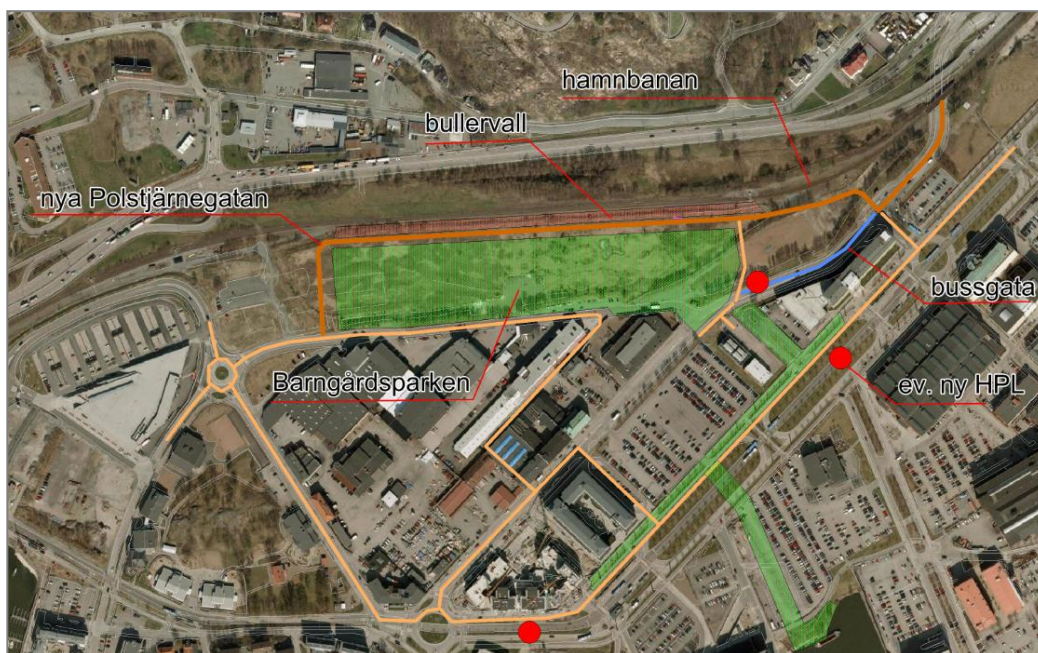
Inom planområdet finns en anläggning för fjärrvärme och fjärrkyla (2:12 och 2:13). Anläggningen på fastighet 2:12 kommer att flyttas.

Den framtida användningen av den allmänna platsmarken visas i Figur 3, det är främst nya parkområden samt befintliga och nya körytor. På Karlavagnsgatan i områdets östra del blir det endast busstrafik.



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten



Figur 3 Användning av allmän platsmark.

Området ska byggas förenligt med *Vision Älvstaden*, antagen 121011. Punkter som rör dagvatten visas nedan.

VI SKA:

- använda klimatanpassningen för att föra staden närmare vattnet.
- utforma varje delområde utifrån strategierna attack, reträtt, och försvar.
- dimensionera utifrån ett hundra-årsperspektiv och utifrån bästa aktuella kunskap.

VI SKA:

- integrera vattenhanteringen i stadsrummet för att minimera belastningen på dagvattensystem.
- skapa platser som berikas av regn.

VI SKA:

- skapa en testarena för klimatanpassning och innovativa lösningar.

Markförhållanden

Området är en del av ett äldre utfyllnadsområde nära Göta Älv och är beläget strax nordväst om tidigare strandlinje, från 1830. Tidigare verksamheter i närområdet inkluderar fartygsvarv och verkstäder. Området utfyllt med potentiellt förorenade fyllnadsmassor från tidigare varvsindustrin.

Enligt SGUs jordartskarta består jordlagren inom området av fyllning samt lera och silt. Enligt undersökningarna:



Göteborgs Stad

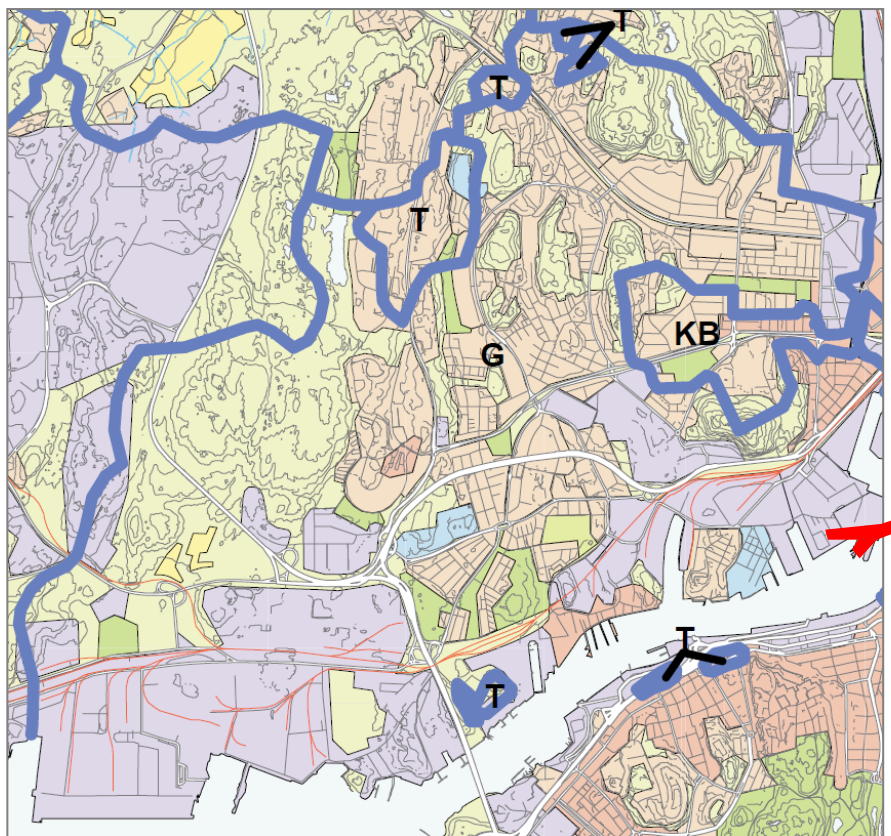
Kretslopp och vatten

- Fyllning till ca 0,5-2 m djup
- Torrskorpelera till ca 1-2,5 m djup
- Lera till djup om ca 40 m (nordöst) till strax över 80 m (söder).
- Friktionsjord ovan berg till djup om ca 50 m (nordöst) till som mest ca 95 m (väst).
- Berg

Jordlagren inom det undersökta området består av fyllnadsmaterial som överlagrar torrskorpelera/lera. Fyllningen innehåller inslag av tegelbitar, träbitar och spikar. Föroreningar, framför allt metaller och PAH har identifierats både i ytliga marklager och i grundvattnet i området.

Avrinningsområde och befintligt dagvattensystem

Avrinningsområdet för Karlavagnsplatsen är benämnt G, se Figur 4, med recipient Göta älv. Området består av en hel del berg i dagen som delar in avrinningen i mindre områden. I praktiken skär hamnbanan av ytliga flöden från norr, därmed är det regn som faller mellan hamnbanan och Lindholmsallén som främst påverkar planområdet.



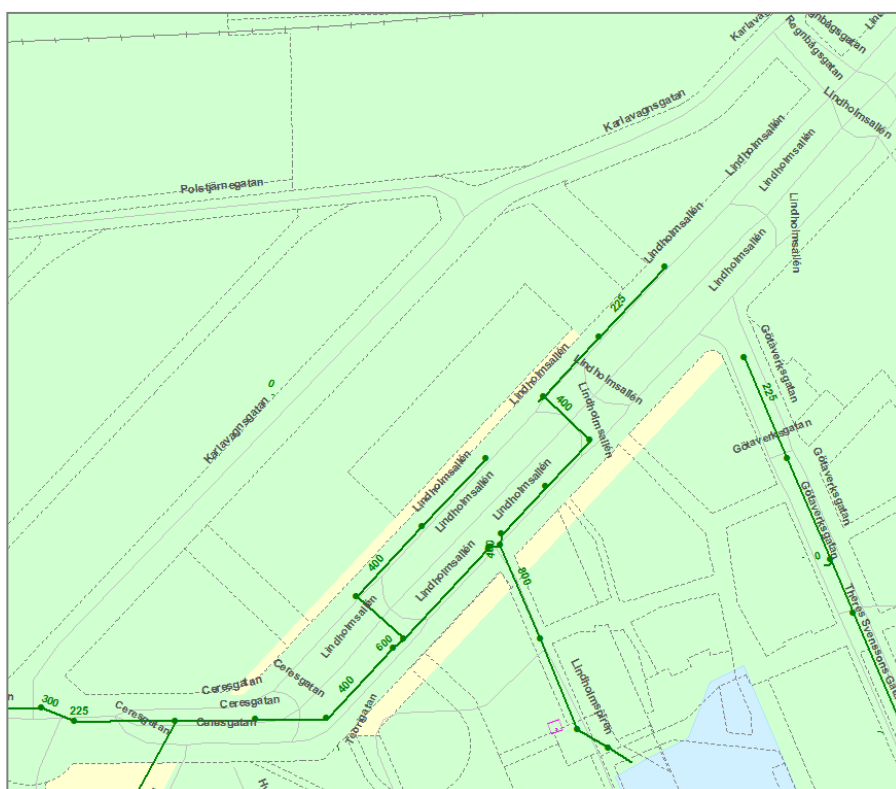
Figur 4 Avrinningsområdet (G) som planområdet ingår i, planområdet markerat med rött (FÖP Vatten så klart).



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

I området finns både en kombinerad avloppsledning samt en separat dagvattenledning. Området söder om Karlavagnsgatan avvattnas idag till det separata dagvattensystemet. Vägdagvattnet från Karlavagnsgatan samt resterande ytor norr om gatan leds till det kombinerade nätet. Det kombinerade systemet ska troligen separeras och streckningen ledas om då hela planområdet underbyggs med parkeringsgarage. Planområdets dagvatten ska ledas till ett separat dagvattensystem, därför visas endast detta i Figur 5. Dagvattnet från DP Karlavagnsplatsen kopplas antingen till dagvattenledningen i Lindhamnspiren eller till ett eventuellt nytt system. Om alternativet blir Lindhamnspiren ska ledningens kapacitet kontrolleras.



Figur 5 Befintliga separata dagvattenledningar vid planområdet.

Dagvattenrening

Vattenplanen (Dagvatten inom planlagda områden) samt miljöförvaltningens krav styr behovet av rening för respektive områden och recipient i staden. Dagvattnet i planområdet leds till Göta älv (söder om råvattenintaget) som har klass 4, vilket är den lägsta klassen vad gäller föroreningskänslighet och värde för rekreation och ekologi. Området klassas som klass 2 vad gäller föroreningsbelastning. Områdets användning är främst bostad, kontor och park, trafik kommer genereras på nya Polhemsgatan. Sammantaget ska dagvattnet genomgå "enklare behandling" enligt reningsmatrisen. Det innebär att dagvattnet i första hand ska ledas till översilningsytor/regnbäddar/öppna vattenytor med renande vegetation vilket med fördel kompletteras med gröna tak som utformas med fokus på vattenhållande förmåga. Dessa lösningar ger



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

både avskiljning av föroreningar samtidigt som avledningen görs trög. Ett annat alternativ är fördröjningsmagasin som kan placeras under mark. Ytor som parkeringar och vägar är mest nedsmutsade, dagvatten från dessa ytor prioriteras för rening.

Principen är att anläggningar för rening och fördröjning av dagvatten från kvartersmark placeras på kvartersmark.

Där markföroreningar finns ska utformningen göras så att föroreningarna inte riskerar att lakas ur. På kvartersmark ska marken grävas ur och anläggas med parkeringsgarage varvid de befintliga förhållandena ej är relevanta för just dagvattenhanteringen.

Rening av dagvatten från kvartersmark

Detaljerna för detta utreds i Bilaga 1.

Rening av dagvatten från allmän platsmark

Reningskravet gäller vid om- och nybyggnation. Polstjärnegatan ska byggas om och detta vatten ska genomgå rening. Nya parkområden tillkommer men dagvatten från dessa ytor är generellt rent. Någon typ av anläggning för att samla upp eventuella föroreningsspill från olyckor på hamnbanan bör anläggas.

I den framtida utbyggnaden av allmän platsmark antas grönytor utgöra ca 5 ha, varav 0,5 ha uppskattas bli park. Hårdgjorda körytor utgör ungefär 1 ha. I Tabell 1 får vi en uppfattning om hur föroreningskoncentrationerna i medelvärde skulle kunna förhålla sig. Då medelkoncentration innan rening jämförs med miljöförvaltningens riktvärden ser man att endast fosfor övergår riktvärdena. Fosfor kommer bla från vittringsprocesser men också från parkmiljöer. Den största föroreningskällan för partiklar är trafik men det uppskattade värdet ligger på samma nivå som riktvärdet.

Tabell 1 Uppskattade föroreningskoncentrationer i årsmedelhalt (Simulering Stormtac 2015).

Ämne	P µ/l	N mg/l	Pb µ/l	Cu µ/l	Zn µ/l	Cd µ/l	Cr µ/l	Ni µ/l	Hg µ/l	SS mg/l	Olja mg/l	BaP µ/l
Väg*	140	2,4	3	21	30	0,27	7,0	4	0,08	64	-	-
Park	120	1,2	6	15	25	0,30	3,0	2	0,02	49	-	-
Blandat grönom- råde	120	1	6	12	23	0,27	1,8	1	0,01	43	-	-
Konc.inkl basflöde	68	1	2,9	8,3	23	0,11	1,6	1,3	0,012	25	0,13	0,002
Riktvärde	50	1,25	14	10	30	0,40	15	40	0,05	25	1,0	0,10

* Uppskattad trafikintensitet 8000 ÅDT

Fördröjning

Avledning av dagvatten ska göras trögt för att ledningsnätet ska fungera, infiltration är ingen möjlig lösning i området. I nuläget är kravet att 10 mm



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

regn/per m² hårdgjord yta ska fördröjas på kvartersmark. Även om planområdet ligger nära recipienten är fördröjning viktigt då man planerar för ett högvattenskydd som kommer hindra vatten att rinna ut i Göta älv.

Fördröjning av dagvatten från kvartersmark

Taken inom området ger upphov till ca 150 m³ vatten att fördröja. Om taken förses med gröna tak minskas denna volym. Om exempelvis hälften av taken på planerade byggnader utformas som 60-80 mm tjocka växtbäddar minskas fördröjningskravet ungefär med 25 %, och om samtliga tak görs gröna blir fördröjningsvolymen ytterligare 25 % av den ursprungliga volymen. Därutöver tillkommer nödvändig fördröjning för hårdgjorda ytor i markplan. En mindre hårdgöringsgrad ger ett mindre krav på fördröjningsvolym.

Fördröjning av dagvatten från allmän platsmark

I nuläget finns inget fördröjningskrav men fördröjnings ska ske där det behövs för att minska översvämningsrisk vid skyfall, detta kombineras med fördel med dagvattenreningen.

Framtida dagvattenlösningar för dimensionerande regn

Principen för dagvattenanslutning är att varje fastighet ska fördröja sin andel av fördröjningskravet och att varje fastighet ska ha en egen anslutningspunkt. Är detta inte möjligt får man skapa en gemensamhetsanläggning med ett robust system för ansvar och drift. Ur driftsynpunkt är det problematiskt att ha både kvartersmark och allmän platsmark i gatupassagerna mellan byggnaderna. Eftersom det är varje fastighetsägares ansvar att ta hand om avvattningen på sin fastighet skulle då två parallella system krävas, vilket inte är resurseffektivt eller knappt möjligt att få plats med. Det är också en större risk för att skötseln blir eftersatt då fler parter är inblandade.

Utformningen av dagvattenlösningarna måste göras i en gestaltungsgrupp med både landskapsarkitekter och dagvattenexperter eftersom öppna lösningar (växtbäddar, diken mm) avvattnar ytor ytligt vilket styrs med höjdsättning. Utformningen ska också stämma överens med de underjordiska dagvattenledningar som tömmer anläggningarna. Olika typer av ”gröna anläggningar” utformade för rening och fördröjning av dagvatten ger både funktion och estetik i ett men det kräver en samverkan mellan flera teknikområden vid utformning. Dessa typer av lösningar är det enda alternativet framåt eftersom det är svårt att hitta alternativ som ger alla motsvarande värden på samma utrymme.

På Karlavagnsplatsen kommer hela planområdet som ska bebyggas förses med underjordiska parkeringar. Därmed är inget lokalt omhändertagande av dagvatten med infiltrering aktuellt. De öppna dagvattenlösningar som byggs måste förses med dräneringssystem och tätskikt för att inte underjordiska strukturer ska skadas.



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

Dimensionerande flöde för planområdet visas i Tabell 2. Det befintliga flödet är räknat utan klimatfaktor och det framtida flödet med klimatfaktor 1,2. I det framtida flödet är inte de fördröjningsåtgärder som krävs inom kvartersmark medräknade, därmed kommer det framtida flödet för kvartersmark bli mindre än det befintliga flödet i praktiken.

Tabell 2 Befintligt och framtida dimensionerande dagvattenflöden.

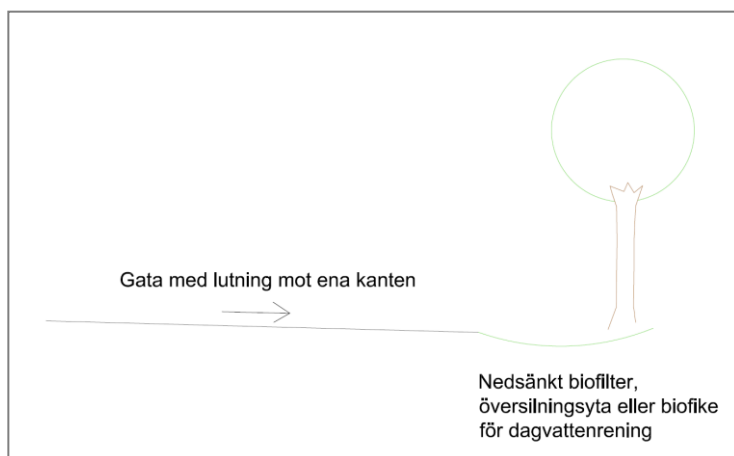
Dimensionerande regn (10-år, 10 min varaktighet)	Befintligt dagvattenflöde i l/s	Framtida dagvattenflöde i l/s
Kvartersmark ca 3 ha	620	670
Allmän platsmark ca 6 ha	370	340
Totalt, ca 9 ha	990	1010

Dagvattenlösningar för kvartersmark

Dagvattenlösningar för kvartersmark presenteras i Bilaga 1.

Dagvattenlösningar för allmän platsmark

Allmän platsmark kommer bestå av grönområde, park och trafikytor. I detta fall är det främst den nya sträckningen av Polstjärnegatan som ger upphov till reningsbehov. Lösningar som både renar och bromsar upp dagvatten är yteffektivt, i detta fall kan översilningsytor, någon typ av biodike eller biofilter (tex regnbädd) i någon typ av växtbädd vara lämpligt utmed vägens sida, se Figur 6 för exempelsektion.



Figur 6 Exempel på utformning av vägsektion för dagvattenrening.



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

Tabell 1 visade på det är önskvärt att reducera fosforhalten något. Schabloner för reningseffekter för olika lösningar presenteras i Tabell 3.

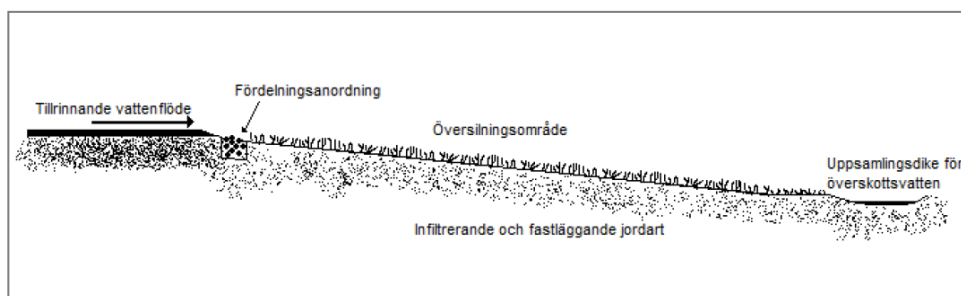
Tabell 3 Schabloner för dagvattenrening för olika lösningar (Stormtac 2015).

Reningseffekt %	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja	BaP
Dike	10	5	15	10	10	10	10	10	10	15	10	15
Svackdike	30	35	65	40	35	35	60	35	15	65	80	65
Översilningsyta	20	25	70	50	50	50	65	60	20	70	80	70
Makadamfyllt magasin eller dike	40	40	70	35	40	70	50	80	35	80	80	80
Regnbädd	64	27	85	69	91	90	45	81	55	89	85	89

I vägsektionen bör minst 2 m sättas av till dagvattenhantering. Makadamdike eller biofilter t.ex. regnbädd renar både fosfor och partiklar mest effektivt men det finns ett par lösningar som kan vara lämpliga och presenteras nedan.

Översilningsytor innebär att man låter vatten rinna över gräsytor där föroreningar kan avskiljas innan det når avledningssystem via brunnar, se Figur 7. Genom översilningen kan man också fastlägga en del föroreningar bundna till riktigt små partiklar och lösta föroreningar. Den långsamma rinnhastigheten över gräset gör systemet trögt. För bra resultat ska ytorna belastas med ett jämt fördelat lågt flöde (<4,6 l/s, m vid 10-års regn).

Om översilningsytor väljs placeras de utmed vägen så att allt vägdagvatten avvattnas mot dessa. Gräsytor bör höjdsättas ca 5 cm lägre än vägbanan.



Figur 7 Princip för översilningsyta.

Biofilter, exempelvis regnbäddar, ger en bra rening och fördröjning om de utgör ca 4-6 % av den hårdgjorda ytan. Med biofilter som utformas runt 1 m djupa med bräddbrunn ca 20 cm ovan biofiltrets yta kan ca 200-400 liter dagvatten/m² markyta fördröjas. Växtbädden i biofiltret utformas för dagvattenrening. Ytskiktet kan förses med grus eller hårdgjorda permeabla material om gräs inte är möjligt.

Exempel på dike för dagvattenhantering visas i Figur 8. För bäst reningseffekt i diken utformas de som svackdiken eller makadamdiken med en ytlig skål och



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

genomsläppligt material där vattnet samlas upp i en dräneringsledning. Reningseffekten styrs också av vegetationen i ytskiktets täthet och art. Biodikets storlek ska vara ca 4 % av vägens yta. Översilningsytor kombineras med fördel med biodiken.



Figur 8 Exempel på dike för dagvattenhantering.

Detta stycke har behandlat den typen av regn som är dimensionerande för våra dagvattensystem (i nuläget med 10-års återkomsttid). För hantering av skyfall krävs andra typer av lösningar, vilket presenteras i nästa kapitel.

Översvänningsproblematik

Karlavagnsplatsen är lågt beläget och närheten till Göta älv innebär en överhängande översvänningsrisk. Översvänningsfrågor måste generellt bearbetas för större områden än ett planområde för att åtgärder ska kunna sättas in där de gör mest nytta. Staden, genom Älvstranden Utveckling, arbetar med hur man ska säkra området Lindholmen. Översvänningsaspekten ska vara med i arbetet med utformning av byggnader och höjdsättning. Förutom stigande nivåer i älven på grund av höjning av en havsytan leder även klimatförändringar, med intensivare skyfall och större flöden i Kvillebäcken, till ökade översvänningsrisker.

Högvatten

Planeringsnivån för färdigt golv och öppningar i byggnader är +2,8 m (RH2000) i centrala staden för att klara översvämningar orsakade av havet. Då Lindholmen ligger mycket lågt ligger stora delar under stadens antagna planeringsnivå för normalt byggande. Därmed krävs ett högvattenskydd för att klara befintlig och ny bebyggelse. Det är svårt att kraftigt ändra höjderna för ny bebyggelse då ytorna ska ansluta till låga befintliga höjder. Innan ett sådant skydd står klart ska konsekvenser för ny bebyggelse bedömas och eventuella tillfälliga åtgärder tas fram under övergångsperioden. Ramböll har utrett hur ett

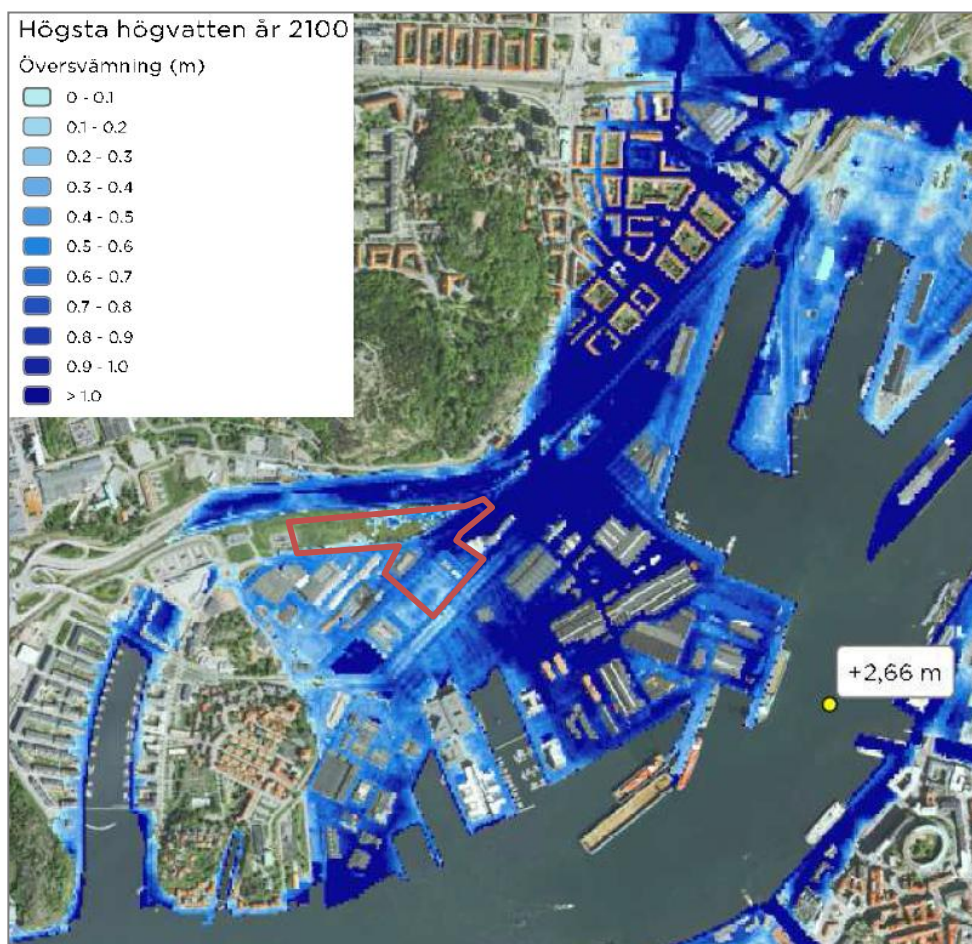


Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

älvskydd kan utformas med permanent skydd upp till +2,3 m ö h och påbyggbart upp till +3,3 m ö h för att klara perioden 2035-2070. Efter denna tidsperiod krävs en annan typ av skydd.

Lindholmen påverkas redan idag vid höga vattennivåer. Följande extrema scenarier visas i Figur 9: förväntat högsta högvatten år 2100, 200 års nivå för höga flöden i vattendragen med ett högvattenförlopp om 24 h. Hela området står mer eller mindre under vatten om inga åtgärder för älven vidtas.



Figur 9 Översvänningsutbredning vid extrema situationer år 2100 med både höga nivåer och höga flöden om inga åtgärder utförs.

Skyfall

Principen för hantering av skyfall och höga flöden i åarna är att risker ska beskrivas och konsekvenser ska vara hanterbara. Lindholmen påverkas av flödena i Kvillebäcken som förvärrar situationen vid volymrika regn. Vid skyfall ska nya byggnader klara ett regn med 100-års återkomsttid utan att skadas. Vid en 100 års händelse ska det också finnas evakueringsvägar från alla bostäder och områden med max 0,2 m vattendjup.

Området Lindholmen är relativt platt vilket medför att vatten blir stående i lokala lågpunkter vid stora regn. Ytliga avrinningsvägar till recipient saknas för

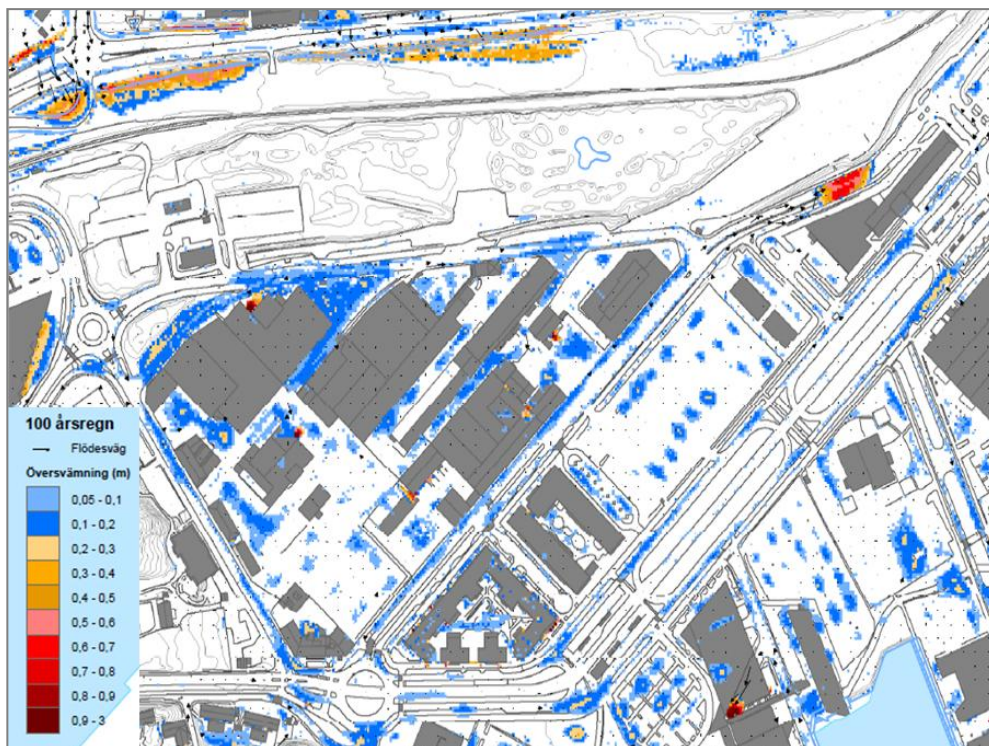


Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

många områden. Alla lågpunkter kan inte byggas bort eftersom vattnet flyttas till en annan plats men platsernas som översvämmas ska inte orsaka skada på byggnader eller hindra viktig framkomlighet.

Vid Karlavagnsgatan översvämmas Lundbyvassen i planområdets östra del, se Figur 10. För ett 100-års regn kan upp till 0,7 m vatten bli stående i lågpunkten då regnvatten från en stor del av planområdet ytligt rinner hit. Då det finns andra transportvägar till området är inte detta ett akut problem men djupet bör minskas för att inte utgöra en fara. Det gör man genom att justera höjdsättningen så att en mindre yta lutas hit.



Figur 10 Översvämningsutbredning och flödesriktning vid 100-års regn för befintliga förhållanden (Ramböll).

I det nordvästra hörnet av Polstjärnegatan finns redan idag översvämningsproblem, det börjar bli tydligt vid 20-års regn. Med större regn förvärras situationen. Ytliga vattenvägar ut ur området saknas.

Rambölls utredning visar att konsekvenserna vid skyfall då ett älvskydd är på plats generellt inte påverkar avrinningen vid skyfall. Redan idag ligger kajen högre än områdena innanför som utgörs instängda områden.

Höjdsättning och avvattning

Grundprinciperna avseende dagvattenhantering vid utformning av en ny exploatering är att byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk. Höjdsättningen ska utformas så att inte instängda områden skapas. Undantaget är lokala lågpunkter dit man leder vattnet fördröjning och vidare

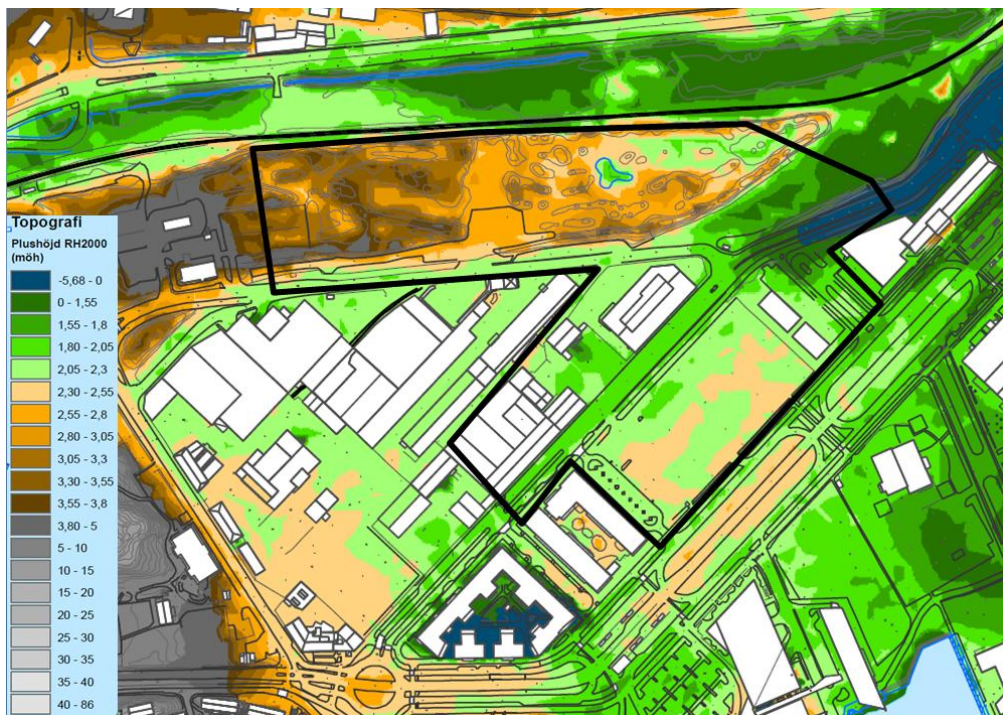


Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

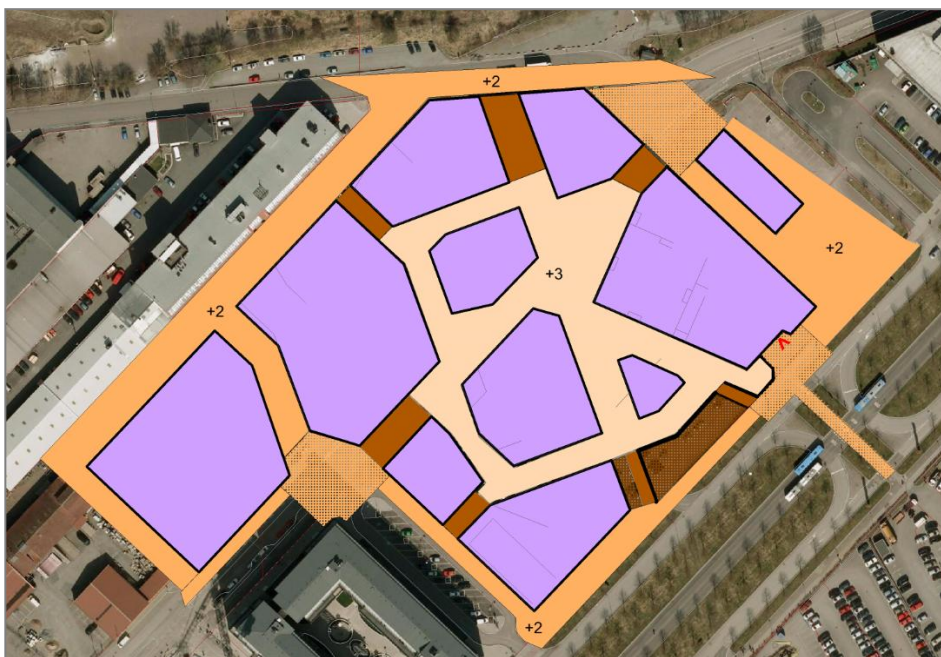
till ledningssystemet. Sådana fördröjningsytor kan utformas som multifunktionella ytor och behövs inom alla planområden för att minska översvämningsspåvekan på omkringliggande bebyggelse.

Befintlig marknivå i planområdet varierar mellan -2,9 till +2,4 m (RH2000), se Figur 11 för generella höjdnivåer.



Figur 11 Befintliga höjdförhållanden, planområdet markerat (Rambölls bild modifierad).

Höjdsättning av området ska göras så att byggnaderna placeras så högt som möjligt för att minska sårbarheten för översvämningar. Lutningen ut från husen ska samtidigt möjliggöra god tillgänglighet. SBK:s förslag till grov höjdsättning visas i Figur 12.



Figur 12 Grov höjdsättning av planområdet (SBK augusti 2015).

Enligt Rambölls utredning bör en höjdrygg skapas i linje med Karlavagnsgatan. Detta stämmer väl överens med SBK:s förslag.

Lämpliga naturliga lågpunkter för att hantera skyfall saknas i området. Den lägst liggande delen (Lundbyvassen), markerat med mörkblått, är en gata som fylls med vatten vid skyfall. På så sätt fördröjer gatan i nuläget en stor del av avrinningen vid stora regn. Djupet uppgår till ca 0,7 m vid ett 100-års regn. Då Polstjärnegatan byggs om kommer endast busstrafik trafikera denna gata men detta djup är även för mycket för en buss att sig fram i. Därför är det önskvärt om man genom höjdsättning ser till att en mindre yta lutar mot Lundbyvassen.

Ytor som förelagits för hantering av skyfall i Rambölls utredning är Lindholmsallén och ytterligare en (ospecificerad) yta inom område A (se Figur 13). Konkreta förslag på skyfallsvägar saknas i utredning, men detta bör tas fram för att få en fungerande skyfallshantering på Lindholmen.

Förslag på ytor som kan användas för vatten från områdets skyfall ges i resonemanget nedan. En viktig utgångspunkt är att dagvatten ej ska behöva pumpas, vatten ska rinna ytligt via skyfallsvägar. Översvämningsytorna utformas multifunktionella så att de har andra syften då det inte regnar, exempelvis park, bollplan, lekpark, skate-park etc.

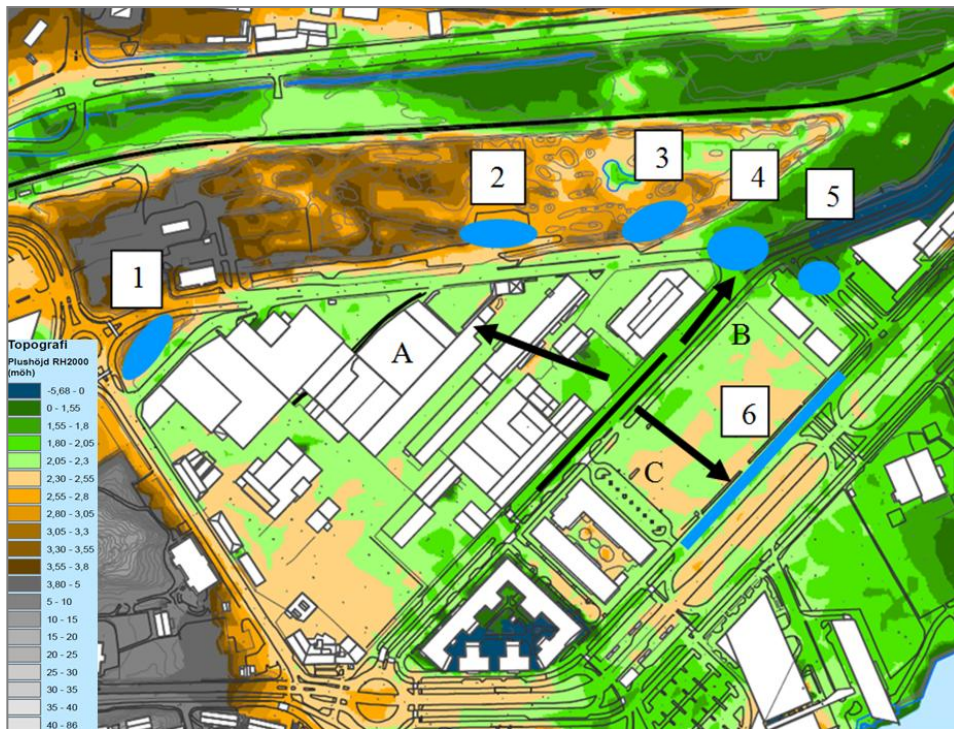
Föreslagen höjdrygg och principiell avvattning visas i Figur 13, tillsammans med ytorna 1-6 som kan utformas för att hantera skyfall. Översvämningsområdenas samlade kapacitet bör vara så stor att byggnader ej skadas vid 100-års regn. En princip att förhålla sig till är att man ska kunna ta sig till området och samtliga byggnader med max 0,2 m vattendjup vid en 200-års händelse.



Göteborgs Stad

Kretslopp och vatten

Kvarteret mellan Karlavagnsgatan och Polstjärnegatan kan ses som ett framtida delavrinningsområde A, området mot Lundbyvassen som B och Karlavagnsgatan till Lindholmsallén som C, se Figur 13. Möjliga översvämningssområden är markerade med blått.



Figur 13 Möjlig generella avrinningsriktningar och fördröjningsområden vid skyfall (Rambölls bild modifierad).

Hantering av skyfall från område A

Översvämningssyta 1. Om denna yta väljs anläggs den enklast då resterade del av området norr om Karlavagnsgatan exploateras. Idag är ytan en upphöjd gräsyta vid Polstjärnegatans nordvästra hörn, se Figur 14. Om den grävs ur skulle den kunna vara en möjlig översvämningssyta för skyfall.



Figur 14 Område där fördröjning av skyfall skulle kunna skapas.

Översvämningssyta 2 och 3. Parkområdet norr om Polstjärnegatan kan med befintlig höjdsättning inte användas för fördröjning av dagvatten då det ligger högre än resterande del av planområdet. Om man väljer att göra stora justeringar av befintliga höjder kan det vara möjligt att modellera om området så att en del av området lutas ut mot parkytan, vilken då kan användas för fördröjningssyften.

Hantering av skyfall från område B

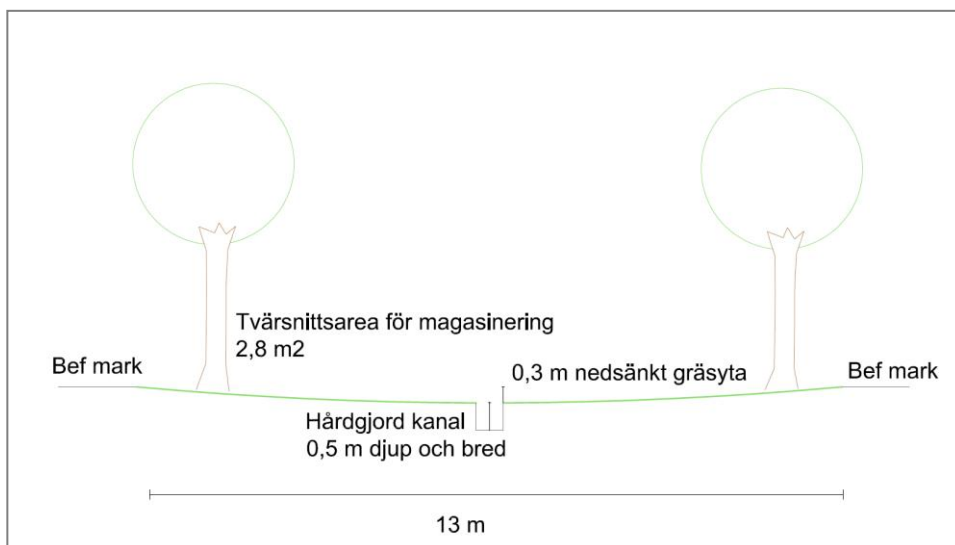
Översvämningssyta 4. Då Polhemsgatan inte längre dras här skulle denna yta, med justerad höjdsättning, vara lämplig för hantering av skyfall .

Översvämningssyta 5. Denna yta kommer vid ny utformning utgöras av park och är också lämplig. Möjlig princip visas i Figur 15.

Hantering av skyfall från område C

Översvämningssyta 6. Med den föreslagna höjdryggen avvattnas området söder om Karlavagnsgatan mot Lindholmsallén som har kapacitet att fördröja vatten vid skyfall. Även om de yttre körfälten översvämmas ligger bussfilen högre och kan utgöra transportväg vid stora skyfall.

Möjligheten bör undersökas om man i framtiden kan avvara en körbana i Lindholmsallén för att skapa ett kombinerat park- och vattenstråk. Då kan större volymer dagvatten hanteras. Exempel på utformning visas i Figur 15.



Figur 15 Sektion parkstråk utformat för dagvattenfördröjning.

Övriga åtgärder

Vattnet som samlas i lågpunkten Lundbyvassen i planområdets östra del leds via Trafikkontorets ledningssystem till en pumpstation som är placerad där Karlavagnsgatan går under Lundbyleden. Detta är ännu en lågpunkt som belastats med stora mängder dagvatten. Dagvattenledningen samlar upp vatten från båda lågpunkterna och pumpstationen leder dagvattnet vidare till det kombinerade ledningsnätet mot Herkulesgatans pumpstation. Då detta handlar om stora vattenvolymer bör man som en del i separeringsarbetet, utreda om pumpstationen kan kopplas på ett dagvattenutlopp vid TV-huset istället.



Slutsatser

Skyfallsaspekten måste tas med vid höjdsättningen av området, speciellt vid utformning av allmän platsmark, åtgärder krävs för att minska översvämningsrisken i området.

Med föreslagen dagvattenhantering på kvartersmark kommer toppflödena att bromsas upp i och med att gröna tak och andra typer av fördröjningsanordningar anläggs. Idag renas inte dagvattnet innan utsläpp samtidigt som det finns förorenande verksamhet. Då planområdet är utbyggt kommer vägdagvattnet och annat förorenat dagvatten att renas.

Vad gäller utbyggnaden av allmän platsmark förändras markanvändningen i och med att nya parkområden anläggs. Några trafikytor tas bort och en ny dragning av Polstjärnegatan tillkommer. Föroreningsbelastning ökar något och dagvattenflöden minskas. Då översvämningsytor integreras i utformningen av allmän platsmark kommer området bli säkrare ur ett skyfallsperspektiv.

Generellt är kravet att föroreningar i dagvattnet ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipienten. Det är också positivt om dagvatten kopplas bort från det kombinerade systemet vilket bräddar ut i Göta älv vid stora flöden. Därmed förväntas den sammantagna föroreningsbelastningen till Göta älv minska i och med att dagvattensystem på kvartersmark görs tröga och att vägdagvatten renas med gröna lösningar.

Om inte de föreslagna alternativen som gröna tak och växtbäddar anläggs på kvartersmark krävs kompletterande anläggningar för att uppnå samma funktion, vilket måste skapas plats för. Gröna tak är en viktig del av lösningen, tas de bort måste de kompenseras med mer underjordiska magasin än de föreslagna i bilaga 1.

Dagvattenlösningarna ska projekteras tillsammans med gestaltningen av området. För kvartersmark är det extra viktigt att bjälklagets nivå och utformning görs med hänsyn till föreslagen dagvattenhantering. För allmän platsmark är det grundläggande för områdets dagvattenhantering att yta för dagvattenhantering tas med på den nya vägsektionen tas fram.

SERNEKE®

Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan, Lindholmen

Kompletterande dagvattenutredning inom kvartersmark

2015-10-19

Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan, Lindholmen
Kompletterande dagvattenutredning inom kvartersmark

2015-10-19

Beställare: SERNEKE Projektstyrning AB
Kvarnbergsgatan 2
411 05 Göteborg

Beställarens representant: Anna Tirén

Konsult: Norconsult AB
Box 8774
402 76 Göteborg

Uppdragsledare: Åsa Malmäng Pohl
Handläggare: Jaan Kiviloog

Uppdragsnr: 104 06 60

Filnamn och sökväg: n:\104\06\1040660\5 arbetsmaterial\01
dokument\r\dagvattenutredning bostäder och
verksamheter vid karlavagnsgatan.doc

Kvalitetsgranskad av: Åsa Malmäng Pohl

Tryck: Norconsult AB

Innehåll

1	Bakgrund	4
2	Föreslagen dagvattenhantering	6
2.1	Erforderliga fördröjningsvolymmer	7
2.2	Fördröjning på taktor	8
2.3	Dagvattenhantering ovan mark	9
2.3.1	Raingardens	9
2.3.2	Träd	10
2.3.3	Öppen dagvattenavledning	10
2.3.4	Dammar och torra översvämningssytor	12
2.4	Dagvattenhantering under mark	13
2.5	Nyttjande av dagvatten	13
2.6	Föroreningar i dagvatten	14
2.7	Förslag till dagvattenhantering	16

Bilagor

Bilaga A Schematisk princip dagvattenhantering, 65 % Gröna tak

Bilaga B Schematisk princip dagvattenhantering, 33 % Gröna tak

Bilaga C Exempel - Typsektion för dagvattenhantering

1 Bakgrund

Norconsult AB har av SERNEKE Projektstyrning AB fått i uppdrag att genomföra en kompletterande dagvattenutredning gällande kvartersmark som underlag till rubricerad detaljplan. Planen avser möjliggöra nyexploatering med bebyggelse för bostads- och verksamhetsändamål.

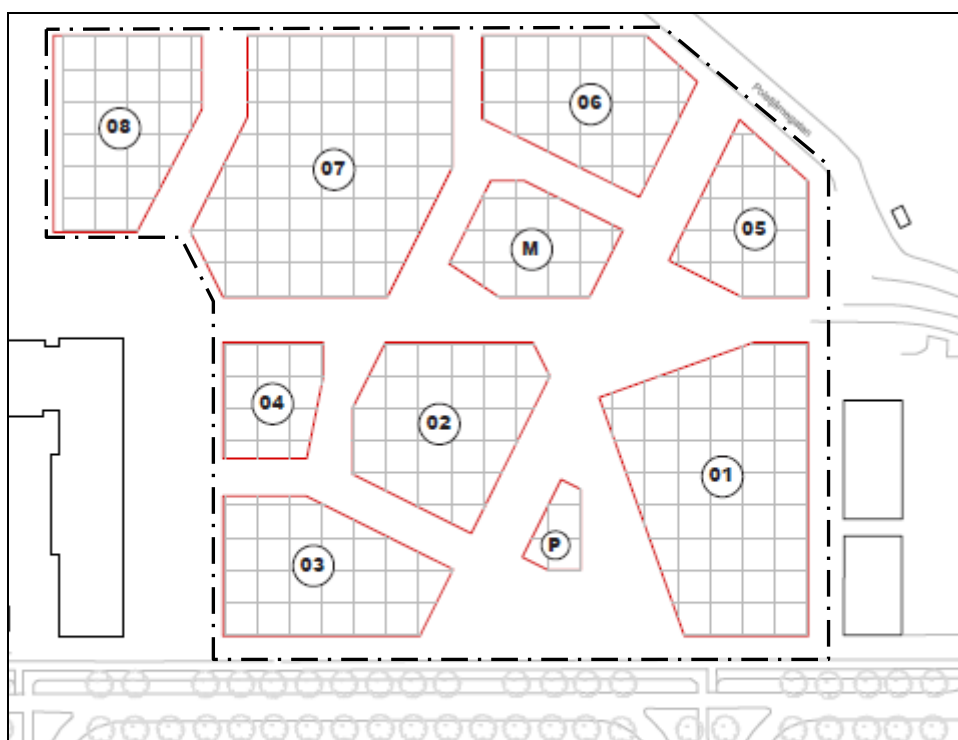
Utredningen syftar till att redovisa möjliga alternativ till dagvattenhantering inom kvartersmark och grovt föreslå hur dessa kan kombineras samt lokaliseras. Detta redovisas i föreliggande PM med bilagor. Som grund till utredningen ligger en dagvattenutredning utförd av Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, daterad 2015-10-01. Föreliggande rapport är en komplettering och bilaga till kommunens rapport.

Området är beläget på Lindholmen på Hisingen i Göteborgs kommun, se figur 1 och omfattar en yta om totalt ca 4,8 ha. Den del av planområdet, som i aktuell utredning antagits utgöras av kvartersmark i framtiden, avser en ca 3 ha stor yta. Ungefärlig utbredning kan ses i figur 2, dock har viss yta tillkommit jämfört med figuren, se figurtext. Området utgörs idag främst av asfalterade p-ytor. Dessutom finns ett antal kommersiella fastigheter, med byggnader och asfaltsytor.

Planområdet korsas av Karlavagnsgatan i sydväst-nordvästlig riktning. Längs den sydöstra gränsen till planområdet återfinns Lindholmsallén och i norr Polstjärnegatan, se bilaga A.



Figur 1. Den röda markeringen visar ungefärlig lokalisering av utredningsområdet (Karta från Eniro)



Figur 2. Utredningsområdets omfattning, samt planerade huskroppar. I senare revidering har byggnad 8 utökats åt vänster i bild. Detta framgår av bilaga A. (Karlavagnsplatsen Masterplan)

2 Föreslagen dagvattenhantering

I kommunens rapport sammanställs krav rörande dagvattenhantering inom planområdet. Dessa kan sammanfattas enligt följande:

- Fördröjning av dagvattenflöden inom kvartersmark enligt kommunens krav, 10 mm/per m² ansluten hårdgjord yta
- Rening av förorenade dagvattenflöden enligt Vattenplanen med omfattning: ”Enklare behandling”
- Byggnader skall lokaliseras så att risken för översvämning vid skyfall och höga vattenstånd i Göta älv reduceras samt avledning av dagvatten via självfall säkerställs.

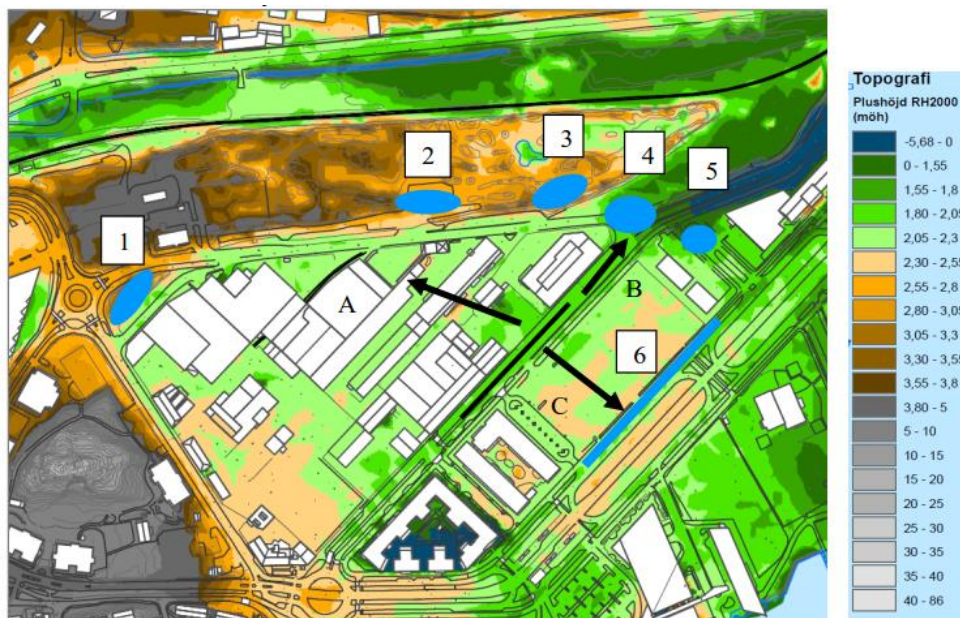
Vidare redovisas i rapporten krav på fördröjningsvolymmer samt förslag till dagvattenhantering. Ovanstående har beaktats och kompletterats i föreliggande rapport. Föreslagen dagvattenhantering redovisas nedan samt i bifogade bilagor.

Befintlig ledningsbunden dagvattenavledningen inom området sker både via kombinerat samt duplikat ledningssystem. Det pågår en sanering av befintliga kombinerade system varvid dagvattnet som avleds från utredningsområdet skall ledas till befintlig dagvattenledning i Lindholmsallén, se bilaga A. Detta innebär att dagvattenledningen i Lindholmsallén kommer att belastas med mer ansluten yta i framtiden än i dagsläget, då en del av dagvattnet tidigare avletts i det kombinerade avloppsledningsnätet. Det är därför viktigt att dagvattenavrinningen fördröjs så att överbelastning inte sker vid kraftiga regn.

All yta inom utredningsområdet kommer att omfattas av anläggningar under mark, främst parkeringsgarage. Detta medför att konventionellt lokalt omhändertagande av dagvatten inte är möjligt. Fördröjning av dagvatten kan ske på tak, inom byggnaderna eller i öppna eller markförlagda fördröjningsvolymmer på bjälklaget till underbyggnaden. Dessutom kan dagvatten utnyttjas för t.ex. bevattning.

Dagvatten från taktor kan anses vara rent om takmaterial utan påverkan på dagvattnet väljs. En viss föroreningsbelastning på dagvattnet kan dock förväntas från övriga hårgjorda ytor, speciellt där trafik kommer att tillåtas. Den huvudsakliga uppställningen av personbilar kommer dock att ske under jord i p-garage.

Vid skyfall, då dagvattenavledningssystemen går fulla, är det viktigt att avledning kan ske ytledes t.ex. via gator. Höjdsättningen av dessa ytor bör därför ägnas stor omsorg så att ytlig avledning möjliggörs på ett betryggande sätt. Kommunen anger att området norr om Karlavagnsgatan bör höjdsättas så att ytledes avledning möjliggörs till Polstjärnegatan. Södra delen av området bör höjdsättas så att ytavrinning sker mot Lindholmsallén. Denna princip sammanfattas i figur 3 nedan.



Figur 3. Översiktlig höjdsättning (Ramböll, modifierad)

2.1 Erforderliga fördröjningsvolym

Den erforderliga fördröjningsvolymen inom planområdets kvartersmark har beräknats. Endast området som inryms mellan planerade byggnader antas utgöra kvartersmark. Denna yta redovisas i figur 2. Viss yta tillkommer jämfört med figur 2, i och med utökningen av byggnad 8.

Fördröjningsvolymen för byggnader utförda med konventionella tak uppgår till 166 m³. Total takyta kan ses i tabell 1. Storleken av övriga hårdgjorda ytor reduceras i jämförelse mot i kommunens rapport redovisad yta för hela planområdet,

Den erforderliga fördröjningsvolymen för övriga ytor inom kvartersmark uppgår till ca 92 m³. Den totala erforderliga effektiva fördröjningsvolymen inom kvartersmark redovisas i tabell 1.

Tabell 1. Beräkning av fördröjningsvolymen inom kvartersmark/utredningsområdet

Typ av yta	Yta (m ²)	Avrinningskoefficient	Fördröjningsvolym (m ³)
Tak - Byggnader utan gröna tak (10 st)	18 450	0,9	166
Övriga ytor	11 550	0,8	92
Totalt	30 000		258

2.2 Fördröjning på takytor

Fördröjning av dagvatten kan erhållas direkt på taken om dessa utformas som en dränerad inneslutning med eller utan växtlighet.

Tak med växtlighet, s.k. gröna tak, reducerar avrinningen från takytan, då en stor del av nederbörden avgår via evapotranspiration. Markbädden ger även en isolerande effekt mot kyla, värme och ljud. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt kan enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal reducera 75 % av årsavrinningen.

Dagvattenhantering på bjälklag, dvs. på tak och över underbyggnader, kräver att bjälklaget skyddas. För detta erfordras rotsäkra tätskikt, som håller rötter och fukt borta från konstruktionen. Ovan tätskiktet bör ett dräneringslager anläggas, vilket kan transportera bort överskottsvatten från jord- och växtskiktet. Bjälklaget bör anläggas med fall, så att vatten kan transporteras bort från bjälklaget och inte riskerar bli stående i lågpunkter. För att skydda tätskiktet mot nötning samt för att minimera dräneringslagrets tjocklek, till förmån för ett tjockare vattenhållande jordlager, föreslås det dränerande skiktet utgöras av en s.k. dräneringsmatta.

Ett annat alternativ till gröna tak, där motsvarande fördröjning av avrinningen erhålls, är s.k. blå tak, d.v.s. tak konstruerade som fördämningar med kontrollerat utflöde. Fördröjningsvolymens storlek bestäms av det möjliga vattendjupet samt om något fyllnadsmaterial, t.ex. småsten, används. Utformad med ljusa material kan även blå tak reducera urban uppvärmningseffekt liksom verka kylande för inomhusklimatet. Blå tak kan med fördel kombineras med system för återanvändning av regnvatten, t.ex. för automatisk bevattning.

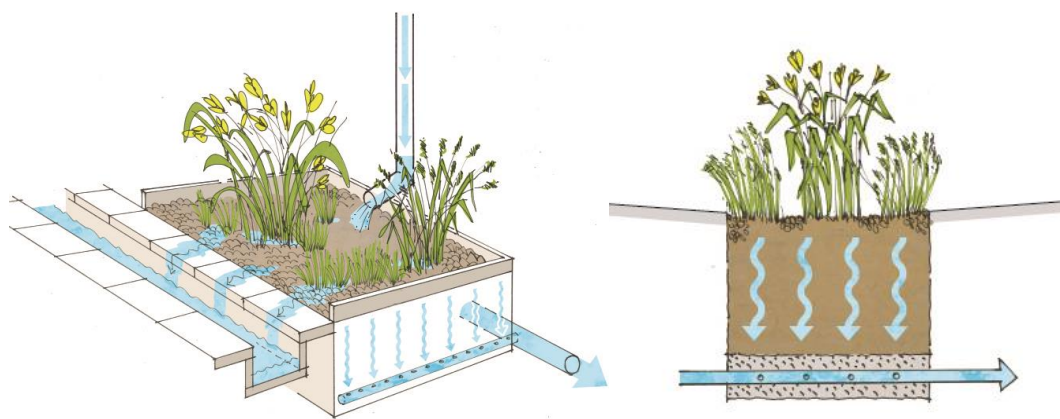
2.3 Dagvattenhantering ovan mark

Inom planområdet planeras gator och torgytor av olika storlek, där dagvattenfödröjande åtgärder kan anläggas som en del av stadsbilden. Dessa kan bestå av till exempel planteringar, öppna avledningssystem, fördröjningsdammar samt torra översvämningssytor.

2.3.1 Raingardens

Raingardens byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där de anläggs. Filterbädden etableras lämpligen av ett jordmaterial anpassat för växterna och klimatet samt med god hydraulisk konduktivitet, där flödesutjämningen till stor del äger rum. I botten av varje regnträdgård anläggs en dräneringsledning i ett dränerande lager, för avtappning av dagvattenflöde till ledningsnät avsett för dagvatten. Genom att välja lämplig dimension på utloppsledningen kan avtappningen från respektive regnträdgård regleras. I figur 4 redovisas två principiella utföranden av regnträdgårdar, för mottagning av dels takvatten och dels avrinning från gator.

En grov tumregel är att ytan på raingarden ska vara mellan 2-4 % av avrinningsområdets storlek.



Figur 4. Exempel på principiell utformning av raingardens (Norconsult)

2.3.2 Träd

Dagvatten kan effektivt omhändertas med hjälp av träd, vars kronor fångar upp och avdunstar nederbörd samtidigt som rotsystemen suger vatten ur marken. Varje träd-krona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar. Växtbädden kan även magasinera en viss mängd vatten. Att rotsystemen suger åt sig vatten från kringliggande mark leder dessutom till att markens magasineringskapacitet återhämtas fortare. Dessutom kan träd omhänderta mindre mängder föroreningar, exempelvis från vägdagvatten.

För att trädens kronor skall kunna växa optimalt i urbana miljöer, behöver förutsättningarna för rotsystemets utveckling vara gynnsamma. För att motverka kompaktering av jorden i trädets omgivning föreslås i första hand att jorden byggs upp med s.k. skelettceller eller med stödjande pelare mellan bjälklaget till underbyggnaden och ett övre bjälklag/plattsättning. Alternativt kan träd planteras i s.k. skelettjord.

Skelettceller består normalt av cellramar i plast vilket ger plats för stor andel växtjord (93 %) och möjliggör användandet av olika jordarter i växtbädden. Skelettjord består vanligen av fukthållande anläggnings- eller planteringsjord som förstärks med grov makadam, krossade lecablock eller liknande för att kunna belastas utan att växtjorden komprimeras.

En mindre kompakt växtbädd medför även möjlighet till magasinering av större mängder dagvatten. Det är dock viktigt att växtbädden förses med dränering så att permanent höga vattenstånd inte kan uppstå.

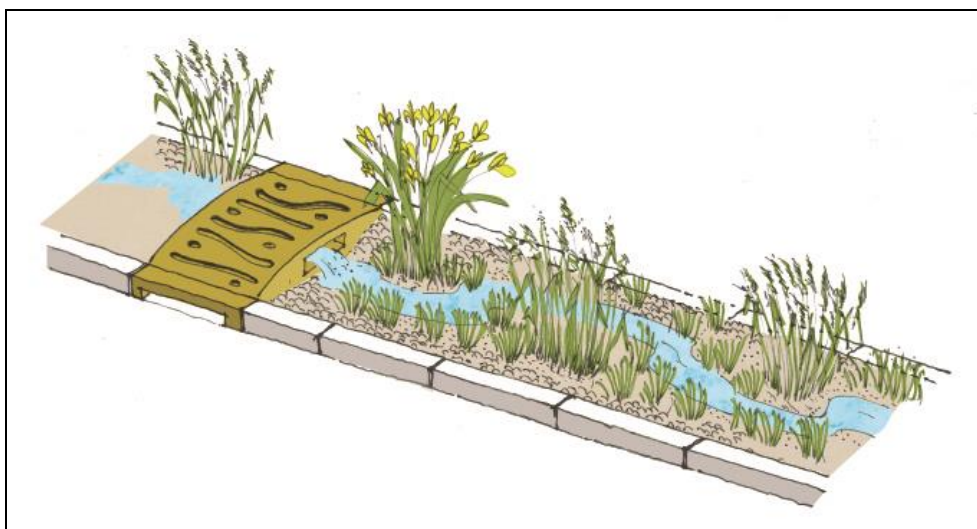
På eventuella platser där träd och ledningar riskerar komma i konflikt, och rötter kan orsaka problem i form av rotinträngning, föreslås en skyddsskärm av packad samkross anläggas mellan växtbädden och ledningsgraven.

2.3.3 Öppen dagvattenavledning

För att erhålla en trögare avledning av dagvatten kan avledning ske i öppna rännor och kanaler i största möjliga utsträckning istället för i ledning, vilket även ger estetiska och pedagogiska mervärden, se figur 5 och 6. Med planteringar av växter i kanaler kan även en reningseffekt erhållas samt ytterligare estetiska värden.



Figur 5. Exempel på öppen avledning av dagvatten i urban miljö



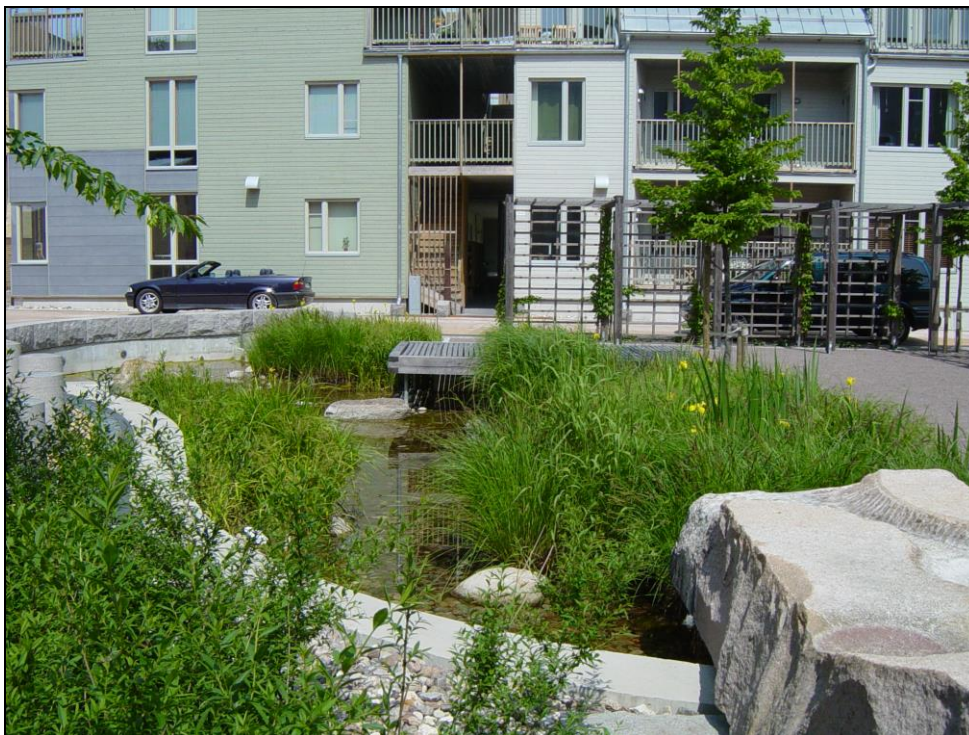
Figur 6. Exempel på öppen avledning och rening av vägdagvatten (Norconsult)

2.3.4 Dammar och torra översvämningsytor

Fördröjningsdammar, se figur 7, kan anläggas som en del av torgytor om utrymme finns. Genom att förse dessa anläggningar med strypta eller reglerade utlopp, kan det utgående flödet begränsas och resterande dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt.

Dammarna kan utformas som våta eller torra beroende på om de alltid skall ha en synlig vattenspegel eller ej. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre än i en torr damm, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering.

Ytor som till vardags används som t.ex. parkering, gångstråk eller lekplats kan vid extrema regntillfällen, rätt utformade, nyttjas som tillfälliga översvämningsytor, d.v.s. torra dammar. Sådana ytor bör vara belägna på platser där översvämning förväntas ske, samt vara försedda med kantstöd eller dylikt för att kontrollera att vattnet stannar inom önskat område. Översvämningsytans storlek bör vara tillräcklig för att magasinera erforderlig mängd dagvatten i samband med kraftig nederbörd. Exempel på en konstruerad översvämningsyta visas i figur 8.



Figur 7. Dagvattendamm, exempel från Malmö



Figur 8. Torr översvämningssyta, exempel från Augustenborg, Malmö

2.4 Dagvattenhantering under mark

Den yteffektivaste fördröjningen erhålls oftast med markförlagda fördröjningsmagasin med hög andel fördröjningsvolym per volymsenhet. Sådana magasin kan utformas med s.k. dagvattenkassetter (ca 95 % fördröjningsvolym), som gjutna bassänger, tankar eller parallellt anlagda rör. Makadamfyllning har ca 30 % effektiv porositet och ger en vis reningseffekt, vilket tidigare nämnda metoder inte ger i någon nämnvärd omfattning. Gjutna bassänger och tankar kan placeras ovan bjälklaget eller som en del i underbyggnaden.

I denna utredning har gator och torg antagits utgöra kvartersmark. Om dessa istället blir allmän plats kan enda möjliga sättet att uppnå erforderlig fördröjningsvolym vara att samordna fördröjningsvolym mellan kvartersmark och allmän plats, för kvartersmark där byggnader som inte utrustas med gröna eller blå tak i tillräcklig omfattning.

2.5 Nyttjande av dagvatten

Dagvattnet från taket kan samlas upp i en tankar inom byggnader eller under mark och nyttjas för bevattningsändamål.

2.6 Föroreningar i dagvatten

Föroreningar förekommer främst i dagvatten som avrinner från trafikerade ytor såsom parkeringar. Detta dagvatten är normalt förorenat med olja, PAH'er och tungmetaller. Miljöförvaltningen i Göteborg har särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av dagvatten och förorenat vatten till recipient. Dessa riktvärden uttrycks som halter i form av föroreningsmängd per liter dagvatten.

För att uppskatta hur mycket föroreningar ett område genererar, kan databasen Stormtac användas. Stormtac (www.stormtac.com) tillhandahåller schablonhalter av dagvattnets sammansättning för olika typer av markanvändning. Schablonhalterna är framtagna med hjälp av långa serier med flödesproportionell provtagning och uppdateras kontinuerligt. I och med exploateringen förändras markanvändningen från merparten asfalterade parkeringsytor till kvartersmark av centrumkaraktär. Parkeringsytorna kommer att flyttas under mark och kommer därför ej att påverka föroreningsinnehållet i dagvattnet. Som tidigare nämnts kan takdagvatten betraktas som förhållandevis rent förutsatt att takmaterial utan påverkan på dagvattnet väljs. I presentationen av det planerade området, Karlavagnsplatsen Masterplan, har man involverat grönska både på takytor och på gator och torg. Illustrationer redovisar takterasser med grönska på ca 1,2 ha takyta, d.v.s. på ca 65 % av all takyta. Det är dock inte fastställt hur stor andelen gröna tak det kommer att bli.

I tabell 2 presenteras sammanvägda schablonhalter i dagvatten från mindre förorenade centrumområden, med hänsyn till att 65 % av takytorna utförs som gröna, alternativt att ca hälften av detta, d.v.s. 33 %, utförs som gröna. Samtliga siffror är hämtade från databasen Stormtac (2015-09-15). Beräknade halter jämförs med de tidigare omnämnda riktvärdena från Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad.

Tabell 2. Riktvärden Göteborgs stad och schablonhalt för mindre förorenat centrumområde med hänsyn till 65 % gröna tak, respektive 33 % gröna tak.

Ämne/parameter	Enhet	Riktvärden Göteborgs Stad	Sammanvägd schablonhalt 65 % gröna tak	Sammanvägd schablonhalt 33 % gröna tak
Arsenik, As	µg/l	15	4	4
Krom, Cr	µg/l	15	1	1
Kadmium, Cd	µg/l	0,4	0,04	0,03
Bly, Pb	µg/l	14	1	1
Koppar, Cu	µg/l	10	5	5
Zink, Zn	µg/l	30	16	11
Nickel, Ni	µg/l	40	2	1
Kvicksilver, Hg	µg/l	0,05	0,01	0,00
PCB	µg/l	0,014	**	**
TBT	µg/l	0,001	0,001	0,001
Olja	µg/l	1000	74	53
Bens(a)pyren	µg/l	0,05	0,003	0,0004
MTBE	µg/l	500	**	**
Bensen	µg/l	10	1,5	1,5
pH	-	6-9	**	**
Totalfosfor, Tot-P	µg/l	50	33	22
Totalkväve, Tot-N	µg/l	1250	1081	958
TOC	mg/l	12	0,004	0,004
SS (partiklar)	mg/l	25	6	2
**Uppgift saknas				

Grön markering innebär att halten är lägre än, eller lika med riktvärdet från Miljöförvaltningen i Göteborg. Grå markering innebär att det är oklart om halten blir högre eller lägre än riktvärdet. Då samtliga parametrar (som kunnat beräknas) är lägre än riktvärdet, förefaller ingen ytterligare rening av dagvattnet krävas innan påkoppling sker på befintligt ledningsnät. Det bör dock noteras att användandet av schablonhalter ger väldigt grova uppskattningar av föroreningsinnehållet i dagvattnet. De ger en fingervisning om vilka halter som kan förväntas i dagvattnet och kan fungera som ett stöd i beslutsprocesser vid val av lämpliga lösningar.

I rapporten "Dagvatten inom planlagda områden" (2001) för Göteborgs stad anges att dagvattenrening bör ske med hänsyn till recipientens känslighet samt med hänsyn till typ av område som avvattnas. I kommunens rapport "PM Krav för dagvattenhantering" har fastställts, med hänsyn till dessa aspekter, att dagvattnet skall genomgå "Enklare behandling" innan anslutning sker till befintligt ledningsnät. Enligt rapporten motsvarar enklare behandling lösningar i form av översilningsytor, regnträdgårdar (raingardens) och/eller öppna vattenytor med renande vegetation. Vidare anges att lösningar som dessa kan kompletteras med gröna tak som utformas med fokus på vattenhållande förmåga.

2.7 Förslag till dagvattenhantering

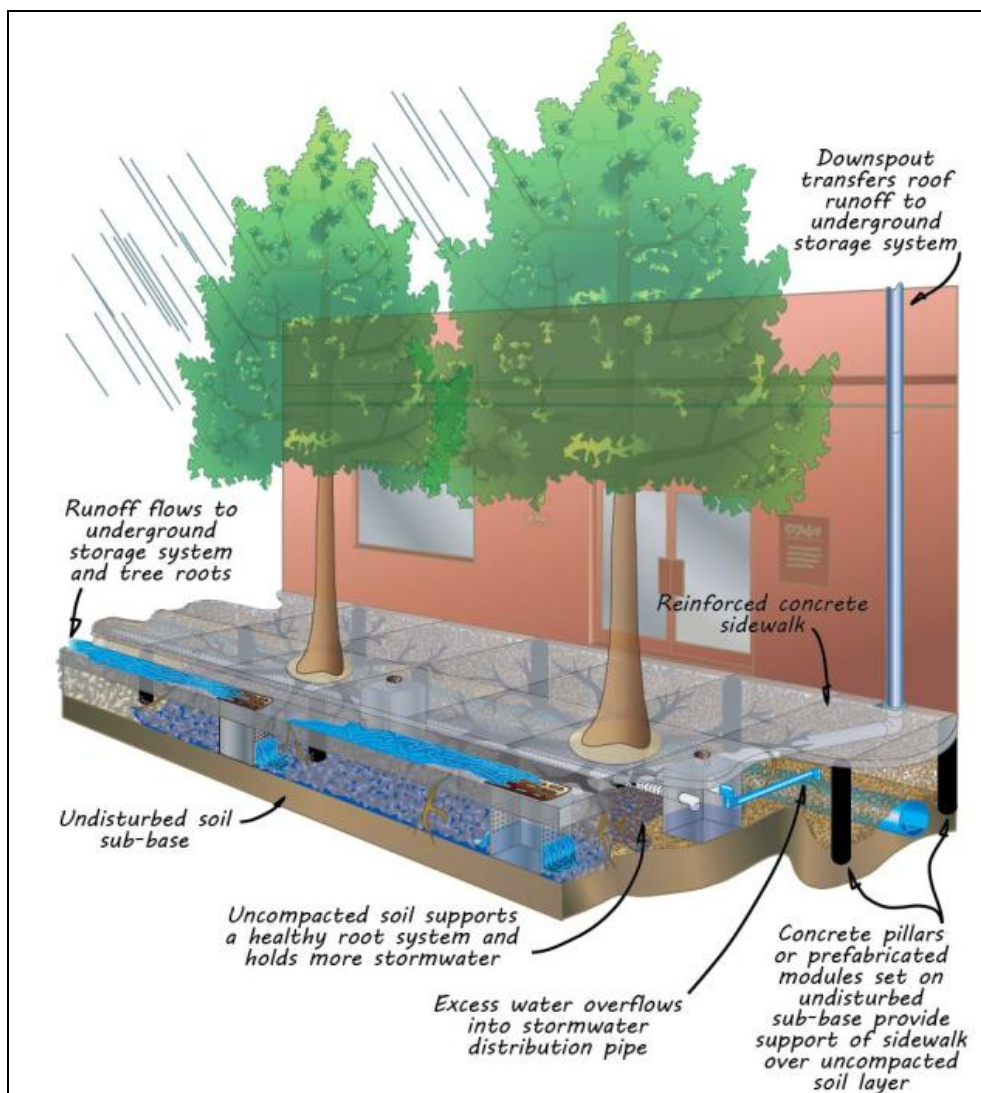
Om 65 % av takytorna anläggs som gröna med ett vattenhållande skikt om i genomsnitt 70 mm, beräknas den dränerbara volymen vatten vid fri dränering från mättade förhållanden uppgå till ca 210 m³. Detta baseras på ett antagande om 50 % total porvolym varav hälften kan upptas av fritt dränerbart vatten. Då denna volym inräknas som fördröjningsvolym kan gröna tak täcka majoriteten av kravet på fördröjningsvolym enligt tabell 1, om 258 m³.

Räknas även reduktionen av andelen hårdgjord yta in vid användning av gröna tak, på 65 % av den totala takytan, reduceras kravet på fördröjningsvolym ytterligare. Vid tillämpning av en avrinningskoefficient om 0,7 reduceras kravet på fördröjningsvolym för den totala takytan med ca 24 m³. För tjockare växtskikt eller för mindre intensiva regn kan en lägre avrinningskoefficient antas varvid ytterligare reduktion kan erhållas. Med en avrinningskoefficient om 0,5 skulle kravet på fördröjningsvolym för samtliga takytor reduceras med ca 48 m³.

Om hänsyn ej tas till reduktionen av hårdgjord yta enligt stycket ovan, krävs ytterligare upp till ca 50 m³ effektiv fördröjningsvolym inom kvartersmarken för att uppfylla kravet på fördröjningsvolym. Nedan redovisas förslag till hur denna volym kan uppnås. I bilaga A redovisas förslag till dagvattenhantering med antagande om 65 % gröna tak enligt ovan.

För att hantera mikroklimatet i området kommer träd att planteras. I illustrationen redovisas avsikt till plantering av ett antal träd på bjälklaget till underbyggnaden. Plantering av träd föreslås ske i en väl konstruerad växtbädd om ca 0,75-1 m djup (medelstora till stora träd) baserad på stödpelare och med lättviktsjord (pimpsten). Armerade, körbara, betongplattor föreslås anläggas ovan stödpelarna. Dagvattnet

föreslås avledas från gatu- och eventuellt även taktor till växtbäddarna. Avledning från gatuytor föreslås ske via rännalsplattor till luftbrunnar som försörjer växtbädden med luft och vatten. Dagvatten kan även tillåtas infiltrera direkt till växtbädden genom permeabla ytskikt. Överskottsvatten i växtbädden dräneras till dagvattenledning eller dränledning i makadamdike, med lämplig strypning, se principskiss i figur 10 och föreslagen typsektion i bilaga C.



Figur 9. Princip för till- och frånförsel av dagvatten till växtbädd från gata och konventionella tak. (Stormwater to street trees: Engineering Urban Forests for Stormwater Management, USEPA, 2013)

Vid ett antagande om att 0,4 m av totalt 0,8 m jordlager utnyttjas för fördröjning och att 25 % av detta lager utgörs av porutrymme som kan dräneras fritt, beräknas

varje växtbädd för stora träd (ca 20 m³) kunna fördröja minst ca 2,5 m³ vatten. Därtill kommer trädkronans fördröjande förmåga. För medelstora träd med en växtbädd om 15 m³ beräknas den fördröjande volymen uppgå till minst ca 1,9 m³.

Om det i utredningsområdet planteras två stora träd med 20 m³ växtbädd och 10 st medelstora träd med 15 m³ växtbädd kommer den fördröjande volymen i dessa växtbäddar enligt antagandena gjorda ovan att uppgå till 24 m³.

För att erhålla extra fördröjande volym samt dessutom rening av dagvattnet föreslås raingardens anläggas, framförallt intill de mest trafikerade vägarna där föroreningsbelastningen kan antas vara som högst. Om respektive raingarden utförs med 0,12 m översvämningsdjup och 0,45 m filtermaterial (lämpligt för gräs, buskar och perenner) ovan en eventuell vattenmättad zon eller dräneringslager krävs ca 110 m² raingarden för att uppnå resterande fördröjningsvolym, ca 26 m³. Ett förslag till lokalisering av denna yta av raingardens redovisas i bilaga A. Fördelningen av volymer sammanställs i tabell 3.

Tabell 3. Fördröjningsvolymen enligt bilaga A

Fördröjningslösning	Fördröjningsvolym [m³]
Gröna tak (≈65%)	210
Växtbäddar	24
Raingardens	26
Summa	260

En viss del av redovisade takterasser kan komma att användas som lekytor för förskolor samt uterum för bostäder varvid ytor för gröna eller blå tak troligtvis reduceras. Om hälften av tidigare antagen takyta av denna anledning istället utförs som konventionellt, krävs att ytterligare ca 105 m³ fördröjningsvolym anordnas på annan plats. Detta kan åstadkommas t.ex. genom att utrymmen mellan trädplanteringar utformas som t.ex. kassettmagasin eller att yta inom området nyttjas för en fördröjningsdamm. Användande av körbara armerade betongplattor som överbyggnad möjliggör användning av kassetter med minimal överbyggnadshöjd, även på ytor där trafik kan förekomma.

En viss del av de gröna taken kan även utföras som blå för att öka magasinsvolymen per m² takyta utan att öka lasten. Det är troligtvis även möjligt att utöka antalet växtbäddar för planteringar samt antalet raingardens, jämfört med vad som föreslagits i bilaga A. I bilaga B redovisas dagvattenhantering då endast ca en tredjedel av den totala takytan anlagts med gröna tak. Härvid har samma antaganden gjorts gällande utförandet av gröna tak, växtbäddar och raingardens. Fördröjningsmagasin under markytan har antagits utföras med 0,4 m höga dagvattenkassetter. En dagvattendamm i området skulle kunna uppta en yta om ca 240 m². Med ett antagande om 0,25 m reglerhöjd, som används för fördröjning av dagvatten, fås en tillgänglig fördröjningsvolym om ca 60 m³. Återstående volym om ca 45 m³ kan antingen inrymmas i dagvattenkassetter eller i ytterligare raingardens alternativt växtbäddar. I bilaga B har denna volym antagits inrymmas i dagvattenkassetter. I tabell 4 sammanställs fördelningen av fördröjningsvolym.

Tabell 4. Fördröjningsvolymen enligt bilaga B

Fördröjningslösning	Fördröjningsvolym [m³]
Gröna tak (≈33%)	105
Växtbäddar	24
Raingardens	26
Våt damm	60
Kassettmagasin	45
Summa	260

Ett flertal dagvattenlösningar fungerar inte enbart fördröjande utan har dessutom en positiv effekt på föroreningsinnehållet i dagvattnet. I databasen Stormtac finns schablonmässiga reningsgrader för olika dagvattenlösningar. Dessa reningseffekter är dock, precis som tidigare omnämnda schablonhalter, väldigt generella. De ger inga exakta svar utan fungerar som en fingervisning om vilken reningseffekt som kan förväntas av dagvattenlösningen.

I tabell 5 presenteras möjliga reningseffekter i en våt damm respektive raingarden. Reningseffekten för en våt damm är hämtad från databasen Stormtac och reningseffekten för en raingarden är hämtad från rapporten "Bioretention Manual" (Prince George's County, 2007).

Tabell 5. Reningseffekter raingarden och våt damm

Parameter	Enhet	Reningseffekt raingarden (min-max) [%]	Reningseffekt våt damm [%]
Arsenik, As	µg/l	**	38
Krom, Cr	µg/l	**	60
Kadmium, Cd	µg/l	**	80
Bly, Pb	µg/l	24-99	75
Koppar, Cu	µg/l	36-93	65
Zink, Zn	µg/l	31-99	50
Nickel, Ni	µg/l	**	85
Kvicksilver, Hg	µg/l	**	30
PCB	µg/l	**	80
TBT	µg/l	**	0
Olja	µg/l	99	80
Bens(a)pyren	µg/l	**	75
MTBE	µg/l	**	**
Bensen	µg/l	**	**
pH	-	**	**
Totalfosfor, Tot-P	µg/l	35-65	55
Totalkväve, Tot-N	µg/l	33-66	35
TOC	mg/l	**	-20
SS (partiklar)	mg/l	97	80
** Uppgift saknas			

Enligt tidigare beräkning i tabell 2 över schablonhalter i utgående dagvatten från området förväntas samtliga beräknade halter bli lägre än riktvärdet från Miljöförvaltningen. Efter att dagvattnet passerat genom raingardens och våt damm fås en ytterligare reducering av föroreningarna, i enlighet med tabell 5. Föreslagen dagvattenhantering bedöms därmed som mer än erforderlig ur reningssynpunkt.

Det kan konstateras att uppfyllandet av kommunens gällande krav på dagvattenhantering kan uppnås med ett relativt begränsat ytbehov vid föreslagen gestaltning. Detta förutsätter att ett ca 600-1 000 mm djupt utrymme, mellan underbyggnadens bjälklag och den slutliga markytan kan accepteras, bland annat för dagvattenhanteringen.

Vid slutligt val och lokalisering av åtgärder för dagvattenhantering skall även höjdsättning och möjliga avledningsriktningar beaktas.

Norconsult AB
Mark och Vatten

Jaan Kiviloog
jaan.kiviloog@norconsult.com

Åsa Malmäng Pohl
asa.malmang@norconsult.com



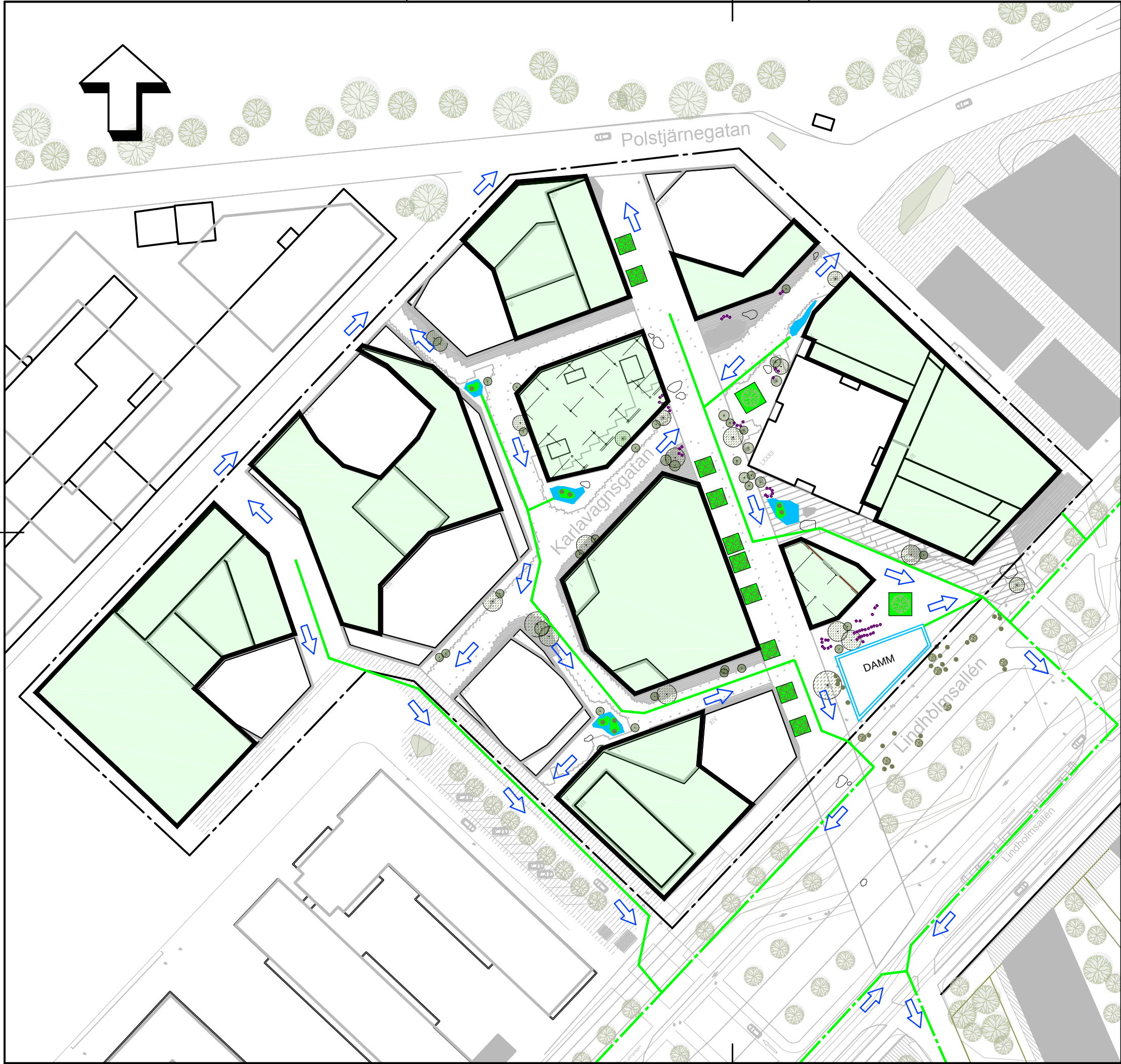
Norconsult AB

Theres Svensson gata 11

Box 8774, 402 76 Göteborg

031 – 50 70 00, fax 031-50 70 10

www.norconsult.se



- Föreslagen placering
Beteckningar
- Gräns för kvartersmark
 - Befintlig dagvattenledning
 - Föreslagen dagvattenledning
 - Träd i växtbädd med fördröjningsvolym
 - Raingarden
 - Flödesriktning
 - Grönt tak, 100 % nyttjandegrad

Schematisk princip dagvattenhantering, 65 %
Gröna tak
Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan,
Lindholmen.Uppdragsnummer: 104 06 60

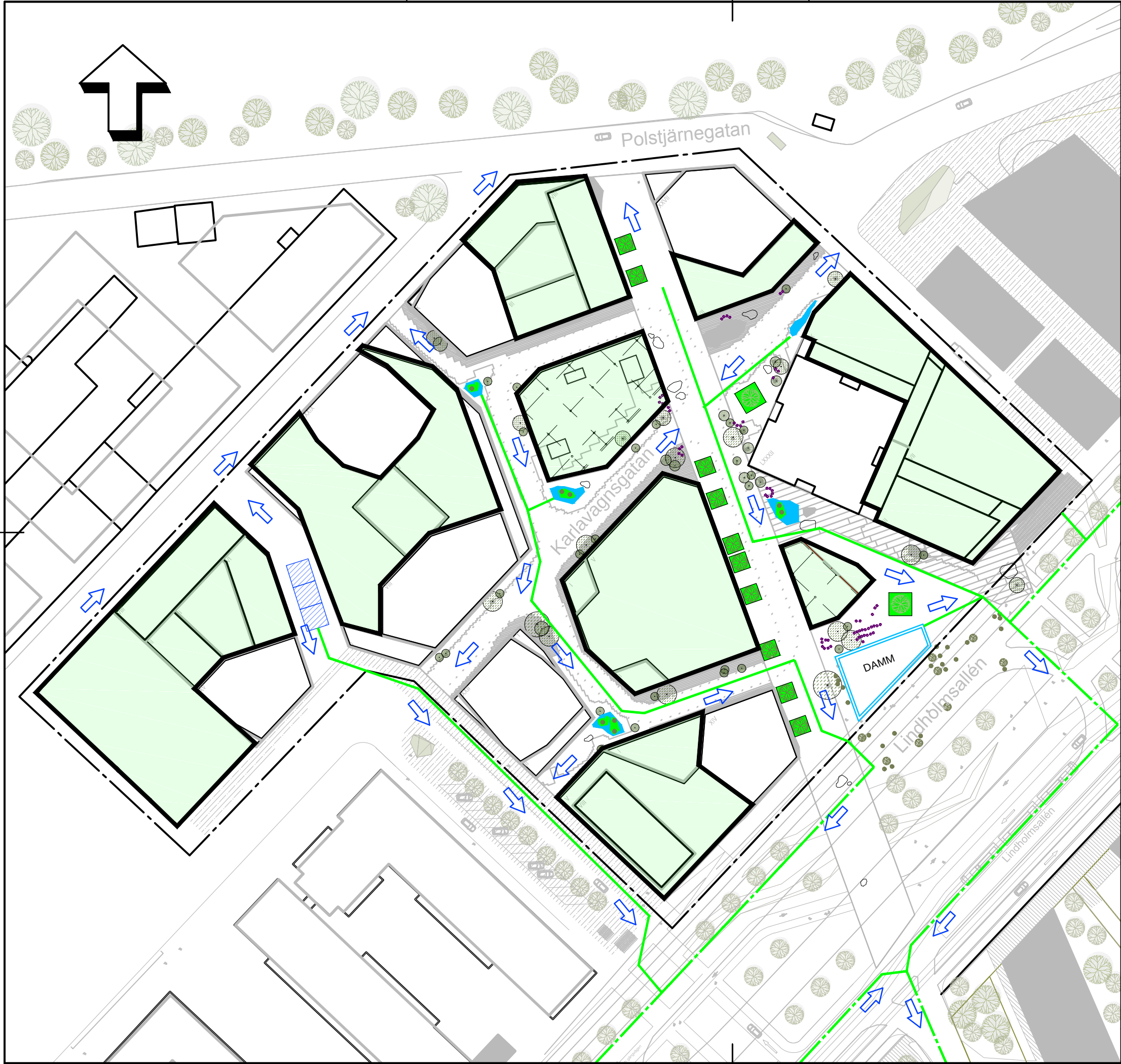
Norconsult

Norconsult AB
Box 8774, 402 76 Göteborg

Tfn 031-50 70 00
www.norconsult.se

Skala 1:1000 (A3)

2015-10-19



- Föreslagen placering
Beteckningar
- Gräns för kvartersmark
 - Befintlig dagvattenledning
 - Föreslagen dagvattenledning
 - Träd i växtbädd med fördröjningsvolym
 - Kassettmagasin
 - Raingarden
 - Flödesriktning
 - Grönt tak, 50 % nyttjandegrad

Schematisk princip dagvattenhantering, 33 %
Gröna tak
Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan,
Lindholmen. Uppdragsnummer: 104 06 60

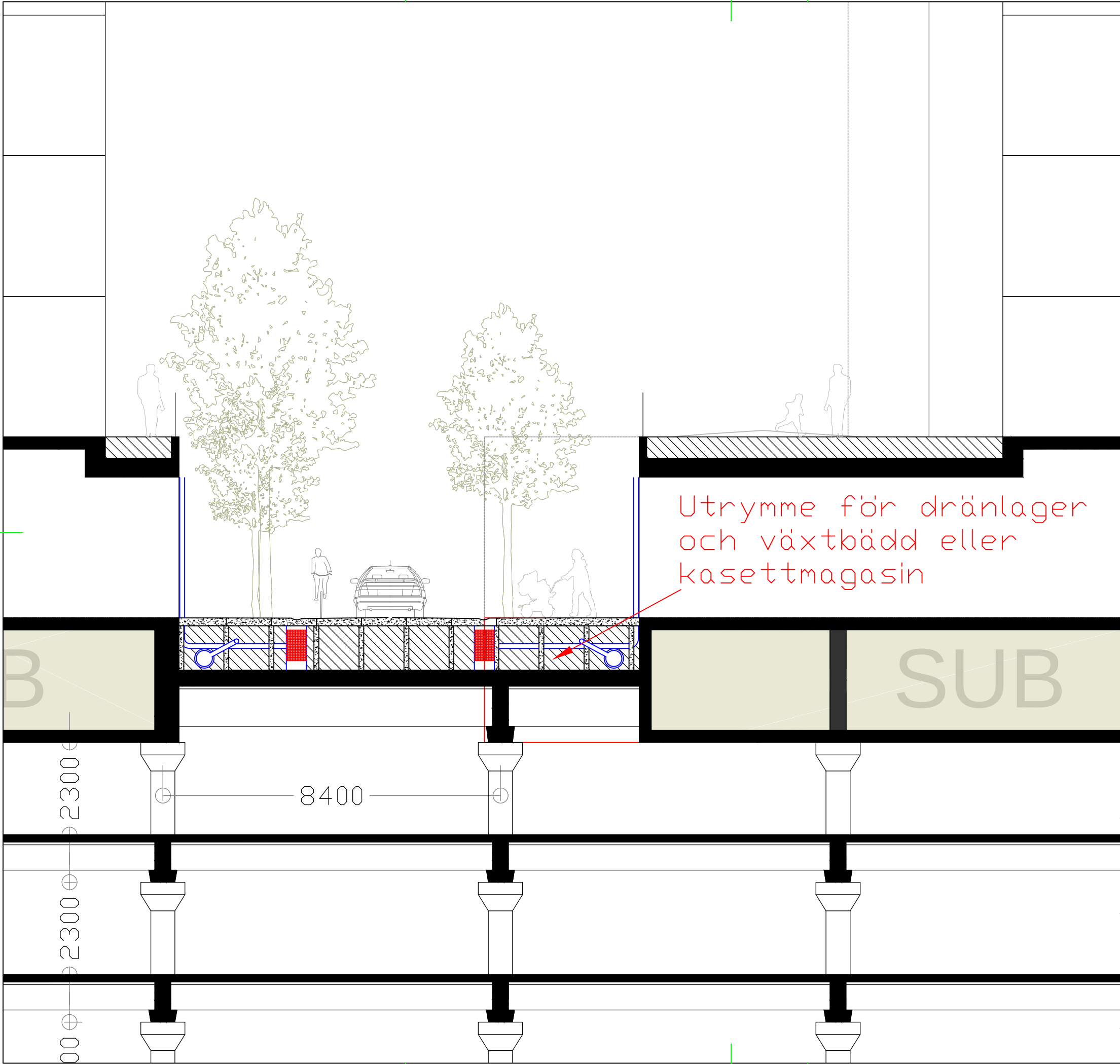
Norconsult

Norconsult AB
Box 8774, 402 76 Göteborg

Tfn 031-50 70 00
www.norconsult.se

Skala 1:1000 (A3)

2015-10-19



Exempel - Typsektion för dagvattenhantering på bjälklag
Bostäder och verksamheter vid Karlavagnsgatan
Uppdragsnummer: 104 06 60

Norconsult



Norconsult AB
Box 8774, 402 76 Göteborg

Tfn 031-50 70 00
www.norconsult.se