



PM Dagvattenutredning

Yxan 4

Beställare
Stiftelsen Borgerskapets Enkehus och Gubbhus

Datum
2018-12-21

Rev
2021-03-23

ÅF-Infrastructure AB, Frösundaleden 2, Frösundaleden 2E, SE-169 99 Sverige
Telefon +46 10 505 00 00, Säte i Stockholm, www.afconsult.com
Org.nr 556185-2103, VAT nr SE556185210301



Uppdragsansvarig
Hanna Gustavsson

Handläggare
Kristina Arn
Lovisa Gidlöf

Granskare
Zanna Sefane

Datum
2021-03-23

Projekt-ID
761467
797586

Mottagare
**Stiftelsen Borgerskapets Enkehus och
Gubbhus**
Pia Clark (Stockholms Borgerskap)
Högalidsgatan 26-28
117 30 Stockholm
Sverige



Sammanfattning

Stiftelsen Borgerskapets Enkehus och Gubbbus i Stockholm har inkommit med planansökan om att bygga nya äldre- och seniorbostäder på fastigheten Yxan 4, Stockholm. Inför framtagande av planförslag och efterföljande plansamråd ska dagvattenhanteringen inom fastigheten utredas. Dagvattenutredningen är upprättad enligt Stockholms stad och Stockholm Vatten och Avfalls checklista för förenklade dagvattenutredningar för kvartersmark som del av detaljplan (version 2019-09-27).

Genomförda flödesberäkningar visar att flödet efter exploatering utan fördröjningsåtgärder vid 10-årsregn, 30-årsregn och 100-årsregn ökar med 17 l/s (exklusive klimatfaktor), 91 l/s (inklusive klimatfaktor) och 183 l/s (inklusive klimatfaktor) jämfört med befintlig situation.

För att fördröja 20 mm regn i enlighet med Stockholms stads åtgärdsnivå, behövs en total fördröjningsvolym på ca 164 m³. I utredningen delas fastigheten upp i tre delområden där fördröjningsvolymerna för respektive område beräknas till ca 70 m³, 65 m³ och 30 m³.

Som lösningar föreslås växtbäddar och skelettjordar inom delområde A, där de flesta anläggningarna har möjlighet till perkolation. I delområde B är stora delar av gården underbyggd med garage vilket innebär att föreslagen skelettjord och växtbädd bör vara tät. Inom delområde C föreslås fördröjning av dagvatten på takterrassen samt växtbäddar och skelettjordar. Även gården på område C är underbyggd med garage och dagvattenanläggningarna rekommenderas vara täta. Delar av taket på hus B och hus C samt den trappa som finns inom delområde A kommer avrinna direkt till kommunalt ledningssystem eller omkringliggande gator på grund av placering och höjdskillnader. Fördröjningsvolymerna i föreslagna dagvattenanläggningar är dimensionerade för att kompensera för det flödet som inte kan fördröjas.

Föroreningsberäkningar i StormTac visar att samtliga undersökta föroreningskoncentrationer och -mängder reduceras med föreslagna dagvattenlösningar. Den förbättring som föreslagna dagvattenlösningar skapar för föroreningsbelastningen från området gör att planområdet inte bedöms bidra med någon försämring av miljö kvalitetsnormer i recipienten.



Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Uppdragsbeskrivning.....	1
2	Förutsättningar	2
2.1	Underlag.....	2
2.2	Dagvattenstrategi.....	3
2.3	Hydrologiska beräkningsmetoder	3
2.3.1	Flöden.....	4
2.3.2	Magasinsvolym.....	4
2.4	Miljökrav på recipient för dagvatten	4
2.4.1	Miljö kvalitetsnormer för dagvatten	4
3	Områdets förutsättningar	6
3.1	Planbeskrivning	6
3.2	Geotekniska förhållanden	7
3.2.1	Markförhållanden	7
3.3	Avrinning	9
3.4	Markavvattningsföretag.....	10
3.5	Lågpunktskartering	11
4	Markanvändning och flödesberäkningar	12
4.1	Befintlig situation	12
4.1.1	Markanvändning	13
4.1.2	Flöden.....	14
4.2	Planerad utformning	14
4.2.1	Markanvändning	15
4.2.2	Flöden.....	16
4.3	Magasinsvolym.....	17
5	Föroreningsberäkningar	17
6	Dagvattenhantering	19
6.1	Allmänna rekommendationer	19
6.1.1	Höjdsättning och översvämningsrisk	19
6.1.2	Miljöanpassade materialval	20
6.2	Dagvattenlösningar	20



6.2.1	Växtbädd	20
6.2.2	Gröna tak.....	22
6.2.3	Träd i skelettjord	22
6.3	Föreslagen dagvattenhantering	23
6.3.1	Delområde A	24
6.3.2	Delområde B.....	26
6.3.3	Delområde C.....	27
6.3.4	Påverkan av säsongsvariationer.....	29
6.4	Flödesberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning	29
6.5	Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning	30
7	Slutsats och rekommendationer	32
8	Referenser	33
Bilaga 1 Förslag på dagvattenlösningar och deras placering		



1 Inledning

1.1 Bakgrund

Stiftelsen Borgerskapets Enkehus och Gubbbus i Stockholm har inkommit med planansökan om att bygga nya äldre- och seniorbostäder på fastigheten Yxan 4, Stockholm (Figur 1). Inför framtagande av planförslag och efterföljande plansamråd ska dagvattensituationen utredas. Planförslaget inkluderar även delar av fastigheten Södermalm 2:8. Dagvattenutredningen för hela detaljplanen utförs av Norconsult. Utredningsområdet för den här dagvattenutredningen är endast Yxan 4, kvartersmark inom detaljplan.



Figur 1. Översiktskarta över utredningsområdet Yxan 4, en triangel markerad med en svart linje (<http://www.stockholm.se/-/Karta/20181126>).

1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer AFRY enligt uppdrag att redovisa för:

- Beskrivning av recipientens status utifrån befintliga MKN
- Beräknade dagvattenflöden för planområdet innan och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Föroreningsbelastning från dagvatten från planområdet före och efter exploatering samt med föreslagna åtgärder
- Bedömning av översvämningsrisker
- Förslag på dagvattenlösning



2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Datum på dokument
Offert	2020-12-16
Yxan4 (grundkarta)	2017-01-31
Yxan_Situationsplan_1-500_A2_210215, Funkia	2021-02-18
Planerad höjdsättning, L14-P001, Funkia	2021-02-18
Takplan och sektioner Konzept Arkitekter	2021-02-22
A-40-P-210 och A-40-P-310 (modell för garage)	2021-02-24
Markteknisk undersökningsrapport Kv. Yxan 4, AFRY (då ÅF)	2019-03-07
Miljöteknisk markundersökning Yxan 4, Stockholm, AFRY (då ÅF)	2019-06-05
Projekteringsunderlag från Stockholm Vatten och avfall avseende befintliga avloppsledning	2018-12-03
Dagvattenstrategi- Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering	2015-03-09
Stockholms stads Checklista-f till förenklade dagvattenutredningar för kvartersmark som del av detaljplan	2019-09-27
Dagvattenhantering Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse, version 1.1 uppdaterad 2019-10-30	2016-11-15

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P110	Svenskt Vatten	2016
Skyfallskartering	Länsstyrelsen	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
WebbGIS	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU ¹	
Jordartskarta	SGU ²	
Stockholms skyfallsmodell	Stockholms stad ³	

Alla nivåer i rapporten anges i höjdsystemet RH2000 där inget annat anges. Alla kartor är i koordinatsystemet SWEREF99 18 00.

¹ SGU (Sveriges geologiska undersökningar) <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>

² SGU (Sveriges geologiska undersökningar) <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>

³ Resultat Stockholms skyfallsmodell <http://miljodataportalen.stockholm.se/>



2.2 Dagvattenstrategi

Stockholms stads dagvattenstrategi, Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering, antogs 2015-03-09 och innehåller fyra grundläggande mål:

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
3. Resurs och värdeskapande för staden
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Kopplat till varje mål har sedan ett antal principer för att uppnå målen angivits, tex:

- Åtgärder för att minska föroreningar ska i första hand åtgärdas vid källan, i andra hand nära uppkomsten och i tredje hand i anläggningar som samlar vatten från flera källor
- Andelen genomsläppliga ytor ska maximeras och infiltration eftersträvas
- Fördröjning och omhändertagande skall så långt möjligt ske lokalt på kvartersmark
- Dagvattensystem skall dimensioneras och höjdsättas efter förväntade klimatförändringar och framtida planerade utbyggnader.
- Vid nybyggnation, samt så långt möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön, ska sekundära avrinningsvägar identifieras.
- Tillämpa enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhantering.
- Använda dagvatten för att skapa attraktiva inslag i stadsmiljön och bevattna planteringar
- Dagvattenfrågan behöver beaktas med hänsyn till avrinningsområden
- Dagvattenfrågan skall vara med från stadsbyggnadsprocessens tidiga skeden till bygglov och genomförande.
- Dagvattenlösningarna skall vara effektiva ur ett drift-och underhållsperspektiv.

Stockholms stad har även tagit fram kompletterande dokument gällande åtgärdsnivåer och dagvattenhantering, tex riktlinjer för kvartersmark och riktlinjer för parkeringsytor samt en checklista för dagvattenutredningar.

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

Flödesberäkningar görs för 10-, 30- och 100-årsregn med en varaktighet på 10 minuter. Hänsyn tas till ökade flöden till följd av klimatförändringarna. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30 (Svenskt Vatten AB). En klimatfaktor på 1,25 har använts för beräkning av 30- och 100-årsregn i ett framtida scenario.



2.3.1 Flöden

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten P110 kap 10.1 använts. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\bar{A}} = 190 * \sqrt[3]{\bar{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

i_A = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

\bar{A} = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden före och efter exploatering används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena beräknas med följande formel (Svenskt Vatten AB).

$$q_{dim} = A * \varphi * i_{\bar{A}} * k$$

Där:

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

$i_{\bar{A}}$ = regnintensitet [l/s, ha]

k = klimatfaktor

2.3.2 Magasinsvolym

Enligt riktlinjer för dagvattenhantering inom kvartersmark för Stockholms stad bör 20 mm nederbörd på ett kvarter fördröjas.

Då de fysiska förutsättningarna inom planområdet är givna kan erforderlig fördröjningsvolym för 20 mm beräknas. Volymen tas fram genom att den anslutna reducerade arean multipliceras med önskat regndjup enligt formeln nedan:

$$U_i = d_r * A_i * \varphi_i = d_r * (A_{red} * 10000)$$

Där:

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regndjup [m]

A_i = områdesarea [m^2]

φ = avrinningskoefficient [-]

A_{red} = avrinningsområdets reducerade area [ha]

2.4 Miljökrav på recipient för dagvatten

Recipienten för utredningsområdet är Mälaren-Riddarfjärden (delavrinningsområde) och huvudavrinningsområdet Norrström - SE61000.

2.4.1 Miljö kvalitetsnormer för dagvatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljö kvalitetsnormer, normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att komma tillrätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor. Normerna för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Varje vattenförekomst statusklassificeras sedan i syfte att beskriva vattenförekomstens



vattenkvalitet i dagsläget. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2021 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats, den ska istället förbättras eller bevaras. Miljökvalitetsnormer klassas inom två områden för vattenförekomster, ekologisk status och kemisk status. (HaV, 2016; VISS)

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts på att vattenkvaliteten inte får försämrats samt att målen gällande kemisk och ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

Den aktuella recipienten för Yxan 4, dvs utredningsområdet, framgår i Figur 2.



Figur 2. Översiktsbild över recipienten Riddarfjärden (VISS, 20181221) och fastigheten Yxan 4 som är markerad med svart.

Recipienten är enligt vattendirektivet en vattenförekomst och klassas i VISS enligt Tabell 1. Statusklassificeringen för ekologisk och kemisk status sattes år 2017 och är beslutad i förvaltningscykel 2.

Tabell 1. VISS statusklassificering av recipienten Mälaren-Riddarfjärden från 2017-02-23

Vattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläge)	MKN (framtida mål)
Mälaren- Riddarfjärden SE658020- 162623	Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2021	Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus ⁴

⁴ Undantag – mindre stränga krav för bromerad difenyleter och kvicksilver och kvicksilverföreningar och undantag-tidsfrister för antracen, bly och blyföreningar och tributyltennföreningar.



Recipienten uppnår måttlig ekologisk status. Utslagsgivande för den sammanvägda bedömningen av ekologisk status är Måttlig status för Växtplankton-näringsämnespåverkan och miljögifter. Allmänna förhållanden (sammanvägd status för halt av Näringsämnen, Ljusförhållanden (siktdjup) och Försurning) har Måttlig status.

Recipienten uppnår ej god kemisk ytvattenstatus. Ämnen som inte uppnår god kemisk status i vattenförekomsten är kvicksilver, polybromerade difenyletrar (PBDE), PFOS, bly, antracen och tributyltenn.

Ännu ej beslutad förvaltningscykel 3 (2021-02-03) har förslag till nya krav på god ekologisk status 2033 och god kemisk ytvattenstatus⁴.

3 Områdets förutsättningar

3.1 Planbeskrivning

Utredningsområdet, dvs fastigheten Yxan 4, ligger på Södermalm i Stockholm nära Söder Mälarstrand. På fastigheten finns idag Gubbhuset, uppfört 1908 i tre våningar, och Enkehuset från mitten av 1960-talet (Tjänsteutlåtande Sth stad Dnr 2016-14530). Dessutom finns en del som sammanbinder Enkehuset med Gubbhuset och ser ut att vara byggd något senare (Figur 3).

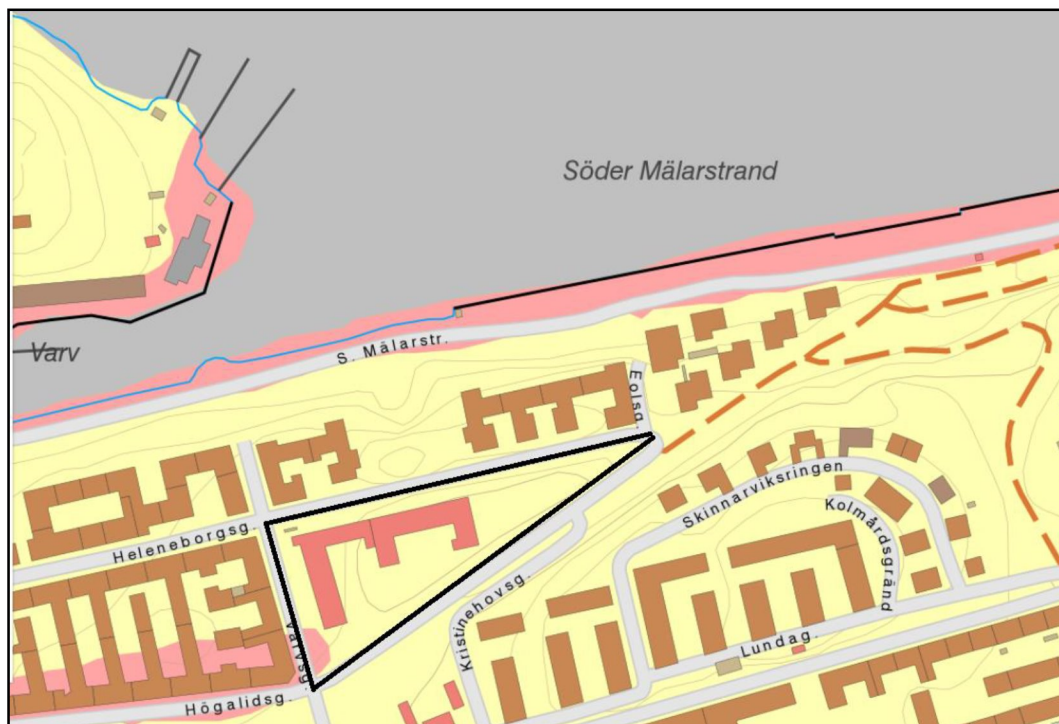
De kringliggande gatorna ligger höjdmässigt lägre än själva fastigheten som är omgiven av höga murar av natursten. Det enda ställe där fastigheten är i nivå med gatan är i korsningen (Högalidsgatan/Varvsgatan) där nuvarande infart är belägen. Murarna antas hindra stora delar av dagvattnet från fastigheten från att belasta närliggande fastigheter. Med tanke på höjdsättningen bedöms inte heller något dagvatten från grannfastigheter belasta Yxan 4. I östra delen av fastigheten finns idag en trädgård som sluttar åt öster (Figur 3).



Figur 3. Fastigheten Yxan 4 markerad med utredningsområdets gräns i svart. Byggnad som sammanbinder Enkehuset och Gubbhuset är markerad med vit, streckad linje. Kartunderlag från Google Maps (<https://www.google.se/maps/@59.3191067,18.0425193,327m/data=!3m1!1e3?hl=sv>) (20181221)



Där jordarten är morän i ytlagret och urberg i grundlagret är genomsläppligheten medelhög enligt SGU (Figur 6). Ett mindre område bedöms ha hög genomsläpplighet, vilket är i samma område där jordarten består av fyllning.

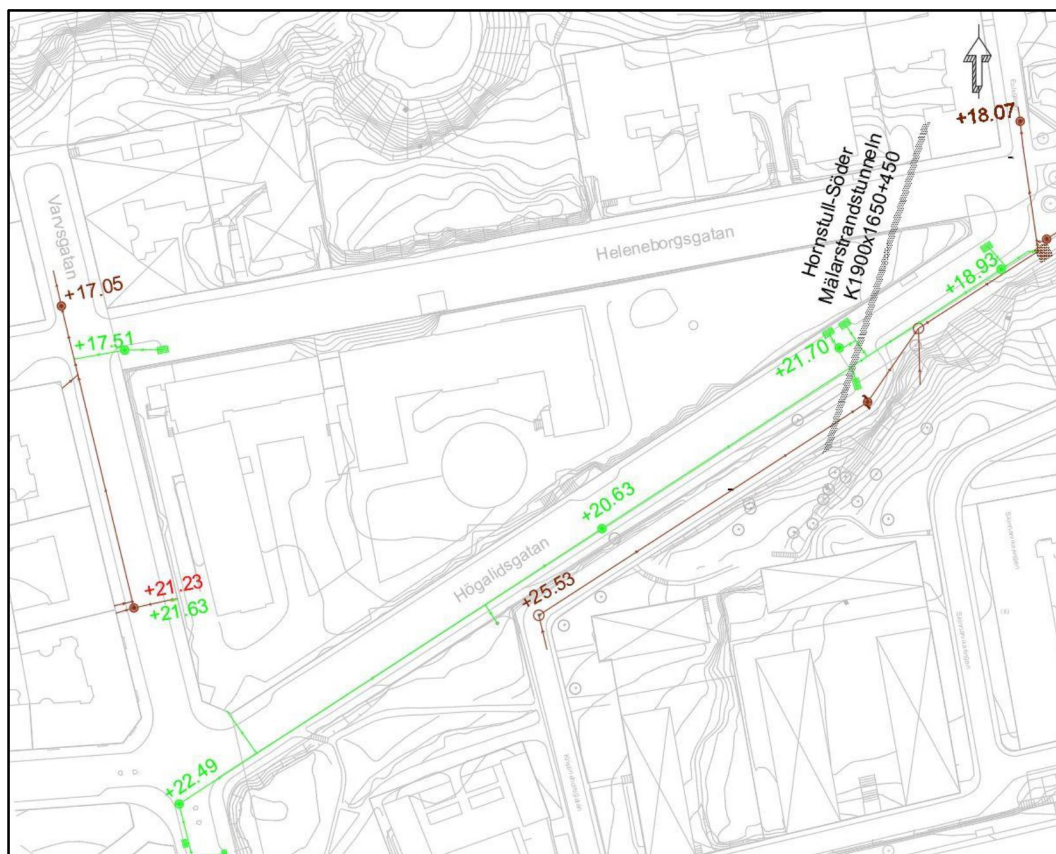


Figur 6. Genomsläpplighet. Gul - medelhög genomsläpplighet och rosa - hög genomsläpplighet. Yxan 4 markerad med svart triangel. (SGU, 20181119)

Vid platsbesök 2018-12-04 konstateras att det i närheten av muren på några ställen finns berg i dagen, alternativt att det är stenarna till muren som inte är täckta av jord.

Under 2019 har en markteknisk undersökningsrapport för kvarteret tagits fram av AFRY (tidigare ÅF). Ett antal borrpunkter har tagits inom fastigheten och ett grundvattenrör har installerats. Vid provtagningstillfället den 2019-02-07 är grundvattennivån öster om Enkehuset ca +22,2. Information om några ytterligare grundvattenmätningar har inte erhållits. Borrpunkterna visar tunt lager av fyllning på berg i mitten av fastigheten och sedan ökar lagret fyllning ut mot muren som angränsar mot Högalidsgatan.

En miljöteknisk markundersökning för kvarteret har även utförts under 2019 av AFRY (tidigare ÅF). Provtagning gjordes då i 11 punkter och i tre av dessa installerades grundvattenrör. I sju av provpunkterna påträffades föroreningshalter över Naturvårdsverkets generella riktvärden för känslig markanvändning (KM) och i två punkter översteg föroreningshalterna även Naturvårdsverkets generella riktvärden för mindre känslig markanvändning (MKM). Föroreningarna består främst av tungmetaller, men även PAH och petroleumkolväten (oljeprodukter) har påträffats. I grundvattenproven påträffades även halter av tungmetaller upp till klass 3 enligt SGU:s föreskrifter för miljökvalitetsnormer. Föroreningarna är ej avgränsade och högsta halt har påvisats i områdets västra del. En trolig källa kan vara fyllningsmaterial som fanns på den delen av fastigheten. Fyllningen innehöll tegel, betong, papper och trärester.



Figur 8. Befintliga allmänna avloppsledningar från Stockholm Vattens projekteringsunderlag. Dagvattenledningar och dess vattengångar illustreras i grönt, spillvattenservisen och dess vattengång illustreras med rött samt kombinerade ledningar och dess vattengångar visas i brunt. Två befintliga dagvattenserviser syns gå till fastigheten. Vattengången för den västra servisen: +21,63. Vattengång för den södra servisen är okänd.

3.4 Markavvattningsföretag

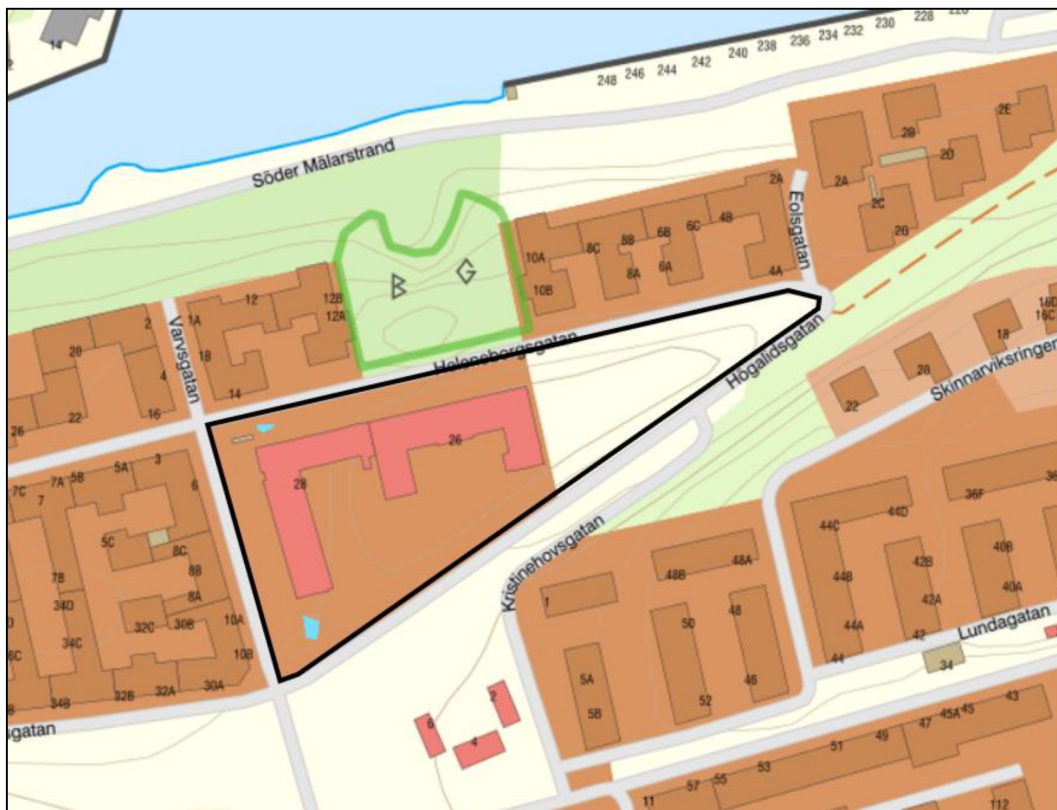
Markavvattningsföretag är gemensamhetsanläggningar enligt anläggningslagen och är en vanlig företeelse i Sverige där bönder under sent 1800-tal och tidigt 1900-tal dikade ut stora ytor för att odla upp kärr, mosse eller annan vattendränkt mark. Företaget måste omprövas eller avvecklas om flöden till företaget avleds eller förändras. (Länsstyrelsen, 2017)

Inga markavvattningsföretag har identifierats som berör det aktuella utredningsområdet.



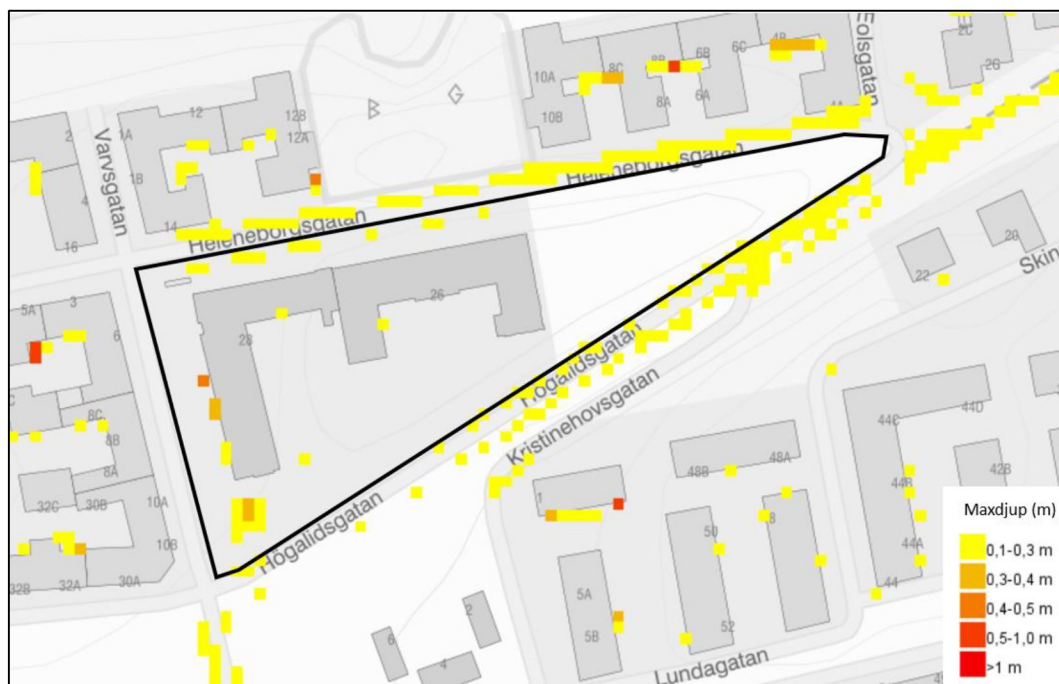
3.5 Lågpunktskartering

Länsstyrelsens lågpunktskartering visar två mindre lågpunkter (0,1 – 0,29 m) inne på fastigheten Yxan 4 markerad med ljusblå färg i Figur 9.



Figur 9. Länsstyrelsens lågpunktskartering. Yxan 4 markerad med svart linje. Ljusblå färgen indikerar lokala vattensamlingar med ett djup på 0,1 – 0,29 m.

Stockholms stads skyfallsmodellering visar på risker för vattensamling inne på fastigheten vid ett fåtal punkter (se gula till orange markeringar i Figur 10). Stockholms stads skyfallsmodellering bygger på en dynamisk modell där beräkningarna har gjorts i programmet MIKE 21. Modellen har belastats med ett CDS-regn med 100-års återkomsttid med en varaktighet på 6 timmar och klimatfaktor på 1,25 (Stockholms stad, 2021). Skillnaden mellan de två översvämningsanalyserna presenterade i Figur 9 och Figur 10 är att Stockholms stads skyfallsmodellering tar hänsyn till markens infiltrationskapacitet medan länsstyrelsens lågpunktskartering inte gör det. Länsstyrelsens lågpunktskartering är baserat på data från den nationella höjdmodellen.



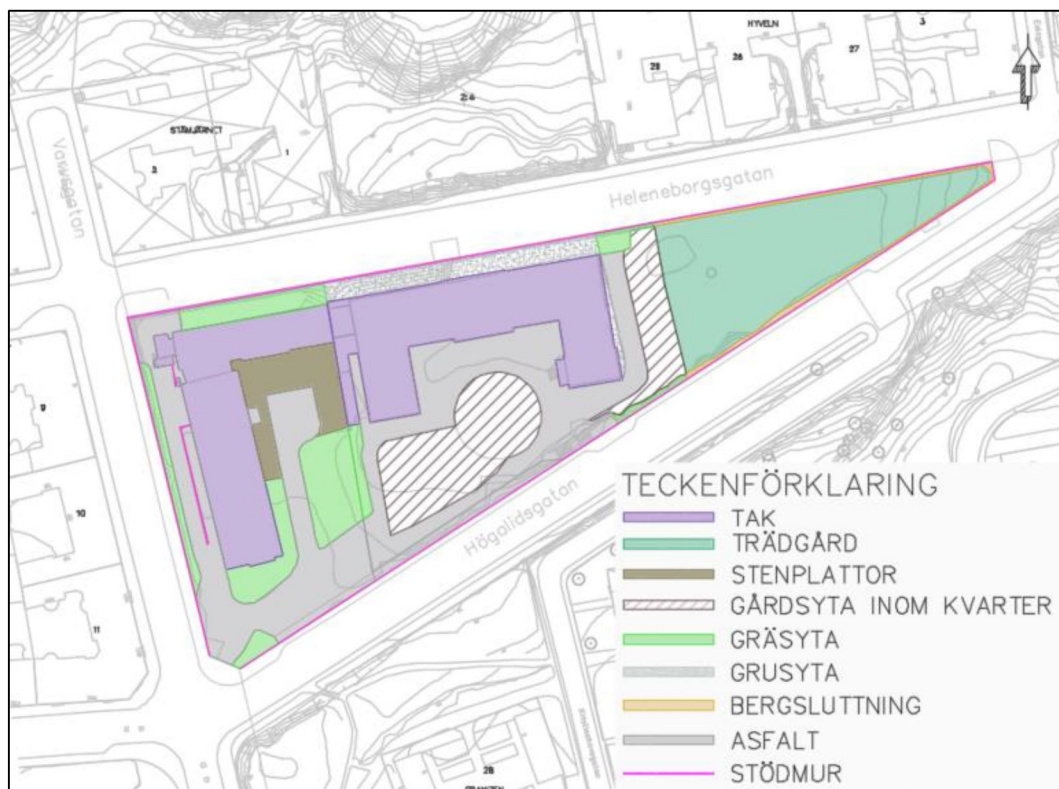
Figur 10. Stockholms skyfallsmodellering (Miljödataportalen.stockholm.se 20210225). Yxan 4 markerad med svart linje.

Figur 9 och Figur 10 visar båda på enstaka lågpunkter med risk för översvämning inom fastigheten. Med en planerad höjdsättning bör man i framtiden undvika lågpunkter invid byggnaderna och istället ha eventuella lågpunkter inom grönområden. Figur 10 visar att omkringliggande gator översvämmas med ett djup på 0,1-0,3 m. Detta påverkar inte fastigheten då muren runt fastigheten skyddar området mot översvämmade gator.

4 Markanvändning och flödesberäkningar

4.1 Befintlig situation

Markanvändning för flödesberäkningar i befintlig situation framgår i Figur 11. Enligt Stockholms stads checklista för dagvattenutredningar ska flödesberäkningar redovisas per anslutning till det allmänna dagvattensystemet. Då kännedom kring hur dagvattnet inom fastigheten idag leds till de respektive dagvattenserviserna saknas har flödesberäkningarna för befintlig situation gjorts utan uppdelning av ytor.



Figur 11. Befintlig markanvändning för planområdet.

4.1.1 Markanvändning

Tabell 2 beskriver den befintliga markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt den reducerade ytan. Avrinningskoefficienter har valts utifrån P110 och Stormtac. Avrinningskoefficienten för stora regn, t.ex. 100-årsregn, antas öka för både hårdgjorda och icke-hårdgjorda ytor. För icke-hårdgjorda ytor antas avrinningskoefficienten öka till ett värden inom 0,2-0,8 beroende på topografi och för hårdgjorda ytor antas hela ytan bidra till avrinningen.

Tabell 2. Areaberäkning för befintlig markanvändning inom planområdet.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient [-] (10- och 30-årsregn)	Avrinningskoefficient [-] (100-årsregn)	Reducerad yta [m ²] (10- och 30-årsregn)
Tak	3 380	0,9	1	3 040
Asfalt	3 585	0,8	1	2 870
Berg	245	0,4	0,8	100
Plattbelagd gårdsyta	525	0,7	1	370
Gårdsyta inom kvartermark	1 570	0,45*	0,8	705
Grusyta	465	0,2	0,3	95
Gräsyta	1 475	0,05	0,3	75
Trädgård	2 220	0,1	0,3	220
	13 465			7 475

*Avrinningskoefficient från StormTac. Gårdsyta inom kvartermark definieras där som gräs-, asfalt- och grusytor inom ett bostadskvarter (antagna 1/3 vardera).



4.1.2 Flöden

Flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1 samt reducerade ytor enligt Tabell 2. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde för ett 10-, 30- samt ett 100-årsregn med en regnvaraktighet på 10 minuter.

- $i_{10\text{-årsregn},10\text{min}} = 228 \text{ l/s, ha}$
- $i_{30\text{-årsregn},10\text{min}} = 328 \text{ l/s, ha}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{min}} = 489 \text{ l/s, ha}$

Dagvattenflödet har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning. Resultaten för planområdet redovisas i Tabell 3.

Tabell 3. Beräknade dagvattenflöden för befintlig situation vid ett 10-, 30- och 100-årsregn.

	Flöden [l/s]		
	10-årsregn	30-årsregn	100-årsregn
Utredningsområdet	170	245	498

4.2 Planerad utformning

Det så kallade Gubbhuset, längs Heleneborgsgatan, ska vara kvar. Nuvarande Enkehuset vid Varvsgatan planeras att ersättas av en ny byggnad precis intill fastighetsgräns. I östra delen av planområdet, där det idag är en trädgård, planeras ytterligare en ny byggnad att uppföras (se Figur 12). Den norra delen av hus B ska förses med grönt tak. En del av hustaket på hus C kommer att vara en takterrass som består av ängsgräs/biotoptak och trädäck/grus.

Planerad utformning har delats upp i tre delområden (A-C) baserat på planerad höjdsättning och anslutning till föreslagna dagvattenlösningar.

En del av gården inom delområde B och delområde C planeras att bli underbyggd med garage (se garagets utbredning i Bilaga 1). För att kompensera för den trädgård som tas i anspråk för bebyggelse, planeras grönytor/planteringar mellan Gubbhuset och Högalidsgatan. Detta kommer att påverka dagvattensituationen och utformning av dagvattenlösningar. Den byggnad som ska bevaras och marken närmast, kommer inte underbyggas.

Befintliga murar runt fastigheten kommer till vissa delar att försvinna, bl.a. där den östra byggnaden (i nuvarande trädgård) planeras och i väster där byggnaden mot Varvsgatan planeras samt där den nya infartsvägen till området är tänkt att vara.



Figur 12. Planerad markanvändning för planområdet.

4.2.1 Markanvändning

Tabell 4 beskriver den antagna planerade markanvändningen genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt den reducerade ytan. Avrinningskoefficienter har valts utifrån P110 och Stormtac. Avrinningskoefficienten för stora regn, t.ex. 100-årsregn, antas öka för både hårdgjorda och icke-hårdgjorda ytor.

Ytberäkningarna grundar sig på underlag från Funkia som har beräknat de planerade ytorna per gård (Figur 12). Takterrassen består av ängsgräs/biotoptak samt trädäck och antas ha samma avrinningskoefficient som *Gårdsyta inom kvartersmark* i StormTac.



Tabell 4. Areaberäkning för planerad markanvändning inom planområdet.

Delområde	Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient [-] (10- och 30-årsregn)	Avrinningskoefficient [-] (100-årsregn)	Reducerad yta [m ²] (10- och 30-årsregn)
Delområde A	Tak	1 680	0,9	1	1 510
	Hårdgjord yta, murar m.m.	510	0,8	1	410
	Plattbelagd yta	2 035	0,7	1	1 425
	Gräsyta	1 020	0,05	0,3	50
	Plantering	700	0,1	0,3	70
Totalt delområde A		5 945			3 465
Delområde B	Tak	1 820	0,9	1	1 640
	Hårdgjord yta, murar m.m.	650	0,8	1	520
	Plattbelagd yta	1 275	0,7	1	890
	Stenmjöl alt. grusyta	125	0,4	0,8	50
	Gräsyta	125	0,05	0,3	5
	Grönt tak	310	0,2	0,8	60
	Plantering	740	0,1	0,3	75
	Totalt delområde B		5 045		
Delområde C	Tak	870	0,9	1	785
	Hårdgjord yta, murar m.m.	50	0,8	1	40
	Plattbelagd yta	415	0,7	1	290
	Stenmjöl alt. grusyta	50	0,4	0,8	20
	Takterrass	735	0,45	0,8	330
	Plantering	355	0,1	0,3	35
Totalt delområde C		2 475			1 480
Totalt		13 465			8 185

4.2.2 Flöden

Översiktliga flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.3.1, reducerade ytor enligt Tabell 4 samt med en klimatfaktor på 1,25 för 10-, 30- och 100-årsregn och även 1,0 för 10-årsregn (enligt Stockholms stads checklista). Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde vid ett 10 minuters 10-, 30- och 100-årsregn.

- $i_{10\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,0 = 228 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{10\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 284 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{30\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 409 \text{ [l/s, ha]}$
- $i_{100\text{-årsregn},10\text{ min}} * 1,25 = 611 \text{ [l/s, ha]}$

Resultaten för dagvattenflöden samt volym redovisas i Tabell 5.

Tabell 5. Beräknade dagvattenflöden och dess volym för planerad situation vid ett 10-, 30- och 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25 för 30- och 100-årsregnet och 1,0 samt 1,25 för 10-årsregnet.

Delområde	Dagvattenflöde [l/s]			
	10-årsregn utan klimatfaktor	10-årsregn med klimatfaktor	30-årsregn	100-årsregn
Delområde A	79	98	142	289
Delområde B	74	92	133	266
Delområde C	34	43	61	126
Totalt	187	233	336	681



En jämförelse mellan Tabell 3 och Tabell 5 visar att dagvattenflödet totalt beräknas öka med 17 l/s eller ca 10 % för ett 10-årsregn utan klimatfaktor och 91 l/s för ett 30-årsregn. Dagvattenflödet för ett 100-årsregn beräknas öka med 183 l/s eller 37 %.

4.3 Magasinsvolym

Enligt riktlinjer för dagvattenhantering inom kvarteretsmark för Stockholms stad bör 20 mm nederbörd inom ett kvarter fördröjas.

Tabell 6 visar ungefärlig magasinsvolym där magasinsvolymen representerar den volym vatten som kan fördröjas i magasinet. Beräkningarna har utförts i enlighet med formler och antaganden i avsnitt 2.3.2.

Tabell 6. Beräknad magasinsvolym för planerat planområde.

Delområde	Reducerad area [m ²]	Magasinsvolym [m ³]
Delområde A	3 465	69
Delområde B	3 240	65
Delområde C	1 480	30
Totalt	8 185	164

Enligt Tabell 6 behövs en total magasinsvolym på 164 m³ för att fördröja 20 mm dagvatten inom kvarteret.

5 Föroreningsberäkningar

Översiktliga beräkningar har utförts i databasen StormTac för föroreningskoncentrationer och -mängder inom området före och efter exploatering. Koncentrationerna och mängderna har summerats för de tre delområdena och redovisas i Tabell 7 och Tabell 8 som fastighetens totala föroreningsbidrag till recipienten. De markanvändningar som använts i beräkningarna återfinns i Tabell 2 och Tabell 4.

De ämnen som analyserats är de 10 standardämnena enligt StormTac plus de 3 tidigare standardämnena i StormTac och de ämnen som enligt VISS ej uppnår god kemisk status för recipienten, dvs polybromerade difenyletrar (PBDE), antracen och tributyltenn. Viktigt att notera att beräkningarna för ämnen utöver de nu 10 standardämnena har en högre osäkerhet då antalet referensvärden inte är lika många som för standardämnena. De halter som presenteras bör endast ses som en indikation på hur förorening förändras vid befintlig och planerad situation och inte som exakta värden. Ämnen som inte är ett av de 10 standardämnena är markerade med gult i Tabell 7 och Tabell 8.

En korrigerad årsmedelbörd på 600 mm/år har använts i enlighet med vad som anges i Dagvatten PM beräkningsmetodik för dagvattenflöde och föroreningstransport (Stockholms stad).



Tabell 7. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) för hela planområdet före och efter exploatering. Koncentrationer som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	120	120
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1500	1500
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	2,7	2,4
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	13	11
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	23	26
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,41	0,44
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	4,3	3,2
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	3,3	3,0
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,021	0,016
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	17000	19000
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	310	140
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0,37	0,70
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,013	0,0098
Antracen (ANT)	$\mu\text{g/l}$	0,012	0,0091
Polybromerad difenyleter 47 (PBDE47)	$\mu\text{g/l}$	0,00018	0,00018
Polybromerad difenyleter 99 (PBDE99)	$\mu\text{g/l}$	0,00023	0,00023
Polybromerad difenyleter 209 (PBDE209)	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,015
Tributyltenn (TBT)	$\mu\text{g/l}$	0,0018	0,0019

Tabell 8. Föroreningsmängder för hela planområdet före och efter exploatering. Mängder som överskrider de för befintlig situation är rödmarkerade.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Planerad situation
Fosfor (P)	kg/år	0,65	0,69
Kväve (N)	kg/år	7,8	8,8
Bly (Pb)	g/år	14	14
Koppar (Cu)	g/år	68	61
Zink (Zn)	kg/år	0,12	0,15
Kadmium (Cd)	g/år	2,2	2,6
Krom (Cr)	g/år	23	19
Nickel (Ni)	g/år	18	18
Kvicksilver (Hg)	g/år	0,11	0,096
Suspenderad substans (SS)	kg/år	92	110
Oljeindex (Olja)	kg/år	1,6	0,82
PAH16	g/år	2,0	4,1
Benso(a)pyren (BaP)	mg/år	70	58
Antracen (ANT)	mg/år	65	53
Polybromerad difenyleter 47 (PBDE47)	mg/år	0,96	1,1
Polybromerad difenyleter 99 (PBDE99)	mg/år	1,2	1,3
Polybromerad difenyleter 209 (PBDE209)	mg/år	80	88
Tributyltenn (TBT)	mg/år	9,3	11

En jämförelse mellan befintlig och planerad situation visar på ökade föroreningskoncentrationer för fem av de beräknade ämnena. När det kommer till föroreningsmängder sker även där en ökning för ett antal ämnen.



6 Dagvattenhantering

6.1 Allmänna rekommendationer

Stockholms stad har angivit riktlinjer för dagvattenhantering i sin dagvattenstrategi som bland annat innebär att stadens vattenkvalitet ska förbättras och att dagvattenhanteringen ska vara robust och klimatanpassad. Riktlinjerna beskrivs i mer detalj i avsnitt 2.2.

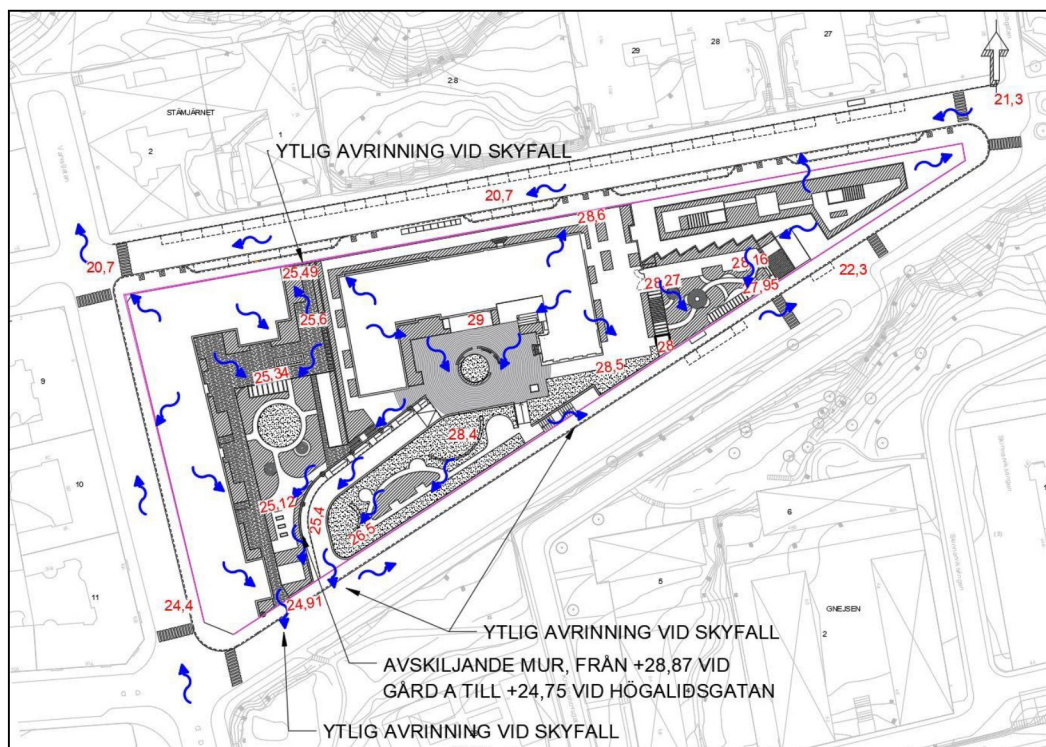
6.1.1 Höjdsättning och översvämningsrisk

Vid kraftigare regn än de dimensionerande 20 mm för dagvattenanläggningen kommer vattnet inte kunna avledas tillräckligt snabbt via det planerade dagvattensystemet på fastigheten. Då måste området vara höjdsatt så att vattnet avrinner från byggnaderna mot områden som kan översvämmas utan skador på byggnader. Svenskt Vatten rekommenderar att nybyggda fastigheter dimensioneras så att marköversvämningsrisker med skador på byggnader sker mer sällan än vart 100:e år (Svenskt Vatten P110, 2016).

För att förhindra att yt- eller dagvatten rinner in i byggnaden måste marken ges en tillräcklig lutning från byggnaden. Avrinningen sker då lämpligast i riktning mot närliggande gator. Dessa avrinningsvägar ska dock ses som sekundära då dagvattnet i förstahand ska omhändertas inom planområdet.

I avsnitt 3.3 presenteras nuvarande lågpunkter och avrinningsvägar. Då den befintliga muren till stor del ska behållas kan höjdsättningen i området inte förändras allt för mycket. Vid detaljprojektering av marken bör ytliga avrinningsvägar med lågstråk utformas för att kunna avleda dagvatten från skyfall till grönområden och vidare till närliggande gator och allmän dagvattenhantering.

I Figur 13 presenteras framtida avrinning vid skyfall utifrån planerad höjdsättning. Den planerade höjdsättningen är inte detaljprojekterad i detta skede. Vid skyfall kommer dimensionerade dagvattenanläggningarna inte kunna ta hand om allt dagvatten. Största delen av dagvattnet från gårdarna kommer då att avrinna ytligt i sydlig riktning mot muren. Det är en liten del av ytan på gård B som kommer avrinna norrut mot muren och mot Heleneborgsgatan. Ytterligare flödesvägar ut från fastigheten förväntas också från taken på hus B och C samt från södra muren mot Högalidsgatan.



Figur 13. Ytlig avrinning vid skyfall utifrån planerad höjdsättning. Höjdsättning erhållen från Funkia 2021-02-18.

6.1.2 Miljöanpassade materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas. Kända material som avger föroreningar är exempelvis takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar. Planen bör därför inte föreskriva material som ger ifrån sig miljöskadliga ämnen som exempelvis zinktak. Byggvaror bör klara egenskapskriterier som satts upp av branschorganisationer såsom BASTA eller Byggvarubedömningen. För att undvika onödigt tillskott av miljöfarliga ämnen är det viktigt att tidigt se över de materialval som ska användas för byggnation.

6.2 Dagvattenlösningar

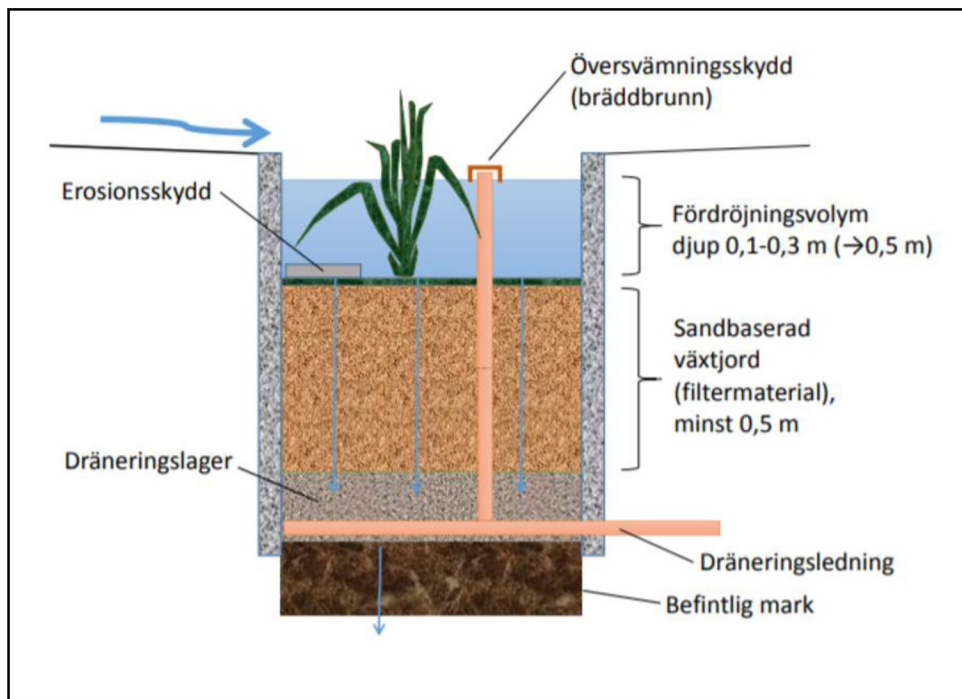
Principen för de dagvattenlösningar som föreslås för området och som presenteras i Bilaga 1, presenteras nedan. Viktigt att notera är att dagvattenlösningarna som presenteras endast är förslag och kan komma att ändras vid ett senare skede.

6.2.1 Växtbädd

Växtbäddar används för att fördröja, infiltrera och rena dagvatten från omgivande hårdgjorda ytor. De byggs upp så att dagvatten kan magasineras under en kort tid i samband med kraftiga regn. Växterna i en växtbädd bör anpassas till områdets förutsättningar och vegetationen kan bestå av gräs, buskar, träd, örter etc. Med en välkomponerad växtmix får man en växtbädd som fyller en teknisk funktion samtidigt som den även medför estetiska och miljömässiga mervärden. Ytterligare fördelar med växtbäddar är växternas förmåga att avdunsta vatten vilket bidrar till ett ännu effektivare omhändertagande av dagvattnet. Växtbäddar kan bidra med grönska och biologisk mångfald, de är även estetiskt tilltalande.



När de naturligt förekommande jordlagren har en begränsad infiltrationskapacitet ska en ledning kopplas från växtbädden till befintligt dagvattensystem. Ledningen bör ha en liten dimension för att fördröja dagvattnet men den ska säkerställa att vattnet kan dräneras inom 48 timmar. Det bör även installeras en bräddledning eller brunn för att undvika översvämningar vid kraftigare regn. Figur 14 visar en principskiss över en växtbädd och Figur 15 och Figur 16 visar exempel på nedsänkt respektive upphöjd växtbädd.



Figur 14. Principskiss på växtbädd (Stockholm stad, 2018).



Figur 15. Exempel på nedsänkt växtbädd (Solna stad dagvattenstrategi, 2018).



Figur 16. Exempel på upphöjd växtbädd som tar emot dagvatten från tak via stuprör (Vinnova, 2014).

6.2.2 Gröna tak

Gröna tak är ett samlingsnamn på olika taklösningar som innefattar organiskt material och kan variera från karg sedum till fullvärdiga trädgårdar. Enligt leverantör kan ett sedumtak (0-2 graders taklutning) med en tjocklek på 50 millimeter magasinera ca 25 l/m² (Svenska Naturtak AB, 2021). Den vanligaste typen av gröna tak i Sverige är tunna gröna tak vilka tar upp ungefär 50 % av årsvolymer. Avrinningskoefficienten för gröna tak ökar succesivt under ett regn och närmar sig 1. Vid kraftiga regn kan ytterligare magasineringsmöjligheter krävas innan avledning till kommunalt ledningsnät sker.

Schablonhalter visar att gröna tak bidrar till läckage av fosfor och kväve (StormTac, 2016). I denna utredning har hänsyn till gröna tak tagits genom en minskad avrinningskoefficient. I Figur 17 visas ett exempel på gröna tak.



Figur 17. Sedumtak kan anläggas både på platta och lutande tak (Svenska Naturtak AB, 2021).

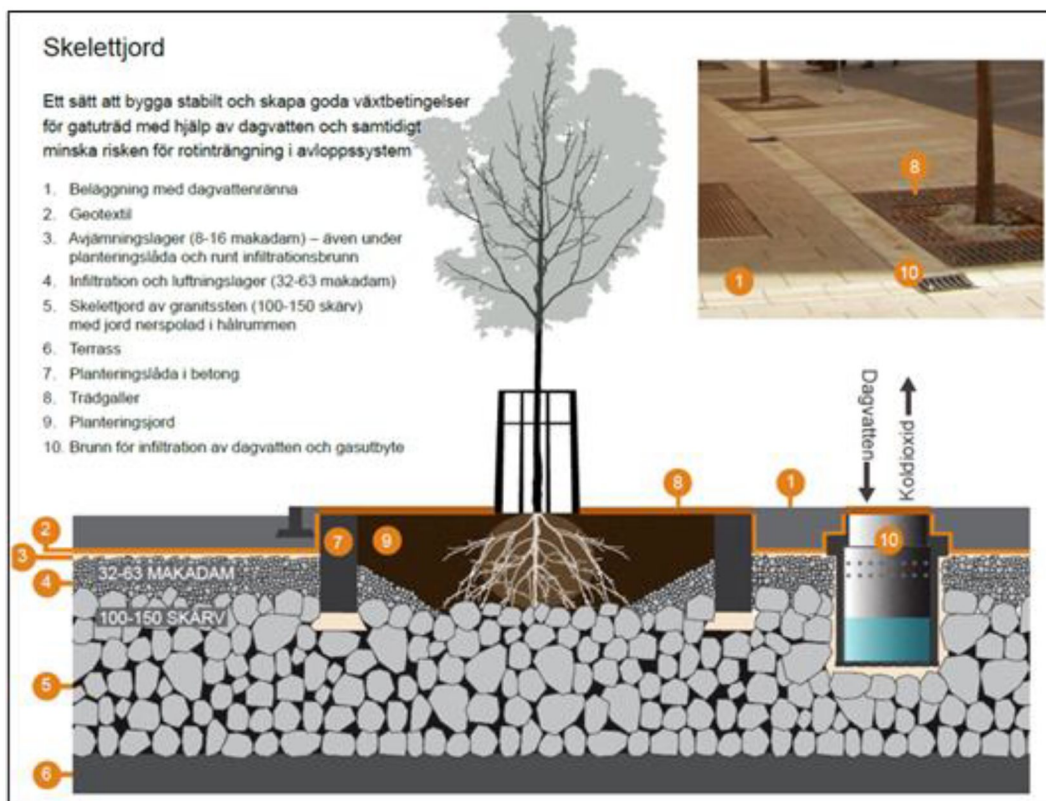
6.2.3 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord statsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett



underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Träd planterade i skelettjord kan dels ta hand om en del av avrinningen, dels bidrar de under växtsäsongen till reningen.

Figur 18 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Vid hög belastning av föroreningar kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum. Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 % och i luftig skelettjord cirka 30 % av den totala volymen.

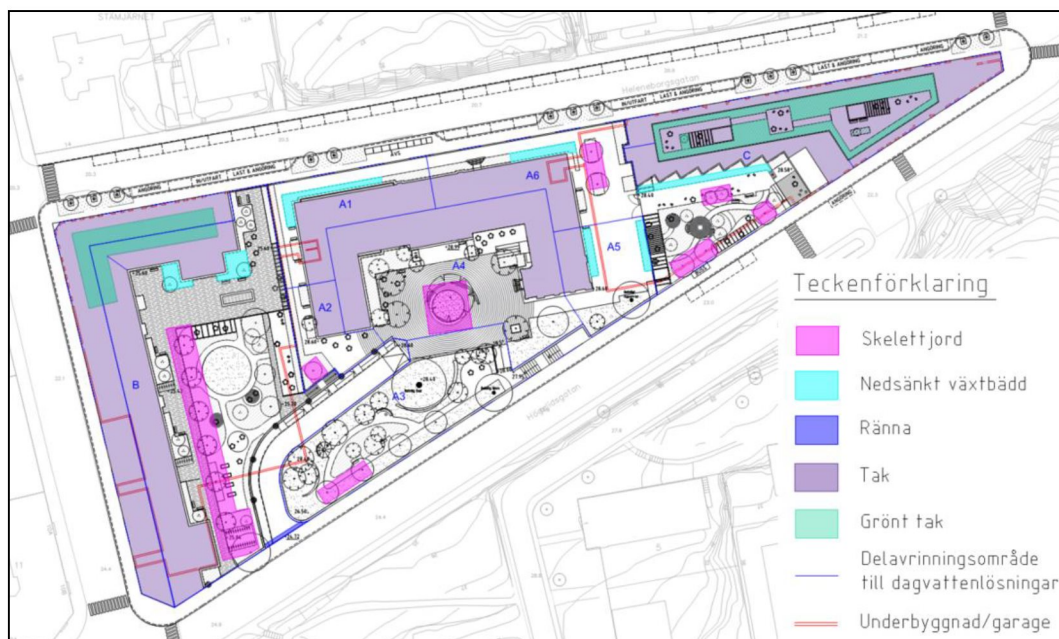


Figur 18. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm Vatten och Avfall, 2021)

Vid låga temperaturer riskerar skelettjordens yta att frysa, vilket minskar infiltrationsförmåga och reningseffekt. Risken för frysning minskar om det är god infiltration. (Stockholm Vatten och Avfall, 2021)

6.3 Föreslagen dagvattenhantering

I Figur 19 (samt i Bilaga 1) ses en översiktlig bild över föreslagen dagvattenhantering för planområdet. Dagvattenlösningar som föreslås är nedsänkta växtbäddar och skelettjordar samt fördröjning på takterrass. Det föreslås även att anlägga rännor på vissa platser för att kunna avleda dagvattnet ytligt till närliggande anläggning.



Figur 19. Förslag på dagvattenlösningar och deras placering.

Då delar av område B och hela område C planeras bli underbyggt, påverkar det valet av dagvattenlösningar. Föreslagna lösningar måste vara täta så att de inte läcker ner i det planerade garaget. Bjälklaget måste också klara av att bära och ha plats för de föreslagna lösningarna. Sektionsplaner visar att avståndet mellan markytan och bjälklaget är åtminstone ca 1 meter, på en del platser ca 1,25 meter.

Växtbäddarna och skelettjordarna har antagits innehålla biokol, vilket är ett bra material både gällande fördröjning och rening av dagvattnet. Det bör dock noteras att biokol är ett dyrt material. Om något annat material väljs istället för biokol kan det innebära att dagvattenlösningarna behöver ta upp en större plats för att kunna fördröja samma volym vatten samt att reningen inte blir lika effektiv.

Enligt den miljötekniska markundersökningen som har gjorts för kvarteret har det påträffats föroreningar som främst består av tungmetaller, PAH och petroleumkolväten (oljeprodukter). Föroreningar har framför allt hittats i kvarterets västra delar, i delområde B. Gården i delområde B planeras att bli underbyggd med garage vilket innebär att markföroreningar kommer att försvinna då jordmassor schaktas bort. Detsamma gäller för markföroreningar som påträffats i delområde C, eftersom ett underjordiskt garage planeras där med.

Nedan beskrivs lösningsförslaget i mer detalj uppdelat i delområde A, B och C.

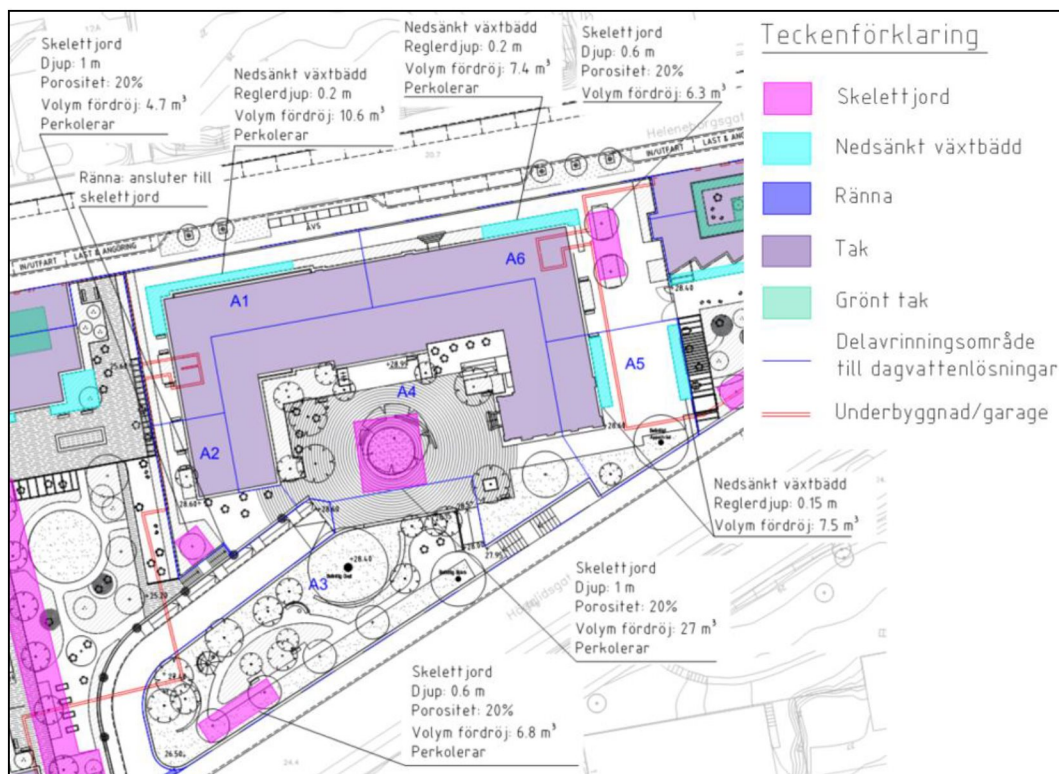
6.3.1 Delområde A

Byggnaden i delområde A är befintlig och dagvatten från tak leds idag via stuprör ner till ett befintligt dagvattensystem på fastigheten. Några säkra uppgifter om befintliga dagvattenledningar på fastigheten har inte erhållits. Delområde A har delats in i 6 mindre avrinningsområden, A1-A6, utifrån den planerade höjdsättningen på situationsplanen samt hur takavvattningen ser ut. Dagvatten från respektive avrinningsområde leds ytligt eller i ledning/stuprör till antingen en skelettjord eller nedsänkt växtbädd, se Figur 20. De



ytor som visas i Figur 19 motsvarar det som behövs för att uppnå åtgärdsnivåns fördröjningskrav gällande fördröjning av 20 mm nederbörd.

En del av trappan i delområde A3 leds inte till någon dagvattenanläggning, utan vattnet kommer att avrinna direkt mot gatan. Övriga ytor inom delområde A3 avleds till dagvattenanläggning som är dimensionerade för att kompensera för flödet från delen av trappan som leds direkt till gatan.



Figur 20. Delområde A med föreslagna lösningar.

I Tabell 9 presenteras dagvattenlösningarna inom avrinningsområde A1-A6 och dess fördröjningsvolym enligt åtgärdsnivå samt utformning av dagvattenlösning.

Tabell 9. Föreslagna dagvattenlösningar för avrinningsområde A1-A6 samt dagvattenlösningarnas fördröjningsvolym.

Avrinningsområde	Dagvattenlösning	Fördröjningsvolym [m ³]	Utformning
A1	Nedsänkt växtbädd	10,6	Reglerdjup: 0,2 m
A2	Skelettjord	4,7	Djup: 1 m Porositet: 20 %
A3	Skelettjord	6,8	Djup: 0,6 m Porositet: 20 %
A4	Skelettjord	27	Djup: 1 m Porositet: 20 %
A5	Två nedsänkta växtbäddar	7,5	Reglerdjup: 0,15 m
A6	Nedsänkt växtbädd	7,4	Reglerdjup: 0,2 m
A6	Skelettjord	6,3	Djup: 0,6 m Porositet: 20 %
Totalt		70,3	



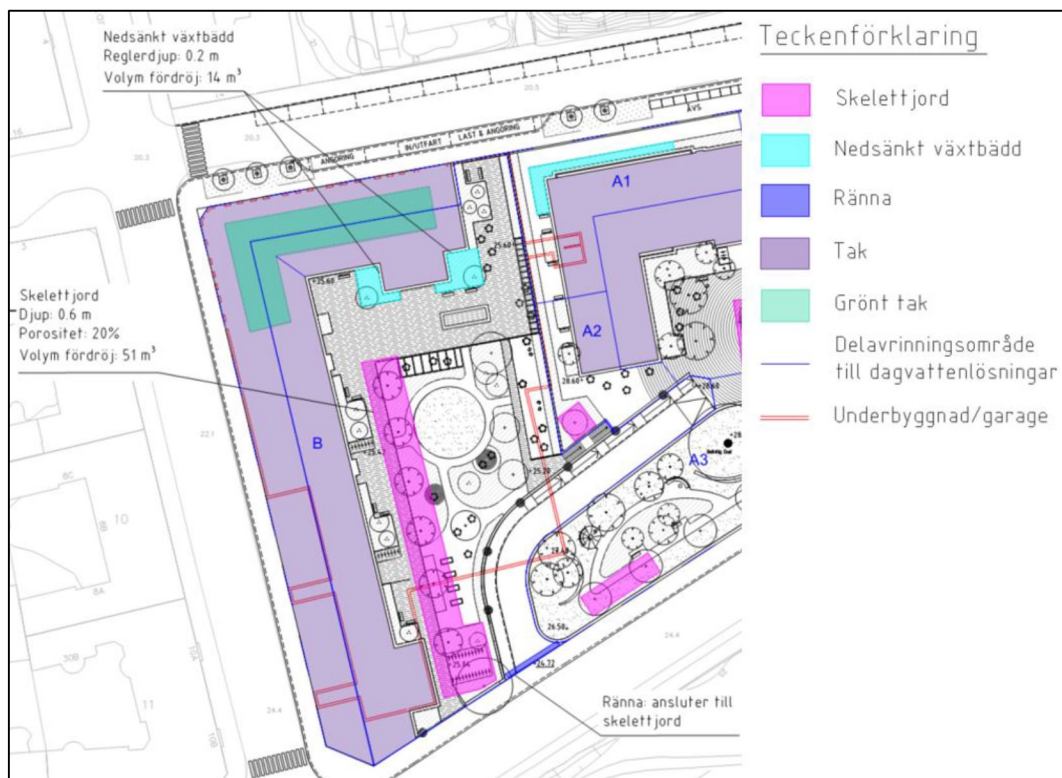
6.3.2 Delområde B

Då hus B är placerad vid fastighetsgräns kommer en viss del av dagvattnet att avrinna direkt mot gatan, övriga ytor inom delområde B avleds till dagvattensystem som är dimensionerade för att kompensera för flödet från taket som leds direkt till gatan.

I delområde B föreslås dagvatten främst ledas till en gemensam skelettjord som binder samman flera av träden på gården, se Figur 21. Dagvatten från närliggande tak, väster om skelettjorden, leds till skelettjorden, förslagsvis via utkastare och yttlig avrinning i rännदार på plattytorna. Det föreslås att höjdsättningen justeras något så att dagvatten från gårdsytorna kan rinna till skelettjorden. Dagvatten från biluppfarten föreslås att ledas via en ränna till skelettjorden för att förhindra att dagvatten rinner direkt ut på Högalidsgatan. I förslaget som presenteras i Figur 21 är skelettjorden 0,6 meter djup och har en porositet på 20 %. Detta ger en volym på 51 m³. Skelettjorden kan eventuellt behöva vara lite djupare i den södra delen för att vatten ska kunna ledas från rännan vid infarten till magasinet.

I norra delen av delområde B avrinner dagvatten från gårdsytan mot Heleneborgsgatan enligt planerad höjdsättning. För att ta hand om dagvatten från denna del av gårdsytan samt takdagvatten från husets norra delar föreslås nedsänkta växtbäddar längs med huset, se Figur 21. Växtbäddarna föreslås ha ett reglerdjup på 0,2 meter vilket ger en fördröjningsvolym på 14 m³.

Eftersom större delen av delområdet är tänkt att vara underbyggt med garage, behöver magasin vara täta i botten och försedda med dräneringsledning som efter fördröjning och rening leder vattnet till servisledning. Hus B är placerat i fastighetsgräns intill hela fastighetens två dagvattenserviser. Det tittas på möjligheten att justera dagvattenservisens läge på Högalidsgatan så att servisen kan placeras i höjd med skelettjorden inom område B. Detta underlättar framtida underhåll av servisen och anslutningen från fastigheten.



Figur 21. Delområde B med föreslagna lösningar.

Ytorna för dagvattenlösningar som redovisas i Figur 21 motsvarar de ytorna som krävs för att uppnå åtgärdsnivåns fördröjningskrav. En sammanfattning av de föreslagna dagvattenlösningarna i delområde B och dess fördröjningsvolym samt utformning redovisas i Tabell 10.

Tabell 10. Föreslagna dagvattenlösningar för delavrinningsområde B samt dagvattenlösningarnas fördröjningsvolym.

Avrinningsområde	Dagvattenlösning	Fördröjningsvolym [m ³]	Utformning
Mot växtbädd	Nedsänkt växtbädd	14	Reglerdjup: 0,2 m
Mot skelettjord	Skelettjord	51	Djup: 0,6 m Porositet: 20 %
Totalt		65	

6.3.3 Delområde C

Hus C är också placerad vid fastighetsgräns vilket innebär att en viss del av dagvattnet kommer att avrinna direkt mot gatan, medan övriga ytor inom delområde C avleds till dagvattensystem som är dimensionerade för att kompensera för flödet från taket som leds direkt till gatan.

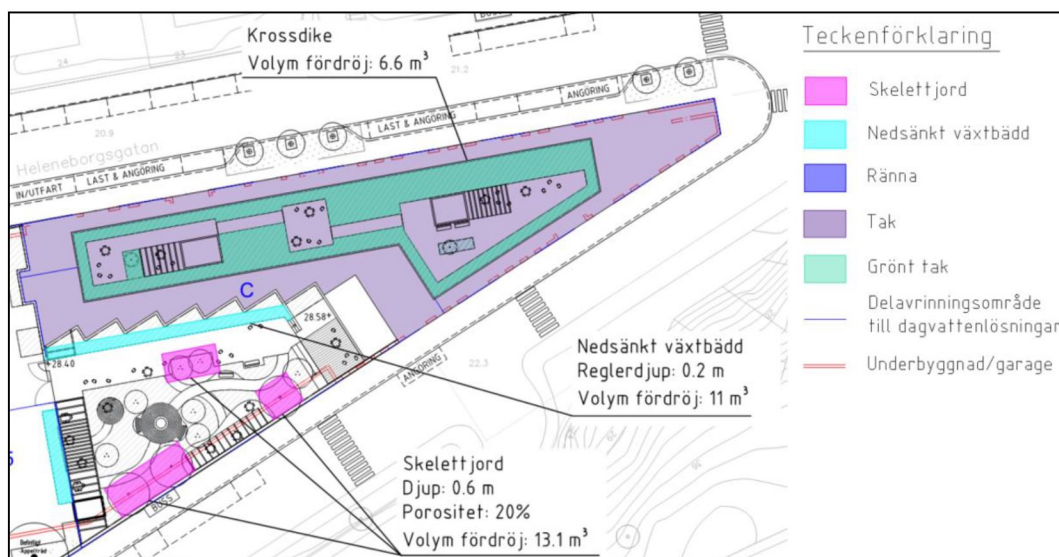
Takterrassen i delområde C planeras bestå av ängsgräs/biotoptak och trädäck. Vatten som faller på takterrassen föreslås omhändertas och fördröjas på takterrassen genom ett tunt makadammagasin placerat under biotoptaket. Uppbyggnaden av magasinet och biotoptaket behöver samordnas i ett senare skede med konstruktör och landskapsarkitekt. Utformningen på makadammagasinet begränsas av takterrassens utformning och höjdbestämmelserna för hus C. Om det i ett senare skede inte är möjligt att lösa fördröjningen inom takterrassen kan den volym som behöver fördröjas på



terrassen istället fördröjas inom gården i delområde C genom att ändra utformningen på skelettjordarna så att de kan ta hand om en större volym än redovisat i lösningsförslaget. Dagvattnet från takterrassen behöver då ledas mot gård C.

Dagvatten från taket som avrinna mot innergården föreslås ledas till en nedsänkt växtbädd, se Figur 22. Med förslaget reglerdjup på 0,2 meter kan växtbädden omhänderta en volym på 11 m³. I botten av växtbädden finns dräneringsledningar. Bräddning och dränering sker till dagvattenledning på fastighet som sedan leder till allmän dagvattenledning via servisledning för dagvatten. Växtbäddarna ska vara täta med hänsyn till bjälklag och underbyggnad.

Skelettjordar föreslås att omhänderta och rena dagvatten från gårdsytorna i delområde C. Den planerade höjdsättningen gör så att vatten kommer avrinna mot muren och därför föreslås skelettjordar till de planerade träden närmast muren, se Figur 22. Den norra skelettjorden kan bindas samman med växtbädden och då omhänderta takdagvatten också. Skelettjordarna föreslås ha ett djup på 0,6 meter och porositet på 20 %. Detta ger en volym på 13,1 m³.



Figur 22. Delområde C med föreslagna lösningar.

De ytor som redovisas i Figur 22 motsvarar det som behövs för att uppnå åtgärdsnivåns fördröjningskrav. En sammanfattning av de föreslagna dagvattenlösningarna i delområde C och dess fördröjningsvolym samt utformning redovisas i Tabell 11.

Tabell 11. Föreslagna dagvattenlösningar för delavrinningsområde C samt dagvattenlösningarnas fördröjningsvolym.

Avrinningsområde	Dagvattenlösning	Fördröjningsvolym [m ³]	Utformning
Takterrass	Makadammagasin	6,6	Bör samordnas med konstruktör
Mot växtbädd	Nedsänkt växtbädd	11	Reglerdjup: 0,2 m
Mot skelettjord	Skelettjord	13,1	Djup: 0,6 m Porositet: 20 %
Totalt		30,7	



6.3.4 Påverkan av säsongsvariationer

Vid torka under sommartid är det viktigt att säkerställa att det finns en tillräcklig fuktighet för sedumtak och biotopik för att växterna ska kunna klara sig och att funktionen av det gröna taket inte förloras om växtligheten torkar ut.

För växtbäddarna är fördröjningsvolymen baserad på reglervolymen, det innebär att fördröjningen kommer ske även då filtermaterialet är fruset. Filtringen kommer att ske långsammare och vattnet riskerar att brädda och frysa. Under sommarhalvåret kan bevattning krävas om det är längre perioder av torka.

Under vinterhalvåret riskerar skelettjorden att frysa och infiltrationen minskar. Det innebär en mindre reningseffekt och fördröjning. Det är också viktigt att under våren rensa bort det grus som använts mot halka under vinterhalvåret för att minimera risken att skelettjorden täpps till.

6.4 Flödesberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning

Med föreslagna dagvattenåtgärder, redovisade i Bilaga 1, fördröjs dagvattnet. I Tabell 12 presenteras det beräknade utflödet från planområdet och de olika dagvattenåtgärderna. Notera dock att flödet kan variera beroende på utformning av utloppen.

Tabell 12. Förväntat flöde efter fördröjning inom fastigheten.

Delområde	Avrinningsområde	Fördröjningsvolym i föreslagen anläggning [m³]	Utflöde för 10-årsregn utan klimatfaktor [l/s]	Utflöde för 30-årsregn med klimatfaktor [l/s]	Kommentar
A	A1	10,6	1,2	3,6	Avleds till kommunalt ledningssystem
	A2	4,7	0,6	1,4	Avleds till kommunalt ledningssystem
	A3	6,8	2	4	Avleds till kommunalt ledningssystem
	A4	27	2,8	8,4	Avleds till kommunalt ledningssystem
	A5	7,5	0,6	1,6	Avleds till kommunalt ledningssystem
	A6	13,7	1,6	4,4	Avleds till kommunalt ledningssystem
	A (trappa)	-	1,7	3,1	Ingen rening, avrinner ytligt
B	B, utan rening mot gata	-	18	33	Avrinner utan fördröjning till gata/ledning
	B, mot växtbädd	14	0,2	0,2	Avleds till kommunalt ledningssystem
	B, mot skelettjord	51	6,4	19	Avleds till kommunalt ledningssystem
C	C, utan rening mot gata	-	10	18	Avrinner utan fördröjning till gata/ledning
	C, terrass	6,6	0,4	1	Avleds till kommunalt ledningssystem
	C, mot växtbädd	11	0,4	1	Avleds till kommunalt ledningssystem
	C, mot skelettjord	13,1	0,2	0,4	Avleds till kommunalt ledningssystem
Total			46	99	

Det befintliga utflödet från planområdet har beräknats till 170 l/s för ett 10-årsregn och 245 l/s för ett 30-årsregn (avsnitt 4.1.2). Efter föreslagna fördröjningsåtgärder förväntas utflödet minska med 124 l/s och 146 l/s för ett 10-årsregn respektive 30-årsregn jämfört med befintligt utflöde.



6.5 Föroreningsberäkningar efter föreslagen dagvattenlösning

De dagvattenlösningarna som rekommenderas i avsnitt 6.3 används i detta kapitel för översiktliga beräkningar av planområdets slutgiltiga föroreningsbidrag till recipienten Mälaren-Riddarfjärden.

Tabell 13 och Tabell 14 redovisar de totala föroreningskoncentrationerna och föroreningsmängderna efter föreslagna åtgärder för dagvattenhanteringen inom fastigheten. Åtgärderna innefattar anläggningar i form av växtbäddar och skelettjordar. Anläggningarna har antagits innehålla biokol. Delar av tak på hus B och C samt del av trappa i område A leds inte till någon dagvattenanläggning och därmed har ingen rening antagits. Beräkningarna har utförts i databasen StormTac med en årsmedelnederbörd på 600 mm/år.

Tabell 13. Föroreningskoncentrationer ($\mu\text{g/l}$) före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Ämnen som inte är ett av de 10 standardämnena är markerade med gult.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Efter föreslagen dagvattenlösning
Fosfor (P)	$\mu\text{g/l}$	120	51
Kväve (N)	$\mu\text{g/l}$	1500	500
Bly (Pb)	$\mu\text{g/l}$	2,7	0,78
Koppar (Cu)	$\mu\text{g/l}$	13	3,9
Zink (Zn)	$\mu\text{g/l}$	23	7,3
Kadmium (Cd)	$\mu\text{g/l}$	0,41	0,16
Krom (Cr)	$\mu\text{g/l}$	4,3	1,4
Nickel (Ni)	$\mu\text{g/l}$	3,3	1,7
Kvicksilver (Hg)	$\mu\text{g/l}$	0,021	0,0064
Suspenderad substans (SS)	$\mu\text{g/l}$	17000	6800
Oljeindex (Olja)	$\mu\text{g/l}$	310	29
PAH16	$\mu\text{g/l}$	0,37	0,17
Benso(a)pyren (BaP)	$\mu\text{g/l}$	0,013	0,0055
Antracen (ANT)	$\mu\text{g/l}$	0,012	0,0043
Polybromerad difenyleter 47 (PBDE47)	$\mu\text{g/l}$	0,00018	0,000084
Polybromerad difenyleter 99 (PBDE99)	$\mu\text{g/l}$	0,00023	0,00011
Polybromerad difenyleter 209 (PBDE209)	$\mu\text{g/l}$	0,015	0,0069
Tributyltenn (TBT)	$\mu\text{g/l}$	0,0018	0,00086



Tabell 14. Föroreningsmängder före exploatering och efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar. Ämnen som inte är ett av de 10 standardämnena är markerade med gult.

Förorening	Enhet	Befintlig situation	Efter föreslagen dagvattenlösning
Fosfor (P)	kg/år	0,65	0,30
Kväve (N)	kg/år	7,8	2,9
Bly (Pb)	g/år	14	4,6
Koppar (Cu)	g/år	68	23
Zink (Zn)	kg/år	0,12	0,042
Kadmium (Cd)	g/år	2,2	0,92
Krom (Cr)	g/år	23	8,4
Nickel (Ni)	g/år	18	9,9
Kvicksilver (Hg)	g/år	0,11	0,038
Suspenderad substans (SS)	kg/år	92	40
Oljeindex (Olja)	kg/år	1,6	0,17
PAH16	g/år	2,0	1,0
Benso(a)pyren (BaP)	mg/år	70	32
Antracen (ANT)	mg/år	65	25
Polybromerad difenyleter 47 (PBDE47)	mg/år	0,96	0,49
Polybromerad difenyleter 99 (PBDE99)	mg/år	1,2	0,62
Polybromerad difenyleter 209 (PBDE209)	mg/år	80	40
Tributyltenn (TBT)	mg/år	9,3	5,0

Med föreslagna dagvattenlösningar beräknas samtliga föroreningskoncentrationer och -mängder minska jämfört med befintlig situation (se Tabell 13).

I Tabell 15 presenteras förväntad reningseffekt för respektive dagvattenanläggning. Reningseffekten är större för växtbäddar jämfört med skelettjordar.

Tabell 15. Reningseffekt för de 10 standardämnena från respektive dagvattenanläggning.

Område	Reningseffekt [%]									
	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	PAH16
A1 (växtbädd)	82	70	82	86	90	90	62	78	70	95
A2 (skelettjord)	65	80	72	66	80	80	65	41	60	80
A3 (skelettjord)	65	80	77	72	82	56	63	13	65	80
A4 (skelettjord)	65	80	71	64	79	84	68	49	58	80
A5 (växtbädd)	76	70	88	87	95	84	64	77	78	95
A6 (skelettjord)	65	81	78	67	84	76	60	31	65	80
A6 (växtbädd)	83	70	83	85	92	90	63	79	72	95
B (skelettjord)	65	80	78	68	83	82	71	53	65	80
B (växtbädd)	85	70	93	85	95	90	73	84	61	95
C (skelettjord)	65	82	90	69	87	46	43	0	65	80
C (växtbädd)	85	70	88	81	95	90	69	85	8,5	94
C (terrass)	70	65	91	65	84	54	43	19	65	80



7 Slutsats och rekommendationer

Genomförda flödesberäkningar visar att flödet för planerad situation utan fördröjningsåtgärd vid 30- och 100-årsregn ökar med 91 l/s respektive 183 l/s jämfört med befintlig situation.

För att fördröja 20 mm regn i enlighet med Stockholms stads åtgärdsnivå, behövs en total magasinvolym på ca 164 m³. Behovet av magasinvolym kan förändras beroende på kvarterets framtida utformning gällande t.ex. andel hårdgjorda ytor.

Som lösningar i delområde A föreslås fördröjning med växtbäddar och skelettjordar med en total fördröjningsvolym på 70 m³. Utformning och placering av de nedsänkta växtbäddarna som föreslås invid det befintliga huset i delområde A kan behöva justeras i ett senare skede när det finns mer information om hur det ser ut under marken. I delområde B föreslås främst en skelettjord med en fördröjningsvolym på 51 m³, en viss del av tak och gården avleds till växtbäddar med en volym på 14 m³. En del av taket på hus B avleds direkt till kommunalt ledningssystem då huset är placerat vid fastighetsgräns. Det dagvattnet renas inte. Skelettjorden inom område B är dimensionerat för att kompensera för att det flöde från taket som avleds direkt till gatan. Samma princip gäller för område C där även en del av det taket avleds direkt till kommunala dagvattensystemet. Dagvattenanläggningarna inom delområde C har dimensionerats för att kompensera för det flödet. I område C föreslås växtbäddar och skelettjordar på gården med en total fördröjningsvolym på 23,5 m³. Dagvatten från takterrassen föreslås fördröjas i ett grunt makadammagasin uppe på terrassen, under biotoptaket. Uppbyggnaden av biotoptaket och dess lager och material behöver samordnas med landskapsarkitekter i senare skede. Fördröjningen på takterrassen behöver också samordnas med konstruktörer i senare skede för att ta hänsyn till tillkommande laster. Fördröjningsvolymen för terrassen är 6,6 m³. Eftersom stora delar av utredningsområdet planeras att vara underbyggt, behöver dagvattenlösningarna vara täta.

Föroreningsberäkningar i StormTac visar att samtliga undersökta föroreningshalter- och koncentrationer reduceras med föreslagna dagvattenlösningar. Den förbättring som föreslagna dagvattenlösningar skapar för föroreningsbelastningen från området gör att planområdet inte bedöms bidra med någon försämring av miljö kvalitetsnormer i recipienten.

I dagvattenutredningen presenteras förslag på dagvattenlösningar utifrån de förutsättningar som finns idag. I senare skede kan dagvattenlösningarnas utformning och placering behöva justeras efter nya förutsättningar och i samråd med andra teknikområden som t.ex. landskapsarkitekter och konstruktörer. Det är då viktigt att säkerställa att fördröjningsvolymen fortfarande uppfylls även om dagvattenlösningarnas utformning förändras. Total fördröjningsvolym för fastigheten är ca 164 m³.



8 Referenser

HaV, 2016. Miljökvalitetsnormer.

<https://www.havochvatten.se/hav/vagledninglagar/vagledningar/miljokvalitetsnormer/miljokvalitetsnormer.htm> (2018-02-05)

Solna stad dagvattenstrategi

<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>
(2018-03-28)

Stockholm stad, Nedsänkt växtbädd

<http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder-for-vattenrening/nedsankt-vaxtbadd/> (2018-03-28)

Stockholm Vatten och Avfall, Skelettjord

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf
(2021-02-23)

Stockholms stad, *Stockholms skyfallsmodell*

<http://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/skyfall/stockholms-skyfallsmodellering/> (2021-02-25)

Stockholm stad, Avsättningsmagasin

http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/avmag_h.pdf
(2018-12-18)

Svenska Naturtak AB, Sedumtak 0-2

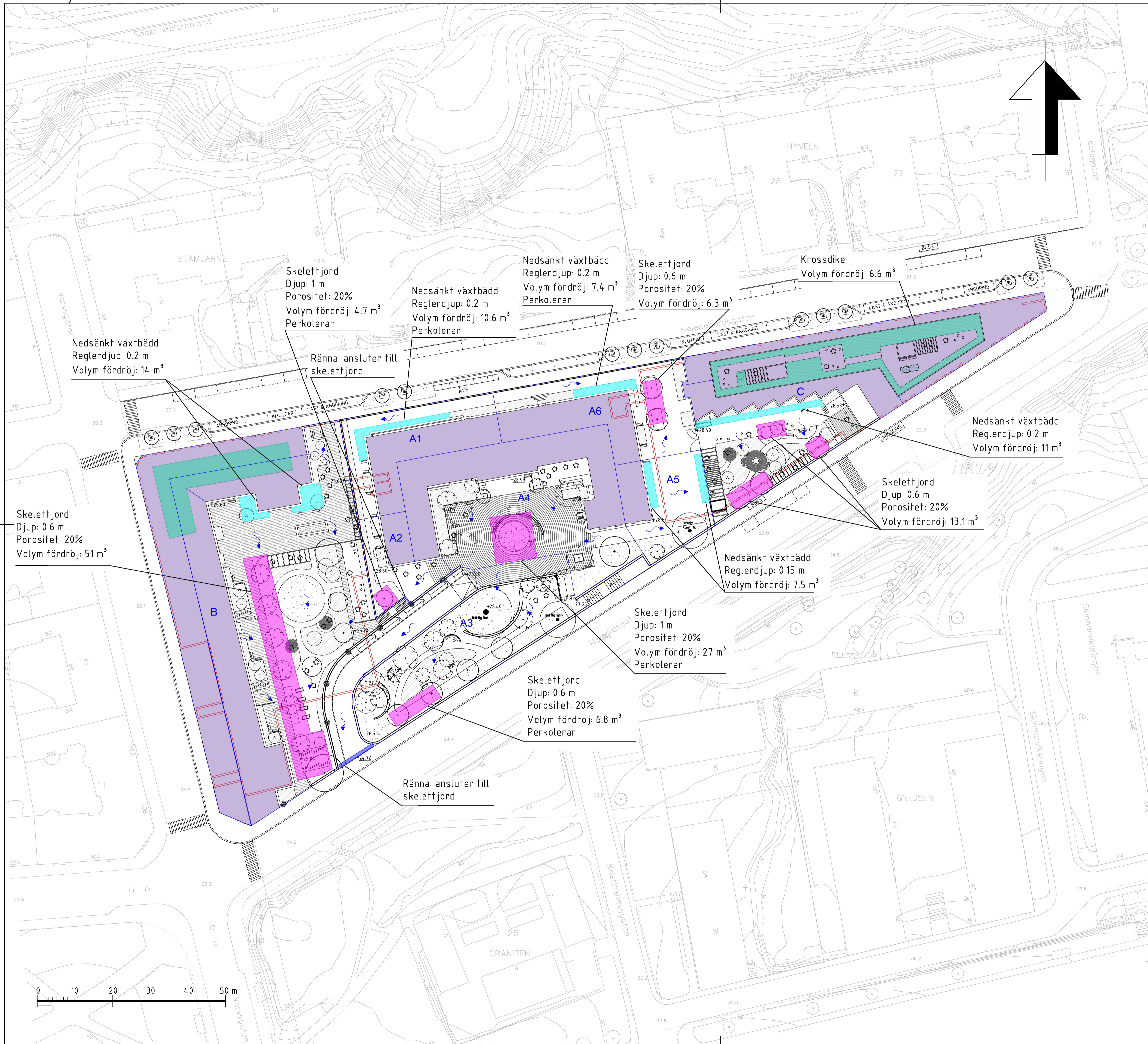
<https://www.svenskanaturtak.se/taklosningar/sedum-0-2> (2021-03-05)

Vinnova. T. Lindfors, H. Bodin-Sköld, T. Larm Grågröna systemlösningar för hållbara städer - Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer, 2014.



Bilagor

Bilaga 1 Förslag på dagvattenlösningar och deras placering



Teckenförklaring

- Skelett jord
- Nedsänkt växtbädd
- Ränna
- Tak
- Grönt tak
- Delavrinningsområde till dagvattenlösningar
- Underbyggnad/garage
- Ytlig avrinning

Anmärkningar

Dagvattenlösningarna och dess utformning är baserat på åtgärdsnivån. Notera att de redovisade dagvattenlösningarna endast är ett förslag och kan komma att ändras i ett senare skede.

Koordinatsystem: SWEREF99 18 00
 Höjdsystem: RH2000

REV	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	GODK	DATUM	VV DATUM	VV DIARENUMMER	
			BILAGA 1				
			BORGERSKAPET YXAN 4				
			FÖRSLAG DAGVATTENHANTERING				
			PLAN				
UPPDRAGSANSVARIG	H. GUSTAVSSON	UPPDRAGSNUMMER	761467	KONSTR	L. GIDLÖF	GRANSK	Z. SEFANE
STOCKHOLM	2021-03-05	OBJEKT NR		FORMAT	A1	SKALA	1:500
		RITNINGSNR					REV

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2021-10-06, Dnr 2016-14630