



Dagvatten- och skyfallsutredning

DPL Sälgen, Skara kommun

Samhällsbyggnadsbolaget
Datum: 4 September 2023

Sammanfattning

NIRAS Sweden AB har fått i uppdrag av fastighetsägaren Samhällsbyggnadsbolaget i Norden AB att ta fram en dag- och skyfallsutredning för detaljplan Sälgen i Skara kommun. Uppdraget syftar till att utreda förutsättningarna för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering för de två bebyggelseförslagen för detaljplan Sälgen och ta fram åtgärdsförslag fram för att rena och fördröja dagvatten samt redovisa hur skyfall kan hanteras så att skada inte uppstår varken i eller utanför planområdet.

Planområdet är beläget i nordvästra delen av Skara tätort och är ca 6,5 ha stort. I dagsläget är området bebyggt med ett flertal byggnader med verksamheter i form av diverse vårdmottagningar och förskola. Norra delen av planområdet utgörs av jordbruksmark med en jordvall som ligger mellan åkern och bebyggelsen. Generellt lutar marken inom planområdet från sydost mot nordväst och varierar höjdmässigt från + 110,5 - +115,7 m.ö.h. Planområdet ligger till stor del lägre än omgivande terräng vilket skapar en sårbarhet sett till potentiella översvämningar. Recipienten för planområdet är vattenförekomsten Dofsan, ett 25 km långt vattendrag som rinner in i Skara från öster. Den övergripande ekologiska statusen för Dofsan har bedömts till måttlig och den kemiska statusen till uppnår ej god status.

I dagsläget består markanvändningen till största del av åkermark, gator, körbanor och takytor. Två alternativ för ombyggnation har tagits fram för detaljplanen, varav den ena omfattar enbart bostadsbebyggelse (alternativ 1) och den andra både bostäder och skola (alternativ 2). I bägge alternativ byts jordbruksmarken i norr ut mot bebyggelse, vilket innebär att andelen hårdgjorda ytor ökar.

Vid ombyggnation enligt både alternativ 1 och alternativ 2 förväntas dimensionerande dagvattenflöden öka jämfört med befintlig situation. I alternativ 1 ökar flödet med ca 260 l/s och i alternativ 2 med ca 220 l/s jämfört med befintligt scenario vid en nederbörd med 10-års återkomsttid (inkluderat klimatfaktor).

Föreslagen dagvattenhantering utgår ifrån Skara kommuns dagvattenpolicy där dagvattenanläggningar ska dimensioneras för att kunna fördröja ca 20 mm nederbörd. I utbyggnadsalternativ 1 innebär det att ca 560 m³ behöver fördröjas inom planområdet, och för utbyggnadsalternativ 2 är motsvarande volym ca 530 m³. Dagvatten från tak- och gårdsytor samt parkeringsplatser föreslås omhändertas i regnbäddar på kvartersmark. Dagvatten från kvartersgator och GC-vägar föreslås avledas mot ett genomgående grönt dikesstråk längs planerad angöringsgata inom fastigheten. Syftet med dikesstråket är även att fungera som ett skyfallstråk för magasinering och avledning av kraftiga dagvattenflöden vid skyfall.

Modellerat resultat indikerar att föroreningsmängderna ökar vid byggnation (utan rening) för ämnena koppar, krom, nickel och antracen för båda bebyggelsealternativ, och för alternativ 2 ökar även mängden fosfor jämfört med dagens mängder. Modellering av föroreningshalter visar en ökning av samma ämnen för alternativen. Vid modellering av föreslagna reningsåtgärder i form av regnbäddar och trädplantering i skelettjord minskar i princip samtliga föroreningsmängder- och halter för båda utbyggnadsalternativ jämfört med dagens bebyggelse. Förutsättningarna är således goda avseende planens bidrag till möjligheten att uppnå recipientens fastställda kvalitetskrav för ekologisk och kemisk status.

Bebyggelsen inom planområdet ligger i dagsläget i ett lågområde, vilket innebär att byggnaderna är i ett utsatt läge för översvämning vid kraftig nederbörd. Platsens funktioner i form av bl.a. vård- och skolverksamhet ökar sårbarheten för området vid eventuell översvämning. Planens genomförande har god potential att förbättra platsens förutsättningar avseende översvämningsrisker, där höjdsättningen blir ett viktigt verktyg för att skapa en hållbar skyfallshantering. Vid ombyggnation behöver höjdsättningen av marken säkerställas att vatten inte kan ansamlas kring bebyggelsen vid kraftig nederbörd, vilket innebär att marken behöver höjas och luta bort från fasader. Volymerna som kan bli

stående i lågpunkter i dagsläget behöver kompenseras för på en annan plats där det inte riskerar skada bebyggelse eller människor. Totala volymen inom planområdet som behöver hanteras är ca 1 100 m³. Volymen föreslås kunna omhändertas i ett nedsänkt skyfallsstråk som löper tvärs över planområdet intill planerad angöringsgata.

Det finns potential att kunna omhänderta skyfallsflöden från en lågpunkt i anslutning till planområdet österut, som riskerar påverkas av den planerade väganslutningen. Vid en sådan lösning krävs det nära samarbete med kommunen för att säkerställa en fungerande och hållbar avledning av skyfall som inte riskerar orsaka skada på omkringliggande områden. Kopplingen mellan skyfallsstråket och lågpunkten österut behöver utredas vidare för att kunna svara på om och hur avledningen kan gå till.

Dagvatten- och skyfallsutredning DPL Sälgen

Sluthandling

4 September 2023

Utarbetat av Laura Anthony och Jennifer Eklöf

Granskat av Linnea Henriksson

Godkänt av Åsa Malmäng Pohl

NIRAS Sweden AB

Hantverkargatan 11B

112 21 Stockholm

Innehåll

1.	Inledning	5
2.	Underlag	6
3.	Riktlinjer och dagvattenstrategi	6
4.	Områdesbeskrivning	8
4.1.	Recipienter och miljö kvalitetsnormer	9
4.2.	Befintliga avrinningsvägar	10
4.3.	Hydrogeologiska förutsättningar.....	11
4.4.	Skyfall	12
4.5.	Förorenad mark	13
5.	Befintlig och planerad markanvändning	13
5.1.	Befintlig markanvändning	14
5.2.	Planerad bebyggelse.....	15
6.	Flödesberäkningar	17
6.1.	Indata och beräkningsmetodik.....	17
6.1.1.	Nederbörd.....	17
6.1.2.	Klimatanpassning.....	18
6.2.	Beräknade flöden och volymer	18
7.	Föreslagen dagvattenhantering	19
7.1.	Principförslag för dagvattenhantering	20
7.2.	Regnbäddar	20
7.3.	Trädplanteringar i skelettjord.....	21
7.4.	Kompletterande åtgärder	22
7.4.1.	Vegetationsklädda tak.....	22
7.4.2.	Genomsläppliga beläggningar	23
8.	Föroreningsberäkningar	24
9.	Hantering av skyfall	25
10.	Slutsats	29
11.	Litteraturlista	29

1. Inledning

NIRAS Sweden AB har fått i uppdrag av fastighetsägaren Samhällsbyggnadsbolaget i Norden AB att ta fram en dagvatten- och skyfallsutredning för detaljplan Sälgen i Skara kommun. En planprocess har påbörjats för området i syfte att förtäta och utveckla området. Två strukturskisser har tagits fram, där området i ena alternativet utvecklas till uteslutande bostadsområde och i andra alternativet omfattar bebyggelsen både bostäder och skola, se strukturskiss för bostadsalternativet i Figur 1.1.

Uppdraget syftar till att utreda förutsättningarna för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering för de två bebyggelseförslagen för detaljplan Sälgen. I utredningen tas åtgärdsförslag fram för att rena och fördröja dagvatten så att utgående dagvatten ska vara lika rent eller renare än före utbyggnad. Vidare föreslås åtgärder som fördröjer dagvatten så att flödena inte ökar efter ombyggnation och redovisning av hur skyfall kan hanteras så att skada inte uppstår varken i eller utanför planområdet. Utredningen genomförs i nära samarbete med planarkitekterna på Scapeous arkitekter AB som ansvarar för planarbetet på uppdrag av fastighetsägaren Samhällsbyggnadsbolaget i Norden AB. Ytterst ansvariga för att genomföra detaljplanen är Skara kommun.



Figur 1.1 Sälgen strukturplan ALT 1 Bostäder 20230629. Underlag framtaget av Scapeous arkitekter.

2. Underlag

Följande underlag har använts vid framtagandet av utredningen:

- Strukturplan DPL Sälgen inklusive planområdesgräns dwg, Scapeous arkitekter AB, 230702
- DP Sälgen, koncept för omvandling 220112, PDF, mottaget 220128
- VA-underlag dwg, Skara energi, mottaget 230403
- Ritning V50-1 Situationsplan VVS, Ingenjörbyrå AB, 1970-11-27
- Projekteringsunderlag gata M-10-P-003, Skara kommun
- Policy och riktlinjer för dagvatten i Skara kommun, fastställd 2021-06-14

3. Riktlinjer och dagvattenstrategi

Skara kommun har tagit fram en policy och riktlinjer för dagvatten som fastställdes av kommunfullmäktige 2021-06-14. Syftet med dokumentet är att skapa förutsättningar för en långsiktig fungerande dagvattenhantering med tydliga riktlinjer och ansvarsfördelning för anläggande, drift och skötsel. Nedanstående information är hämtat från styrdokumentet "Policy och riktlinjer för dagvatten i Skara kommun".

Polycyn innehåller några övergripande ställningstaganden för dagvattenhantering i kommunen

- Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD)
- Begränsa föroreningar
- Miljömässig och kostnadseffektiv dagvattenhantering
- Klimatanpassad dagvattenhantering
- Dagvatten ska bidra till attraktiva områden
- Samverkan, samordning och samsyn

Utifrån de övergripande ställningstagandena har riktlinjer för olika områden tagits fram. Riktlinjerna ska beaktas vid all planering och byggnation och dessa har delats in i olika marktyper/ansvarsområden. Ett urval av dessa sammanställs nedan.

Riktlinjer för all mark inom planprogram, framtagande av nya detaljplaner och i detaljplanelagda områden.

- I inledningsskedet av planprocessen ska ett stort antal frågor beträffande dagvatten klarläggas, utredningen ska bl. a. innehålla klargörande om de lokala förutsättningarna för hur dagvattenhanteringen inom området kan lösas.
- En översyn på hur områden, både mark och vattendrag, nedströms påverkas av exploateringen bör göras, samt om ytterligare exploatering uppströms är planerad för att se om ytterligare dagvatten kan förväntas ta sig genom området.
- Dagvattenanläggningar ska dimensioneras för 10-årsregn med 30 min varaktighet, vilket motsvarar cirka 20 mm regn.
- Regn med en intensitet och/eller varaktighet som överskrider dagvattensystemens kapacitet förekommer idag och kommer öka. Höjdsättning av kvarter ska ske så att skyfallsvatten kan avledas på gator och markytor utan att tränga ner och skada byggnader eller andra samhällsviktiga funktioner. Dessa vattenvägar ska ses som sekundära avledningsvägar då ordinarie dagvattensystem är överbelastade. Planeringsförutsättning är att vid ett 100-årsregn med klimatfaktorn 1,25 ska inte några vattenskador kunna ske. Instängda områden där ytvatten inte kan avrinna vid skyfall ska undvikas.

- Dagvatten ska renas och fördröjas på eller i direkt anslutning till källan och innan vattnet släpps ut i recipienten. Fördröjningsytor, infiltrationsytor och andra viktiga ytor som behövs för en hållbar dagvattenhantering ska avsättas och anläggas inom tätbebyggda områden.
- Vid nybyggnation ska användning av material och ytbeläggningar på tak och fasad som innehåller höga halter av till exempel koppar och zink undvikas.

Platsspecifika riktlinjer för kvartersmark

- Egenskapsbestämmelser kan användas i detaljplaner när det är nödvändigt för att uppnå en hållbar dagvattenhantering på kvartersmark. Egenskapsbestämmelser kan precisera och avgränsa utnyttjandegrad, fastighetsstorlek, markens anordnande, placering, utformning och utförande av byggnader.
- Planeringsförutsättningen är att vid ett 100-årsregn med klimatfaktorn 1,25 ska inte några vattenskador ske inom fastigheten eller på kringliggande fastigheter och ledningssystem. Vid extrema regn behöver en ytlig avledning vara möjlig.
- Stuprörsutkastare bör om det är ekonomiskt rimligt och tekniskt möjligt utformas så att de mynnar ut i växtbädd eller annan mark som inte är hårdjord.
- Fördröjning i underjordiska magasin kan tillåtas om riktlinjen inte klaras med hjälp av öppna dagvattenlösningar.

Ansvarsfördelning

Kommunen har det övergripande ansvaret för den fysiska planeringen och den lokala samhällsutvecklingen, inkluderat hur dagvattnet ska omhändertas. Kommunen ska vid detaljplaneläggning försäkra sig om att god dagvattenhantering går att lösa inom planområdet. VA-huvudmannen ansvarar för att hantera dagvatten på ett hållbart vis enligt Svenskt Vattens publikation P110, se Tabell 3.1. Exempel på VA-huvudmannens ansvarsområden är utbyggnad och underhåll av de allmänna VA-anläggningarna. Fastighetsägaren har ansvar för dagvattenhanteringen inom sin fastighet, vilket inkluderar funktion, drift och underhåll av fördröjnings- och reningsanläggningar. Gränsen för fastighetsägaren går vid anvisad förbindelsepunkt för dagvatten.

Gällande skyfall är kommunen ytterst ansvariga för nederbörds mängder som överstiger 10-årsregn enligt Skara kommuns dagvattenpolicy. Fastighetsägaren ansvarar för att vidta åtgärder för att skydda sin egendom från t.ex. översvämningar.

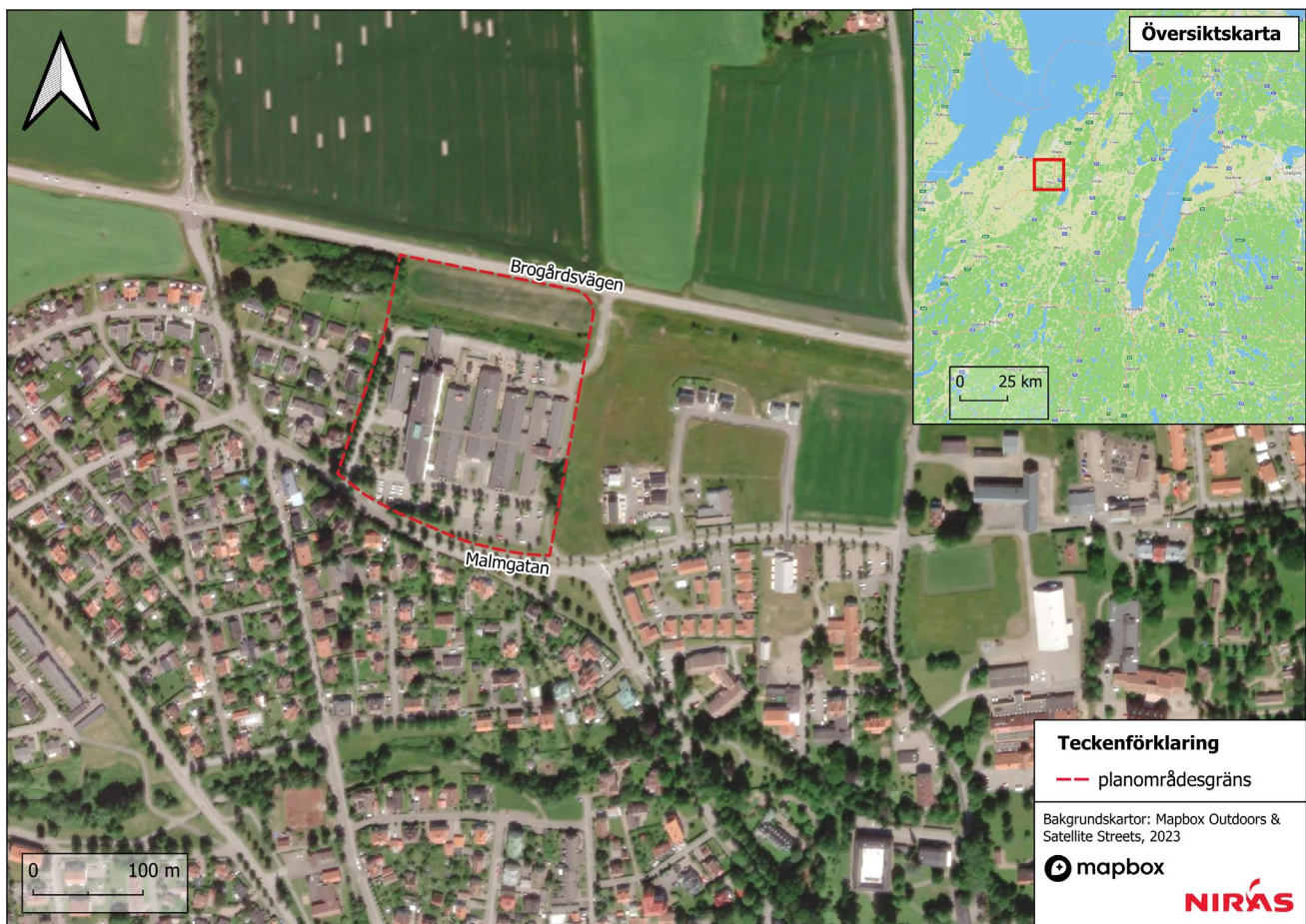
Tabell 3.1 Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem (Svenskt Vatten, 2016).

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

4. Områdesbeskrivning

Planområdet är beläget i nordvästra delen av Skara tätort och är ca 6,5 ha stort. Planområdet avgränsas av Brogårdsvägen i norr och Malmgatan i syd, se Figur 4.1. I dagsläget är området bebyggt med ett flertal byggnader med verksamheter i form av diverse vårdmottagningar och förskola. I södra delen av planområdet finns en parkering och norra delen utgörs av jordbruksmark med en jordvall som ligger mellan åkern och bebyggelsen.

Generellt lutar marken inom planområdet från sydost mot nordväst och varierar höjdmässigt från + 110,5 - +115,7 m.ö.h. Planområdet ligger till stor del lägre än omgivande terräng vilket skapar en sårbarhet sett till potentiella översvämningar (se vidare i avsnitt 4.4).



Figur 4.1 Översiktskarta Dpl Sälgen, Skara kommun.

4.1. Recipienter och miljö kvalitetsnormer

Planområdet avrinner naturligt mot vattendraget och vattenförekomsten Dofsan (SE647710-135660), se Figur 4.2. Dofsan ingår i delavrinningsområdet som mynnar ut i Filan och är ett 25 km långt vattendrag som rinner in i Skara från öster. Dofsan kallades tidigare Drysan.

Den övergripande ekologiska statusen för Dofsan har bedömts till måttlig och den kemiska statusen till uppnår ej. Dofsan har fastställda miljö kvalitetsnormer som innebär att god ekologisk status ska uppnås till 2027 och för parametrar kopplat till övergödning finns mindre strängt krav där måttlig status ska uppnås till 2039. För kemisk status gäller god status uppnås till 2027.

Den försämrade ekologiska statusen beror på övergödning där reningsverk och jordbruk står för den största belastningen. Vidare är vattendraget påverkat av vandringshinder som hindrar fisk och andra vattenlevande organismer att vandra i vattensystemet. Naturliga livsmiljöer saknas kring vattendraget som är orsakat av markavvattning. Vattenförekomsten har även problem med miljöfarliga ämnen som bedöms under ekologisk status då ett eller flera så kallade särskilda förorenande ämnen (SFÄ) har bedömts till måttlig status, t.ex. zink och ammoniak.

Den kemiska statusen uppnås inte den på grund av överskridande halter av kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE). Dessa ämnen överskrider i samtliga Sveriges vatten på grund av långväga atmosfärisk deposition och har därför ett undantag med mindre stränga krav. Skälet att dessa ämnen undantas med mindre stränga krav är att det bedöms vara tekniskt omöjligt att sänka halterna till de nivåer som motsvarar god kemisk ytvattenstatus. De nuvarande halterna av ämnena får däremot inte öka. I Dofsan har även provfiske genomförts med miljögiftsanalys på fisk som visade överskridande halter av kvicksilver.



Figur 4.2 Recipienten Dofsan i förhållande till planområdet.

4.2. Befintliga avrinningsvägar

Den ytliga avrinningsriktningen inom planområdet sker i huvudsak från öst till väst, se Figur 4.3. Det sker knappt någon tillrinning från omkringliggande områden, och på grund av att området mestadels ligger lägre än omgivande terräng är den ytliga avrinningen från planområdet begränsad. Jordbruksmarken i norr avrinner västerut via dike längs Brogårdsvägen. Vallen fungerar som en vattendelare, vilket innebär att det inte sker något flöde mellan planområdet norr och söder om vallen.



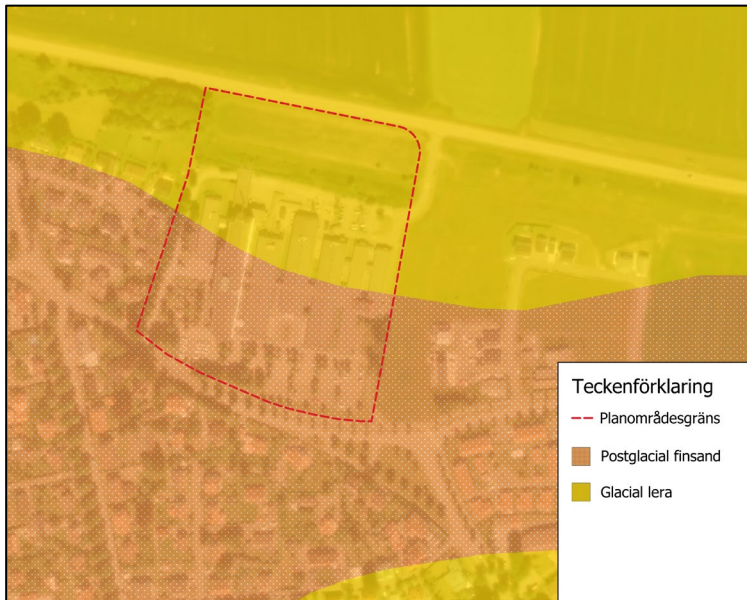
Figur 4.3 Ytliga avrinningsvägar inom planområdet.

Det finns dagvattenledningar inom planområdet som enligt erhållit underlag (2023-03-23) avleder dagvatten i två riktningar; söderut och västerut. En dagvattenledning korsar parkeringen i söder och fortsätter i sydostlig riktning längs Malmgatan och en dagvattenledning längs västra delen av Malmgatan avleds västerut. I norr finns en dagvattenledning som löper parallellt längs jordvallens norra sida.

Dagvattenledningar inom fastigheten ansluter i dagsläget till kommunalt dagvattennät i Malmgatan söder om bebyggelsen.

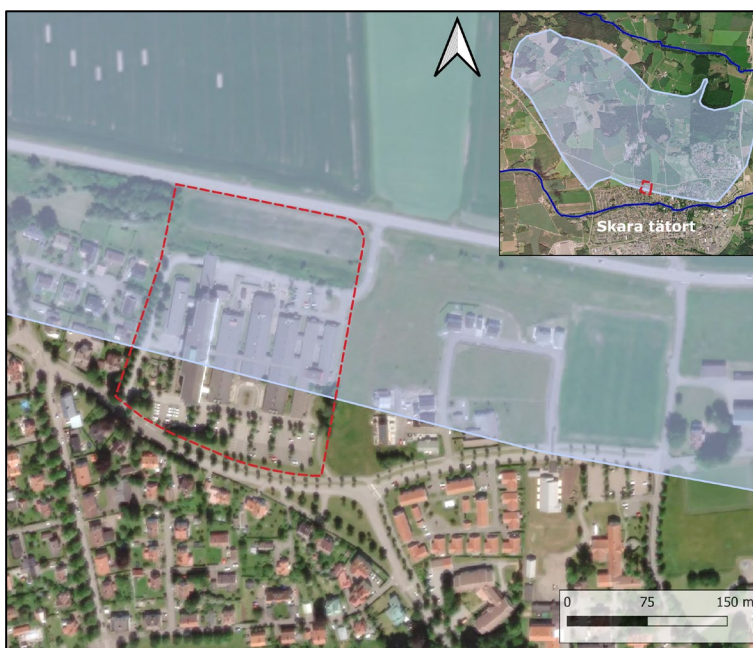
4.3. Hydrogeologiska förutsättningar

I norra delen av planområdet består jordarten av glacial lera och i södra delen av postglacial finsand, se Figur 4.4. Generellt har lera låg genomsläpplighet medan genomsläppligheten i sand är hög. Skattat jorddjup inom planområdet är ca 10-20 meter, i västra delen finns partier med grundare jorddjup, mellan 5-10 meter och en liten del med 3-5 meters djup.



Figur 4.4 Jordartskarta. Kartunderlag: SGU.

Grundvattenförekomsten Skaraberg ligger under norra delen av planområdet, se Figur 4.5. Grundvattenmagasinet är en sand- och grusvattenförekomst med goda uttagningsmöjligheter enligt VISS. Både kemiska och kvantitativa statusen är god.

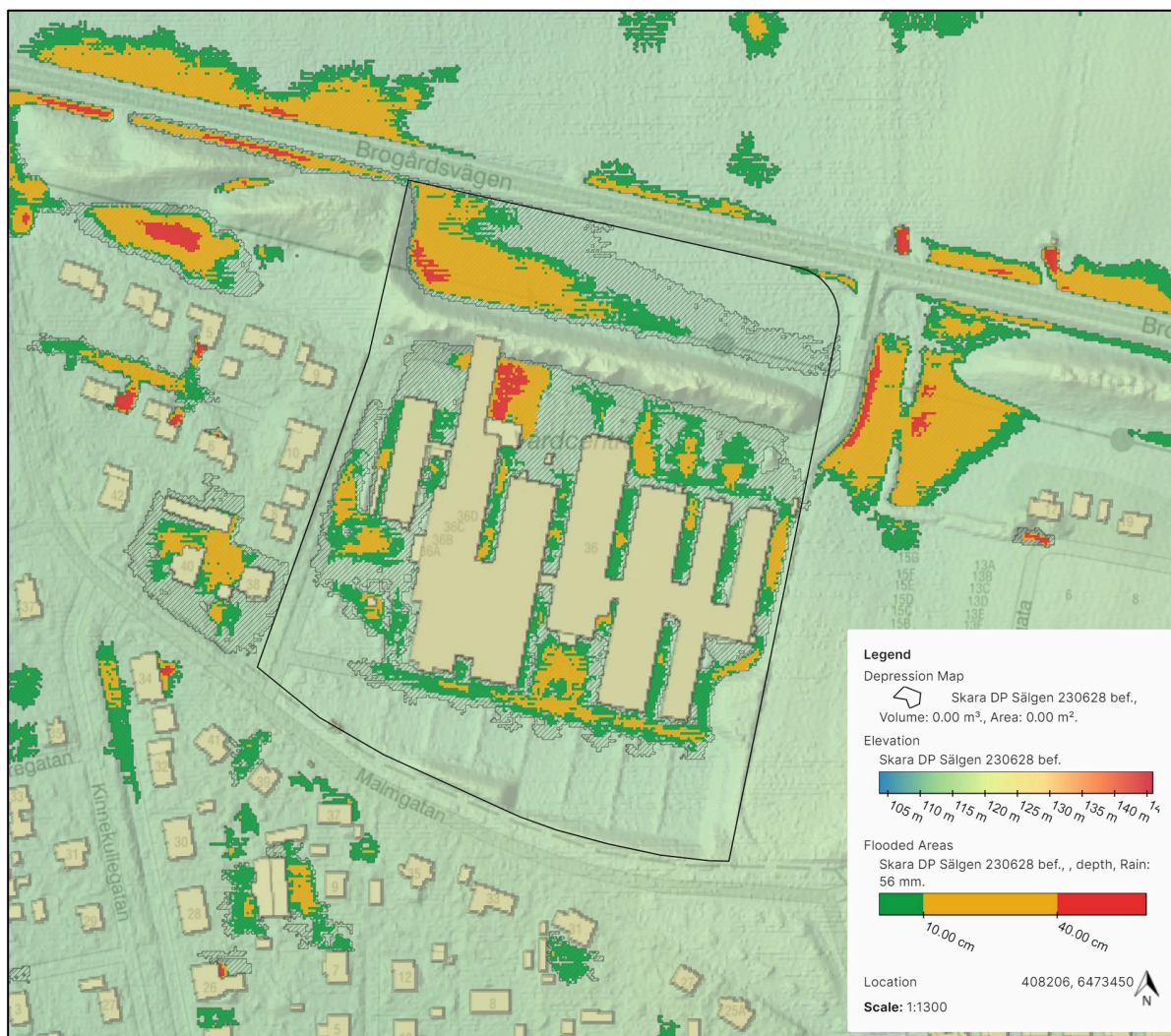


Figur 4.5 Grundvattenförekomsten Skaraberg i blått, planområdet inringat i rött. Kartunderlag: SGU.

4.4. Skyfall

Planområdet ligger i ett utsatt läge för översvämning på grund av att marken ligger lägre än omgivande terräng. Bebyggelsen är placerad i ett lågområde, och vid kraftig nederbörd riskerar vatten bli stående intill bebyggelsen med ett djup mellan 0,05-0,3 meter, och i norra delen kan ett djup om ca 0,5 meter ansamlas, se Figur 4.6. Grönområdet norr om jordvallen ligger också i en lågpunkt som riskerar översvämmas vid kraftig nederbörd, där maxdjupet som kan ansamlas är ca 0,5 meter.

Volymer som i dagsläget samlas i lågpunkter inom planområdet är ca 620 m³ omkring befintlig bebyggelse och ytterligare 450 m³ på jordbruksmarken norr om vallen. Totalt inryms således en volym om ca 1 100 m³ inom planområdet.



Figur 4.6 Översvämningskarta för befintliga förhållanden där översvämningsdjupet visas med grön färg (0-0,1 m), gul färg (0,1-0,4 m) och röd färg (över 0,4 m). Planområdesgräns visas med svart linje. Karta: Scalgo Live, 2023.

Även fast lågpunkter inom planområdet till stor del ligger lägre än omgivande terräng, sker i princip ingen tillrinning från omkringliggande områden. Den volym som riskerar hamna inom planområdet genereras i princip endast av ytor inom planområdet, dvs. det är enbart nederbörd som faller på ytor inom planområdet som kan bidra till potentiella översvämningar.

4.5. Förorenad mark

Det har inte genomförts någon miljöteknisk markundersökning inom planområdet.

Utanför planområdet i väster finns ett identifierat MIFO-objekt med riskklass 2 inom Länsstyrelsens EBH-stöd, se Figur 4.7. Objektet har primärbransch ytbehandling av metaller elektrolytiska/kemiska processer. Genomsläppliga jordarter i området medför en risk att föroreningar kan ha spridits till grundvattenförekomsten som ligger under en del av planområdet.



Figur 4.7 Riskklassat MIFO-objekt i anslutning till planområdet och underliggande grundvattentäkt.

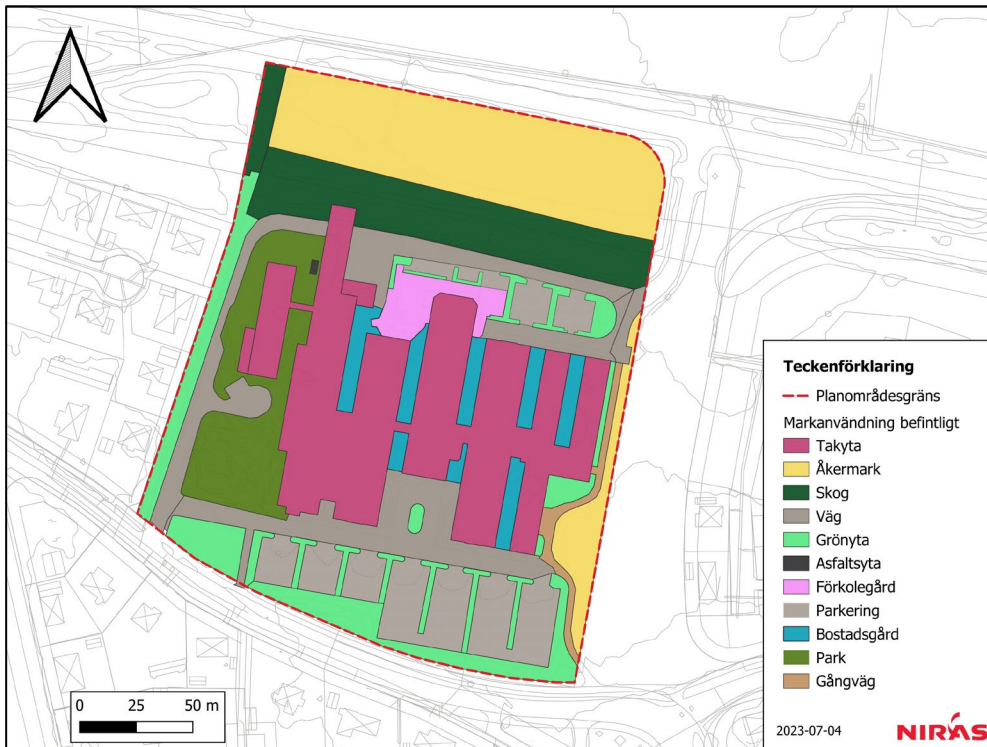
5. Befintlig och planerad markanvändning

Markanvändningen presenteras nedan i två scenarion; nuläge samt efter planerad ombyggnation. Avrinningskoefficienterna (φ) som presenteras i tabellerna nedan har hämtats från Svenskt Vattens publikation P110. De motsvarar hur stor andel av nederbörden som avrinner från olika typer av mark. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Exempelvis används vanligen avrinningskoefficienten 0,8 för asfaltsytor och 0,15 för naturmark.

Markkarteringen har genomförts utifrån baskartan och foton från platsbesök (genomfört 2022-03-28). Markkarteringen utgör underlag till flödesberäkningarna

5.1. Befintlig markanvändning

Markanvändningen i dagsläget består till största del av åkermark, gator, körbanor och takytor, se Figur 5.1. Den genomsnittliga avrinningskoefficienten för den befintliga markanvändningen har beräknats till 0,5 och reducerade arean till 2,3 ha, se Tabell 5.1.



Figur 5.1 Befintlig markanvändning.

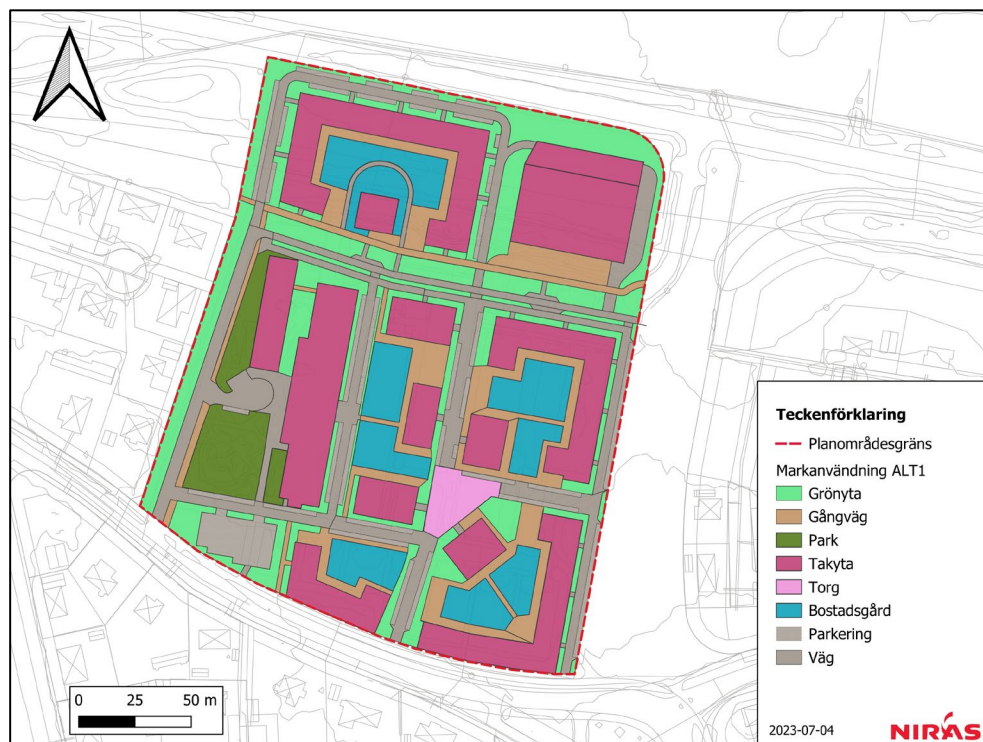
Tabell 5.1 Befintlig markanvändning med använda avrinningskoefficienter och reducerad area.

Marktyp	Area (ha)	φ ¹	Red area ² [ha]
Asfaltsyta	0,002	0,8	0,002
Bostadsgård	0,2	0,45	0,09
Förskolegård	0,1	0,8	0,07
Grönyta	0,5	0,1	0,05
Gångväg	0,05	0,8	0,04
Park	0,3	0,1	0,03
Parkering	0,4	0,8	0,3
Skog	0,5	0,2	0,07
Takyta	1,1	0,9	0,9
Åkermark	0,8	0,3	0,2
Väg	0,6	0,8	0,5
Totalt	4,5		2,3

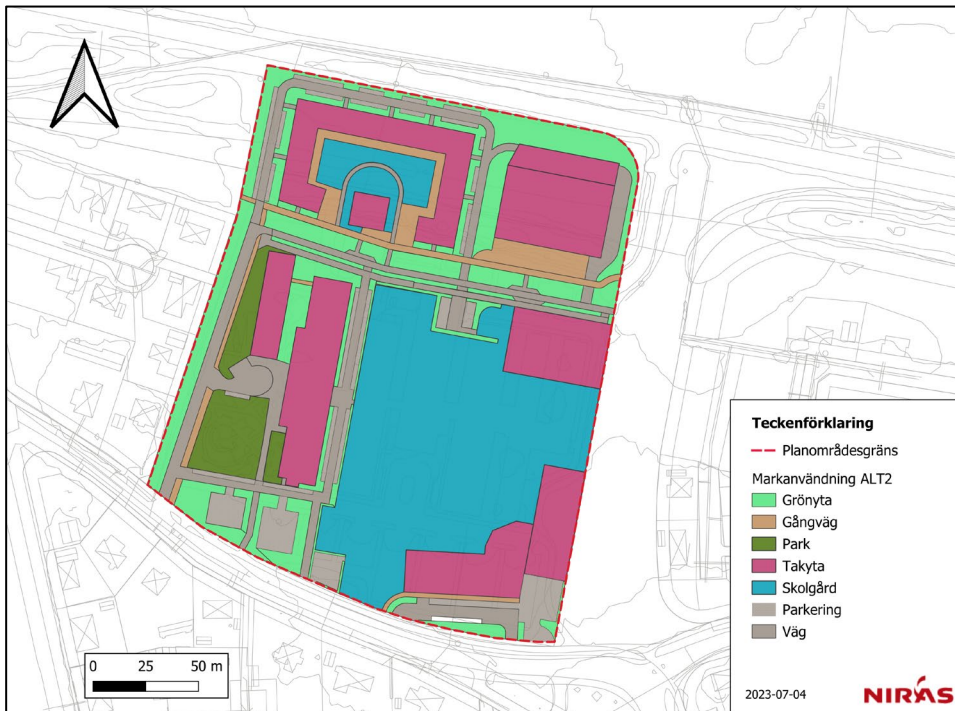
¹ Avrinningskoefficient ² Reducerad area = area x φ

5.2. Planerad bebyggelse

Två alternativ för ombyggnation har tagits fram för detaljplanen, varav den ena omfattar enbart bostadsbebyggelse (alternativ 1) och den andra både bostäder och skola (alternativ 2), se Figur 5.2 och Figur 5.3. I bägge alternativen byts jordbruksmarken i norr ut mot bebyggelse, vilket innebär att andelen hårdgjorda ytor ökar. Två byggnader i västra delen av området planeras kvarstå. Den genomsnittliga avrinningskoefficienten för den planerade markanvändningen har beräknats till 0,6 för båda alternativ och reducerade arean till 2,8 ha för alternativ 1 och 2,6 ha för alternativ 2, se Tabell 5.2.



Figur 5.2 Markkartering strukturförslag alternativ 1.



Figur 5.3 Markkartering strukturförslag alternativ 2.

Tabell 5.2 Planerad markanvändning för strukturförslagen ALT1 och ALT2 med använda avrinningskoefficienter och reducerad area.

Marktyp	Area (ha)	φ ¹	Red area ² [ha]
Alternativ 1			
Parkering	0,2	0,8	0,2
Bostadsgård	0,5	0,45	0,2
Grönyta	0,9	0,1	0,1
Gångväg	0,55	0,8	0,4
Park	0,2	0,1	0,02
Takyta	1,3	0,9	1,2
Torg	0,06	0,8	0,05
Väg	0,7	0,8	0,6
Totalt	6,5		2,8
Alternativ 2			
Parkering	0,3	0,8	0,2
Bostadsgård	0,1	0,45	0,06
Grönyta	1,7	0,1	0,08
Gångväg	0,2	0,8	0,2
Park	0,2	0,1	0,02
Takyta	1,1	0,9	1,0
Väg	0,6	0,8	0,5
Skola	1,2	0,5	0,6
Totalt	6,5		2,6

¹ Avrinningskoefficient ² Reducerad area = area x φ

6. Flödesberäkningar

I detta avsnitt beräknas dagvattenflöden inom planområdet i dagsläget och efter planerad ombyggnation utan föreslagna dagvattenåtgärder.

6.1. Indata och beräkningsmetodik

Dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110 och P114, enligt följande formel:

$$Q = A \times \varphi \times i$$

$$Q = \text{flöde [l/s]}$$

$$A = \text{avrinningsområdets totala yta [ha]}$$

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

$$i (\text{tr}) = \text{dimensionerande regnintensitet [l/s x ha]}$$

Det dimensionerande flödet från avrinningsområdet erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient (φ) multipliceras med den totala ytan.

För att få fram beräknande flöden och volymer behöver ett antal parametrar beräknas. Regnets varaktighet är ett mått på hur lång tid som regnet faller och beräknas enligt Svenskt Vattens publikation P104 och P110. Återkomsttiden anger hur lång genomsnittlig tid det passerar mellan två händelser av en viss omfattning.

Den dimensionerade regnintensiteten är vald utifrån ifrån den tidsmässigt längsta rinnvägen på mark inom planområdet. Rinntiden i området bedöms i dagsläget till 30 min (längsta sträcka: 250 m; vattenhastighet: 1,0 m/s) och efter planerad ombyggnation 10 minuter (längsta sträcka: 300 m; vattenhastighet: 0,5-1,0 m/s). Dessa rinntider ger även dimensionerande regnintensiteter, se Tabell 6.1 nedan.

Tabell 6.1 Använda rinnsträckor, rindhastigheter samt dimensionerande regnvaraktigheter- och intensiteter.

	Enhet	Nuläge	Efter ombyggnation
Klimatfaktor	F _c	1,0	1,25
Rinnsträcka	m	250	300
Rindhastighet	m/s	1,0	0,5-1,0
Dim. Regnvaraktighet	min	10	10
Dim. Regnintensitet	l/s, ha	228	228

6.1.1. Nederbörd

Nederbördsmängden som används inom föreliggande utredning är 730 mm från mätstationen Skara med stationsnummer 83270.

6.1.2. Klimatanpassning

Med ett förändrat klimat med större temperaturvariationer och häftigare regn som följd kommer vattenflöden och volymer att öka i storlek. I föreliggande utredning uppskattas framtida flöden genom att multiplicera med en klimatfaktor på 1,25. Det gäller för nederbörd med kortare varaktighet än en timme, i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110.

6.2. Beräknade flöden och volymer

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats för planområdet i dagsläget och efter ombyggnation för nederbörd med 10- respektive 100-års återkomsttid, se Tabell 6.2. Vid ombyggnation enligt både alternativ 1 och alternativ 2 förväntas dimensionerande dagvattenflöden öka jämfört med befintlig situation. Det föreligger inga större skillnader i förväntade dagvattenflöden mellan alternativen; i alternativ 1 ökar flödet med ca 260 l/s och i alternativ 2 med ca 220 l/s jämfört med befintligt scenario vid en nederbörd med 10-års återkomsttid (inkluderat klimatfaktor).

Årsmedelflödet förväntas öka med ca 1 000 m³/år i båda bebyggelsealternativen jämfört med dagens situation.

Tabell 6.2 Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för befintlig situation och efter planerad ombyggnation inom planområdet för nederbörd med 10- respektive 100-års återkomsttid.

Situation	Årsmedelflöde m ³ /år	Dim flöde l/s	
		10-års återkomsttid	100-års återkomsttid
Nuläge	18 000	534 668*	1 432*
Efter planerad bebyggelse ALT 1	19 000	639 798*	1 711*
Efter planerad bebyggelse ALT 2	19 000	603 754*	1 617*

*Inklusive klimatfaktor 1,25

Enligt Skara kommuns policy och riktlinjer för dagvatten ska anläggningar för dagvattenhantering dimensioneras för 10-årsregn med 30 minuters varaktighet, vilket motsvarar ca 20 mm nederbörd. I Tabell 6.3 nedan visas fördröjningsbehoven för respektive strukturförslag utifrån kommunens riktlinje.

Tabell 6.3 Fördröjningsbehov för respektive strukturförslag baserat på kommunens riktlinje om 20 mm fördröjning.

Strukturförslag	Fördröjningsbehov (m ³)
ALT 1	560
ALT 2	530

7. Föreslagen dagvattenhantering

Föreslagen dagvattenhantering utgår ifrån Skara kommuns dagvattenpolicy där dagvattenanläggningar ska dimensioneras för att kunna fördröja ca 20 mm nederbörd. I utbyggnadsalternativ 1 innebär det att ca 560 m³ behövs fördröjas inom planområdet, och för utbyggnadsalternativ 2 är motsvarande volym ca 530 m³.

Dagvatten från tak- och gårdsytor samt parkeringsplatser föreslås omhändertas i regnbäddar på kvartersmark (gäller även skolgården i ALT2). Dagvatten från kvartersgator och GC-vägar föreslås avledas mot ett genomgående grönt dikesstråk längs planerad angoringsgata inom fastigheten. Syftet med dikesstråket är även att fungera som ett skyfallsstråk för magasinering och avledning av kraftiga dagvattenflöden vid skyfall, åtgärden beskrivs mer utförligt i avsnitt 9.

På torget (ALT 1) föreslås dagvatten avledas till regnväxtbäddar, alternativt trädplantering i skelettjord.

I Tabell 7.1 nedan visas en grov uppskattning av ytbehov och volymer som erfordras för att tillgodose fördröjningsbehovet om 20 mm nederbörd enligt Skara kommuns dagvattenpolicy. Dimensioner som använts framgår i avsnitt 7.2 och 7.3.

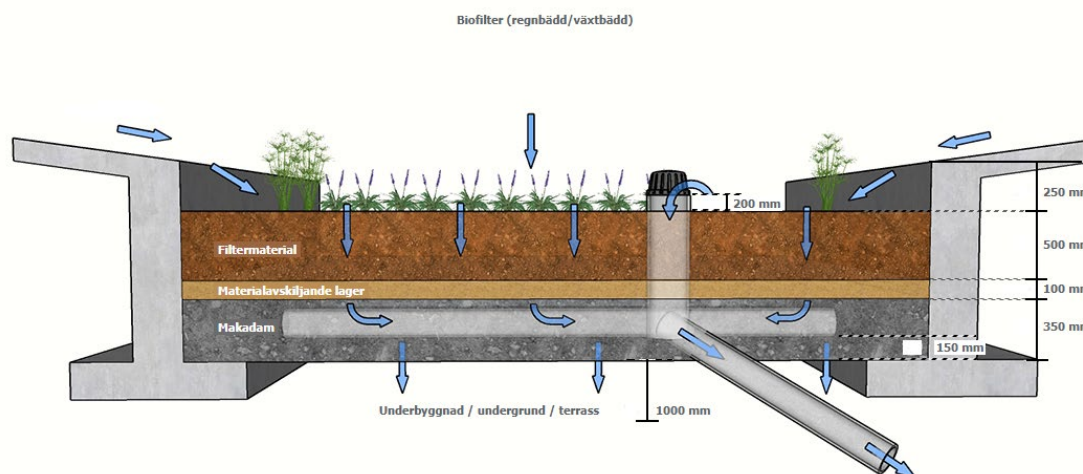
Tabell 7.1 Föreslagen dagvattenhantering; uppskattat ytbehov samt volymer som behöver hanteras för respektive dagvattenåtgärd.

Dagvattenåtgärd	Ytbehov (m ²)	Volym (m ³)
<i>ALT 1</i>		
Kvarter till regnbäddar	455	211
Parkering till regnbäddar	102	48
Väg till trädplanteringar	543	293
Torg till regnbäddar	25	11
Totalt	1 125	563
<i>ALT 2</i>		
Kvarter/skola till regnbäddar	566	263
Parkering till regnbäddar	91	42
Väg till trädplanteringar	435	235
Totalt	1 092	540

7.1. Principförslag för dagvattenhantering

7.2. Regnbäddar

Regnbäddar föreslås för omhändertagande av dagvatten från tak- och gårdsytor samt markförlagda parkeringar. En regnbädd för dagvatten är en anläggning som består av en planteringsyta, filtermaterial och ett underliggande makadamlager som kan fördröja och rena dagvatten, se exempel på uppbyggnad i Figur 7.1.



Figur 7.1 Principskiss uppbyggnad regnbädd. Bildkälla: StormTac, 2023.

Regnbäddar byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där de anläggs. Filterbädden etableras lämpligen av ett jordmaterial anpassat för växterna och klimatet samt med god hydraulisk konduktivitet. I botten av varje bädd anläggs en dräneringsledning i ett dränerande lager, för avtappning av dagvattenflöde till ledningsnät avsett för dagvatten (SVOA, 2023a).

Regnbäddar kan utformas som nedsänkta, med avledning av dagvatten till bädden via exempelvis ytavrinning, sandfång och/eller olika brunnstyper. Nedsänkningen skapar ett utrymme för dagvatten att bli stående på ytan innan infiltration i marklagren, och tillåter således fördröjning av en ökad volym. Regnbäddar kan även utformas upphöjda, exempelvis intill en byggnadsfasad, och ta emot dagvatten från takens stuprör. Ytbehovet för en regnbädd är ca 2-6 % av den hårdgjorda avrinningsytan och minsta anläggningsdjup är ca 1 meter, där filtermaterialet ska vara minst 500 mm. Det är viktigt att det finns ett bräddsystem för avledning av högre flöden än det dimensionerande, exempelvis med en bräddledning eller kupolbrunn. Bäddens inlopp bör förses med möjlighet till sedimentation samt erosions-skydd (SVOA, 2023a).

Följande parametrar har antagits för beräkning av yt- och fördröjningsbehov presenterade i Tabell 7.1:

Ytbehov: 5 % av reducerad avrinningsyta

Reglerdjup: 250 mm

Djup filtermaterial: 500 mm

Djup makadam: 350 mm

Regnbäddar erfordrar regelbunden skötsel i form av bevattning, rensning, växtskötsel samt inspektion och rensning av inlopp och bräddavlopp. Föroreningar samlas till största del direkt på eller nära filterytan. Bäddens ytskikt behöver regelbundet bytas ut för att förhindra frisättning av bundna föroreningar då det organiska materialet bryts ner. Regnbäddar kan utformas med en tät eller öppen botten. Tät botten rekommenderas när det finns skäl att begränsa föroreningshalter till underliggande marklager, exempelvis om grundvattennivån är hög (SVOA, 2023a).



Figur 7.2 Exempelbilder nedsänkta växtbäddar. Bild t.v. nedsänkt växtbädd längs gata i Malmö. Bild t.h. nedsänkta växtbäddar Tåsinge Plats, Köpenhamn. Foto: NIRAS.

7.3. Trädplanteringar i skelettjord

Dagvatten kan effektivt omhändertas med hjälp av träd, vars kronor fångar upp och avdunstar nederbörd samtidigt som rotsystemen tar upp vatten. Träden kan planteras i en s.k. skelettjord som kan fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten som bidrar med fördröjning och rening. Dagvatten filtrerar genom de olika lagren i skelettjorden och renas genom att partiklar sedimenterar på skelettjordens botten samt via trädens upptag av vatten och näringsämnen. Reningseffekten för partikelbundna föroreningar är 50-90 %. Om vatten tillåts infiltrera vidare till mark under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar (SVOA, 2023b).

Skelettjordar byggs upp genom att fylla en utschaktad grop med grov makadam. Olika porositet kan skapas beroende på vad gropen fylls med. En s.k. vanlig skelettjord innehåller en blandning av makadam och nedvattnad jord vilket innebär lägre infiltrationskapacitet men ökad rening av lösta föroreningar. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam, vilket innebär högre infiltrations- och fördröjningskapacitet men sämre rening (SVOA, 2023b). En vanlig skelettjord har en porvolym om ca 10 % av den totala volymen medan en luftig skelettjord har ca 30 %.

Ytbehovet för en skelettkonstruktion är ca 5-20 % av den hårdgjorda avrinningsytan och minsta anläggningsdjup är 0,5 meter. Vanligtvis avleds dagvatten till trädplanteringen via rännstensbrunnar med sandfång. En dräneringsledning kan placeras en bit ovan botten av skelettjorden för att tillåta sedimentation av föroreningar. En bräddfunktion till dagvattennätet behöver installeras för nederbörd som överskrider infiltrationskapaciteten eller fördröjningsvolymen (SVOA, 2023b).

Följande parametrar har använts för beräkning av yt- och fördröjningsbehov presenterade i Tabell 7.1:

Ytbehov: 6 % av reducerad avrinningsyta
 Reglerdjup: 250 mm
 Djup makadam: 350 mm
 Djup skelettjord: 500 mm

Det är viktigt att vattentillförsel till bäddarna och träden samt infiltrationsförmågan i skelettjorden upprätthålls. Skötselåtgärder omfattar rensning av brunnar, växtskötsel samt utbyte av skelettjorden om föroreningsbelastningen är hög.



Figur 7.3 Exempelbild trädplantering i skelettjord. Foto: NIRAS

7.4. Kompletterande åtgärder

I detta avsnitt ges förslag på kompletterande åtgärder som kan bidra till en förbättrad dagvattenhantering och skapa mervärde inom planområdet i form av andra funktioner, t.ex. ökad biologisk mångfald och gestaltning.

7.4.1. Vegetationsklädda tak

Vegetationsklädda tak bidrar till fördröjning av dagvatten genom att ta upp och magasinera nederbörd. Ett vegetationsklätt tak kan utformas med olika tjocklek och olika typer av växter, vilket påverkar fördröjningskapaciteten. Uppbyggnaden består av flera lager, med ett dräneringslager underst med syftet att avleda det vatten som inte kan magasineras i taket (SVOA, 2023c).

Ett vegetationsklätt tak kan reducera avrinningen med 25-75 % där reduktionen beror på vilken lutning taket har, hur tjockt taket anläggs samt typen av växtlighet. Ett sedumtak med tunn vegetationsmatta kan fördröja ungefär 5 mm nederbörd medan ett biotoptak med tjocklek på 15 cm kan fördröja och magasinera 20 mm.

Andra mervärden med vegetationsklädda tak innefattar bullerreducering, värmeisolering och att de bidrar med grönska. Beroende på val av växtlighet kan även biologisk mångfald gynnas. Detta gäller framförallt så kallade biotoptak som har en större variation av växter och tjockare lager.

Vegetationsklädda tak antas inte bidra till någon större rening. Viss reduktion av metaller och andra föroreningar från takvattnet kan påvisas i jämförelse med konventionella tak. Däremot kan mängden näringsämnen i dagvattnet öka genom gödsling av växter på taken. Gödslingen bör därför anpassas efter de specifika växternas behov. För att vegetationstak ska fungera optimalt krävs viss skötsel i form av bevattning, gödsling och rensning av ogräs (SVOA, 2023c).



Figur 7.4 Exempelbild grönt tak. Komplementbyggnad på innergård. Foto: NIRAS

7.4.2. Genomsläppliga beläggningar

För att minska avrinningen från hårdgjorda ytor och om det finns möjlighet till infiltration kan markbeläggning göras genomsläpplig. Andelen hårdgjorda ytor kan minskas betydligt om genomsläppliga material används som alternativ till asfalt och plattor. Exempel på genomsläppliga material är hålsten av betong, permeabel asfalt och grus eller en kombination av dessa, se exempel i Figur 7.5.

Även om det inte går att infiltrera dagvattnet genom underliggande material kan genomsläppliga beläggningar minska koncentrationstiden jämfört med asfalterade ytor, eftersom dagvattnet rinner av långsammare.



Figur 7.5 Exempel på utformning av genomsläppliga ytor. Foto: NIRAS

8. Föroreningsberäkningar

Dagvattnets utsläpp av föroreningar inom planområdet har modellerats med hjälp av StormTac webb version 23.1.2 och redovisas som föroreningsmängder (kg/år) och föroreningshalter (µg/l). I Tabell 8.1 och Tabell 8.2 anges planområdets befintliga föroreningsbelastningar i dagvattnet och hur de förväntas ändras i och med planerad ombyggnation enligt aktuella utbyggnadsalternativ (exklusive och inklusive föreslagna reningsåtgärder).

Modellerade utsläpp ger en indikation av hur förhållandena förändras med olika markanvändning och effekterna av rening. Det finns flera miljöproblem i recipienten som kan härledas till ämnen som transporteras med dagvatten. Dessa ämnen inkluderar; fosfor (P), zink (Zn), kvicksilver (Hg) samt bromerade difenyletrar (PBDE). Bromerade difenyletrar och PFOS har inte kunnat modelleras, övrigt underlag för schablonberäkningarna varierar i kvalitet men ger en god indikation på hur vattenkvaliteten förändras med planerad ombyggnation.

Modellerat resultat indikerar att föroreningsmängderna ökar vid byggnation (utan rening) för ämnena Cu, Cr, Ni och ANT för båda bebyggelsealternativ, och för alternativ 2 ökar även mängden P jämfört med dagens mängder. Modellering av föroreningshalter visar en ökning av samma ämnen för båda alternativen. Vid modellering av föreslagna reningsåtgärder i form av regnbäddar och trädplantering i skelettjord minskar i princip samtliga föroreningsmängder och halter för båda utbyggnadsalternativ jämfört med dagens bebyggelse. Ämnet ANT visar på ingen förändring avseende mängder för alternativ 1 jämfört med befintlig situation.

Tabell 8.1 Föroreningsmängder (kg/år). Färgkoder har angetts i förhållande till föroreningsbelastningen före exploatering där röd indikerar en ökning, grön indikerar en minskning och gul indikerar ingen förändring.

Ämne	Befintligt	Efter ombyggnation (utan rening)		Efter ombyggnation (med rening)	
		ALT 1	ALT 2	ALT 1	ALT 2
Fosfor (P)	2.8	2.7	3.4	1.3	1.4
Kväve (N)	30	30	29	14	14
Bly (Pb)	0.3	0.1	0.2	0.03	0.04
Koppar (Cu)	0.3	0.4	0.4	0.1	0.1
Zink (Zn)	1.2	0.9	1.1	0.2	0.2
Kadmium (Cd)	0.008	0.008	0.008	0.002	0.002
Krom (Cr)	0.15	0.2	0.2	0.05	0.06
Nickel (Ni)	0.09	0.1	0.1	0.03	0.03
Kvicksilver (Hg)	0.0007	0.0007	0.0007	0.0004	0.0003
Suspenderad substans (SS)	1200	820	930	250	260
Olja	13	12	11	2.7	2.9
PAH16	0.008	0.005	0.006	0.001	0.001
Benso(a)pyren	0.001	0.0006	0.0007	0.0001	0.0001
Antracen (ANT)	0.0001	0.0002	0.0002	0.0001	0.00008
Tributyltenn	0.00003	0.00003	0.00003	0.00002	0.00002

Tabell 8.2 Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$). Färgkoder har angetts i förhållande till föroreningsbelastningen före exploatering där röd indikerar en ökning, grön indikerar en minskning och gul indikerar ingen förändring.

Ämne	Befintligt	Efter ombyggnation (utan rening) ALT 1	Efter ombyggnation (utan rening) ALT 2	Efter ombyggnation (med rening) ALT 1	Efter ombyggnation (med rening) ALT 2
Fosfor (P)	150	140	180	65	75
Kväve (N)	1700	1500	1500	730	760
Bly (Pb)	14	7.3	8.7	1.7	1.9
Koppar (Cu)	18	19	20	6.3	6.5
Zink (Zn)	66	48	59	10	11
Kadmium (Cd)	0.5	0.4	0.4	0.1	0.1
Krom (Cr)	8.6	8.7	9.2	2.6	3.0
Nickel (Ni)	5.1	6.1	6.8	1.4	1.4
Kvicksilver (Hg)	0.04	0.04	0.04	0.02	0.02
Suspenderad substans (SS)	64000	42000	49000	13000	14000
Olja	740	610	600	140	150
PAH16	0.4	0.3	0.3	0.05	0.05
Benso(a)pyren	0.1	0.03	0.04	0.007	0.008
Antracen (ANT)	0.008	0.01	0.009	0.005	0.004
Tributyltenn	0.002	0.002	0.002	0.0009	0.0009

9. Hantering av skyfall

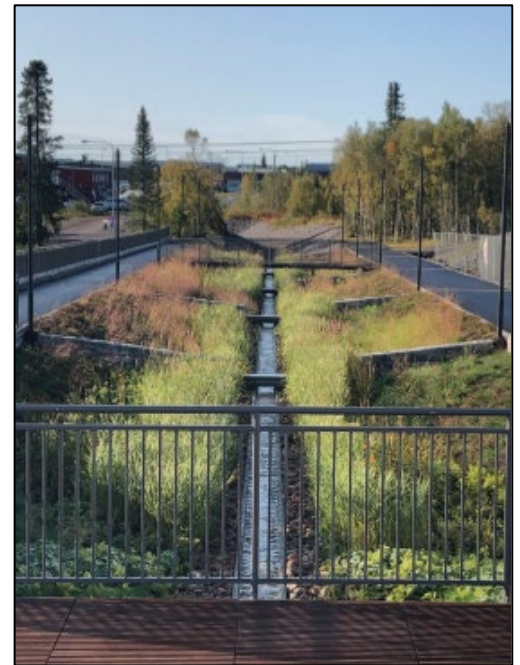
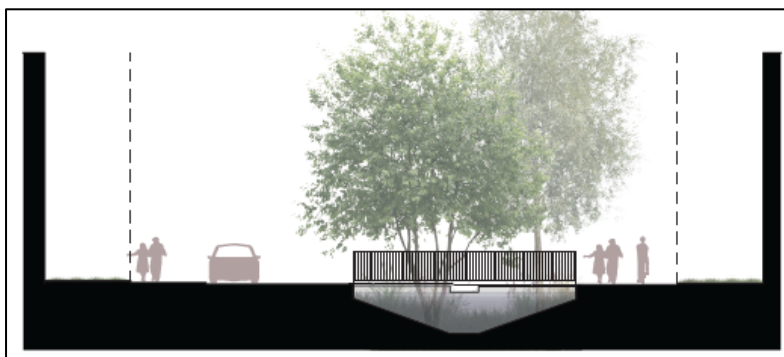
I dagsläget ligger planområdet i ett utsatt läge för översvämning på grund av att bebyggelsen är placerad i en lågpunkt, och vid kraftig nederbörd riskerar vatten bli stående intill bebyggelsen. Vid ombyggnation behöver höjdsättningen av marken säkerställa att vatten inte kan ansamlas kring bebyggelsen vid kraftig nederbörd, vilket innebär att marken inom planområdet behöver höjas. Detta innebär i sin tur att befintliga lågpunkter byggs bort, och volymerna som kan bli stående i dagsläget behöver kompenseras för. Totalt behöver ca 1 100 m³ fördröjas för att kompensera för de volymer som byggs bort.

Planerad angöringsgata föreslås utformas med avledning och fördröjning av skyfallsvatten i ett grönt dikesstråk längs gatan. Lokalgatorna inom planområdet höjdsätts med lutning mot skyfallsstråket och fungerar således som sekundära avrinningsvägar vid höga flöden. Vid höjdsättning av kvarteren är det viktigt att skyfallsvatten kan avledas ut från kvarteren ytledes på gator och markytor, marken ska luta bort från fasader och instängda områden ska undvikas.

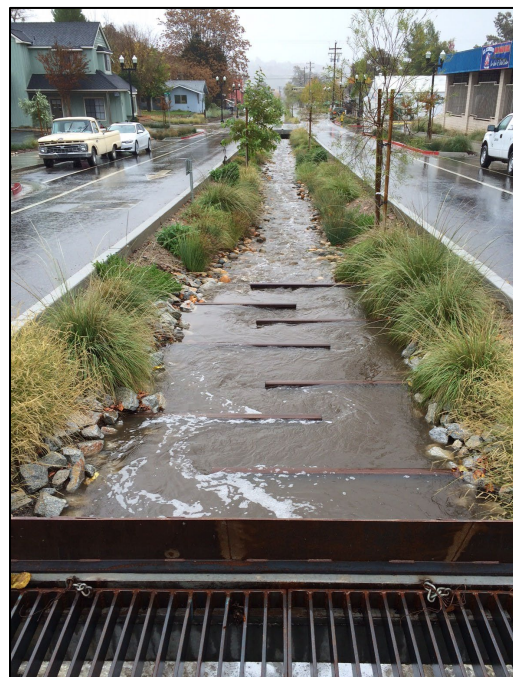
Diket föreslås utformas som en växtbeklädd kanalkonstruktion med trösklar i syfte att kunna inrymma en större volym, samt synliggöra dagvatten- och skyfallshandlingen gestaltningsmässigt i vägrummet. Fördelen med en kanal jämfört med exempelvis ett svackdike är att en kanallösning kan inrymma större mängder dagvatten på mindre yta p.g.a. dess utformning. Kanalkonstruktioner utformas vanligtvis som ett tråg i botten som utgör det primära flödesstråket. Flackare slänter på bägge sidor om tråget kan tillåta vattennivån att stiga ytterligare och således skapa ytterligare volym för

fördrojning. Genom att integrera skyfallsstråket med växtlighet kan anläggningen även bidra till gestaltningsmässiga och biologiska värden, samtidigt som dagvatten- och skyfallshanteringen säkerställs.

I Figur 9.1 nedan visas principsektioner av föreslagen skyfallshantering framtaget av Outer Space arkitekter. I Figur 9.2 och 9.3 visas exempelbilder av liknande anläggningar som inspiration för vidare arbete med utformning och gestaltning.



Figur 9.1 Principsektioner skyfallskanal. Underlag: Outer Space arkitekter, Sälgen 2023-06-28.



Figur 9.2 Nedsänkta dagvatten/skyfallsstråk i stadsrum. Foto: NIRAS



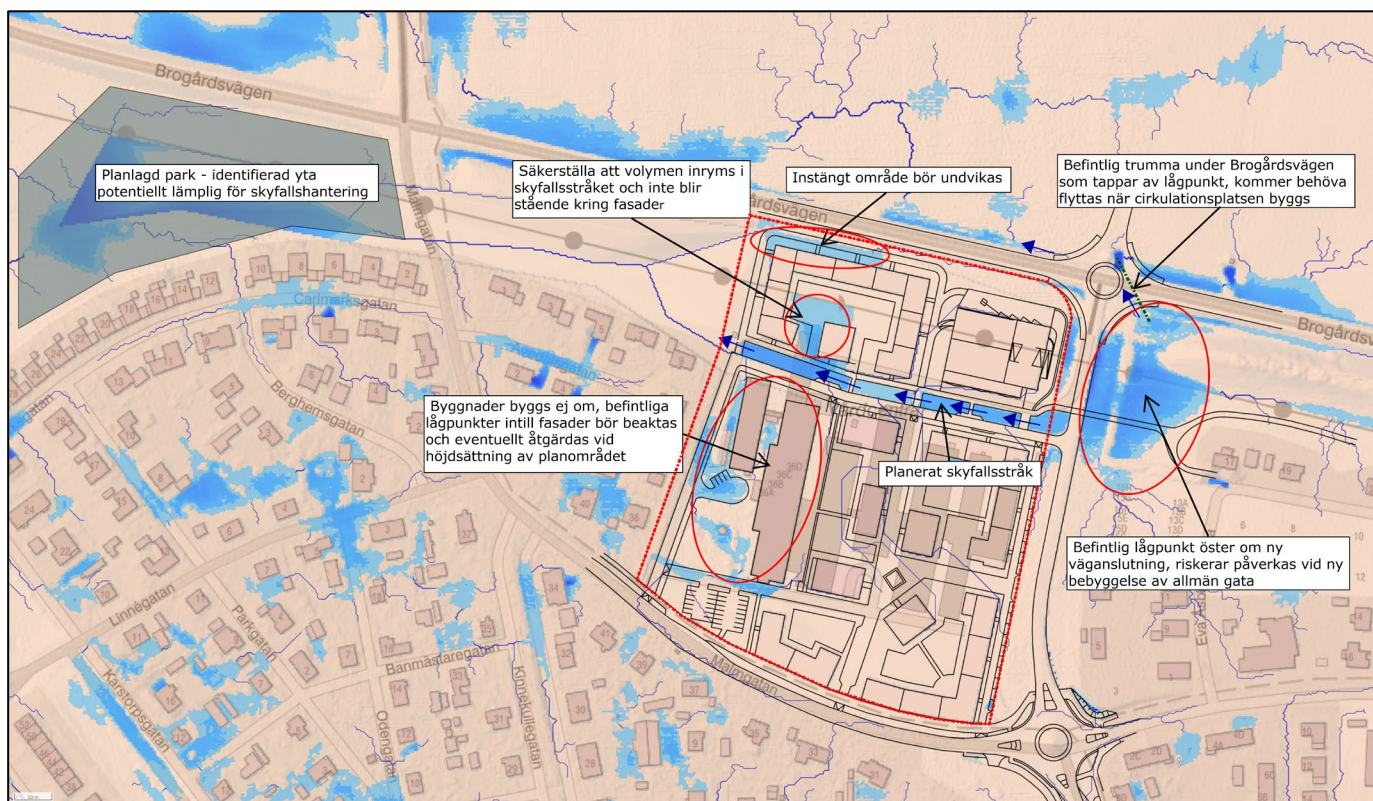
Figur 9.3 Nedsänkt stråk för skyfallshantering, Lindevangsparken Köpenhamn. Foto: NIRAS

I anslutning till planområdet österut planerar kommunen en ny väganslutning, vilket även inkluderar byggnation av två cirkulationsplatser i anslutning till Brogårdsvägen i norr och Malmvägen i söder. I dagsläget finns en lågpunkt nordost om planområdet, där ca 720 m³ ansamlas vid kraftig nederbörd. Maxdjup på vatten som kan bli stående är ca 0,7 meter. Enligt projekteringsunderlag från kommunen kommer den nya vägsträckningen öster om kvartersmarken som sammanlänkar Brogårdsvägen med Malmgatan höjas, vilket eventuellt får konsekvenser på befintlig lågpunkt på östra sidan om vägen. Projekterade höjder för vägen har modellerats i Scalgo Live, och visar att en upphöjning av vägen innebär att volymen som blir stående i lågpunkten minskar med ca 40 m³. I dagsläget avtappas lågpunkten norrut via en trumma under Brogårdsvägen via kulvertering, och vidare västerut via befintliga diken som löper parallellt med vägen. Den befintliga trumman kommer behöva flyttas vid byggnation av cirkulationsplatsen. Ett alternativ är att dra om trumman under Brogårdsvägen så att avledning fortsatt sker via diken på norra sidan av gatan. Ett annat alternativ är att leda skyfallsvatten västerut via planerat skyfallsstråk inom DPL Sälgen.

I och med utbyggnad av det planerade skyfallsstråket inom planområdet finns potential att skapa en flödesväg mellan lågpunkten öster om nya väganslutningen och skyfallsstråket, och således hantera skyfallsvatten från ett större område än det som genereras inom planområdet. En sådan lösning skulle innebära att en öppning behöver skapas under den nya väganslutningen, t.ex. genom kulvertering eller en kanalkonstruktion. Utformningen behöver studeras vidare om lösningen blir aktuell.

I det fall erforderlig volym inte kan inrymmas inom planområdet, alternativt om större mängder skyfallsvatten ska kunna avledas via planområdet, kan det finnas behov av skyfallshantering utanför planområdets gränser. I samarbete med kommunen har en yta nordväst om planområdet identifierats som en lämplig plats att tillåta översvämmas vid händelse av skyfall. Området ägs av kommunen och utgörs idag av jordbruksmark, men det finns planer på att omvandla ytan till parkmark i framtiden. I det fall ytan blir aktuell för skyfallshantering är det viktigt att säkra flödesvägar skapas för att möjliggöra ytlig avledning av skyfallsvatten från planområdet till avsedd yta. Det kan innebära att vissa höjjusteringar behöver genomföras i skogsområdet nordväst om planområdet och vid Malmgatan mellan skogsområdet och föreslagen skyfallsyta.

I Figur 9.4 nedan visas viktiga aspekter att ta hänsyn till vid utformning av föreslagen skyfallshantering. Kartan är framtagen i Scalgo Live, där underlag för höjdsättning av planområdet samt väganslutningen österut tagits med i modelleringen. I Scalgo har även marken vid skyfallsstråket sänkts för att illustrera planerad väg för skyfallsvattnet. Det bör noteras att analysen genomförts på en översiktlig nivå och syftet är att visa på principer för skyfallshanteringen samt identifiera förutsättningar som är viktiga att beakta i kommande skeden.



Figur 9.4 Förutsättningar och viktiga aspekter för framtida skyfallshantering inom och i anslutning av planområdet (röd streckad linje). Blåa pilar illustrerar flödesriktning. Karta framtagen i Scalgo Live.

10. Slutsats

Båda strukturalternativ innebär en ökad andel hårdgjorda ytor jämfört med befintlig bebyggelse och dagvattenflöden förväntas således öka vid planerad bebyggelse. Vid ombyggnation enligt både alternativ 1 och alternativ 2 förväntas dimensionerande dagvattenflöden öka jämfört med befintlig situation. I alternativ 1 ökar flödet med ca 260 l/s och i alternativ 2 med ca 220 l/s jämfört med befintligt scenario vid en nederbörd med 10-års återkomsttid (inkluderat klimatsfaktor). Volymen behöver omhändertas inom planområdet motsvarande 560 m³ för alternativ 1 och 530 m³ för alternativ 2 enligt kravet om 20 mm fördröjning.

Modellerat resultat indikerar att föroreningsmängderna ökar för vissa ämnen vid ombyggnation (utan rening), däremot visar modellering inklusive föreslagna reningsåtgärder i form av regnväxtbäddar och trädplantering med skelettjord att samtliga föroreningsmängder- och halter för båda utbyggnadsalternativ minskar jämfört med dagens bebyggelse. Förutsättningarna är således goda avseende planens bidrag till möjligheten att uppnå recipientens fastställda kvalitetskrav för ekologisk och kemisk status.

Bebyggelsen inom planområdet ligger i dagsläget i ett lågområde, vilket innebär att byggnaderna är i ett utsatt läge för översvämning vid kraftig nederbörd. Platsens funktioner i form av bl.a. vård- och skolverksamhet ökar sårbarheten för området vid eventuell översvämning. Planens genomförande har god potential att förbättra platsens förutsättningar avseende översvämningsrisker, där höjdsättningen blir ett viktigt verktyg för att skapa en hållbar skyfallshantering. Vid ombyggnation behöver höjdsättningen av marken säkerställas att vatten inte kan ansamlas kring bebyggelsen vid kraftig nederbörd, vilket innebär att marken behöver höjas och luta bort från fasader. Volymerna som kan bli stående i lågpunkter i dagsläget behöver kompenseras för på en annan plats där det inte riskerar skada bebyggelse eller människor. Totala volymen inom planområdet som behöver hanteras är ca 1 100 m³. Volymen föreslås kunna omhändertas i ett nedsänkt skyfallsstråk som löper tvärs över planområdet intill planerad angöringsgata.

Det finns potential att kunna omhänderta skyfallsflöden från en lågpunkt i anslutning till planområdet österut, som riskerar påverkas av den planerade väganlutningen. Vid en sådan lösning krävs det nära samarbete med kommunen för att säkerställa en fungerande och hållbar avledning av skyfall som inte riskerar orsaka skada på omkringliggande områden. Kopplingen mellan skyfallsstråket och lågpunkten österut behöver utredas vidare för att kunna svara på om och hur avledningen kan gå till.

11. Litteraturförteckning

- Larm, T., & Blecken, G. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Stockholm & Luleå: Svenskt Vatten AB.
- Svenskt Vatten. (2016). *Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.
- SVOA. (2023a). *Dagvattenwebben Tekniska lösningar Nedsänkt växtbädd*. Hämtat från [stockholmvattenochavfall.se: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf)
- SVOA. (2023b). *Dagvattenwebben Tekniska lösningar Skelettjord*. Hämtat från [stockholmvattenochavfall.se: chrome-extension://efaidnbmnnnibpajpcglclefindmkaj/https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf)
- SVOA. (2023c). *Dagvattenwebben Tekniska lösningar Vegetationsklädda tak*. Hämtat från [Stockholm Vatten och Avfall: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/vegtak_h2.pdf)