

Dagvattenutredning

Södalsbacken

Status

Beställare
Bonava Sverige AB

Datum
2018-09-13

Rev
2019-02-13
2019-04-18
2019-06-14
2019-10-29
2019-12-10
2020-02-21
2020-05-08

Uppdragsansvarig
Hanna Gustavsson

Handläggare
Zanna Sefane
Hanna Gustavsson

Datum
2018-09-13

Rev.
2019-02-13
2019-04-18
2019-06-14
2019-10-29
2019-12-10
2020-02-21
2020-05-08

Projekt-ID
740354

Projekt-ID
6003084

Mottagare
Bonava Sverige AB
Lindhagensgatan 72
112 18 Stockholm
Sverige

Sammanfattning

ÅF Infrastructure AB har på uppdrag av Bonava tagit fram en dagvattenutredning för Klockarbacken 10, Huddinge kommun. Fastigheten ligger strax öster om Huddinge centrum. Inom planområdet planeras byggnation av 3 punkthus med ett gemensamt berggrumsgarage under 2 av bostäderna samt en förskola med utegård.

Dagvattenflöden på områdena som ska exploateras har uppskattats till 98 l/s i dagsläget för ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet/rinntid. Motsvarande regn efter exploatering med klimatfaktor 1,25 uppgår till 151 l/s. För grönområden som inte exploateras är skillnaden i flöde 21 l/s, denna ökning beror på klimatfaktorn som används vid beräkning av framtida flöden. För Sjödalsbacken ökar flöden vid utformning enligt Huddinge kommuns gatusektion från 63 l/s i dagsläget till 85 l/s för planerad situation. Dagvattenflödet vid ett 20-årsregn efter exploatering är totalt 340 l/s. Med föreslagna dagvattenåtgärder fördröjs flödet till 149 l/s.

Innehållet av föroreningar ökar efter exploatering om reningsåtgärder inte implementeras. Eftersom recipienten Trehörningen idag är näringsrik är det särskilt viktigt att tillförseln av näring minskar. Målhalten enligt Huddinge kommuns *Åtgärdsprogram för Trehörningen 2015-2021* är att halten i sjön ska nå ner till 28 µg/l till år 2021. Genom att detaljplanen genomförs beräknas fosforhalten minska från befintliga 110 µg/l till 68 µg/l om föreslagna reningsåtgärder för det exploaterade området implementeras. Föreslagna alternativ för rening och fördröjning av dagvattnet är regnbäddar, kassettmagasin och fördröjningsmagasin fyllt av leca/makadam. För Sjödalsbacken föreslås att de träd som ska placeras längs med gatan enligt gatusektionen planteras i skelettjord. Totala volymen som behöver fördröjas från gatan är ca 46 m³. Då en sådan lösning implementeras reduceras föroreningsbelastningen per år för gatan till under dagens nivåer. För hela planområdet med de olika reningsåtgärderna för varje delområde reduceras totala föroreningshalterna och mängderna till under dagens nivåer.

Flöde vid ett 100-årsregn uppgår till ca 716 l/s för planområdet. Då området ligger på en bergknalle finns det naturliga sekundära avrinningsvägar längs Sjödalsbacken mot Sjödalsvägen och Klockarvägen samt mot sydöst. Med god höjdsättning i plan bedöms riskerna för att området översvämmas som låga.

Viktigt är att alla lösningar utformas så att en effektiv rening uppnås samt att miljöskadliga ämnen undviks vid val av material för att avrinningen inte ska belasta ledningsnät och recipient mer än i dagsläget. Med föreslagna fördröjningsåtgärder på exploaterad mark erhålls önskat fördröjningskrav och den totala föroreningsbelastningen på recipienten minskar. Sammantaget bedöms inte detaljplaneområdet påverka Trehörningen eller de recipienter nedströms som berörs av MKN mer än det gör i dagsläget. Bedömningen baseras på att fördröjningskravet följs, rening av dagvatten till under dagens nivåer uppnås samt att grundvattnet inte påverkas av sulfid i berg.

Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund	1
1.2	Uppdragsbeskrivning.....	1
2	Förutsättningar	1
2.1	Underlag.....	1
2.2	Dagvattenstrategi.....	3
2.3	Hydrologiska beräkningsmetoder	3
2.3.1	Flöden.....	3
2.3.2	Föroreningsberäkningar	4
2.4	Miljökrav på recipient för dagvatten	4
2.4.1	Recipient för planområdet	4
2.4.2	Miljökvalitetsnormer för vatten.....	4
2.4.3	Status och målnivåer i recipient Trehörningn	5
2.5	Vattenskyddsområde	5
2.6	Markavvattningsföretag och vattendomar.....	5
3	Områdets förutsättningar	6
3.1	Planbeskrivning	6
3.2	Geotekniska förhållanden	6
3.2.1	Markförhållanden	6
3.2.2	Grundvattennivåer	7
3.2.3	Sättningskänslig mark	8
3.2.4	Markföroreningar	9
3.2.5	Sulfid i berg.....	9
3.3	Avrinningsområden och avvattningssvågar.....	9
3.4	Lågpunktskartering	10
3.5	Omkringliggande detaljplaner.....	11
4	Markanvändning och flödesberäkningar	12
4.1	Befintlig situation	12
4.1.1	Område A	12
4.1.2	Område B	13
4.1.3	Oexploaterade grönområden N1-N4	13
4.1.4	Sjödalsbacken.....	13

4.1.5	Befintligt flöde från planområdet	14
4.2	Planerad situation	14
4.2.1	Område A	15
4.2.2	Område B	15
4.2.3	Oexploaterade grönområden N1-N4	16
4.2.4	Sjödalsbacken.....	17
4.2.5	Framtida flöde från planområdet	17
4.3	Magasinsvolym.....	17
4.3.1	Avrinningsområde A.....	17
4.3.2	Avrinningsområde B.....	18
4.3.3	Garageinfart	18
4.3.4	Oexploaterat grönområde N1-N4	18
4.3.5	Sjödalsbacken.....	18
4.3.6	Sammanställning	19
5	Föroreningsberäkningar	19
5.1.1	Område A och B	20
5.1.2	Oexploaterat grönområde N1-N4	22
5.1.3	Sjödalsbacken.....	22
5.1.4	Föroreningar från planområdet	23
6	Dagvattenhantering	24
6.1	Principlösningar för dagvattenhantering	25
6.1.1	Regnbädd	25
6.1.2	Fördröjningsmagasin med fyllning	26
6.1.3	Kassetmagasin	26
6.1.4	Träd i skelettjord	26
6.1.5	Dagvattenhantering ovanför bjälklaget	27
6.2	Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde A	28
6.3	Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde B.....	28
6.3.1	Föreslagen dagvattenhantering på garageinfarten	29
6.4	Föreslagen dagvattenhantering på lokalgatan Sjödalsbacken.....	29
6.5	Flöden efter dagvattenhantering.....	30
7	Flöden vid skyfall.....	31
7.1	Flöden vid 100-årsregn	31
7.1.1	Framtida skyfallsflöde från planområdet.....	33

7.2	Höjdsättning och översvämningsrisk	33
7.3	Huddinge kommuns skyfallsmodell	33
8	Slutsats och rekommendationer	36
9	Referenser	38
	Bilaga 1	39
	Bilaga 2	

1 Inledning

1.1 Bakgrund

ÅF Infrastructure AB har på uppdrag av Bonava tagit fram en dagvattenutredning för Klockarbacken 10, Huddinge kommun. Fastigheten ligger strax öster om Huddinge centrum. Inom planområdet (Figur 1) planeras byggnation av 3 punkthus med ett underjordiskt garage under 2 av bostäderna samt en förskola med utegård. Planen syftar även till att göra det intilliggande grönområdet, Sjödalsparken, tillgängligt.

Detaljplanen har varit på samråd.



Figur 1. Snedbild över planområdet, ungefärlig planområdesgräns markerad med röd streckad linje (Källa: Planbeskrivning, 2017).

1.2 Uppdragsbeskrivning

I denna rapport kommer hela planområdet att beskrivas. Planområdet har delats upp i tre delar: områden som ska exploateras, områden som inte ska exploateras och områden som tillhör lokalgatan.

I rapporten kommer ÅF enligt uppdrag att redovisa:

- befintliga och framtida dagvattenflöden och flödesriktningar inom planområdet
- befintlig och framtida markanvändning inom planområdet
- befintlig och framtida belastning och koncentration av föroreningar i dagvattnet från planområdet
- en sammanfattning av hydrogeologiska förhållanden
- eventuella översvämningsrisker efter exploatering.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

Följande PM Dagvatten har använts som underlag:

- ÅF Infrastructure AB. 2017 (Rev A 2018-03-02). *Tekniskt PM Yttre VA och ledningssamordning - Sjödalsbacken, Huddinge*
- MarkTema AB. 2016 (Rev. 2018-02-07). *Sjödalsbacken PM Dagvatten och VA-försörjning*

Följande underlag för planområdet har använts i denna utredning:

Underlag	Datum
Grundkarta över planområdet	2016-06-16
Landskapsmodell	2018-04-06
Vägmodell	2018
Plankarta (Huddinge kommun)	2017-03-31
Planbeskrivning (Huddinge kommun)	2017-02-28
PM Geoteknik (Iterio AB)	2016-10-17
Miljöteknisk Markundersökning (ÅF Infrastructure AB)	2017-07-12
Miljöteknisk markundersökning (ÅF Infrastructure AB)	2017-10-19
Dagvattenstrategi för Huddinge kommun	2013-03-04
Checklista dagvattenutredning i planer	2018-03-02
Gatusektion Sjödalsbacken PDF (Huddinge kommun)	2017
Rapport Hydrogeologi – Sjödalsbacken markutredning (Sweco)	2020-01-15
Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik, revB (Sweco)	2019-09-10
PM- Utlåtande kring Sjödalsbacken markutredning	2019-05-29
Skyfallsmodellering- Huddinge kommun (WSP)	2018-06-19
Rapport om sulfidberg Sjödalsbacken, Huddinge kommun (Ecoloop)	2020-02-18

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår
P104	Svenskt Vatten	2011
P105	Svenskt Vatten	2016
P110	Svenskt Vatten	2016
WebbGIS	Länsstyrelsen	
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	
Genomsläpplighetskarta	SGU	2016
Jordartskarta	SGU	2016

2.2 Dagvattenstrategi

Huddinge kommun antog Dagvattenstrategi för Huddinge kommun 2013-03-04. Nedan listas kommunens övergripande ambitioner för dagvattenhanteringen:

- minimera uppkomsten av dagvatten
- öka inte belastningen på nedströms liggande vattenområden efter exploatering
- utforma dagvattensystemen så att de klarar dagens och framtida nederbörd samt planera och utforma bebyggelsen för att klara mer extrem nederbörd
- förorenat dagvatten ska renas innan det beblandas med renare dagvatten
- dagvatten ska i första hand infiltreras och i andra hand fördröjas innan det leds till recipient
- där det är möjligt ska dagvatten användas som en pedagogisk, rekreativ och estetisk resurs samt gynna den biologiska mångfalden
- överskottsvatten bör i första hand avledas genom trög avledning.

För lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) föreslår kommunen bland annat att:

- minska andelen hårdgjorda ytor genom att använda genomsläpplig beläggning såsom grus, hålsten av betong och rasterplattor
- parkeringsytor samt gång- och cykelvägar inom grönytor ska utformas med genomsläpplig beläggning. Vattnet bör infiltreras i närliggande vegetation eller avsedda diken
- anlägga gröna tak för fördröjning på byggnader
- anlägga öppna dagvattenlösningar för fördröjning och magasinering, exempelvis stuprörsutkastare, infiltration på gräsytor, diken och bäckar, regnbäddar och skelettjordar med träd
- fördröja dagvatten från lokalgator samt gång- och cykelvägar på grönytor.

2.3 Hydrologiska beräkningsmetoder

I Huddinge kommuns checklista för dagvattenutredningar anges att dimensionering av dagvattenanläggningar ska ske enligt Svenskt Vatten P110. Hänsyn ska även tas till ökade flöden som konsekvens av klimatförändringarna. Rekommenderat i P110 är att använda klimatkfaktor 1,25 vid beräkning av framtida dagvattenflöden.

I rapporten redovisas flödesberäkningar för 5-, 10-, 20- och 50-årsregn. Hänsyn tas till ökade flöden vid skyfall varpå flöden för 100-årsregn beskrivs översiktligt.

Vid dimensionering av dagvattenmagasin beräknas fastighetsägaren fördröja ett klimatkompenserat 20-årsregn på den egna tomtmarken före påsläpp till befintligt avledningssystem. Efter fördröjning och rening ska dagvatten från fastigheterna anslutas till det kommunala ledningsnätet som ägs av Stockholm Vatten och Avfall.

2.3.1 Flöden

Regnintensiteten har valts utifrån intensitets- och varaktighetskurvor från Svenskt Vatten P110 kap 10.1, baserad på Dahlström 2010. Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn. Ekvationen kan ses nedan:

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

Där:

$i_A = \text{regnintensitet [l/s, ha]}$

$T_R = \text{regnvaraktighet [minuter]}$

$\bar{A} = \text{återkomsttid [månader]}$

Vid beräkning av dagvattenflöden används rationella metoden med regnintensitet enligt Dahlströms formel. Ekvation för dagvattenflöden (Svenskt Vatten P110):

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

Där:

$q_{dim} = \text{dimensionerande flöde [l/s]}$

$A = \text{avrinningsområdets area [ha]}$

$\varphi = \text{avrinningskoefficient [-]}$

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

$k = \text{klimatfaktor}$

2.3.2 Föroreningsberäkningar

För beräkning av dagvattnets föroreningsinnehåll har schablonhalter för befintlig och framtida markanvändning använts enligt StormTac web version 19.4.1. I rapporten redovisas total föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$) och föroreningsbelastning (kg/år) för hela planområdet. Föroreningsberäkningar har utförts för tre fall; halter och belastning före exploatering; halter och belastning efter planens genomförande utan rening; halter och belastning efter planens genomförande med rening.

2.4 Miljökrav på recipient för dagvatten

2.4.1 Recipient för planområdet

Recipient för planområdet är sjön Trehörningen i Huddinge kommun. Sjön har en yta på ca 63 ha och ett medeldjup på 1,7 m. Tillrinningsområdet kan delas upp i sju delområden som till största del rinner till Fullerstaån och Solfagradiket. De två vattendragen bidrar med den största föroreningsbelastningen till Trehörningen.

2.4.2 Miljökvalitetsnormer för vatten

EU:s vattendirektiv, ramdirektivet för vatten, införlivades i svensk lagstiftning år 2004 som Vattenförvaltningen. Arbetet med Vattenförvaltningen utförs med hjälp av så kallade miljökvalitetsnormer (MKN). Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lag för att skydda människans hälsa och miljön samt uppfylla de krav som ställs genom vårt medlemskap i EU.

MKN för vatten beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. För varje vattenförekomst utförs en statusbedömning i syfte att beskriva vattenförekomstens tillstånd i dagsläget och ta reda på vad som behöver göras för att behålla eller förbättra vattenkvaliteten. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå god status eller potential innan år 2021 samt att ingen vattenförekomsts status får försämrats. MKN klassas inom två områden för vattenförekomster – ekologisk status och kemisk status (HaV, 2016). Statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, får inte försämrats. Projekt eller verksamheter som orsakar en försämring riskerar således att inte tillåtas.

2.4.3 Status och målnivåer i recipient Trehörningn

Trehörningen klassas som *Övrigt vatten* i VISS, varpå ekologisk och kemisk status inte klassats av Vattenmyndigheten. I Huddinge kommuns Dagvattenstrategi beskrivs Trehörningen som en av kommunens mest övergödda sjöar och kommunen har tagit fram *Åtgärdsprogram för Trehörningen 2015-2021* (Huddinge kommun, u.å.) i syfte att minska halterna. I programmet anges att målet för god vattenstatus och för att det ska vara möjligt att uppnå MKN nedströms - i Norrån, Magelungen, Forsån och Drevviken – är att minska fosforhalten i Trehörningen till 28 µg/l till år 2021. Målhalten motsvarar en belastning på cirka 200 kg/år.

Orsaker till de höga fosforhalterna i Trehörningen tros bland annat vara exploatering, bräddning från avloppsledningsnätet i samband med intensiva regn samt trasigt/läckande ledningsnät. Huddinge kommun tillsammans med Stockholm Vatten och Avfall satsar på att rena dagvattnet i Trehörningen. 2017 togs ett första steg med att placera flytande regnbäddar i de befintliga dagvattenreningsanläggningarna.

2.5 Vattenskyddsområde

Länskarta Stockholms län redovisar att planområdet inte omfattas av Östra Mälarens eller något annat vattenskyddsområde.

2.6 Markavvattningsföretag och vattendomar

Enligt Länskarta Stockholms län berörs planområdet inte av något markavvattningsföretag. Ett upphävt markavvattningsföretag finns enligt kartan väster om planområdet. Området sträcker ut sig från Sjödalsparken till Kommunalvägen samt över de östra delarna av Sjödalsvägen och Klockarvägen. Markavvattningsföretaget är ändrat genom vattendom AD 28/64 1971 och upphävt genom dom M598-10.

Kännedom om eventuella vattendomar som berör planområdet har inte erhållits.

3 Områdets förutsättningar

3.1 Planbeskrivning

Planområdet är cirka 1,8 ha och ligger upphöjt på en bergknalle inom ett bostadsområde. Området som ska exploateras är cirka 0,86 ha och utgörs av den västra delen av planområdet. Exploatering av resterande mark planeras inte i dagsläget. I Figur 2 är det ungefärliga planområdet markerat med en röd polygon.

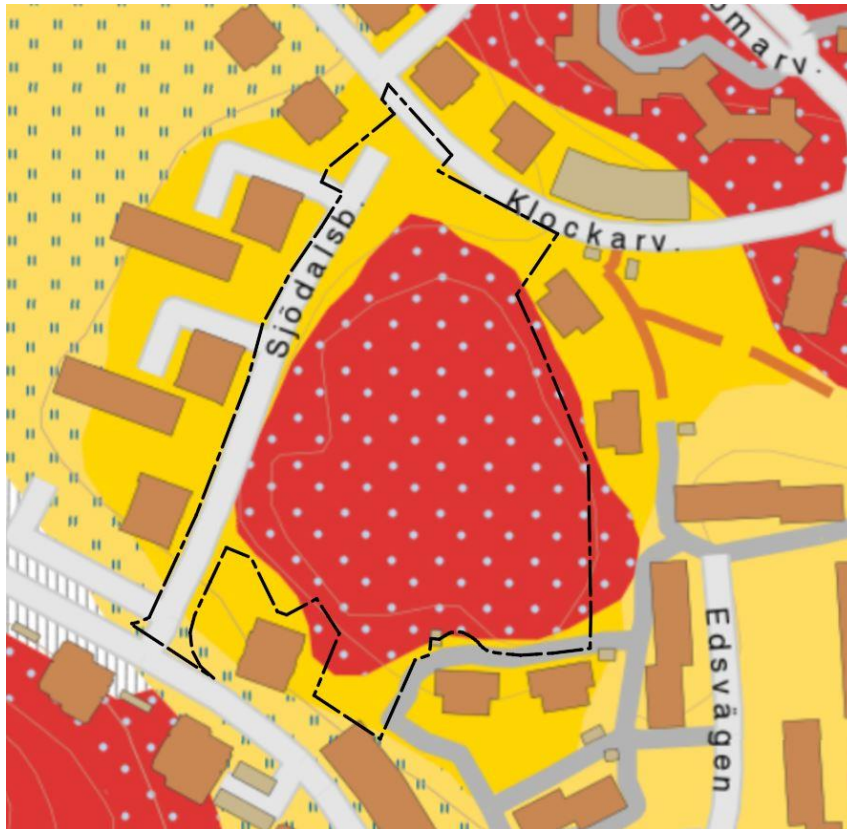


Figur 2. Planområdet med befintlig markanvändning inom röd polygon.

3.2 Geotekniska förhållanden

3.2.1 Markförhållanden

SGU:s kartgenerator beskriver att berggrunden inom planområdet består av urberg under ett 0-1 m tjockt lager morän, samt glacial lera i nordväst (Figur 3). Jorddjupen är enligt Jorddjupskartan mellan 1-3 m. Genomsläppligheten på morän på berg bedöms som medelhög och på glacial lera som låg.

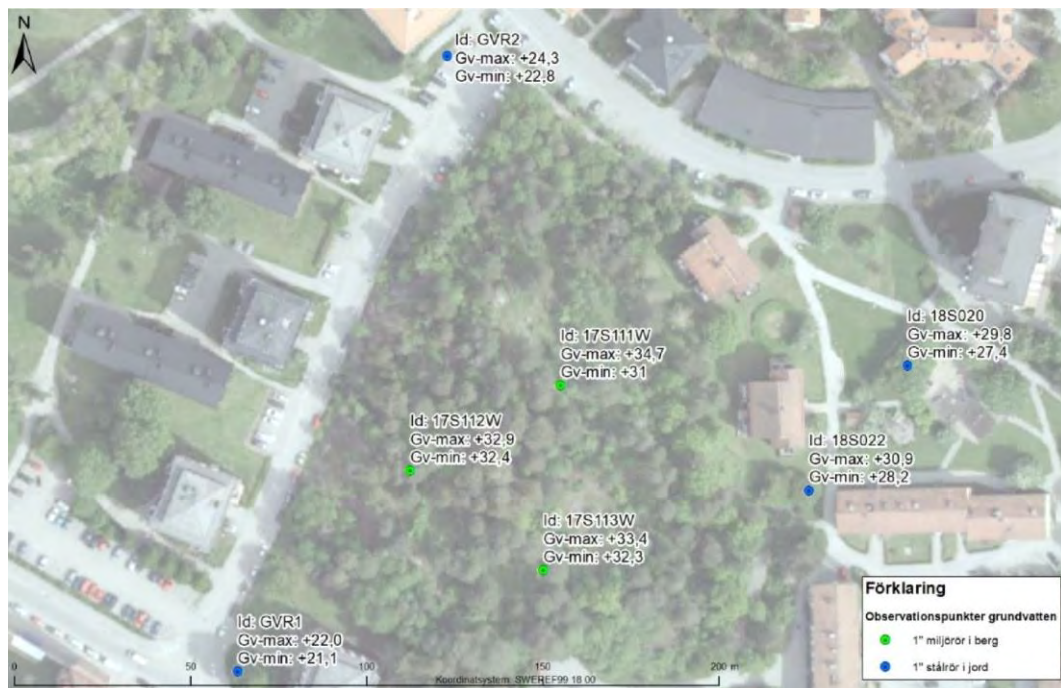


Figur 3. Jordarter. Ungefärligt planområdet inom svart, streckad polygon. Röd yta med prickar är morän på urberg, mörkgul yta är glacial lera, ljusgul yta är postglacial lera, ljusgul yta med blå stavar är gyttjelera och vitrandig yta är fyllning (SGU kartvisare)

Enligt utförda sonderingar av Sweco består området huvudsakligen av berg i dagen. Generellt utgörs jordlagerföljden av 0-1 m fyllning, 0-3 m friktionsjord på berg. Störst jorddjup har uppmätts i den nordvästra delen av området. Mer detaljerad beskrivning av resultaten från sonderingarna finnes i MUR (Sweco, 2019).

3.2.2 Grundvattennivåer

Sweco har tagit fram en rapport som beskriver hydrogeologin i området. Mätningar av grundvattennivåer i berg och jord har gjorts i 7 punkter, både innanför och utanför planområdet. Figur 4 visar uppmätta minimi- och maxnivåer i installerade grundvattenrör i jord och berg enligt PM Hydrogeologi (Sweco, 2020).



Figur 4. Befintliga grundvattenrör och uppmätta max- och miniminivåer i jord och berg (PM Hydrogeologi, SWECO, 2020)

Vid södra infarten till Södalsbacken är den högsta uppmätta grundvattennivån +22,0 m. I norra delen vid Klockarvägen har en högsta grundvattennivå på +24,3 m uppmätts. Höjden på området fungerar som ett grundvattenbildningsområde vid regn eftersom vatten infiltrerar marken och vidare ner i sprickzoner i berget. Grundvattenströmningarna i berget har en svag gradient åt väst. Grundvattenströmningarna i jorden sker främst från öst till väst, med liten kontakt med grundvattenmagasinet i berg. Uppmätta grundvattennivåer i berget från tre rör visar en miniminivå på +31 och en maxnivå på +34,7.

I PM Hydrogeologi presenteras dimensionerande grundvattennivåer i området, baserat på mätningar utförda under en period på som mest två år. I GVR1 (se Figur 4) är den dimensionerande grundvattennivån +23,0 m och vid hus C kan nivån antas vara något högre, ca +24,0 m. Vid hus B beräknas den dimensionerande grundvattennivån i jordmagasinet ligga på +24,8 m. I GVR2, vid Klockarvägen, bedöms den dimensionerande grundvattennivån vara +25,3 m, vid hus A beräknas den ligga på ca +25,6 m. Dimensionerande grundvattennivåer utgör den nivå under vilken konstruktionerna bör göras vattentäta.

I och med att schakt främst förväntas i berg bedöms inte grundvattenmagasinet i jord påverkas nämnvärt. Grundvattenmagasinet i berg kommer att påverkas under byggskedet då de vattenförande sprickzonerna kommer att dräneras men eftersom berget förmodas vara tätt bör dräneringen endast påverka ett litet område.

3.2.3 Sättningskänslig mark

I PM hydrogeologi (SWECO, 2020) bedöms marken inte vara sättningskänslig.

3.2.4 Markföroreningar

I en analys av ÅF, 2017, visade jordanalyser att inget prov översteg Naturvårdsverkets riktvärden för känslig markanvändning med avseende på alifater, aromater, PAH, tungmetaller eller klorerade alifater.

3.2.5 Sulfid i berg

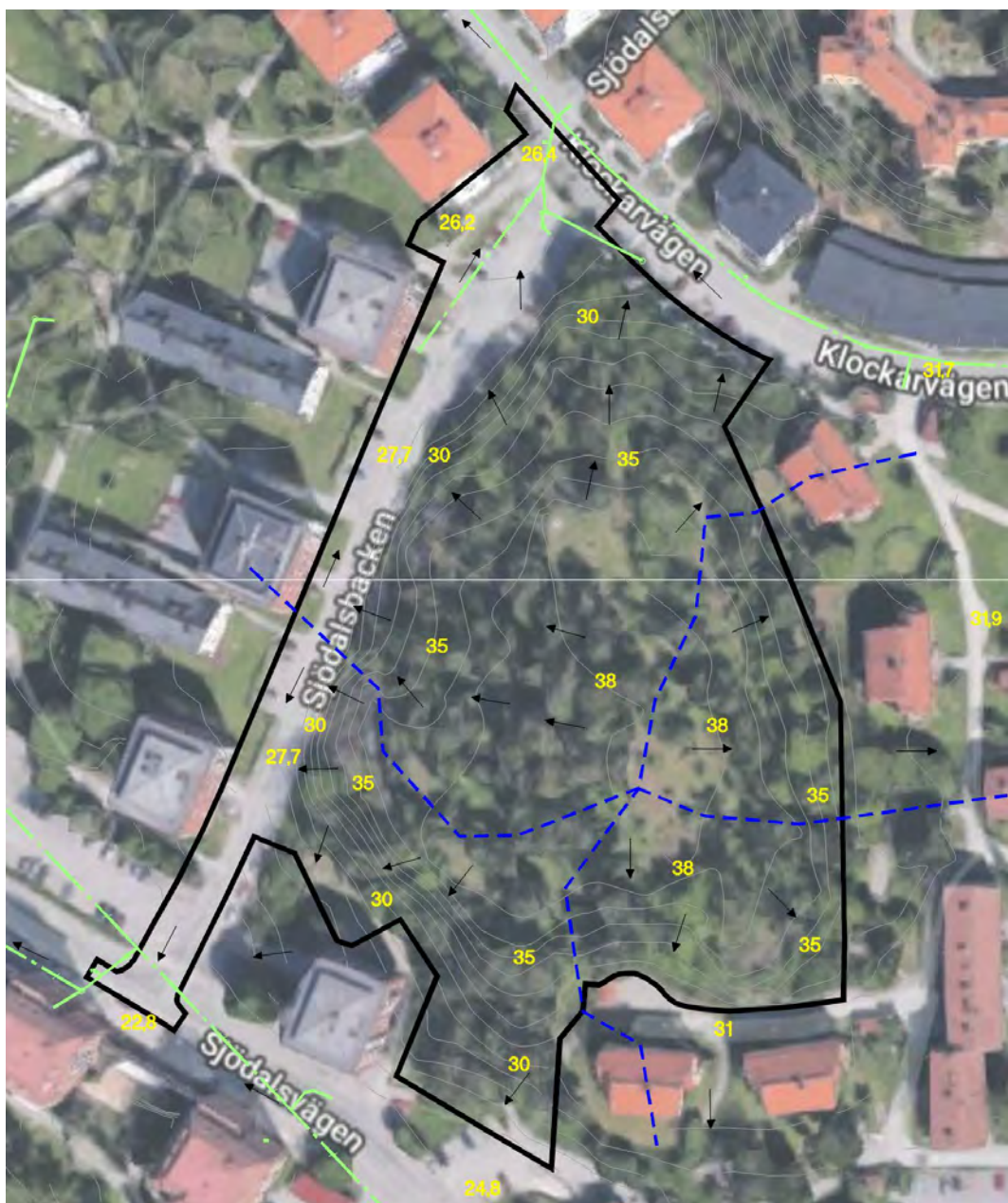
Vid provtagning av berg som utförts av Sweco under 2019 har initialt höga halter av svavel upptäckts i några provtagningspunkter. Höga halter av sulfid i berg kan bidra till oxidation, syrabildning och metallutlakning när berget exponeras för syre (Ecoloop, 2020). Ecoloop har under början av 2020 tagit fram en rapport för bedömning av risken av bergmaterial med försurande egenskaper inom fastighetsmarken. Den samlade bedömningen är att området inte är påverkat av försurning. Grundvattnet är inte påverkat av bergmaterialet och därmed påverkas inte MKN. Se vidare *Rapport om sulfidberg Sjödalsbacken, Huddinge kommun - Bedömning av risken för förekomst av bergmaterial med försurande egenskaper*, Ecoloop, 2020, för mer detaljer kring bedömningen.

3.3 Avrinningsområden och avvattningsvägar

Befintlig ytavrinning bör vara snabb på grund av de branta sluttningarna och kuperade landskapet. Infiltration sker sannolikt i zonen mellan berget och gatan där del av jorden bedöms bestå av fyllning på lera och friktionsmaterial. I övrigt är infiltrationsegenskaperna dåliga.

Eftersom bergknallen utgör en lokal höjdpunkt sker ingen tillrinning av vatten från omkringliggande mark. Maxnivåerna på knallen är runt +38. Större delen av marken sluttar sedan mot Sjödalsbacken i väst och norrut mot Klockarvägen till nivåer runt +26 där Klockarvägen möter Sjödalsbacken. Inom den sydvästra delen av området lutar marken brant mot Sjödalsvägen i söder. Sjödalsvägen lutar i sin tur västerut. Marken inom den östra delen av planområdet sluttar österut och mot sydöst.

Inom större delen av planområdet finns inga befintliga dagvattenledningar eller brunnar varpå överskottsvatten transporteras ytligt inom området. Dagvattenbrunnar och -ledningar finns i norra delen av Sjödalsbacken samt i Klockarvägen. En dagvattenledning ligger även i Sjödalsvägen. Rinnpilar, markhöjder och befintliga dagvattenledningar visas i Figur 5. Avrinningen vid skyfall presenteras i avsnitt 7.



Figur 5. Marknivåer, avrinning och naturliga vattendelare för ytvavrinning. Ljusgröna linjer är befintliga dagvattenledningar

3.4 Lågpunktskartering

Länsstyrelsens lågpunktskartering visar inga allvarliga översvämningsrisker inom området. Centralt på bergknallen inom planområdet (grönt område i mitten i Figur 6) markeras en sänka där vatten samlas vid skyfall. Flödesackumulationslinjer kan ses på Klockarvägen, Sjödalsbacken och Sjödalsvägen. Delar av Sjödalsvägen, Klockarvägen samt Sjödalsparken översvämmas enligt lågpunktskarteringen vid skyfall.

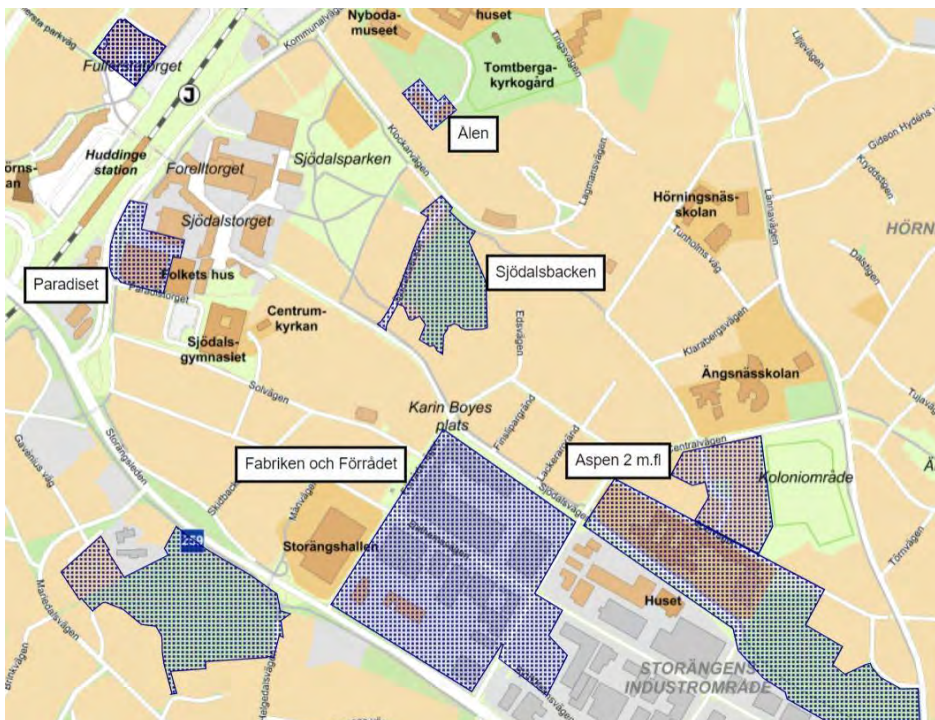


Figur 6. Länstyrelsens lågpunktskartering. Planområdet inom grön yta i centrum på bilden, öster om Södalsparken (Länstyrelsens WebbGIS)

Länstyrelsen har inga rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå inom planområdet.

3.5 Omkringliggande detaljplaner

I Figur 7 presenteras en bild från Huddinge kommuns webbkarta med pågående detaljplaner i närheten till Södalsbacken.



Figur 7. Pågående detaljplaner i området närmst Södalsbacken. Kartan är hämtad från Huddinge kommuns webbkarta den 2020-05-07.

Det är inte någon pågående detaljplan i direkt anslutning till Södalsbacken. De närmsta detaljplanerna är Paradiset, Ålen och Storäng. Utifrån avståndet och terrängen bedöms de inte påverkas av Södalsbacken. Utifrån höjdkurvorna i Figur 7 bedöms detaljplanerna Ålen och Paradiset avrinner mot samma lågpunkter som Södalsbacken.

4 Markanvändning och flödesberäkningar

4.1 Befintlig situation

Planområdet har delats in i delområden baserat på flödesriktning och planerad förändring av marken. Delområdena och den befintliga markanvändningen presenteras i Figur 8. Korrigerat värde av uppmätt årsmedelnederbörd är 600 mm/år.



Figur 8. Befintlig markanvändning och indelningen av planområdet.

Dagvattenflödena för varje delområde har beräknats för 4 olika årsregn med en varaktighet på 10 min. För befintlig situation har inte klimatfaktor använts.

4.1.1 Område A

Dagvattenflödena för område A presenteras i Tabell 1. Avrinningskoefficienten är vald utifrån att det är en del berg i dagen, enligt P110 bör då koefficienten vara 0,4.

Tabell 1. Befintliga dagvattenflöden för område A för 5-, 10-, 20-, och 50-årsregn med en varaktighet på 10 min, utan klimatfaktor.

Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Grönområde med berg i dagen	3850	0,4	1540	28	35	44	60
Total	3850	0,4	1540	28	35	44	60

Flödet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min är 44 l/s. Årsmedelflödet från område A är 924 m³/år.

4.1.2 Område B

Dagvattenflödena för område B presenteras i Tabell 2. Avrinningskoefficienten är vald utifrån att det är en del berg i dagen, enligt P110 bör då koefficienten vara 0,4.

Tabell 2. Befintliga dagvattenflöden för område B för 5-, 10-, 20-, och 50-årsregn med en varaktighet på 10 min, utan klimatfaktor.

Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Grönområde med berg i dagen	4715	0,4	1886	34	43	54	73
Total	4715	0,4	1886	34	43	54	73

Flödet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min är 54 l/s. Årsmedelflödet från område B är 1 132 m³/år.

4.1.3 Oexploaterade grönområden N1-N4

Dagvattenflödena för område N1-N4 presenteras i Tabell 3. Avrinningskoefficienten är vald utifrån att det är en del berg i dagen, enligt P110 bör då koefficienten vara 0,4.

Tabell 3. Befintliga dagvattenflöden för område N1-N4 för 5-, 10-, 20-, och 50-årsregn med en varaktighet på 10 min, utan klimatfaktor.

Område	Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-		m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
N1	Grönområde med berg i dagen	1410	0,4	564	10	13	16	22
N2	"	2230	"	892	16	20	26	35
N3	"	3410	"	1364	25	31	39	53
N4	"	195	"	78	1	2	2	3
Total		7245	0,4	2898	53	66	83	113

Flödet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min är 83 l/s. Årsmedelflödet från naturmarken är 1 739 m³/år.

4.1.4 Sjödalsbacken

Dagvattenflödena för Sjödalsbacken med intilliggande park och gångväg presenteras i Tabell 4. Avrinningskoefficienten för asfalt är 0,8. För grönområde med berg i dagen är värdet satt till 0,4. Parken, som består av gräs och asfalt, liknas vid gårdsyta och har en avrinningskoefficient på 0,4.

Tabell 4. Befintliga dagvattenflöden för Sjödalsbacken med intilliggande park och gångväg för 5-, 10-, 20-, och 50-årsregn med en varaktighet på 10 min, utan klimatfaktor.

Område	Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-		m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Norra Sjödalsbacken								
	Asfalt	1375	0,8	1100	20	25	32	43
	Grönområde med berg i dagen	145	0,4	58	1	1	2	2
Södra Sjödalsbacken								
	Asfalt	920	0,8	736	13	17	21	29
	Grönområde med berg i dagen	155	0,4	62	1	1	2	2
Gångväg	Asfalt	195	0,8	156	3	4	4	6
Park	Gårdsyta	185	0,4	74	1	2	2	3
Total		2975	0,73*	2186	40	50	63	85

*viktad avrinningskoefficient

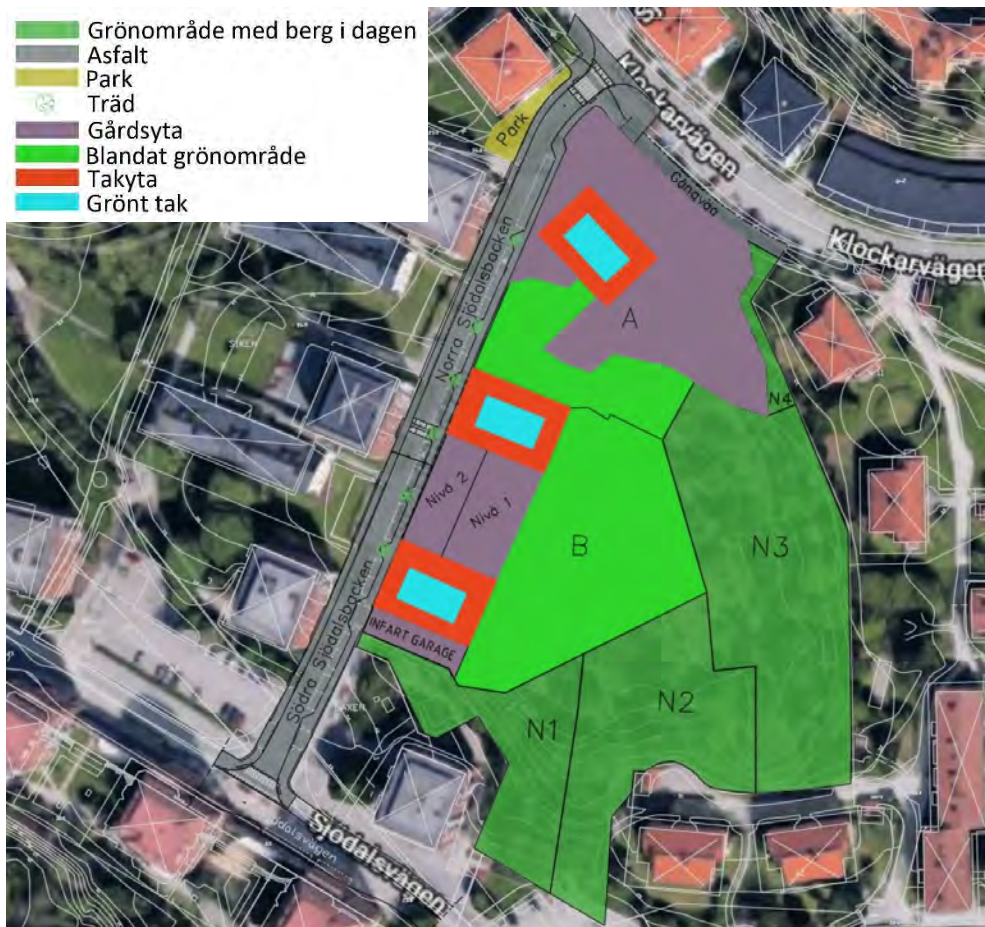
Flödet från Sjödalsbacken för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min är 63 l/s. Årsmedelflödet från Sjödalsbacken är 1 312 m³/år.

4.1.5 Befintligt flöde från planområdet

Det totala befintliga dagvattenflödet från hela planområdet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min är 244 l/s.

4.2 Planerad situation

I Figur 9 redovisas den planerade markanvändningen för hela planområdet.



Figur 9. Planerad markanvändning för planområdet.

Inom område A planeras en gårdssyta och blandat grönområde samt en byggnad, hus A. Flödena från område A kommer att ledas mot Klockarvägen i norr. Inom område B planeras två byggnader, hus B i norra delen av området och hus C i södra delen samt gårdssytor och blandat grönområde. Under hus B och C samt den gårdssyta som finns mellan husen planeras ett garage i källarplan. Gårdssytan mellan husen är utformad i två nivåer, den högre nivån benämns nivå 1 och den lägre nivån benämns nivå 2 i Figur 9. Inom område B finns även en garageinfart, söder om hus C, som redovisas separat delområde. Enligt krav i PM om den ekologiska kompensationen i området ska 400 m² tak vara sedumtak. Den ytan har fördelats jämnt över de tre husen inom område A och B; varje hus har 135 m² grönt tak.

Grönområde N1-N4 kommer inte exploateras nämnvärt. Delar av området kommer utrustas som en park men största delen ska fortfarande vara grönområde.

Den intilliggande gångvägens markanvändning antas inte förändras från dagsläget. Den intilliggande parkens yta minskar på grund av den projekterade gatan, men markanvändningen antas vara densamma. Sjödalsbacken har delats in i två delar, en del som kallas norra Sjödalsbacken och en som kallas södra Sjödalsbacken. Sjödalsbacken antas utformas enligt Huddinge kommuns projekterade gata.

De framtida dagvattenflödena för varje område har beräknats för regn med fyra olika återkomsttider med en varaktighet på 10 min. För planerad situation har en klimatfaktor på 1,25 använts enligt rekommendation från P110. Klimatfaktorn innebär att regnintensiteten ökar med 25%. För ett 20-årsregn ökar regnintensiteten från 287 l/s*ha till 358 l/s*ha.

4.2.1 Område A

Flöden och markanvändning från område A enligt planerad situation redovisas i Tabell 5. Avrinningskoefficienten för tak har valts enligt P110 till 0,9. Gårdsytan och grönt tak har satts utifrån rekommendationer i StormTac till 0,45 respektive 0,6. Det blandade grönområdet med berg i dagen har en avrinningskoefficient på 0,4 enligt P110.

Tabell 5. Flöden efter exploatering för Avrinningsområde A. Klimatfaktor 1,25

Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Tak	365	0,9	329	7	9	12	16
Grönt tak	135	0,6	81	2	2	3	4
Gårdsyta inom kvarter	2310	0,45	1040	24	30	37	50
Blandat grönområde	1040	0,4	416	9	12	15	20
Total	3850		1865	42	53	67	90

*viktad avrinningskoefficient

Flödet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min efter exploatering, utan fördröjning, är 67 l/s. Årsmedelflödet från område A är 1 119m³/år.

4.2.2 Område B

Flöden och markanvändning från område B enligt planerad situation redovisas i Tabell 6. Avrinningskoefficienten för tak har valts enligt P110 till 0,9. Avrinningskoefficienten för gårdsytan på bjälklaget ovanför garage har satts utifrån rekommendationer i StormTac till 0,45. Blandat grönområde med berg i dagen har en avrinningskoefficient på 0,4 enligt P110. Samma avrinningskoefficient har använts för ytan med blandat grönområde på bjälklaget ovanför garaget. Garageinfarten söder om hus C har beräknats separat och presenteras i Tabell 7. En viss del av dagvattnet från takytan på södra delen av hus C kommer rinna mot garageinfarten och dess dagvattenlösning.

Tabell 6. Flöden efter exploatering för Avrinningsområde B. Klimatfaktor 1,25

Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Tak	547,5	0,9	493	11	14	18	24
Grönt tak	202,5	0,6	122	3	3	4	6
Gårdsyta inom kvarter (nivå 1)	485	0,45	218	5	6	8	11
Gårdsyta (nivå 2)	340	0,45	153	3	4	5	7
Blandat grönområde	2690	0,4	1076	24	31	39	52
Total	4265		2062	46	58	74	100

*viktad avrinningskoefficient

Flödet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min efter exploatering, utan fördröjning, är 74 l/s.

Tabell 7 presenterar markanvändningen och flödena från garageinfarten inom område B. Takytan (del av hus C som avrinner mot garageinfarten) och gårdsytan har en avrinningskoefficient på 0,9 enligt P110 respektive 0,45 enligt StormTac.

Tabell 7. Flöden efter exploatering för garageinfarten. Klimatfaktor 1,25

Markanvändning	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Tak	182,5	0,9	164	4	5	6	8
Grönt tak	67,5	0,6	41	1	1	1	2
Gårdsyta	200	0,45	90	2	3	3	4
Total	450		295	7	9	10	14

*viktad avrinningskoefficient

Flödet för ett 20-årsregn med en varaktighet på 10 min efter exploatering, utan fördröjning, är 10 l/s. Det totala flödet från område B efter exploatering, utan fördröjning, är 84 l/s. Årsmedelflödet från område B är 1 414m³/år.

4.2.3 Oexploaterade grönområden N1-N4

Flöden och markanvändning för område N1-N4 enligt planerad situation redovisas i Tabell 8. Markanvändningen kommer inte förändras nämnvärt från befintlig situation. Den parkutrustning som planeras antas inte påverka avrinningskoefficienten.

Tabell 8. Flöden för 5-, 10-, 20- och 50-årsregn för de oexploaterade områdena N1-N4 enligt planerad situation. Klimatfaktor 1,25.

Område	Area (A)	Avrinningskoefficient (φ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
N1	1410	0,4	564	13	16	20	27
N2	2230	"	892	20	25	32	43
N3	3410	"	1364	31	39	49	66
N4	195	"	78	2	2	3	4
Total	7245	0,4*	2898	66	82	104	140

*viktad avrinningskoefficient

Den reducerade arean för naturmarken förändras inte. Enda skillnaden är regnintensiteten, vilket betyder att ökningen av dagvattenflödet i Tabell 8 beror av klimatfaktorn. Det totala flödet för ett klimatkompenserat 20-årsregn från område N1-N4 är 104 l/s, utan fördröjning. Årsmedelflödet från naturmarken är 1 739 m³/år.

4.2.4 Södalsbacken

I Tabell 9 presenteras hur gatan och närliggande park förändras med hänsyn till areor och flöden enligt planförslaget. Träden kommer när de har löv att fördröja flödet tack vare att löven fångar upp regn. Men under perioder då träden inte har löv kommer flödet inte att fördröjas. Därför har en avrinningskoefficient på 0,8 fortfarande valts för att representera asfalt. Markanvändningen för parken och gångvägen antas inte förändras.

Tabell 9. Flöden för 5-, 10-, 20- och 50-årsregn för Södalsbacken och närliggande park enligt planerad situation. Klimatfaktor 1,25.

Område	Area (A)	Avrinningskoefficient (ϕ)	Reducerad area (A_{red})	Q_{dim} 5 år	Q_{dim} 10 år	Q_{dim} 20 år	Q_{dim} 50 år
-	m^2	-	m^2	l/s	l/s	l/s	l/s
Norra Södalsbacken	1540	0,8	1232	28	35	44	60
Södra Södalsbacken	1145	"	916	21	26	33	44
Gångväg	195	"	156	3	4	6	7
Park	150	0,4	60	1	2	2	3
Total	3030	0,78*	2364	53	67	85	115

*viktad avrinningskoefficient

Enligt avsnitt 4.1.4 beräknas befintligt flöde från område Södalsbacken vid ett 20-årsregn vara 63 l/s. För planerad situation beräknas flödet till 85 l/s. Ökningen av flödet beror på att gatan planeras bli bredare vilket leder till ökad totalarea för delområdet jämfört med befintlig situation (2 975 m^2 respektive 3 030 m^2). Arean av hårdgjord yta har ökat efter utformningen enligt Huddinge kommuns planerade gatusektion, vilket leder till en ökning av flödet utöver den ökning som beror av klimatfaktorn. Årsmedelflödet från Södalsbacken är 1 418 m^3 /år.

4.2.5 Framtida flöde från planområdet

Det totala dagvattenflödet för hela planområdet enligt den planerade situationen och klimatfaktor 1,25 är 340 l/s, utan fördröjning.

4.3 Magasinsvolym

I detta avsnitt beskrivs den magasinsvolym som erfordras för att fördröja dagvattnet från planområdet. De presenterade lösningarna och dess utformning är endast förslag. Slutliga lösningar för att hantera den erforderliga magasinsvolymen inom varje område som presenteras i detta PM tas fram vid detaljprojekteringen. Kravet är att fastighetsägaren ska kunna fördröja ett klimatkompenserat 20-årsregn på den egna tomtmarken.

4.3.1 Avrinningsområde A

Dagvattenflödet inom avrinningsområde A vid ett 20-årsregn är 67 l/s.

$$67 \text{ l/s} * ((60 * 10) \text{ s} / 10 \text{ min}) = 40\,200 \text{ l} / 10 \text{ min}$$

Den totala volymen dagvatten vid ett 10 minuters 20-årsregn inom område A är 40,2 m^3 .

Den reducerade ytan som avleds mot regnbädden är totalt ca 1 125 m^2 där ca 155 m^2 är grönområde och 970 m^2 är gårdsyta. Det innebär ett flöde på 40 l/s till regnbädden för ett klimatkompenserat 20-årsregn med en varaktighet på 10 min, vilket motsvarar en volym på 24 m^3 per 10 min. Av den totala mängden dagvatten på 24 m^3 som hamnar i regnbädden antas en fördröjning på 50 % (motsvarar cirka 12 m^3 men tas fram vid detaljprojektering), vilket resulterar i:

$$40\,200\text{ l}/10\text{ min} - 12\,000\text{ l}/10\text{ min} = 28\,200\text{ l}/10\text{ min}$$

Utsläpp från kassettmagasin genom PP160 enligt tidigare versioner av denna utredning:
 $6\,000\text{ liter}/10\text{ min}$

$$\text{Effektiv magasinvolym: } (28\,200 - 6\,000)/1000 = 22\,200/1\,000 \approx 22\text{ m}^3$$

$$\text{Total erforderliga volym kassettmagasin: } 22/0,90 \approx 25\text{ m}^3$$

Mått på kassettmagasinet (beror av val av kassetter): $6,02\text{ m} * 8,45\text{ m} * 0,61\text{ m}$

Detta mått ger en total kassettvolum på ca 31 m^3 , vilket även ger utrymme för en sedimenteringsvolym.

4.3.2 Avrinningsområde B

Dagvattenflödet inom avrinningsområde B vid ett 20-årsregn är 74 l/s , exklusive garageinfarten.

$$74\text{ l/s} * 60\text{ s/min} * 10\text{ min} = 44\,400\text{ l}/10\text{ min}$$

Den totala volymen dagvatten vid ett 10 minuters 20-årsregn inom område B är $44,4\text{ m}^3$.

Mellan bergskärningen och konstruktionen för hus B och C kommer återfyllning krävas. Ett förslag är att utnyttja volymen i fyllningen mellan konstruktionen och bergskärningen till fördröjning av dagvatten.

$$\text{Erforderlig magasinvolym: } 44\,400 - 6\,000 = 38\,400\text{ l} \rightarrow 38\,400\text{ l}/1\,000 \approx 38\text{ m}^3$$

$$\text{Total erforderlig volym i fördröjningsmagasinet (40 % porvolym): } 38/0,40 \approx 95\text{ m}^3$$

4.3.3 Garageinfart

Det totala flödet mot garageinfarten från område B är 10 l/s .

$$10\text{ l/s} * (60\text{ s} * 10\text{ minuter}) = 6\,000\text{ l}/10\text{ min} \rightarrow 6\text{ m}^3$$

Det föreslås att dagvattnet som hamnar på garageinfarten fördröjs med ett grunt makadammagasin för att sedan avledas till den kommunala dagvattenledningen via stuprör. Med ett makadammagasin med en porositet på 30 % blir den totala fördröjningsvolymen:

$$\text{Total volym på makadammagasin: } 6/0,30 = 20\text{ m}^3$$

Magasinet kan anläggas under LSS-boendets uteplats, vilket har en yta på ca 125 m^2 . För att fördröja 20 m^3 på den ytan krävs ett djup på makadammagasinet på ca $0,16\text{ m}$.

4.3.4 Oexploaterat grönområde N1-N4

Markanvändningen inom område N1-N4 kommer inte förändras nämnvärt. Förändringen av flödet vid ett 10 minuter långt 20-årsregn beror endast på klimatfaktorn som använts vid flödesberäkningarna för planerad situation. Därför föreslås inte någon magasinering av detta flöde.

4.3.5 Sjödalsbacken

Om Sjödalsbacken kommer projekteras och utformas enligt Huddinge kommuns planerade gatusektion behöver flödet fördröjas. Sjödalsbacken har delats upp i södra och

norra Sjödalsbacken med en höjdpunkt som skiljer dem åt. I norra delen rinner dagvattnet mot Klockarvägen och i södra delen rinner dagvattnet mot Sjödalsvägen. Det har antagits att ett klimatkompenserat 20-årsregn även ska fördröjas för en lokalgata, vilket kommunen ansvarar för.

Dagvattenflödet för norra delen av Sjödalsbacken vid ett 10 minuter långt 20-årsregn är 44 l/s. För ett sådant regn kommer volymen vatten vara:

$$44 \text{ l/s} * (60 \text{ s/min} * 10 \text{ min}) = 26\,400 \text{ l} \rightarrow 26\,400 \text{ l} / 1000 = 26,4 \text{ m}^3$$

På den norra delen av Sjödalsbacken ska en volym på 26,4 m³ fördröjas. Projekteringen av Sjödalsbacken inkluderar träd längs med gatan, därför föreslås skelettjord för fördröjning. Den totala volymen skelettjord som krävs för norra Sjödalsbacken är 264 m³ om porvolymen är 10 %.

Dagvattenflödet för den södra delen av Sjödalsbacken vid ett 10 minuter långt 20-årsregn är 33 l/s. För ett sådant regn kommer volymen vatten vara:

$$33 \text{ l/s} * (60 \text{ s/min} * 10 \text{ min}) = 19\,800 \text{ l} \rightarrow 19\,800 \text{ l} / 1000 = 19,8 \text{ m}^3$$

För södra Sjödalsbacken ska en volym på 19,8 m³ fördröjas. Totala volymen skelettjord som krävs för norra Sjödalsbacken är 198 m³ om porvolymen är 10 %. Totala fördröjningsvolymen för Sjödalsbacken är då 46,2 m³. För en skelettjord med 10 % porvolym blir den totala volymen skelettjord 462 m³.

4.3.6 Sammanställning

Tabell 10 redovisar en sammanställning av erforderlig fördröjningsvolym per delområde.

Tabell 10. Erforderlig fördröjningsvolym inom respektive delområde samt föreslagna dagvattenåtgärder

Delområde	Erforderlig fördröjningsvolym [m ³]	Föreslagen dagvattenåtgärd	Tillgänglig volym i anläggning [m ³]
A	34	Växtbädd	12
		Kassettmagasin	22
B, exklusive garageinfarten	38	Fyllningsmaterial	38
B - Garageinfarten	6	Underjordiskt makadammagasin	6
N1-N4	-	-	-
Sjödalsbacken	46	Träd i skelettjord	46
Total	124	-	124

Total erforderlig volym på Bonavas mark är 78 m³ och på kommunal mark 46 m³.

5 Föroreningsberäkningar

I detta kapitel redovisas total föroreningshalt (µg/l) och föroreningsbelastning (kg/år) för delar av planområdet samt hela planområdet. Resultaten redovisas för befintlig markanvändning, markanvändning efter exploatering utan rening samt markanvändning efter exploatering med rening.

Enligt Huddinge kommuns dagvattenstrategi är MKN styrande och föroreningshalterna vid exploatering får inte öka jämfört med befintliga föroreningshalter i dagvattnet. Trehörningen är enligt dagvattenstrategin en av kommunens mest övergödda sjöar och bedöms som känslig då den påverkar många sjöar nedströms.

5.1.1 Område A och B

Schablonvärden har tagits från StormTac för markanvändningarna *blandat grönområde*, *tak*, *asfalt* samt *gårdssyta inom kvarter* (se uppdelning av markanvändning i Figur 6). För befintligt område används markanvändningen *blandat grönområde* med avrinningskoefficient korrigerad till 0,4, eftersom befintligt område karakteriseras av mycket berg i dagen.

Tabell 11 redovisar uppskattade föroreningshalter från område A och B före och efter exploatering, samt efter exploatering med föreslagen rening.

Tabell 11. Beräknade föroreningshalter i dagvattnet som avleds från område A och B före (idag) respektive efter planens genomförande, med och utan rening. Fetmarkerade värden efter rening överskrider befintliga koncentrationer. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"	Plan. "med rening"
Fosfor	µg/l	100	100	45
Kväve	µg/l	980	1500	980
Bly	µg/l	5,0	3,6	0,82
Koppar	µg/l	10	11	3,4
Zink	µg/l	20	24	7,2
Kadmium	µg/l	0,22	0,32	0,1
Krom	µg/l	1,5	2,6	0,99
Nickel	µg/l	0,91	2,1	0,83
Kvicksilver	µg/l	0,0089	0,016	0,0062
Suspenderad substans	µg/l	37 000	32 000	10000
Olja	µg/l	140	160	40
Bens(a)pyren	µg/l	0	0,044	0,0015

Efter rening kommer alla föroreningshalter utom bens(a)pyren reduceras till dagens nivåer eller lägre. Dagvatten från gårdsytan på nivå 2 och garageinfarten föreslås hanteras och samlas upp för bevattning av växter inom gårdsytan. I StormTac har detta dagvatten inte antagits hanteras i någon dagvattenåtgärd. Därigenom kommer ytterligare rening ske som inte redovisas i Tabell 11.

Tabell 12 visar föroreningsmängder före och efter exploatering samt efter exploatering med föreslagen rening.

Tabell 12. Beräknad föroreningsbelastning från område A och B idag och efter planens genomförande, med och utan rening av dagvattnet. Fetmarkerade värden efter rening överskrider befintliga mängder. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"	Plan. "med rening"
Fosfor	kg/år	0,26	0,3	0,13
Kväve	kg/år	2,5	4,4	2,8
Bly	kg/år	0,013	0,01	0,0024
Koppar	kg/år	0,026	0,032	0,0099
Zink	kg/år	0,051	0,068	0,021
Kadmium	kg/år	0,00057	0,00092	0,00030
Krom	kg/år	0,0039	0,0075	0,0029
Nickel	kg/år	0,0023	0,0062	0,0024
Kvicksilver	kg/år	0,000023	0,000045	0,000018
Suspenderad substans	kg/år	94	92	29
Olja	kg/år	0,36	0,46	0,12
Bens(a)pyren	kg/år	0	0,00013	0,0000044

Från område A och B överskrider mängderna av kväve och bens(a)pyren befintlig årsmedelbelastning med 300 g respektive mindre än ett gram efter exploatering och rening. En ökning av årsmängderna av kväve trots att koncentrationen reduceras till dagens nivå beror på att dagvattenflödet ökar. Ytterligare rening kan dock förväntas då dagvatten från delar av gårdsytan inom område B används till bevattning men i beräkningarna i StormTac har detta inte tagits hänsyn till. Flödet, och därmed kvävemängderna, kan reduceras genom att anlägga fler genomsläppliga ytor så att avrinningskoefficienten blir mindre. Det går även att öka kvävereningen i regnbäddar genom att skapa en vattenmättad zon i botten på anläggningen så att denitrifikation kan ske. Den vattenmättade zonen ska gärna kombineras med en kolkälla.

5.1.2 Oexploaterat grönområde N1-N4

I Tabell 13 presenteras föroreningshalterna för det oexploaterade grönområdet N1-N4. Grönområdet antas inte ha någon rening i planerad situation.

Tabell 13. Beräknade föroreningshalter i dagvattnet som avleds från grönområdet N1-N4 före (idag) respektive efter planens genomförande. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"
Fosfor	µg/l	100	100
Kväve	µg/l	970	970
Bly	µg/l	4,8	4,8
Koppar	µg/l	10	10
Zink	µg/l	20	20
Kadmium	µg/l	0,22	0,22
Krom	µg/l	1,5	1,5
Nickel	µg/l	0,90	0,90
Kviksilver	µg/l	0,0087	0,0087
Suspenderad substans	µg/l	36 000	36 000
Olja	µg/l	140	140
Bens(a)pyren	µg/l	0,008	0,008

Då befintliga föroreningshalter jämförs med halterna efter planens genomförande ses att grönområdet N1-N4 inte förändras. Därför föreslås ingen åtgärd för rening av dagvattnet från det oexploaterade området. Även föroreningsbelastningen per år är densamma.

5.1.3 Sjödalsbacken

I Tabell 14 presenteras de totala föroreningshalterna för Sjödalsbacken, parken och gångvägen i dagsläget, för planerad situation och för planerad situation med rening i skelettjord. Det har antagits att det idag inte är någon rening av dagvattnet. För den planerade situationen med rening antas att endast dagvattnet från Sjödalsbacken kommer renas i skelettjorden. Det har antagits att dagvattnet från parken och gångvägen inte renas.

Tabell 14. Beräknade föroreningshalter i dagvattnet som avleds från Sjödalsbacken, parken och gångvägen före (idag) respektive efter planens genomförande. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"	Plan "med rening"
Fosfor	µg/l	130	130	63
Kväve	µg/l	2 200	2 300	1 100
Bly	µg/l	3,8	3,7	1,2
Koppar	µg/l	21	22	6,9
Zink	µg/l	42	44	10
Kadmium	µg/l	0,26	0,26	0,11
Krom	µg/l	6,8	7,2	2,5
Nickel	µg/l	4,1	4,3	1,7
Kviksilver	µg/l	0,068	0,073	0,038
Suspenderad substans	µg/l	56 000	58 000	7 100
Olja	µg/l	670	710	150
Bens(a)pyren	µg/l	0,0095	0,010	0,0031

Med föreslagen dagvattenåtgärd för Sjödalsbacken efter planerad exploatering reduceras föroreningshalterna till under dagens nivåer.

I Tabell 15 presenteras befintlig föroreningsbelastningen för Sjödalsbacken, parken och gångvägen samt belastningen efter utformning enligt gatusektionen, utan och med rening av dagvattnet.

Tabell 15. Beräknad föroreningsbelastning från Sjödalsbacken, parken och gångvägen idag och efter planens genomförande, med och utan rening av dagvattnet. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"	Plan "med rening"
Fosfor	kg/år	0,19	0,2	0,098
Kväve	kg/år	3,2	3,6	1,7
Bly	kg/år	0,0054	0,0057	0,0018
Koppar	kg/år	0,031	0,034	0,011
Zink	kg/år	0,06	0,068	0,016
Kadmium	kg/år	0,00037	0,0004	0,00016
Krom	kg/år	0,0098	0,011	0,0039
Nickel	kg/år	0,0059	0,0067	0,0026
Kvicksilver	kg/år	0,000098	0,00011	0,000059
Suspenderad substans	kg/år	81	90	11
Olja	kg/år	0,97	1,1	0,24
Bens(a)pyren	kg/år	0,000014	0,000016	0,0000048

Med rening av dagvattnet reduceras föroreningsbelastningen per år från Sjödalsbacken till under dagens nivåer.

5.1.4 Föroreningar från planområdet

I Tabell 16 presenteras de beräknade föroreningshalterna i dagvattnet för hela planområdet, både dagsläget och efter exploatering, med och utan rening.

Tabell 16. Beräknade föroreningshalter i dagvattnet som avleds från hela planområdet före (idag) respektive efter planens genomförande. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"	Plan "med rening"
Fosfor	µg/l	110	110	68
Kväve	µg/l	1300	1500	1000
Bly	µg/l	4,7	4,1	2,2
Koppar	µg/l	13	13	6,5
Zink	µg/l	25	27	12
Kadmium	µg/l	0,23	0,27	0,14
Krom	µg/l	2,8	3,3	1,5
Nickel	µg/l	1,7	2,3	1,1
Kvicksilver	µg/l	0,023	0,027	0,015
Suspenderad substans	µg/l	41 000	40 000	18 000
Olja	µg/l	270	280	100
Bens(a)pyren	µg/l	0,0023	0,0044	0,0014

Efter de föreslagna reningsåtgärderna har föroreningshalterna i dagvattnet från hela planområdet reducerats till under dagens nivåer.

I Tabell 17 presenteras beräknade föroreningsmängder för hela planområdet, både för befintlig situation och planerad situation, utan och med rening.

Tabell 17. Beräknad föroreningsbelastning från hela planområdet idag och efter planens genomförande, med och utan rening av dagvattnet. Beräknat med en årsnederbörd på 600 mm.

Ämne	Enhet	Idag	Plan "utan rening"	Plan "med rening"
Fosfor	kg/år	0,67	0,72	0,45
Kväve	kg/år	7,7	10	6,7
Bly	kg/år	0,029	0,027	0,015
Koppar	kg/år	0,079	0,088	0,042
Zink	kg/år	0,15	0,18	0,079
Kadmium	kg/år	0,0014	0,0018	0,00093
Krom	kg/år	0,017	0,022	0,0100
Nickel	kg/år	0,010	0,015	0,0070
Kviksilver	kg/år	0,00014	0,00018	0,000096
Suspenderad substans	kg/år	250	260	118
Olja	kg/år	1,6	1,9	0,66
Bens(a)pyren	kg/år	0,000014	0,000029	0,0000092

Efter de föreslagna reningsåtgärderna har den årliga föroreningsbelastningen i dagvattnet från hela planområdet reducerats till under dagens nivåer.

6 Dagvattenhantering

Målsättningen är att inte avleda en större mängd dagvatten från området efter exploatering än före. Motivet till flödesreduktionen inom fastigheten är bibehållen vattenbalans och grundvattennivå samt att inte öka belastningen på ledningsnätet. En flödesreglerande åtgärd på fastigheten innebär också att föroreningar vanligtvis kan avskiljas inom fastigheten istället för att transporteras vidare till recipienten.

Förutsättningar för flödesreducerande åtgärder varierar kraftigt från område till område beroende på topografi och markens egenskaper. I det aktuella området utgörs en stor del av marken av berg vilket försvårar perkolation, dvs att vatten på ett naturligt sätt återförs till omgivande mark. I vissa lägre markpartier kan dock perkolation troligtvis vara möjlig.

Föreslaget dagvattensystem på område A och B beskrivs i avsnitt 6.2 och 6.3.

Om Sjödalsbacken utformas enligt Huddinge kommuns projekterade gata krävs en fördröjning och rening av dagvatten, detta görs förslagsvis i skelettjord. Föreslagen åtgärd beskrivs i avsnitt 6.4. Nya, kommunala dagvattenledningar projekteras i samband med gatan. Vid projektering av de dagvattenledningarna i gatan behöver hänsyn tas till det flöde som förväntas från planområdet för att dämning inte ska uppstå. Samordning kring flödena erfordras vid detaljprojektering.

De åtgärder som föreslås inom planområdet behöver inte ta hänsyn till vandringshinder för vattenlevande djur då sådana inte identifierats.

I bilaga 2 presenteras en översiktsplan på föreslagen dagvattenhantering inom planområdet.

6.1 Principlösningar för dagvattenhantering

6.1.1 Regnbädd

Regnbäddar, eller växtbäddar, anläggs för fördröjning, rening och infiltration av dagvatten. De utformas som upphöjda eller nedsänkta lådor i vilken träd, örter och gräs planteras (Figur 11). Regnbäddar är således värdefulla rekreatiomsområden. De kan ta emot ytligt avrinnande vatten från tomter, parkeringsytor, stuprör mm.

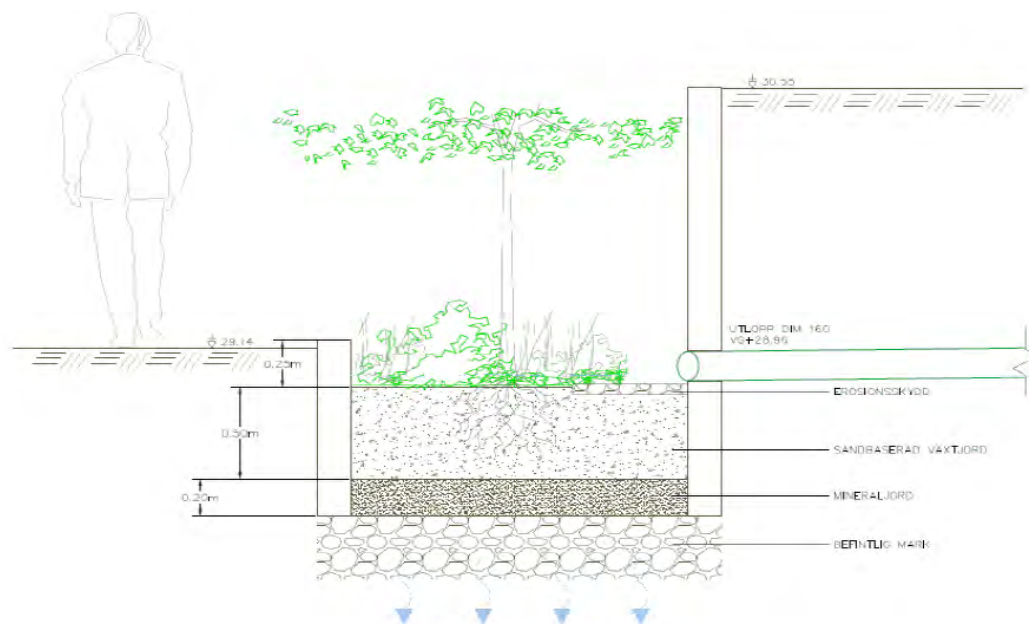


Figur 11. Exempel på nedsänkta regnbäddar. Vänster foto: City of Portland, courtesy Bureau of Environmental Services. Höger foto: Dagvattengruppen, Sweco

Konstruktionen kan utformas så att allt vatten tillåts infiltrera till underliggande jord, alternativt med dräneringsledningar för bortledning till dagvattensystemet, eller som en kombination av de två. Fördröjning sker i en zon ovanför regnbädden och i den underliggande jorden där porvolymen, beroende på material, uppskattas till cirka 10-30 %. Kupolbrunn installeras för bräddning och spolbrunnar för spolning.

Växtligheten i regnbädden bidrar både till rening och till att upprätthålla infiltrationskapaciteten. Exempel på lämpligt växtmaterial är starr, gräsarter och örter som trivs i fuktängar. Det är också möjligt att plantera träd i nedsänkta regnbäddar.

I Figur 12 illustreras uppbyggnaden av en regnbädd.

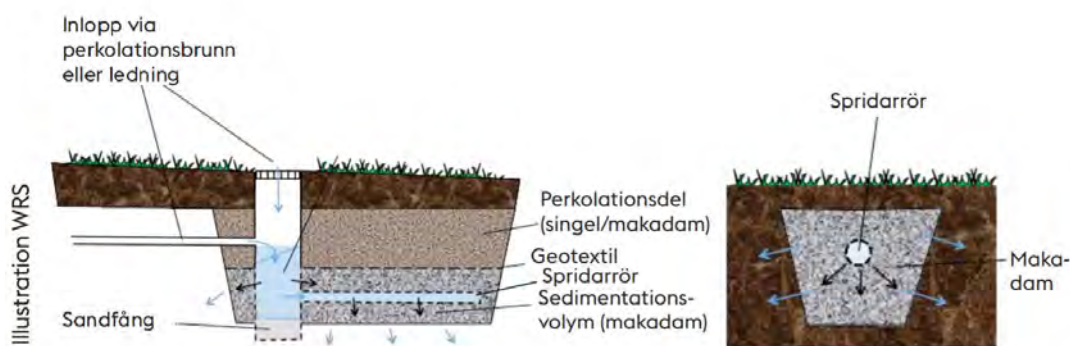


Figur 12. Principskiss över regnbädden runt förskolegården på Sjödalsbacken

6.1.2 Fördröjningsmagasin med fyllning

Fördröjningsmagasin med fyllning är oftast fyllda med sprängsten med en porositet på 30 %, men det finns även andra fyllningsmaterial så som lättklinker/leca med en porositet på ca 40 %. Fördelen med denna typ av magasin är att den har lång livslängd och kan bidra med att fånga partiklar och partikelbundna föroreningar i dagvattnet.

En brunn med sandfång placeras innan inloppet för att minska risken för igensättning i fyllningsmaterialet. Det är viktigt att brunnen med sandfång underhålls regelbundet för att öka magasinets livslängd. Utformas fördröjningsmagasinet tätt krävs en dräneringsledning i botten av magasinet som avleder dagvattnet till det kommunala dagvattennätet. Dräneringsledningen i magasinet kommer behöva underhållas, detta utförs med en rensbrunn vid in- och utlopp till magasinet. Efter en tid kommer magasinet att vara igensatt och materialet behöver bytas ut. Det är främst det översta lagret som behöver bytas ut där mest partiklar från dagvattnet ansamlas. Tiden beror på mängden mindre partiklar som når magasinet. Stockholm Vatten och Avfall uppskattar den tekniska livslängden till 25-50 år. I Figur 13 redovisas en principskiss över ett fördröjningsmagasin med fyllning.



Figur 13. Principskiss över ett fördröjningsmagasin med fyllning, i illustrationen är det fyllt med makadam. Illustrationen är gjord av WRS från (Stockholm vatten och avfall, 2017, perkolationsmagasin)

6.1.3 Kassettmagasin

Kassettmagasin utformas likt fördröjningsmagasin med fyllning men bygger på dagvattenkassetter som är utformade för att fördröja större mängder vatten inom en mindre volym. Porositeten för kassetter är ca 90-95 %. Dagvattenkassetter finns prefabricerade med specifika mått, olika beroende på leverantör och vilken typ som önskas.

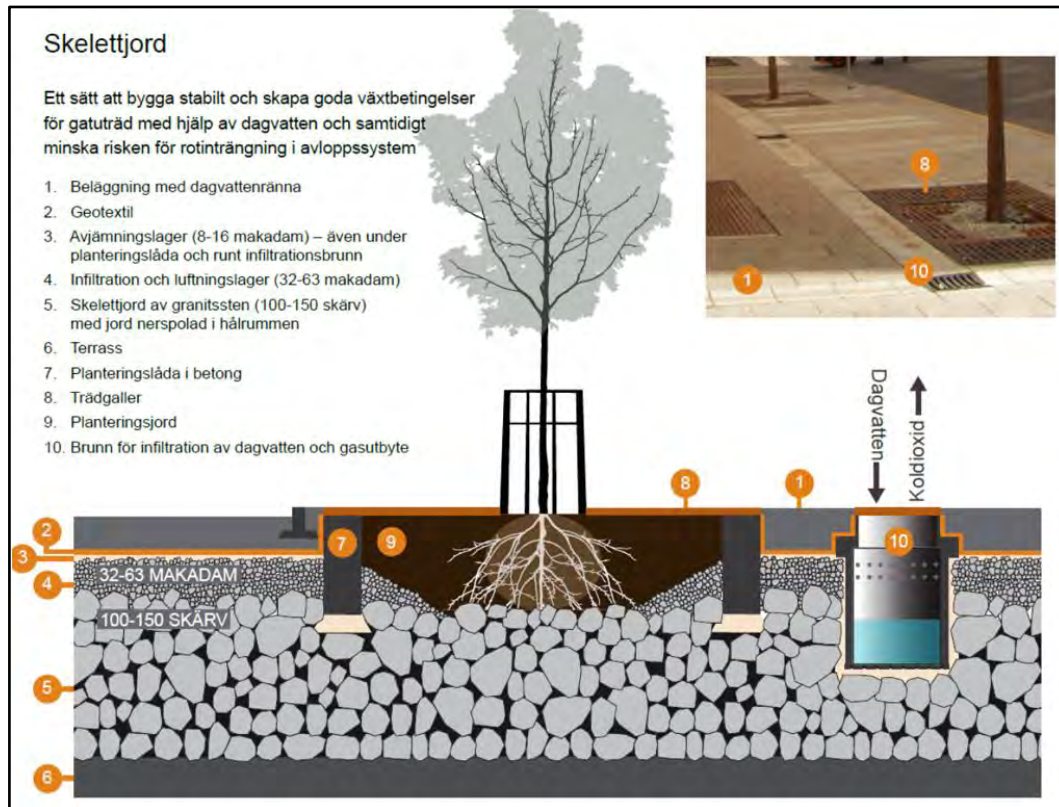
6.1.4 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening.

Vid trädplantering ska varje träd ges en skelettjordsvolym på minst 15 m³/träd. Trädrötterna ska ges möjlighet att växa i princip obegränsat i åtminstone två riktningar. Minimibredden på växtbädden bör inte understiga 4 meter för större skogsträd, typ lind, lönn och ek. För mindre träd typ rönn, körsbär och prydnadsapel, ska bredden aldrig understiga 2 meter. Generösare växtvolym ger bättre växtförutsättningar. Växtbädden

bör ha ett djup på 0,8-1 m. 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 (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

En fördröjningsvolym i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10 % och i en luftig skelettjord cirka 30 % av den totala volymen. Figur 14 visar en schematisk bild över hur en skelettjord bör utformas.

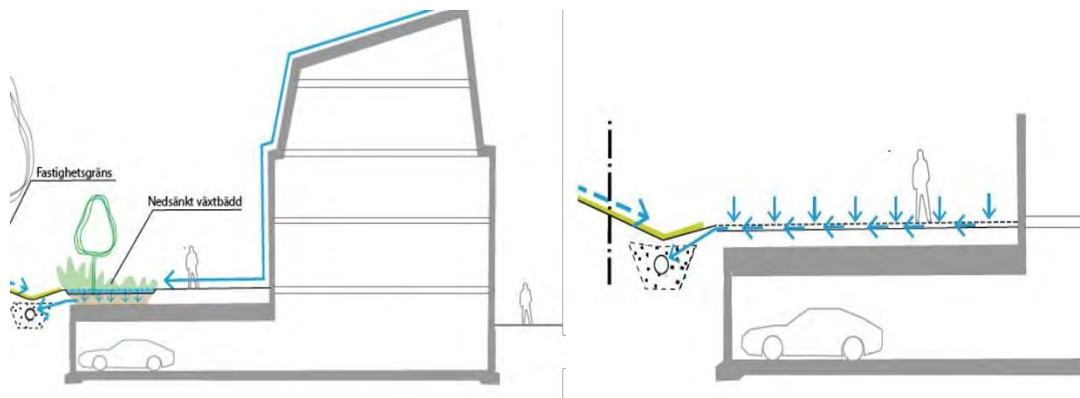


Figur 14. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Stockholm stad, 2017)

WRS AB har på uppdrag av Stockholm stad tagit fram en kostnadsuppskattning av olika dagvattenlösningar. Träd i skelettjord uppskattas kosta ca 60 000 kr per träd exklusive schakt. Denna kostnad gäller då arbetet utförs i samband med annat arbete där marken grävs upp i andra syften. Anläggningskostnaden tillsammans med schaktning uppskattas till 120 000 kr / träd. Underhållet som krävs är rensning av brunnar ca en gång per år (Andersson J. och Åkerman S., 2016).

6.1.5 Dagvattenhantering ovanför bjälklaget

Dagvattenhanteringen på grönytan ovanför garaget måste samordnas med konstruktörer för garaget för att kontrollera att belastningen på bjälkarna inte blir för hög och att dagvattnet kan ledas bort från överbyggnaden. Stockholm stad har tagit fram riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse från 2016 där principskisser på dagvattenlösningar på en överbyggnad illustreras. I Figur 15 presenteras dessa skisser på dagvattenhantering ovanför underjordiska garage.



Figur 15. Principskiss på dagvattenlösningar ovanför bjälklag. Viktigt att samordna med konstruktör och planera för bräddfunktion. (Stockholm stad, 2016)

6.2 Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde A

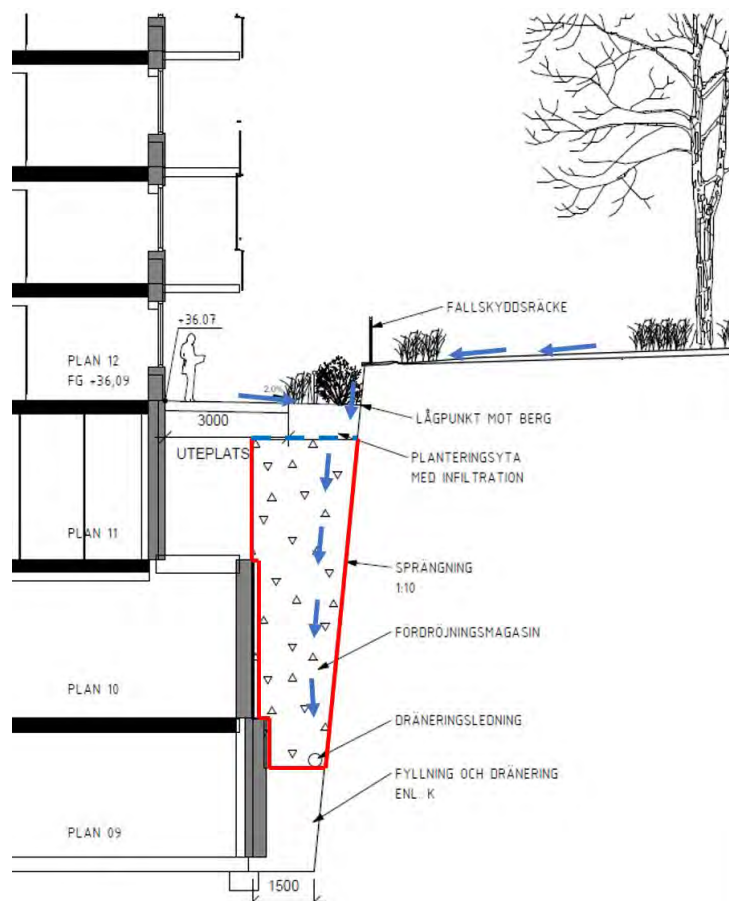
Anslutningspunkt för dagvattensystemet för hus A är den befintliga nedstigningsbrunnen för dagvatten i Klockarvägen. Utloppet från denna brunn sker via en dagvattenledning D250 PVC från 2006 med en vattengång på +24,66.

Dagvattnet omkring hus A föreslås ledas via dagvattenledningar samt en ny regnbädd runt förskolegården till ytterligare fördröjning i ett kassettmagasin. Fördelen med kassettmagasin är att de kan utföras spol- och rensbara.

Regnbädden har en fördröjande och infiltrerande förmåga vilket minskar ytbehovet för det nedströms liggande kassettmagasinet, eftersom en del av den dimensionerande nederbörden renas och infiltreras i regnbädden innan det når kassettmagasinet. Vatten som inte infiltrerar leds vidare via en brunn med kupolsil till kassettmagasinet för fördröjning. Kassettmagasinet totala volym uppgår till 31 m³. Efter fördröjning leds vattnet vidare till det befintliga ledningsnätet.

6.3 Föreslagen dagvattenhantering inom avrinningsområde B

Vid schakten mellan berget och konstruktionen för hus B och C föreslås ett fördröjningsmagasin. Fördröjningsmagasinet ska utformas tätt. I Figur 16 illustreras hur fördröjningsmagasinet kan utformas, utformningen är framtagen i samordning med landskapsarkitekter och konstruktörer. Erforderlig total volym är 95 m³ men utrymmet har möjlighet att fördröja mer, ca 445 m³ då porvolymen för leca är ca 40 %. Om makadam väljs som fyllning minskar fördröjningsvolymen något då porvolymen för makadam är ca 30 %.



Figur 16. Sektionen illustrerar förslag på utformning av ett fördröjningsmagasin mellan huskonstruktionen för hus B och C samt bergsskärningen. Bakgrundsbilden är framtagen av White Arkitekter 2019-10-07. Röd markering visar var tätande lager krävs och blå streckad linje var genomsläpplig geotextil bör placeras. Blå pilar visar vattnets väg ner till planteringsytan och därefter till dräneringsledningen i botten av fördröjningsmagasinet. Exakt utformning tas fram vid detaljprojektering.

Med föreslaget alternativ kommer fördröjningsvolymen att kompensera för övriga ytor, så som gårdsytan på nivå 2 samt gårdsytan ovanför garageinfarten. Vid dessa platser rekommenderas att dagvattnet tas omhand för att bevattna planterarna men ytterligare fördröjning erfordras inte då fördröjningsmagasinet kompenserar för fördröjningsvolymen på respektive gårdsyta.

6.3.1 Föreslagen dagvattenhantering på garageinfarten

Eftersom fördröjningsmagasinet för område B har en större fördröjningsvolym än erforderligt kompenserar volymen även för garageinfarten. Det innebär att en separat dagvattenlösning för denna yta inte är nödvändig. Samordning med landskapsarkitekter bör göras i ett senare skede för att se till att dagvatten som kommer till denna yta avleds till planteringar eller samlas upp och används till bevattning av växterna på gårdsytan.

6.4 Föreslagen dagvattenhantering på lokalgatan Sjödalsbacken

För lokalgatan Sjödalsbacken rekommenderas att plantera träden i skelettjord enligt gatusektionen. Skelettjorden fördröjer och renar dagvattnet från gatan. För norra delen av Sjödalsbacken bör den totala volymen skelettjord vara 264 m^3 om porvolymen är 10 %. Då är det möjligt att fördröja en volym på $26,4 \text{ m}^3$.

För södra delen av Södalsbacken, där dagvatten rinner mot Södalsvägen bör den totala volymen skelettjord vara 198 m³ om porvolymen är 10 %. Det är då möjligt att magasinera 19,8 m³.

Totalt för Södalsbacken krävs en fördröjningsvolym på 46,2m³. Den totala volymen skelettjord som krävs är 462 m³ om porvolymen är 10 %. Träden i gatan kan placeras i skelettjord och skelettjorden kan breda ut sig även under parkeringsplatserna.

Parken och gångvägens markanvändning antas inte förändras och därför krävs ingen ytterligare åtgärd för dessa områden.

6.5 Flöden efter dagvattenhantering

Med föreslagna dagvattenåtgärder, redovisade i Bilaga 2, fördröjs dagvattnet. I Tabell 18 presenteras det beräknade utflödet från planområdet och de olika dagvattenåtgärderna. Notera dock att flödet kan variera beroende på utformning av utloppen.

Tabell 18. Flöden efter exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder.

Delområde	Erforderlig fördröjningsvolym [m ³]	Utflöde [l/s]	Kommentar
A	34	10	Avleds till kommunalt dagvattennät
B, exklusive garageinfarten	38	10	Avleds till kommunalt dagvattennät
	Område utan fördröjning (över bjälklager)	5	
B - Garageinfarten	6	2	Avrinner ytligt
N1-N4	-	104	Avrinner ytligt
Södalsbacken	46	10	Avleds till kommunalt dagvattennät
	Område utan fördröjning (park och gångväg)	8	
Total		149	

7 Flöden vid skyfall

7.1 Flöden vid 100-årsregn

Vid skyfall kommer dagvattenssystemet gå fullt och dagvatten beräknas avrinna ytligt såsom pilarna i Figur 17 visar. Planområdet har delats in i tre delavrinningsområden för yttlig avrinning vid skyfall efter exploatering. Dagvattnet inom Avrinningsområde 1 avrinner mot norra Sjödalsbacken och Klockarvägen medan dagvattnet inom Avrinningsområde 2 rinner mot södra Sjödalsbacken och ner mot Sjödalsvägen. Vattnet inom Avrinningsområde 3 rinner mot sydöst. I figuren markerar blå linje gränsen mellan avrinningsområdena.



Figur 17. Avrinning vid skyfall efter exploatering. Den blå linjen representerar en naturlig vattendelare som delar området i tre avrinningsområden vid skyfall. I område 1 rinner vattnet mot norra Sjödalsbacken och Klockarvägen, i område 2 rinner vattnet mot södra Sjödalsbacken och Sjödalsvägen och i område 3 rinner vattnet mot sydöst.

Tabell 19–21 beskriver flöden vid skyfall genom att redovisa de separata ytornas totala area, avrinningskoefficienter samt reducerad yta. Avrinningskoefficienterna baseras på rekommendationer ur Svenskt Vatten P110 som anpassats till skyfallsflöden. Hårdgjorda ytor kan vid skyfall antas få avrinningskoefficient 1,0. För icke hårdgjorda ytor, så som gräs och skog, bör ökas till ett intervall mellan 0,2–0,8 (Blomquist et al., 2016). Eftersom mindre vatten hinner infiltrera vid skyfall rekommenderar Trafikverket att avrinningskoefficienterna korrigeras med faktorn 1,25 vid beräkningar för 100-årsflöden (Vägverket, 2008). En avrinningskoefficient kan dock inte överstiga 1.

Flödesberäkningarna har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.2.1 och reducerade areor i Tabell 19-21. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde vid ett 10 minuters 100-årsregn med klimatfaktor 1,25:

- $i_{100\text{-årsregn}, 10 \text{ min}, 1,25} = 611 \text{ [l/s, ha]}$

Resultaten för dagvattenflöden vid 100-årsregn för Avrinningsområde 1 mot norra Sjödalsbacken redovisas i Tabell 19.

Tabell 19. Areaberäkning och beräknade 100-årsflöden för planerad markanvändning inom Avrinningsområde 1 mot Norra Sjödalsbacken. Klimatfaktor 1,25.

Markanvändning	Yta [m²]	Avrinningskoefficient 10-årsregn	Avrinningskoefficient 100-årsregn	Reducerad yta 100-årsregn [m²]	Flöde 100-årsregn [l/s]
Tak	635	0,9	1	635	39
Grönt tak	225	0,6	0,75	169	10
Gårdsyta inom kvarter	2410	0,45	0,56	1356	83
Blandat grönområde	1040	0,4	0,5	520	32
Asfalt	1735	0,8	1	1735	106
Park	150	0,4	0,5	84	5
Grönområde med berg i dagen	195	0,4	0,5	98	6
Totalt	6390	0,59*	0,72*	4597	281

*viktad avrinningskoefficient

Vid ett 100-årsregn kommer dagvattenflödet för Avrinningsområde 1 vara 281 l/s.

Tabell 20 presenterar dagvattenflöden vid 100-årsregn för Avrinningsområde 2 mot södra Sjödalsbacken.

Tabell 20. Areaberäkning och beräknade 100-årsflöden för planerad markanvändning inom Avrinningsområde 2 mot Södra Sjödalsbacken. Klimatfaktor 1,25.

Markanvändning	Yta [m²]	Avrinningskoefficient 10-årsregn	Avrinningskoefficient 100-årsregn	Reducerad yta 100-årsregn [m²]	Flöde 100-årsregn [l/s]
Tak	460	0,9	1	460	28
Grönt tak	180	0,6	0,75	135	8
Gårdsyta inom kvarter	925	0,45	0,56	520	32
Blandat grönområde	2690	0,4	0,5	1345	82
Asfalt	1145	0,8	1	1145	70
Grönområde med berg i dagen	1410	0,4	0,5	705	43
Totalt	6810	0,51*	0,63*	4310	263

*viktad avrinningskoefficient

Vid ett 100-årsregn kommer dagvattenflödet för Avrinningsområde 2 vara ca 263 l/s.

Tabell 21 presenterar dagvattenflöden vid 100-årsregn för Avrinningsområde 3 som rinner sydöst.

Tabell 21. Areaberäkning och beräknade 100-årsflöden för planerad markanvändning inom Avrinningsområde 3. Klimatfaktor 1,25.

Markanvändning	Yta [m ²]	Avrinningskoefficient 10-årsregn	Avrinningskoefficient 100-årsregn	Reducerad yta 100-årsregn [ha]	Flöde 100-årsregn [l/s]
Grönområde med berg i dagen	5640	0,4	0,5	0,28	172
Totalt	5640	0,4	0,5	0,28	172

Vid ett 100-årsregn kommer dagvattenflödet för Avrinningsområde 3 vara 172 l/s.

7.1.1 Framtida skyfallsflöde från planområdet

Flödet vid skyfall uppgår totalt till 716 l/s efter exploatering utan att ta hänsyn till de föreslagna dagvattenlösningarna.

7.2 Höjdsättning och översvämningsrisk

Det är viktigt att området höjdsätts så att vattnet avrinner från byggnaderna mot områden som kan tillåtas översvämmas utan att byggnader och anläggningar tar skada. 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).

För att förhindra att yt- eller dagvatten rinner in i byggnaden måste marken ges en tillräcklig lutning från byggnaden. Rekommenderat i Svenskt Vatten P105 är att marken närmst byggnader (ca 3 m) ska ha en lutning på 1:20 för att förhindra att vatten rinner in mot byggnader. I projekterad vägmodell noteras att vägen utformas med en mittremsa som är det lägsta stråket i gatan för att säkerställa att vatten rinner bort från husen. Med en färdig golvnivå högre än gatunivå samt en lägre stråk i vägens mitt kommer regnvattnet inte ansamlas på platsen utan det rinner undan eftersom Sjödalsbacken sluttar.

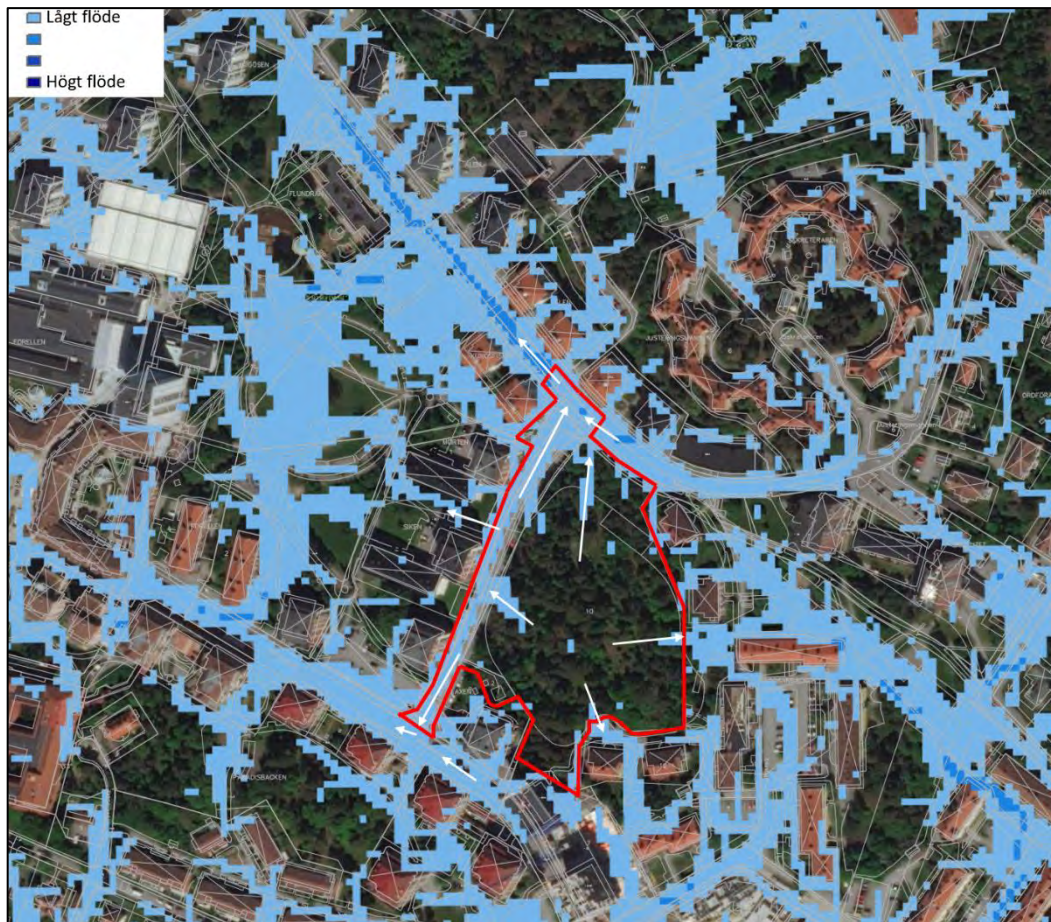
När systemet går fullt sker avrinningen inom Avrinningsområde 1 i riktning mot Sjödalsbacken och Klockarvägen. Dagvattnet inom Avrinningsområde 2 flödar mot Sjödalsbacken och fortsätter vidare ner söderut mot Sjödalsvägen. Eftersom fastigheten är belägen på en bergknalle anses det inte föreligga risk för översvämningsrisk så länge instängda områden undviks och färdig golvnivå ligger högre än gatan. Bullerplanken inom detaljplanområdet bör utformas överlappande för att säkerställa att dagvatten vid skyfall kan rinna bort från området.

Hänsyn till dimensionerande vattenstånd i närliggande ytvatten behöver inte tas och det finns inte risk att planområdet översvämmas till följd av höga nivåer i närliggande ytvatten då marknivåerna inom planområdet är mellan ca +22 och ca +38.

7.3 Huddinge kommuns skyfallsmodell

WSP har på uppdrag av Stockholm Vatten och Avfall tagit fram en skyfallsmodell över Huddinge kommun. Modellen har tagits fram för befintlig situation inom planområdet. I Figur 18 presenteras befintliga avrinningsvägar tillsammans med flödes hastighet (m³/s/m) som redovisas som blå ytor i en skala från lågt flöde till högt flöde enligt rekommendation i den rapport som tagits fram av WSP tillsammans med skyfallsmodellen (WSP,2018). Flödes hastigheten är baserad på simulering av ett 100-årsregn med en klimatkoefficient på

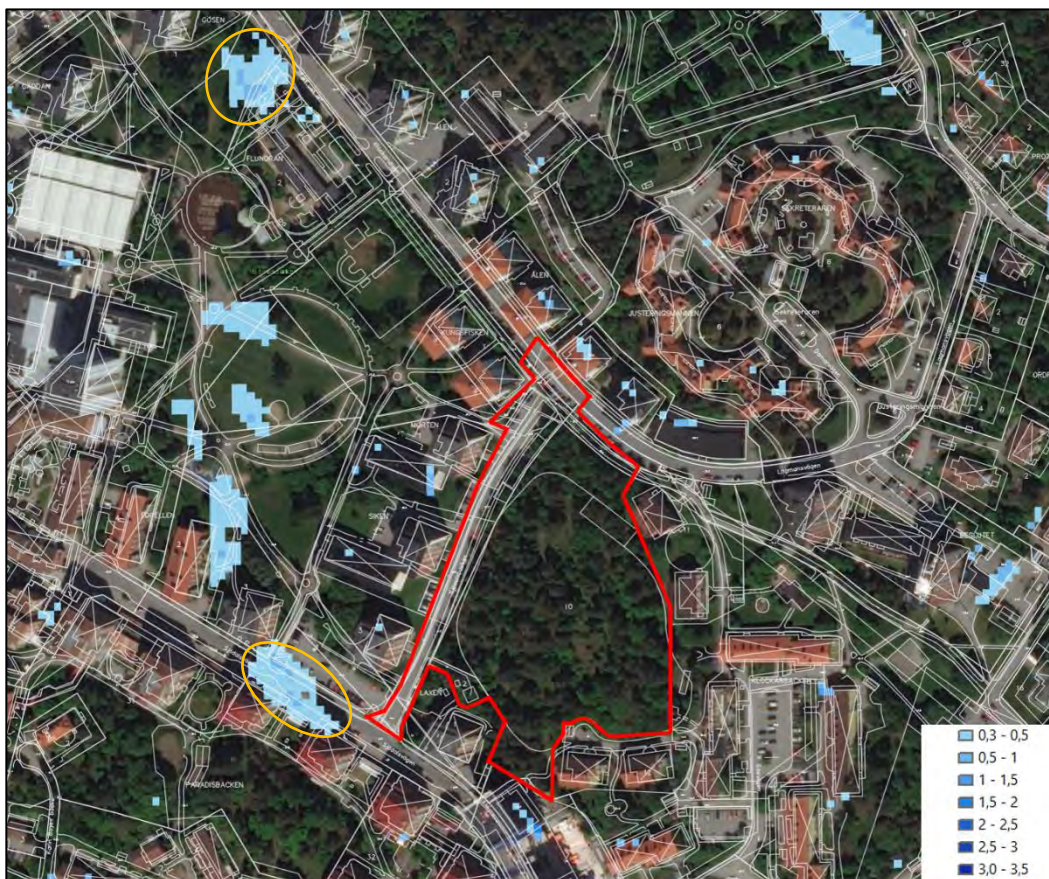
1,25. De främsta avrinningsvägarna är via befintliga vägar. Vid jämförelse av Figur 17 och Figur 18 noteras att avrinningsvägarna vid Sjödalsbacken till Sjödalsvägen och Klockarvägen samt mot sydöst är liknande för befintlig och planerad situation.



Figur 18. Flödes hastigheter från skyfallsmodellering utförd av WSP 2018 vid ett klimatkompenserat 100-årsregn angivet från lågt flöde till högt flöde. Planområdet är markerat med röd polygon och ytliga avrinningsvägar är markerat med vita pilar. De ytliga avrinningsvägarna markerade med vita pilar är framtagna utifrån höjdkurvor.

Enligt Huddinge kommun anses gränsen för vad en gata får översvämmas vara max 30 cm vatten över markytan. I Figur 19 presenteras översvämmade områden med vattennivåer över 30 cm i närheten till detaljplanområdet efter 6 timmar simuleringstid efter ett 100-årsregn med en klimatfaktor på 1,25. De inringade översvämmade områdena är de områden som det befintliga planområdet antas påverka. Planområdet efter exploatering kommer att påverka samma områden då flödesvägarna är snarlika både före och efter exploatering.

De översvämmade områdena markerade i Figur 19 överstiger den nivå som kommunen anser vara acceptabel på gator. Det är viktigt att framkomligheten för räddningstjänsten säkerställs. Sjödalsparken är belägen något lägre än gatan och det kan vara en möjlig lösning att utforma parken till en översvämningsyta för att avleda en viss del av dagvattnet från gatan. Detta kan uppnås med en anpassad höjdsättning men behöver undersökas vidare. Området ingår inte i dagvattenutredningen för detta planområde.



Figur 19. Översvämmade områden med vattennivåer över 30 cm i närheten av detaljplanområdet (markerat med röd polygon) vid 6 timmars simuleringstid vid ett simulerat 100-årsregn. Inringade områden (med orange oval) är översvämningsområden som planområdet antas påverka. Resultatet från skyfallsmodellen gjord av WSP för Stockholm Vatten och Avfall är för befintlig situation. Vattennivåerna i högra nedre hörnet är presenterade i meter över marknivå.

Skyfallsmodelleringen är utförd med befintlig situation. Inom planområdet, som idag främst består av kuperad naturmark, kommer regnet i början av skyfallet att infiltrera marken. Därefter blir marken mättad och resterande dagvatten kommer att avrinna ytligt. I och med att marken främst består av berg med ytlager av morän kommer marken mättas relativt snabbt.

Efter exploatering kommer regnet i början att fördröjas med föreslagen dagvattenhantering innan resterande dagvatten avrinner ytligt. Framtida dagvattenflöde vid ett klimatkompenserat 100-årsregn med en varaktighet på 10 minuter som presenteras tidigare i Tabell 19-Tabell 21 genererar en volym på ca 430 m³ dagvatten. Befintligt flöde från planområdet vid ett klimatkompenserat 100-årsregn med en varaktighet på 10 minuter är ca 650 l/s, vilket genererar en volym ca 390 m³ efter 10 minuter. Flödesberäkningar för befintlig situation inom planområdet vid skyfall redovisas i Bilaga 1.

Föreslaget fördröjningsmagasin vid hus B och C har en större fördröjningsvolym än erforderligt, vilket innebär att dagvattenflödet från planområdet vid ett skyfall efter exploatering med föreslagna dagvattenlösningar inte bör påverka nedströms liggande områden mer än vad det gör idag. De föreslagna dagvattenlösningarna kan likställas med den naturliga fördröjningen som sker i naturmarken idag. Flödesvägarna för dagvattnet kommer förändras något då dagvattenlösningarna kommer avleda mer vatten till kommunala dagvattenledningar än för befintlig situation. Även höjdsättningen inom fastigheterna kan förändra avrinningen något jämfört med befintlig situation.

8 Slutsats och rekommendationer

Befintlig naturmark på Klockarbacken 10 kommer delvis omvandlas till bostadshus och kvartersmark. Exploateringen innebär högre flöden och föroreningsbelastning mot recipienten Trehörningen om dagvattenåtgärder inte implementeras. Baserat på utförda beräkningar för fördröjning och rening av dagvattnet rekommenderas en effektiv magasinvolym på ca 78 m³ fördelat på kassetmagasin, fördröjningsmagasin fyllt med leca/makadam och regnbäddar inom område A och B (kvartersmark).

Då Sjödalsbacken utformas enligt Huddinge kommuns projekterade gata kommer dagvattenflödet öka. För att fördröja och rena dagvattnet rekommenderas skelettjord. Den totala effektiva volymen skelettjord som krävs för att fördröja ett klimatkompenserat 20-årsregn som varar i 10 min är ca 46 m³.

Med föreslagna reningsåtgärder når föroreningsbelastningen under befintliga nivåer efter exploatering inom område A och B för alla ämnen utom kväve och bens(a)pyren. Fosforhalterna från område A och B reduceras till 68 µg/l, jämfört med 110 µg/l idag. Målet kommunen har för Trehörningen är att sänka halten till 28 µg/l till år 2021. Med skelettjord vid Sjödalsbacken reduceras föroreningsbelastningen per år för gatan till under dagens nivåer. Den totala föroreningsbelastningen per år och föroreningshalterna från hela planområdet reduceras till under dagens nivåer.

Det finns åtgärder för att erhålla renare dagvatten. Ett första steg är att minska flödena, vilket innebär att hårdgorda ytor undviks i så stor utsträckning som möjligt. Väl genomtänkta materialval bidrar också till att minska risken för spridning av föroreningar från området som ska exploateras. En kombination av dagvattenlösningar såsom trög avledning, vilket innebär att vatten avrinner ytligt i stället för i ledning, samt plantering i regnbäddar bidrar både till att minska flödena och sänka föroreningsmängderna. Även val av genomsläppliga beläggningar i stället för ogenomträngliga material är nödvändigt för att minska både storlek på magasinvolym samt utgående föroreningsmängder.

Det framtida flödet vid ett 100-årsregn uppgår till 281 l/s för vattnet som avrinner norrut i område 1 och ca 263 l/s för flödet söderut i område 2. Flödet från Avrinningsområde 3 som rinner åt sydöst har uppskattats till 172 l/s. Med föreslagen dagvattenhantering blir förändringen i dagvattenvolym vid skyfall liten och påverkan på områden nedströms antas inte förändras. Då området ligger på en bergknalle finns det naturliga sekundära avrinningsvägar via Sjödalsbacken och Klockarvägen, både för befintlig situation och planerad situation. Med god höjdsättning i plan bedöms riskerna för att planområdet översvämmas som låga.

Viktigt är att alla lösningar utformas så att en effektiv rening uppnås samt att miljöskadliga ämnen undviks vid val av material för att avrinningen inte ska belasta ledningsnät och recipient mer än i dagsläget. Med föreslagna fördröjningsåtgärder på exploaterad mark kan önskat fördröjningskrav erhållas och den totala föroreningsbelastningen på recipienten minskar.

Då dagvattnet från planområdet fördröjs och renas med föreslagna åtgärder uppfylls fördröjningskrav och den totala föroreningsbelastningen minskar till under dagens nivåer. Det innebär att icke-försämringsprincipen uppfylls. Bedömningen från Ecoloop i deras rapport från 2020 är att sulfidberg inte har någon negativ påverkan på grundvattnet.

Sammantaget bedöms inte detaljplaneområdet påverka Trehörningen eller de recipienter nedströms som berörs av MKN mer än det gör i dagsläget.

9 Referenser

Andersson J. och Åkerman S. 2016. *Kostnadsberäkningar av exempellösningar för dagvatten*. WRS AB.

Blomquist, D., Hammarlund, H., Härle, P. & Karlsson, S. 2016. *Riktlinjer för modellering av spillvattenförande system och dagvattensystem*. Stockholm: Svenskt Vatten Utveckling (Rapportnummer: 2016–15). http://vav.griffel.net/filer/SVU-rapport_2016-15.pdf (2020-05-08).

HaV, 2016. *Miljö kvalitetsnormer*.
<https://www.havochvatten.se/hav/vagledninglagar/vagledningar/miljokvalitetsnormer/miljokvalitetsnormer.htm> (2018-02-05)

Huddinge kommun. u.å. *Åtgärdsprogram för Trehörningen 2015-2021*.

Stockholm stad, 2016, *Riktlinjer för kvartersmark i tät stadsbebyggelse*
http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_kvartersmark.pdf (2019-04-12)

Stockholm stad, 2017, *Skelettjord*
<http://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder-for-vattenrening/skelettjord/>
(2018-12-04)

Stockholm Vatten och Avfall, 2017, *Perkolationsmagasin*
http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/perkmag_h.pdf
(2019-06-10)

Stockholm Vatten och Avfall, 2017, *Skelettjord*
http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf
(2018-12-04)

Vägverket, 2008. *VVMB 310 - Hydraulisk dimensionering (Nr. 61)*. Vägverket, Borlänge.

WSP, 2018, *Skyfallsmodellering Huddinge kommun*, Stockholm vatten och avfall, 2018-06-19

Bilaga 1

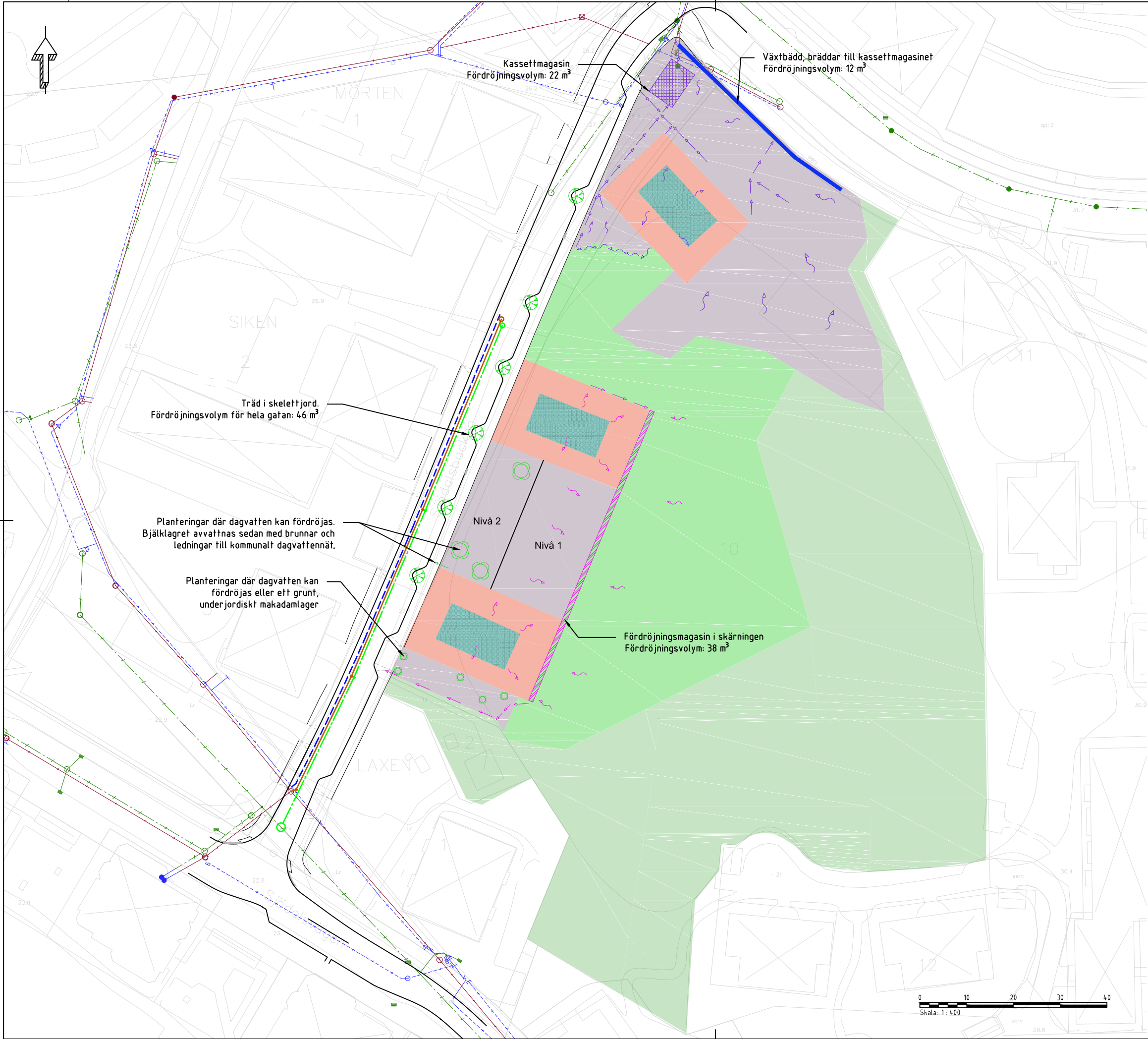
Översiktliga flödesberäkningar har utförts enligt ekvationer i avsnitt 2.2.1 och reducerade areor i Tabell 22. Regnintensitet har beräknats med specifikt flöde vid ett 10 minuters 100-årsregn med klimatfaktor 1,25:

- $i_{100\text{-årsregn}, 10 \text{ min}, 1,25} = 611 \text{ [l/s, ha]}$

Resultaten för dagvattenflöden vid 100-årsregn för planområdet vid befintlig situation redovisas i Tabell 22.

Tabell 22. Areaberäkning och beräknade 100-årsflöden för befintlig markanvändning inom planområdet. Klimatfaktor 1,25.

Markanvändning	Yta [m²]	Avrinningskoefficient 10-årsregn	Avrinningskoefficient 100-årsregn	Reducerad yta 100-årsregn [m²]	Flöde 100-årsregn [l/s]
Asfalt	2490	0,8	1	0,249	152
Park	185	0,4	0,5	0,00925	6
Grönområde med berg i dagen	16110	0,4	0,5	0,806	492
Totalt				1,06	650



Teckenförklaring

- Gårdsyta
- Tak
- Blandat grönområde
- Grönområde med berg i dagen
- Grönt tak
- Kassettmagasin
- Fördröjningsmagasin av fyllning i skärning mellan hus och berg
- Växtbädd
- Flödesriktning i dagvattenledning till kassettmagasin
- Flödesriktning på mark till kassettmagasin
- Flödesriktning i dagvattenledning till fördröjningsmagasin i område B
- Flödesriktning på mark i fördröjningsmagasin i område B
- Förslag på plantering
- Träd i skelett jord
- Planerade VA-ledningar
- Befintliga VA-ledningar

Anmärkning

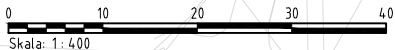
Skissen är endast ett förslag på dagvattenhanteringen inom planområdet.

Ytor inom planområdet bör så långt som möjligt vara genomsläppliga. Infiltrationsmöjligheten är dock begränsad. Gårdsytan i norra delen är den yta där genomsläpplig yta är mest fördelaktigt då jordjupet är djupare där.

Befintlig markanvändning på de ytor som är gröna i skissen (blandat grönområde och grönområde med berg i dagen) bör så långt som möjligt bevaras.

Fördröjningsmagasinet mellan hus B och C samt bergskärning ska utformas med tät botten och täta sidor.

Planerade VA-ledningar är inte fastställda och kan komma att förändras. Eventuella befintliga ledningar som ska slopas redovisas inte.



BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
FÖRSLAG SJÖDALSBACKEN			
 AFRY			
UPPDRAG NR 740354	RITAD/KONSTR AV H. GUSTAVSSON	HANDLÄGGARE	
DATUM 2020-05-07	ANSVARIG H. GUSTAVSSON		
BILAGA 2			
FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING			
SKALA A1 1:400	NUMMER -	BET	