



Dagvatten- och skyfallsutredning

Utredning inför detaljplan för verksamheter,
kontor och bostäder vid Almedals fabriker

2024-04-30

Dagvatten- och skyfallsutredning

- Utredning inför detaljplan för verksamheter, kontor och bostäder vid Almedals fabriker

Datum	2024-04-30
Uppdragsnummer	1320049641
Utgåva/Status	Uppdaterad handling

Nick Gohblit	Vibeke Johansson	
Uppdragsledare	Joanna Cieślukowska	
	Isabelle Laster Grip	Patrik Gliveson
	Handläggare	Granskare

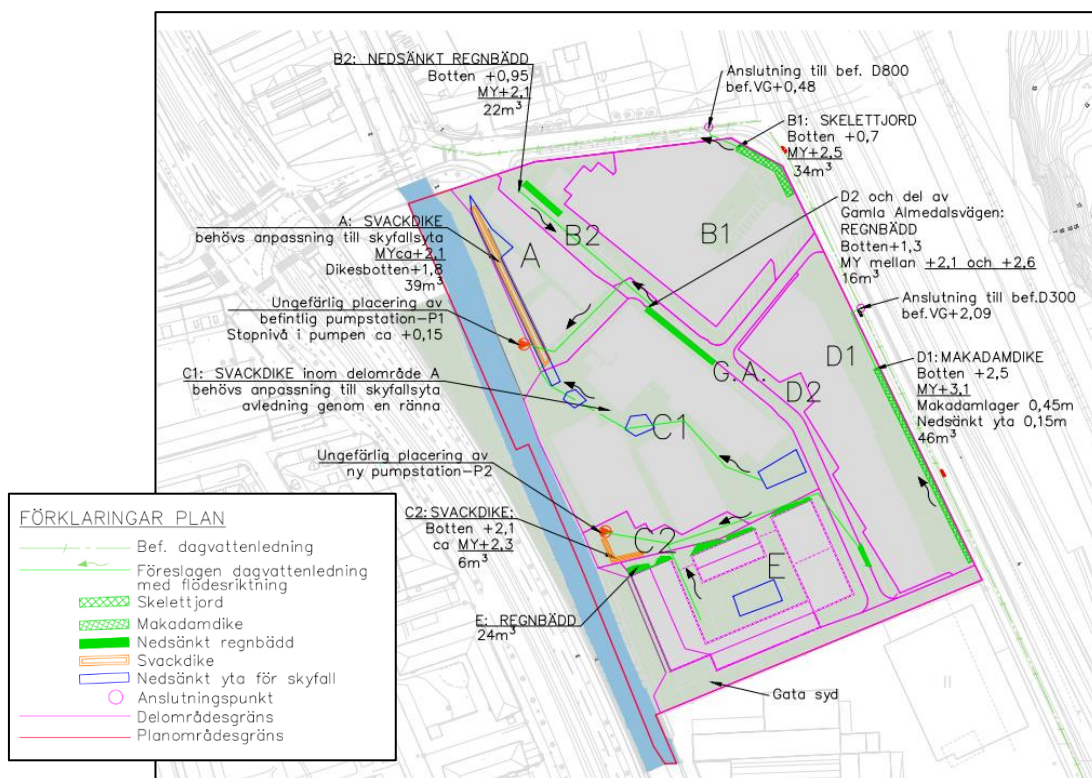
Sammanfattning

År 2015 togs en dagvatten-, skyfall- och högvattenskyddsutredning fram för detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker (Göteborgs stad/Kretslopp och vatten, 2015). När planarbetet startades upp år 2020 bedömdes dåvarande utredning inte hantera de tillkomna krav och riktlinjer gällande skyfall varför denna rapport upprättats. Rapporten behandlar dagvatten och skyfall medan ett separat PM tagits fram för högvatten. Denna rapport förhåller sig till de riktlinjer och krav som ställs av Göteborg Stad (vilka blandat annat baseras på vattendirektivet), samt den branschstandard som satts av Svenskt vatten P110. Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Planens genomförande ska förbättra eller bevara flödesbelastningen i området och inte försämra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna i recipienterna. Avledning av dagvatten ska kunna ske från planområdet utan att orsaka översvämning vid dimensionerande regn. Ny bebyggelse ska inte heller skadas vid skyfall (klimatanpassat 100-årsregn). Därtill ska planen inte försämra skyfallssituationen för vare sig planområdet eller intilliggande mark. Detaljplanen ska också beakta strukturplaner. Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ska ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall. Tillgänglighet till nya byggnaders entréer och framkomlighet till och från planområdet ska säkerställas. Detta görs genom att färdigt golv på byggnader planeras med säkerhetsmarginaler till högsta beräknade vattennivå vid dimensionerande händelse enligt Göteborg stads dokument *Tematiskt tillägg till översiktsplanen - TTÖP* (2019). Detta är vid skyfall ett klimatanpassat 100-årsregn där planerade byggnader ska ha en 0,2m marginal mellan färgigt golv och högsta beräknade vattennivå. TTÖP:en beskriver ytterligare två dimensionerande översvämningsscenarioer: höga flöden och högvatten där 0.2 respektive 0.5 m marginal mellan golv och högsta vattennivå gäller vid en 200-års händelse. Åtgärderna som tas upp i den här utredningen är nödvändiga för att uppnå riktlinjer och krav som ställs och kan inte uteslutas utan att funktionen kompenseras på andra sätt. Åtgärderna kan anpassas ytterligare i vidare arbete och uppdateras i takt med att detaljeringsgraden för området ökar men funktionen behöver samtidigt säkerställas.

Planområdet ligger längs Mölndalsån i södra delen av Göteborg. Området är cirka 3,3 hektar stort och utgörs idag av ett gammalt industriområde med lågt liggande bebyggelse. Marknivåerna ligger idag kring +2,1. Området planeras nu för en blandad stadsbebyggelse med i huvudsak kontor och bostäder. Befintlig avledning är något osäker med går till största del till Mölndalsån. Mindre områden antas avledas via kombinerade ledningar till Ryaverket och Rivö fjord i dagsläget. Planområdet delas in tio delavrinningsområden varav majoriteten av dessa planeras att avledas till Mölndalsån medan två (B1 och D1) leds till det allmänna ledningsnätet utanför planområdet, se Figur 1. Separering av dagvatten ifrån det kombinerade systemet är ett krav för denna detaljplan.

För hela planområdet gäller krav på fördröjning av 10mm/ha reducerad yta ifrån Göteborg Stad. Detta innebär en total fördröjningsvolym på 186m³ på kvartersmark. Fördröjning föreslås ske i samma åtgärder som rening av dagvattnet, nämligen i nedsänkta regnbäddar, skelettjord, svackdike och ett krossdike. Dessa åtgärder ger tillsammans en total fördröjningsvolym på 187 m³ med ett ytanspråk på 746m². Föreslagen placering och utbredning av dessa dagvattenlösningar illustreras i Figur 1. På grund av ett nytt planerat högvattenskydd kommer dagvatten med utsläpp mot Mölndalsån behöver pumpas. Det finns en befintlig pump som hanterar dagvatten från den norra delen av planområdet (P1). I denna rapport föreslås att en ytterligare pump (P2) anläggs för att omhänderta dagvattnet från södra delen av planområdet. Båda pumpar ska kunna hantera både dagvatten och skyfall.

I Figur 1 illustreras dagvattenhantering inom planområdet. Inom område A och C1 hanteras dagvattnet i ett gemensamt svackdike som sedan leder vattnet till en befintlig pump (P1) som pumpar ut vattnet till Mölndalsån. Inom område B1 hanteras dagvattnet i skelettjord med trädplantering innan avledning till allmänt ledningsnät. I både område B2 och D2+G.A fördröjs och renas dagvatten i regnbäddar innan det leds till befintlig pump (P1). Område D1 hanterar dagvattnet i makadamdike innan avledning till allmänt ledningsnät. I område E fungerar nedsänkta regnbäddar både för rening och fördröjning innan vatten leds till antingen P1 eller P2. I C2 planeras ett mindre svackdike och en ny pumpstation som pumpar ut vatten ifrån en lokal lågpunkt till Mölndalsån. "Gata syd" leder dagvattnet via en dagvattenkanal vidare till en filterbrunn inför avledning till Mölndalsån.



Figur 1 Princip för dagvattenhantering inom planområdet.

Recipienten för planområdet är Mölndalsån. Föroreningsberäkningar visar att föreslagna dagvattenanläggningar minskar totalt sett föroreningsmängderna jämfört med befintlig situation ifrån hela planområdet. Föroreningshalterna ligger även under Göteborg Stads målvärden och riktvärden för utsläpp till Mölndalsån. Planen anses därför inte ha en negativ påverkan på recipients möjlighet att uppnå MKN.

Skyfallsvatten som faller lokalt inom planområdet samt via inkommande rinnvägar till området bör hanteras med styrningsåtgärder som leder vatten mot Mölndalsån eller mot pumpar och vidare ut i ån. Den södra framtida vägen behöver agera skyfallsled och avleda ett stort inkommande flöde från fastigheterna i sydöst. För att inte försämra skyfallssituationen för grannfastigheten Skår 57:13 krävs också åtgärder i form av mur eller vägbula som styrning vilket hindrar uppdämning på den fastigheten. Därtill krävs ett antal skyfallsytor som kan magasinera vatten vid skyfallshändelse och kompensera de befintliga lågpunkter som byggs bort, se Figur 2. Enligt Kretslopp och Vatten:s hydrauliska skyfallsmodell (år 2020) stiger vattennivån i Mölndalsån till cirka +2,6 vid planområdet vid ett skyfall. Om föreslagna åtgärder anläggs bedöms vattennivån fortfarande stiga till samma nivå men tiden som planområdet utsätts för denna nivå minskar markant.



Figur 2 Principskiss för skyfallshantering för planområdet

För att hantera en framtida högvattensituation och en höjd vattennivå i ån föreslås ett tekniskt skydd längst med västra sidan av planområdet som syftar till att minska risken för både skador på bebyggelse och försämrad tillgänglighet på grund av översvämningar. Skyddet kan bestå av både permanenta och temporära element för att skydda såväl ny som befintlig bebyggelse och förhindra vatten att rinna in till planområdet. Detta behandlas mer i detalj i separat PM om högvatten och högvattenskydd. Hantering av framtida höjda vattennivåer i hav och vattendrag styrs av Göteborgs stad strategi samt TTÖP.

Innehåll

1	Inledning	9
1.1	Syfte och mål.....	10
1.2	Planförslag	11
1.3	Underlag.....	13
2	Förutsättningar	15
2.1	Geologi, grundvatten och markmiljö.....	15
2.2	Topografi, avrinning och avledning	16
2.3	Fältbesök.....	21
2.4	Övriga förutsättningar: Fjärrvärme-, opto- och elkablar	23
2.5	Dagvatten	24
2.5.1	Funktionskrav	24
2.5.2	Fördröjningskrav.....	25
2.5.3	Markavvattningsföretag	26
2.5.4	Miljökvalitetsnormer och reningskrav	27
2.6	Skyfall.....	29
2.6.1	Skyfallssäkring och klimatanpassning.....	29
2.6.2	Strukturplansåtgärder	31
2.6.3	Bedömning av risker och fara vid översvämning.....	32
2.6.4	Befintlig skyfallsproblematik.....	33
2.7	Högvatten	36
3	Analys.....	37
3.1	Markanvändning	37
3.1.1	Avledning av dagvatten	41
3.2	Fördröjningsbehov dagvatten	42
3.2.1	Fördröjning på kvartersmark	42
3.2.2	Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats.....	43
3.3	Dagvattenkvalitet	45
3.3.1	Metod för föroreningsberäkningar	45
3.3.2	Föroreningsberäkning.....	47
3.4	Skyfallsanalys.....	49
3.5	Skyfallsmodell i MIKE	51
3.5.1	Resultat och riskområden	52

3.5.2	Skyfallsscenario då Mölndalsåns vattennivå ligger på genomsnittlig nivå	56
3.5.3	Andra aspekter som påverkar skyfallssituationen	57
4	Föreslagna åtgärder	60
4.1	Fördröjning och rening - kvartersmark	60
4.1.2	Åtgärder på befintligt lednings-/dagvattensystem.....	67
4.1.3	Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhanteringen 67	
4.2	Skyfallsåtgärder	68
4.2.1	Skyfallshantering: norra delen	68
4.2.2	Skyfallshantering: centrala delen	69
4.2.3	Skyfallshantering: Gata syd	70
4.2.4	Skyfallshantering: östra delen	72
4.3	Högvattenåtgärder och högvattenskydd.....	72
4.4	Färdig golvnivå ur vattenperspektiv	74
4.5	Kostnads kalkyl.....	75
4.6	Exempel och mer om lösningarna.....	77
4.6.1	Dagvatten.....	77
4.6.2	Temporära barriärer: högvattenskydd.....	81
4.7	Alternativa lösningar	82
5	Sammanfattning och slutsats	84
6	Referenser.....	86

Bilaga 1 - Illustrationsplan Mareld

Bilaga 2 - Riskområden vid skyfall

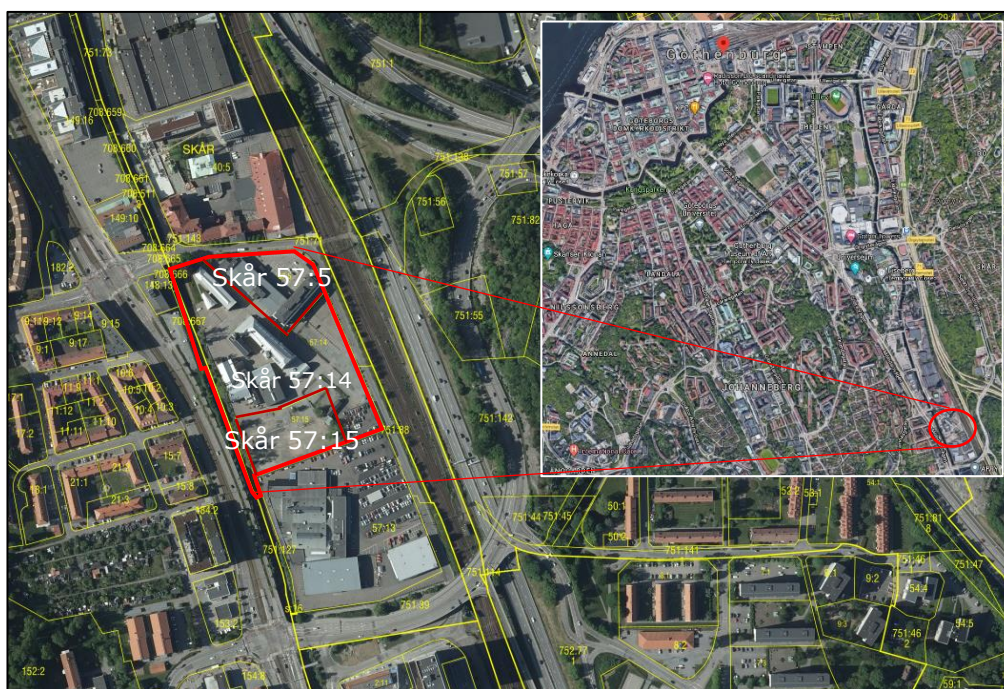
Bilaga 3 - Utdrag från StormTac

Bilaga 4 - Markjusteringar i MIKE-modell pga utbyggnad av Västlänken

1 Inledning

År 2015 togs en dagvatten- och högvattenskyddsutredning fram inför detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker (Göteborgs stad/Kretslopp och vatten, 2015). Utredningen hanterade dagvatten och högvatten men inte skyfall eftersom kravet på det inte fanns vid tiden. Då planarbetet startades upp på nytt 2020 fanns behov av att komplettera och uppdatera utredningen från 2015 med de nya skyfallskrav och -rutiner som tillkommit. Ramboll Sverige AB har fått i uppdrag av Svenska Hus AB, Platzer Fastigheter samt Wallenstam AB att upprätta en dagvatten-, skyfalls- och högvattenskyddsutredning för detaljplanen vid Almedals fabriker. Följande utredning gäller dagvatten och skyfall medan ett separat PM har upprättats för högvattensituation (*PM Högvatten Almedals fabriker – 2024-04-30*). Kretslopp och vatten har granskande roll för dagvatten och skyfall medan Stadsbyggnadsförvaltningen har en granskande roll för högvatten. Till grund för utredningen ligger framtagna planskisser av planområdet 2021-07-06.

Planområdet består av fastigheterna Skår 57:5, 57:14 och 57:15 och dess orientering i staden visas i Figur 3. Det ligger längs med Mölndalsån i södra delen av Göteborg. Området avgränsas av västkustbanan, dvs järnvägen Göteborg-Lund, i öst, Skårs Led i norr, Mölndalsån i väst och fastigheten Skår 57:13 i söder. Vidare är området cirka 3,3 hektar stort och består i nuläget av ett gammalt industriområde med lågt liggande befintlig bebyggelse och marknivåer kring +2,1. Inom planområdet planeras det för en blandad stadsbebyggelse med i huvudsak kontor och bostadsbebyggelse.



Figur 3 Orienteringskarta som visar planens lokalisering i staden. Planområdet visas med röd polygon samt översiktlig placering av planområdet med röd ring i kartbild (Lantmäteriet, 2020-06-02 och Google Maps, 2020-11-19)

1.1 Syfte och mål

Huvudsyftet med en dagvatten- och skyfallsutredningen är att avgöra om marken är eller kan göras lämplig för bebyggelse (Boverket, 2023). Rapporten utreder strategier för fördröjning och rening av dagvatten och förslag tas fram i syfte att bibehålla befintlig status i berörd recipient samt förbättra eller bevara flödesbelastningen i området och på nedströms liggande bebyggelse och allmänt ledningsnät. Dagvattenutredningen förhåller sig till de riktlinjer och krav som ställs av Göteborg Stad, den branschstandard som tagits fram av Svenskt vatten i P110 och kravet på att inte försämra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna i recipienterna.

Utredningen ska säkerställa att följande krav med avseende på dagvatten kan uppfyllas:

- Dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.
- Dagvattenavledning ska kunna ske från planområdet utan att orsaka översvämning vid dimensionerande regn.
- Detaljplanens genomförande ska bidra till förbättrad eller oförändrad vattenkvalitet i recipienten, i enlighet med miljö kvalitetsnormer (MKN) och stadens riktvärden/målvärden.

För att säkerställa kraven (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) med avseende på skyfall ska följande punkter uppfyllas:

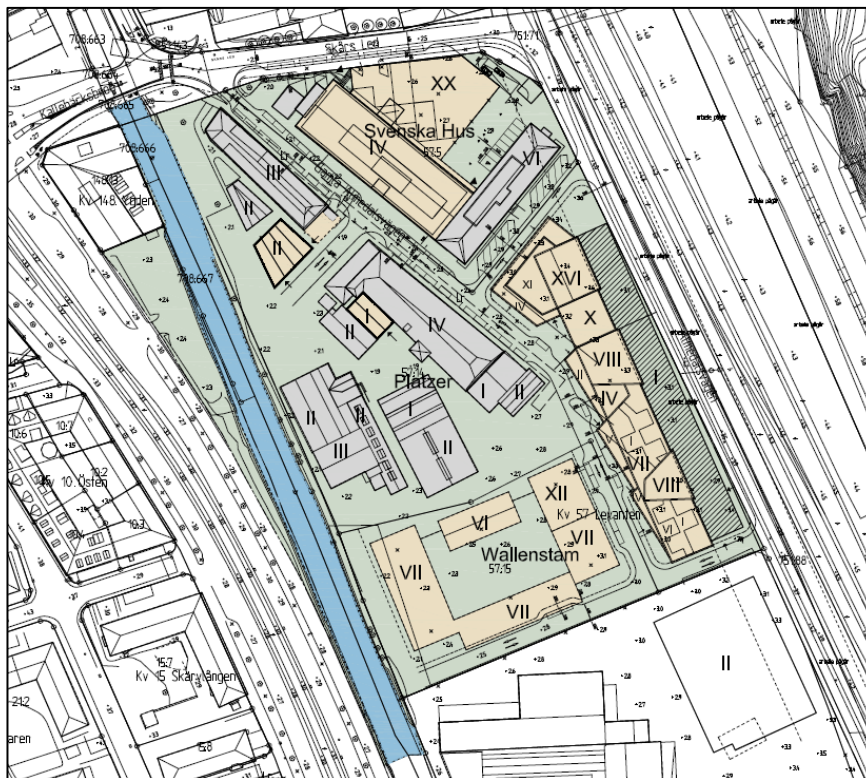
- Ny bebyggelse ska inte skadas vid skyfall (klimatanpassat 100-årsregn). Samhällsviktiga funktioner och golvnivåer ska ha en marginal till högsta vattennivån som uppstår vid skyfall.
- Tillgänglighet till nya byggnaders entréer.
- Framkomlighet till och från planområdet.
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämrats.
- Planen ska beakta strukturplaner.

Utöver ovanstående är det önskvärt att dagvatten- och skyfallshantering bidrar till grönska, estetiska värden och upplevelser av regnet. Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering anläggs inom planområdet. Utredning av rinnvägar uppströms och nedströms utredningsområdet avgränsas till de avrinningsområden som planområdet ingår i, alternativt till instängda områden där avrinningen från planområdet inte längre har någon påverkan.

De viktigaste dokumenten för dagvatten- och skyfallshantering som denna utredning utgår från är *TTÖP* (Tematiskt tillägg för översvänningsrisker till Göteborgs stads översiktsplan) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) och Svenskt vattens publikation *P110* (Svenskt vatten, 2016). Därtill även Göteborgs stads *Reningskrav för dagvatten* (21-03-11, Miljöförvaltningen och Kretslopp och vatten) samt Miljöförvaltningens *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient* (2020).

1.2 Planförslag

Figur 4 visar planerad utformning av Almedals fabriker i stadsdelen Skår i Göteborg. De befintliga byggnaderna bevaras och planen syftar till att förtäta området. De planerade byggnaderna kommer liksom de befintliga användas som kontor, lokaler eller handelsbyggnader. Inom detaljplanen planeras även bostäder samt underjordiska parkeringsgarage vid Svenska Hus och Wallenstams byggnader. Majoriteten av planområdet redovisas som kvartersmark förutom ett band längs planområdets västra gräns mot Mölndalsån som är allmän platsmark, se Figur 6 och Figur 5. I bilaga 1 finns en mer detaljerad bild av planområdet.

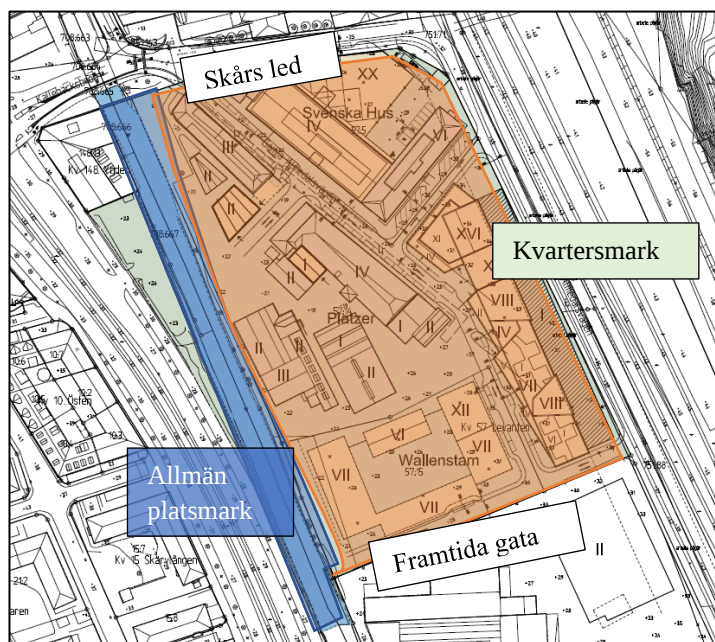


Figur 4 Planområdets utformning där både planerade (beigea och skrafferat område) och befintliga byggnader (gråa) illustreras. (Planskiss erhållen 2021-07-06).



Figur 5 Illustrationsplan av planområdet (Bild från Mareld - preliminär version 2023-01-24)

Svenska hus byggnad i nordöstra delen av planområdet har sedan planillustrationen i Figur 5 togs fram ändrat utformning i viss mån. Dock, bygger denna rapport utgått ifrån planskiss i Figur 5 som var aktuell då rapporten togs fram. Förändringar i utformning och höjdsättning ska se till att de krav angående dagvatten och skyfall som beskrivs i följande kapitel uppfylls.



Figur 6. Uppdelning av planområdet med avseende på kvartersmark (orange) och allmän platsmark (blå) samt planområdets gränser (visas med svart prickad linje) (Planskiss erhållen den 2021-07-06).

1.3 Underlag

- Grundkarta Skår 57:5_Wallestam (2020-05-29)
- Detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker inom stadsdelen Skår i Göteborg, Illustrationsritning (Göteborgs Stad, 2015-12-15)
- Detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker inom stadsdelen Skår i Göteborg, Plankarta (Göteborgs Stad, 2015-12-15)
- Detaljplan för blandad bebyggelse vid Almedals fabriker. Dag- och högvattenskyddsutredning, Göteborgs stad, Kretslopp och vatten, 2015-10-22
- Översiktsplan för Göteborg, tematiskt tillägg för översvämningsrisker, TTÖP (Göteborgs stad, 2019-04-25)
- Skyfallsresultat Vatten i Staden (Göteborg Stad, 2020-10-20)
- Strukturplan Centrum södra (Göteborgs stad, 2020-12)
- Markteknisk undersökningsrapport (Inhouse Tech, 2014-10-10)
- Geoteknisk undersökning: PM beträffande geotekniska förhållanden, Almedals fabriksområde. (GF Konsult AB, 2003-06-19)
- Geoteknisk PM avseende geotekniska förhållanden (Norconsult 2011-01-24)
- Utredningar för detaljplan Almedals fabriker: Utformning av kantzonen mot Mölndalsån- alternativbeskrivning. (Ramboll, 2021-11-30)
- Publikation P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten (Svenskt vatten, 2016)
- Grundvattenmätningar (Trafikverket, 2020-06-12)
- Fjärrvärme, fjärrkyla, optokablar, gasledning, Göteborgs Energi, (Ledningskollen, 2020-07-02)
- VA-ledningar, Kretslopp och vatten (Ledningskollen, 2020-07-02)
- Skanova och Tele2 kablar (Ledningskollen, 2020-07-02)
- Befintlig pumpstation (Platzer, 2020-11-02)
- Pumpteknisk dokumentation (Flygt, 2020-11-12, <https://www.motralec.com/public/fichiers/docs/Flygt-C-3170-60-HZ-English.pdf>) och specificering av pumpstation ITT FLYGT AB 2004-09-30
- Planskiss, 2021-07-06
- Skyfallsmodell (Kretslopp och vatten, 2020)
- Modelldokumentation av strukturplansmodeller, dokumentation av skyfallsmodeller uppsatta 2020 (Göteborg Kretslopp och Vatten, 2021-01)
- Dag- och högvattenskyddsutredning för detaljplan för blandad bebyggelse vid Almedals fabriker (Göteborgs stad/Kretslopp och vatten, 2015-10-22)
- Samrådsyttrande för förslag till detaljplan för blandad stadsbebyggelse vid Almedals fabriker inom stadsdelen skår i Göteborgs stad, Västra Götaland (Länsstyrelsen, 2016-03-04)

- *Reningskrav för dagvatten Göteborgs stads* (21-03-11, Miljöförvaltningen och Kretslopp och vatten, senast uppdaterat 21-03-11) samt
- *Riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient* Miljöförvaltningen Göteborg stad (2020)
- *Mölnålsåsystemet och Göteborgs inre vattenvägar - utredning om skydd mot översvämningar fram till år 2150*, Sweco 21-06-30 på uppdrag av SBF

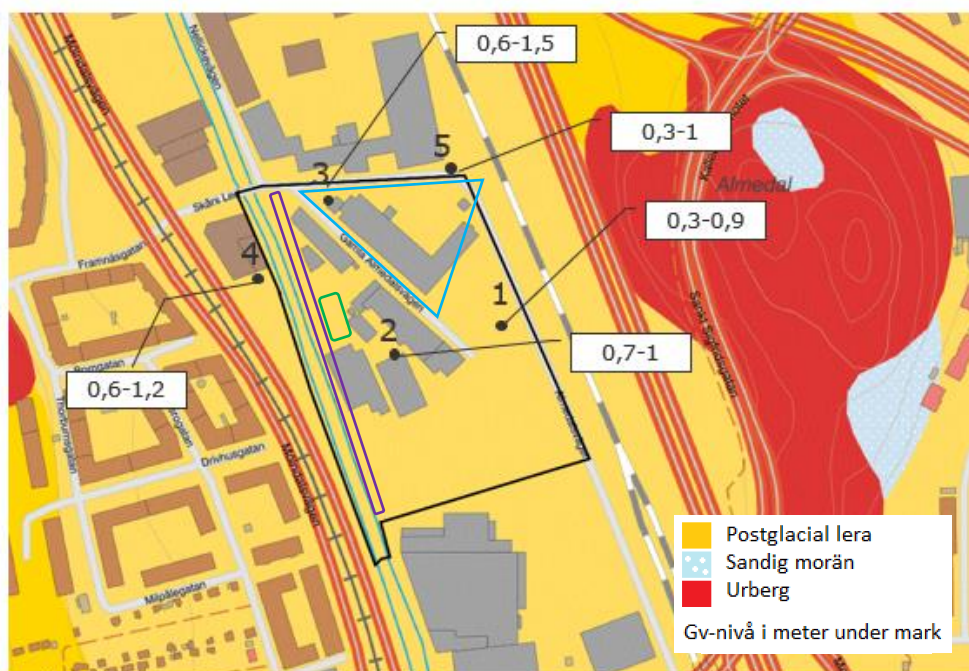
I utredningen har höjdsystem RH2000 och koordinatsystem SWEREF99 12 00 använts.

2 Förutsättningar

I följande avsnitt beskrivs platsspecifika förutsättningar som påverkar framtida förslag till dagvatten- och skyfallshantering.

2.1 Geologi, grundvatten och markmiljö

Planområdet består av postglacial lera Enligt SGU:s jordartskarta (Figur 7).



Figur 7. SGU:s jordartskarta (SGU:s karttjänst, jordarter 1:25000 - 1:100000, hämtad: 2020-06-03). Planområdets gränser är markerade med svart linje. Det gröna, lila samt blåa polygoner visar tidigare geotekniska undersökningar. Grundvattennivåer mätningar markeras med svart cirkel. Anvisade höjder anger grundvattennivå i meter under marknivå.

Tre tidigare geotekniska undersökningar har gjorts inom planområdet. Platserna för de olika markundersökningar är markerade i Figur 7. Samtliga undersökningarna tyder på att fyllnadsmassor (bestående av sand, grus och lös lera) eller torrskorpser går att återfinna mellan 0,5–3 meter under marken. Detta underlagrats i sin tur av en siltig gyttjig lera/grå siltig lera ner till ett djup på omkring 30 meter.

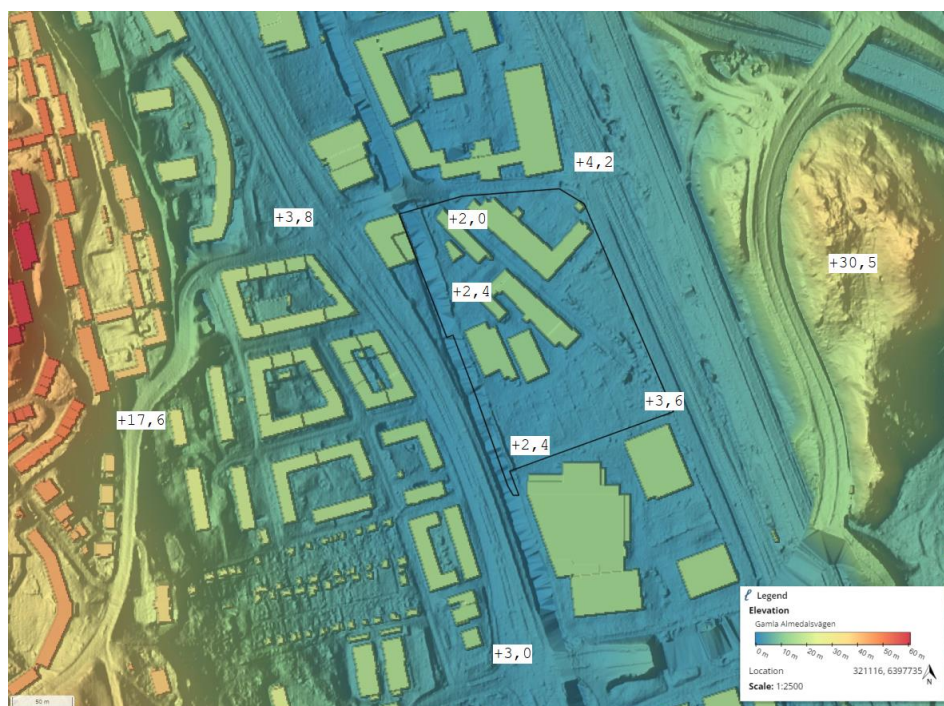
Enligt GF konsult AB:s markundersökning (lila område i Figur 7) ligger grundvattennivåerna mellan 0,7–1,7 meter under den befintliga marknivån. Samtliga geotekniska utredningar menar på att grundvattennivån följer vattenståndsytan i Mölndalsån.

Trafikverket har flera grundvattenrör både inom och utanför planområdet. Kontinuerliga grundvattenmätningar har gjorts mellan perioden 2016.12 – 2020.05 i övre grundvattenmagasin. Figur 7 visar att grundvattenytan i detta magasin varierar mellan 0,3 och 1,2 meter under markytan.

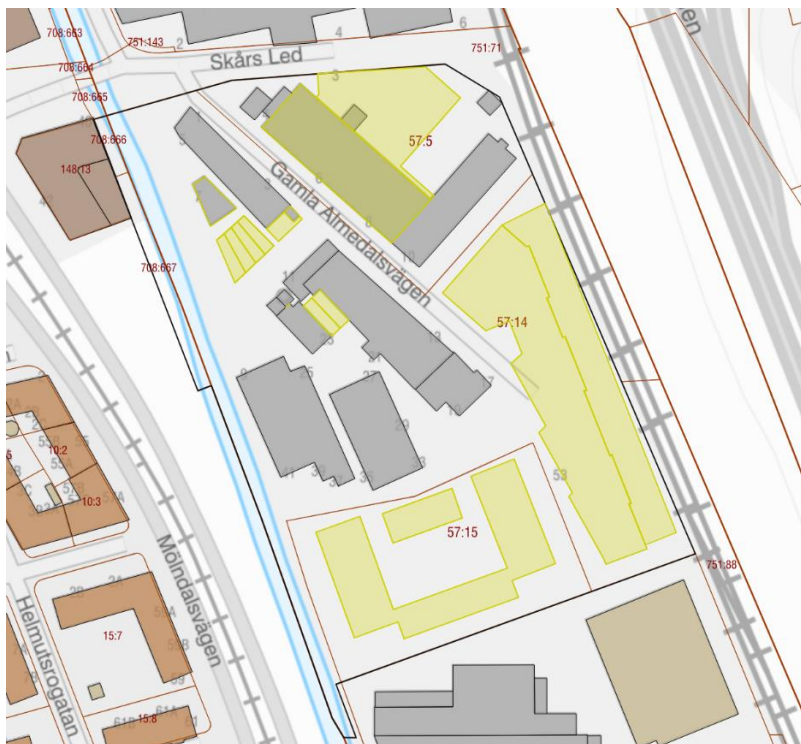
2.2 Topografi, avrinning och avledning

Befintlig topografi för planområdet och närliggande mark kan avläsas i Figur 8. Marknivåerna varierar mellan +2,0 och +3,6 inom området. Marken vid de befintliga byggnaderna ligger på +2,2–2,4 inom norra områden och +2,2–2,8 inom centrala delen. Gamla Almedalsvägen lutar mot Skårs Led från +3,0 till +2,3. Planområdet är som högst i östra delen, medan de lägsta nivåerna återfinns längst med Mölndalsån väster om. Figur 9 visar fastighetsindelning i planområdet samt närliggande gator.

Baserat på inmätningar under åren 2012–2022 ligger vattennivån i Mölndalsån vid planområdet mellan +1,2 och +1,8 med ett snitt på ungefär +1,4 (molndalsan.se).



Figur 8. Befintlig topografi för planområdet och närliggande mark. Planområde markerat med svart linje (Scalgo 2022)



Figur 9 Fastighetsindelning vid planområde. Befintliga byggnader visas i grått eller brunt medan planerade byggnaders utbredning är markerat med gult. Mölndalsån är markerad som ljusblå igenom bilden.

Naturliga avrinningsområden då vattnet rinner ytlig genom planområdet till Mölndalsån redovisas i Figur 10. Ingen hänsyn till avledning av dagvatten via ledningar har tagits för illustrerade avrinningsområden. Planområdet ligger inom två större och fyra mindre avrinningsområden. Ett av dessa avrinningsområden (ARO1) är 11 ha stort och avrinner, via Skårs led i nordöst, in i planområdet till den nordvästra delen av området. Större delen av ARO 1 ligger uppströms planområdet. Detsamma gäller för ARO4 som är 3 ha stort och avrinner in i planområdet söderifrån.

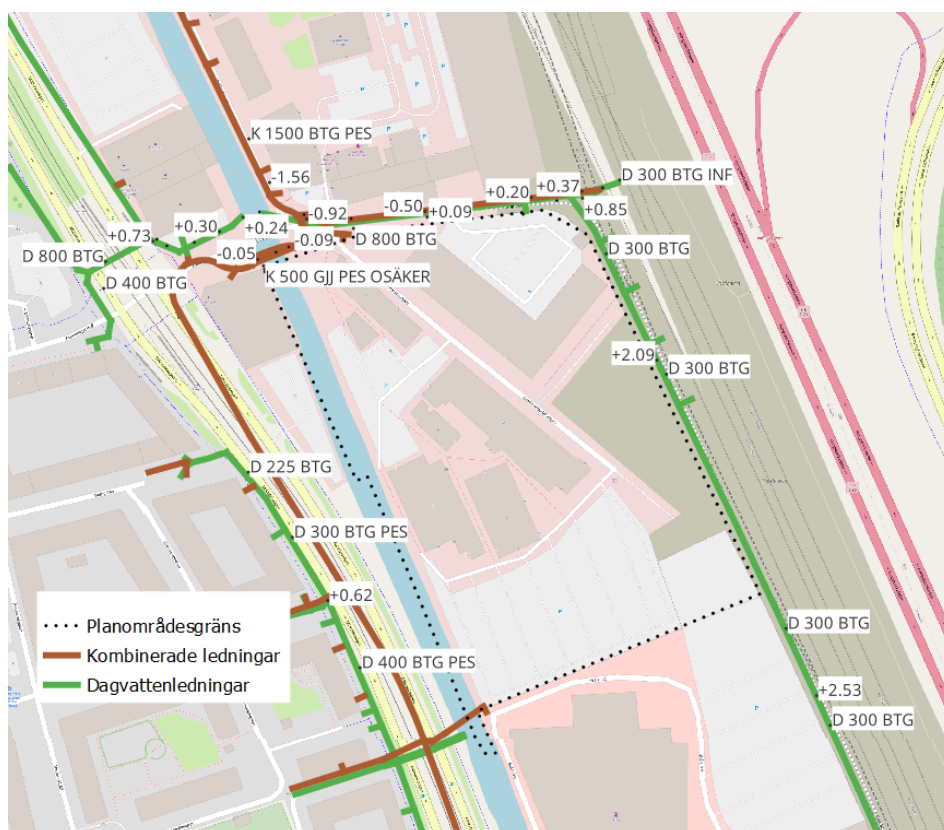


Figur 10. Översikt av befintliga ytliga avrinningsområden ARO1-ARO6 (Scalco, 2020). Planområdet är markerad med en svart polygon.

Enligt Ledningskollen.se 2023 finns allmänna ledningar norr och öster i nära anslutning till planområdet. Dessa ledningar redovisas i Figur 11 som även redogör en del höjder på vattengångar för det befintliga VA-systemet. Den kombinerade ledningen K300, i Skårs led norr om planområdet, kopplar på en större kombinerad ledning i Nellickevägen vilken leder vattnet vidare norr ut mot Kodammarnas pumpstation. Enligt dag- och högvattenskyddsutredningen utförd av Kretslopp och vatten (KoV) 2015 leder den kombinerade ledningen till Ryaverket där vattnet renas. Rivö fjord är således recipienten för dagvatten som leds till denna ledning, men först efter att det har genomgått rening. Denna ledning har ett antal bräddningsutlopp längs sträckan, vid Mölndalsån, Gullbergsån och Sävån som i sin tur är klassad som en känslig recipient och ligger inom ett N2000-område. Bräddning lär dock ske i första hand till Mölndalsån.

Det finns även en dagvattenledning norr om planområdet, D800, med utlopp i Mölndalsån. D300 ledningen öster om planområdet (se Figur 11) ansluter delvis till denna 800-ledning men avleder även vatten söder ut. Som kan avläsas i Figur 14 finns en höjdpunkt på dagvattenledningen i öster vid planområdets sydöstra hörn (+2,70). Från denna punkt rinner dagvatten både norr respektive söder ut i ledningen. Båda rinnvägar slutar upp i Mölndalsån. Kapaciteten på respektive befintlig dagvattenledning (D800 i norr och D300 i öst) bedöms enligt korrespondens med Kretslopp och vatten vara tillräcklig för anslutning av del av planområdet (fördröjt dagvatten). Emellertid bör så stor del som möjligt av planområdet avledas mot intern pumpstationen/pumpstationerna och till ån. Dessa pumpstationer används för att kunna trycka ut vattnet i ån även vid högt vattenstånd.

Enligt mailkonversation (Göteborgs Stad, 2020-06-10), har fastighet Skår 57:5 som ligger i nordöstra kanten av planområdet en dagvattenservis som är kopplad till den allmänna D800 ledningen längs med Skårs led. Fastigheten Skår 57:14 har också dagvattenservis men till det kombinerade allmänna ledningsnätet i Skårs led. Skår 57:15 har inga egna servisanslutningar idag. Denna fastighet styckades 2015 ifrån Skår 57:14 och troligen använder den samma servis och hantering som innan styckningen, alltså gemensamt med Skår 57:14. Stora delar av planområdets dagvatten leds till ett internt system som kopplas på en pumpstation.



Figur 11 Befintliga allmänna VA-ledningar omkring planområdet (ledningskollen.se, 2023-09-21). Ett antal höjder och dimensioner på ledningsnätet redovisas förstorat i rutor.

Privata ledningar visas i Figur 12 och har utretts Development Partners i ett PM *Befintlig spill och dagvattenstruktur* från 2022-03-30. Ledningen i Gamla Almedalsvägen har en uppsamlande funktion då den sannolikt leder dagvatten från rännstensbrunnar i gatan till den kombinerade anslutningen i norr (Figur 11) medan de interna dagvattenledningarna avleder vatten till befintlig pumpstation och vidare till ån.

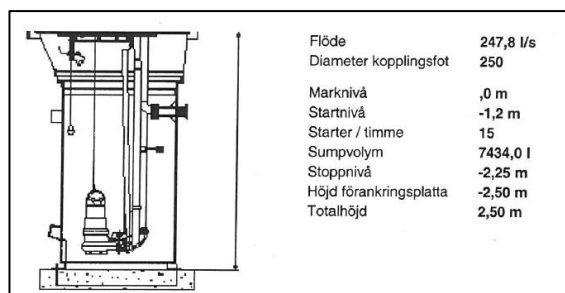


Figur 12 Interna ledningar inom planområdet, från Development Partners PM Befintlig spill och dagvattenstruktur 2022-03-30

I samband med detaljplanens genomförande ställs krav på en separering av dagvatten från det kombinerade ledningsnätet inom kvartersmarken för de delar där det inte redan är separerat. Och därtill även att ledningsdimensioner uppdimensioneras för att nå upp till krav i Svenskt Vattens publikation P110.

Ytligt avrinnande vatten från resterande delar av planområdet samlas upp i ett internt ledningssystem som avleds till en kammare och pumpas ut i Mölndalsån, med hjälp av två pumpar. Pumparnas kapacitet uppskattas vara 250 l/s per pump för en lyfthöjd på 2-4m enligt underlag från Platzer 2020-11-02 som är befintlig fastighetsägare. Utklipp ifrån underlag visas i Figur 13. Stoppnivå i pumpkammaren ligger på ca +0,15 med antaganden att marken vid pumpen

ligger på ca +2,4 (Scalgo, 2023). Pumpen börjar pumpa vatten mot recipienten vid vattennivå i den pumpkammaren på -1,2.



Figur 13 Specifiering av befintlig pumpstation beläggen vid Mölndalsån (Utklipp från Specifiering av pumpstation, ITT FLYGT AB, 2004-09-30 från Platzer 2020-11-02)

Placering av pumpkammaren redovisas i Figur 12 men även i Figur 16 i nästkommande avsnitt samt med utloppsledningar vilka i Figur 17. Pumpen kommer att flyttas något under exploateringen för att placeras inne på kvartersmark istället för på allmän plats.

2.3 Fältbesök

Platsbesök för undersökning av planområdet gjordes den 17e juni 2020.

Dagvatten från rännstensbrunnar i Gamla Almedalsvägen leds förmodligen till den kombinerade anslutningen i norr (Figur 14).



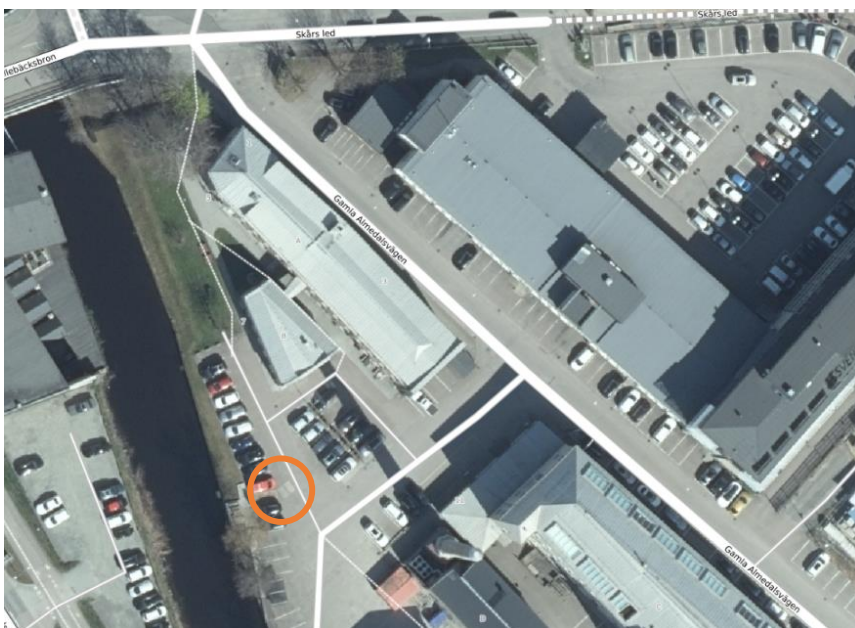
Figur 14 Bild på befintligt dagvattensystem på Gamla Almedalsvägen. Dagvattenbrunnar är markerade med röda cirklar (Ramboll 2020).

Delar av befintliga tak avvattnas möjligtvis direkt till Mölndalsån (Figur 15).



Figur 15. Möjlig dräneringsledning som leder direkt till Mölndalsån i nordvästra kanten av planområdet (Ramboll 2020).

Dagvattnet från resterande delar av planområdet samlas upp i ett internt ledningssystem som avleds till en kammare och pumpas ut i Mölndalsån, med hjälp av två pumpar. Placering av pumpkammaren redovisas i Figur 16 samt med utloppsledningarna vilka visas i Figur 17.



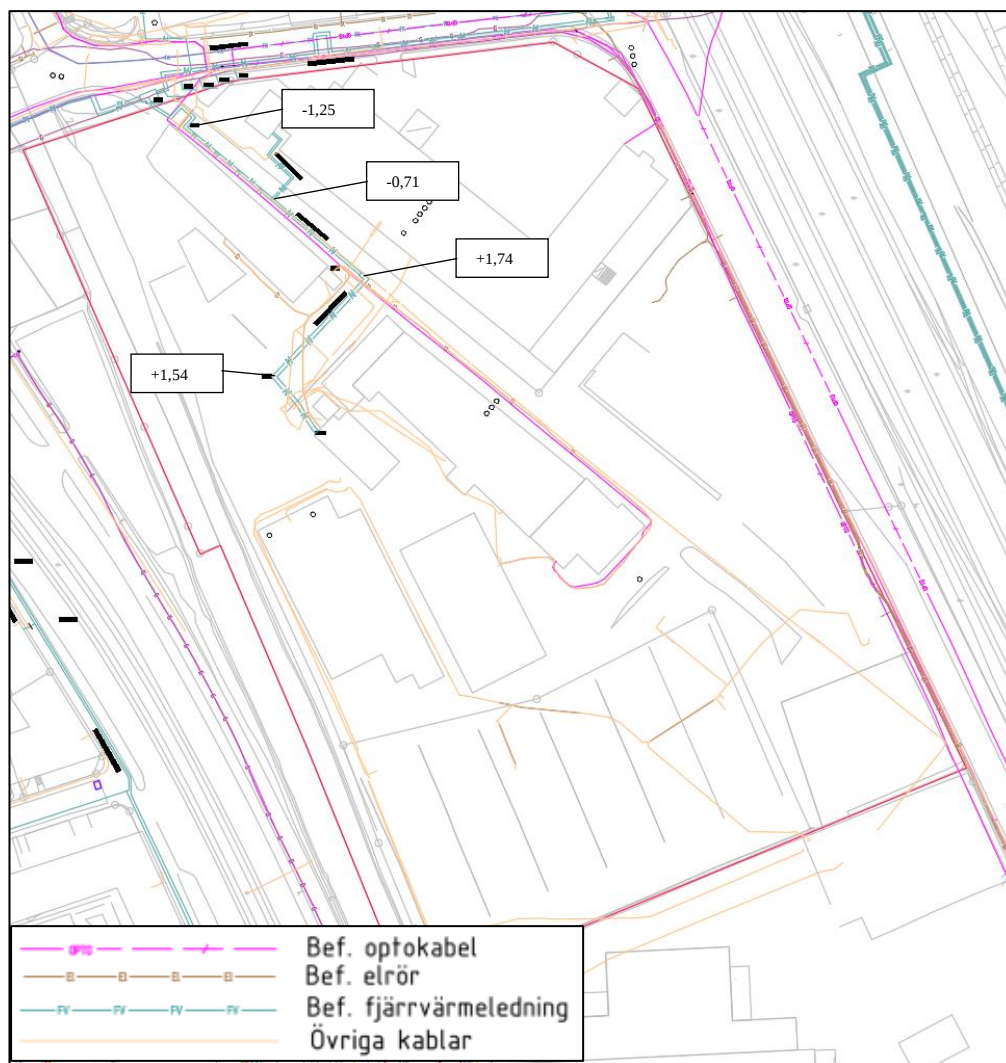
Figur 16. Placering av pumpkammaren. Kammaren markeras med röd cirkel. Pumparna leder vattnet från privata dagvattenledningar till Mölndalsån. (Lantmäteriet ortofoto 2020).



Figur 17 Utloppsledningarna ifrån pumpstationen vid Mölndalsån. Utloppsledningarna placering är markerade med röd cirkel (Ramboll 2020).

2.4 Övriga förutsättningar: Fjärrvärme-, opto- och elkablar

Enligt Ledningskollen.se leds fjärrvärmekablar (Ecopipe, 2x250 i diameter) igenom planområdet. Dessa kablar kopplas till befintliga byggnader öster och väster om Gamla Almedalsvägen. Fjärrvärmeledningens hjässnivå redovisas i Figur 18. I Gamla Almedalsvägen leds också opto- och elkablar. Ledningarna ägs av Göteborg Energi. Inom planområdet finns också övriga kablar.



Figur 18 Befintliga fjärrvärmeledningar, el-, opto- och övriga kablar inom planområdet. Höjder på fjärrvärmeledningens hjässor redovisas också. Planområdets gräns är markerad med röd linje (ledningskollen.se, 2020-07-02).

Dessa ledningar behöver tas hänsyn till vid val av placering och anläggning av dagvattenåtgärder.

2.5 Dagvatten

2.5.1 Funktionskrav

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt vattens publikation P110 Avledning av dag- drän- och spillvatten (Svenskt vatten, 2016) I och med denna publikation ökar funktionskraven (säkerheten) i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare. Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem (=förtätning av befintligt) ha samma funktionskrav som nya system vilket medför att tillkommande system behöver ta mer ytor i anspråk än tidigare. Dessutom måste planering ske för framtida klimatförändringar eftersom nederbörden och därmed belastningen på dagvattensystemen förväntas

öka. Funktionskraven för dagvattensystem vid förtätning och/eller nybyggnation sammanfattas i Tabell 1.

Tabell 1. Minimikrav för återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 (Svenskt vatten, 2016).

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

För kombinerade avloppssystem, där dagvatten och spillvatten avleds i samma ledningar, gäller andra krav än de ovan. Dessa redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Återkomsttider för regn avseende befintliga kombinerade avloppssystem enligt P110.

Typ av område	Kombinerad fylld ledning, återkomsttid	Källarnivå för kombinerad ledning, återkomsttid
Ej instängt* område utanför citybebyggelse	5 år	10 år
Ej instängt* område inom citybebyggelse	5 år	10 år
Instängt område utanför citybebyggelse	10 år	10 år**
Instängt område inom citybebyggelse	10 år	10 år**

* Med ej instängt område avses ett område varifrån dagvatten ytledes kan avledas med självfall.

** Då dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är 10 år blir återkomsttiden för trycklinje i källargolvsnivå större än 10 år. Kravet är dock att återkomsttiden ska vara minst 10 år.

Det aktuella området bedöms motsvara ett centrum- och affärsområde enligt Tabell 1 ovan. Dimensionerande återkomsttid för fylld ledning är därmed 10 år medan för trycklinje i marknivå gäller ett regn med återkomsttiden 30 år.

I enlighet med Svenskts Vattens publikation P110 rekommenderas en klimatkfaktor på 1,25 för regn upp till en timme. För regn med en längre varaktighet, upp till ett dygn, bör en klimatkfaktor på minst 1,2 användas.

Enligt korrespondens med Kretslopp och Vatten bedöms det finnas kapacitet för att ansluta delar av planområdet.

2.5.2 Fördröjningskrav

Göteborgs stad ställer krav på att dagvatten inom kvartersmark ska fördröjas motsvarande 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta. Den reducerade ytan motsvarar ungefär hårdgjorda ytor inom planområdet och är den yta som

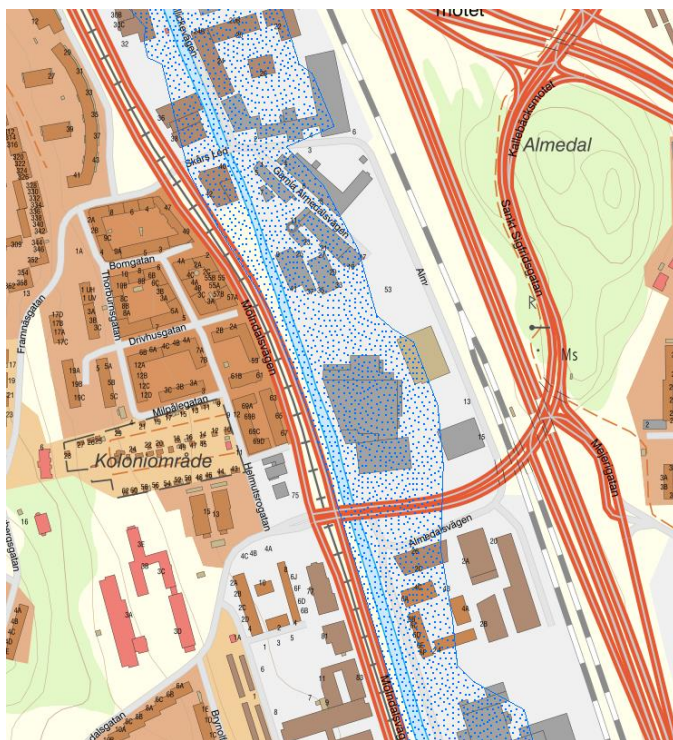
bidrar till att generera dagvatten vid en regnhändelse. Syftet med fördröjningslösningar är i första hand att jämna ut belastningen på ledningsnätet och i recipienter. Det ger även möjlighet för dagvattnet att renas genom infiltration eller sedimentering innan vattnet når recipienten.

För Mölndalsån får flödet inte öka efter exploatering i förhållande till befintlig situation. För de befintliga fastigheterna som inte påverkas vid exploatering finns inget krav på dagvattenfördröjning innan avledning mot Mölndalsån.

2.5.3 Markavvattningsföretag

Ett markavvattningsföretag/dikningsföretag är en åtgärd som utförs för att avvatta mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten, eller som utförs för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller för att skydda mot vatten, när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för ett något visst ändamål (vattenverksamhet MB 11:3§).

Dagvattnet från planområdet avleds till ett markavvattningsföretag; Mölndalsåns VF 1955 (Figur 19). Vid exploatering är det inte tillåtet att försämra möjligheten för de fastigheter som ingår i markavvattningsföretaget att avleda vatten från sina fastigheter utan samråd med ansvarig enhet för vattenverksamheten-Mölndalsån. Det framtida flödet till Mölndalsån beräknas i kapitel 3.2.2.



Figur 19. Del av planområdet ligger inom markavvattningsföretag Mölndalsåns VF 1955 (blå-prickat område) (Vattenarkivet, Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2021).

2.5.4 Miljökvalitetsnormer och reningskrav

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs och vattenmyndigheten utarbetat miljökvalitetsnormer (MKN) för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av MKN för vattenförekomster. MKN uttrycker den ekologiska potential/status och kemiska kvalitet som vattenförekomsten ska ha uppnått vid en viss tidpunkt.

Ny exploatering ska inte försämra möjligheterna att uppnå MKN. Det innebär att rening av dagvatten ska bidra till att bibehålla eller förbättra vattnets status, vilket ofta innebär att minska tillförsel av näringsämnena kväve och fosfor samt metaller och organiska föroreningar. Därtill finns det även ett utpekad förbättringsbehov för Mölndalsån.

För att minska dagvattnets miljöpåverkan på våra vattendrag har Miljöförvaltningen i Göteborg tagit fram särskilda riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten och dagvatten (Göteborgs stad, Miljöförvaltningen, 2020). Som ett komplement till dessa riktlinjer har Göteborgs stad utarbetat vägledningen *Reningskrav för dagvatten* (Kretslopp och vatten, 2021) där bl.a. styrande målvärden och riktvärden anges beroende av recipientens känslighet.

Recipient för planområdet som omfattas av MKN är Mölndalsån – Kålleredsbäckens inflöde till Liseberg (del av Mölndalsån). Mölndalsåns geografiska läge i förhållande till planområdet visas i Figur 20. För mer detaljerat beskrivning på MKN se *Utredningar för detaljplan Almedals fabriker: Utformning av kantzon mot Mölndalsån- alternativbeskrivning*. (Ramboll, 2021-11-30). Mölndalsån har även ett kulturvärde i form av värdefulla vatten enligt Naturvårdsverket (Naturvårdsverket, 2020-11-20).



Figur 20. Recipienten för planområdet är Mölndalsån – Källeredsbäckens inflöde till Liseberg (markerade i cyan). Planområdets orinering visas med svart cirkel (VISS, 2020-08-25).

Mölndalsån – Källeredsbäckens inflöde till Liseberg har klassningen *Måttlig ekologisk status* (2019-08-27). Denna statusklassning baseras på att ån saknar naturliga livsmiljöer för vattenlevande växter och djur. Den hydrologiska regimen och morfologiska tillståndet bedöms vara dålig. Någon försämring av det morfologiska tillståndet är därför inte tillåten. Vattenförekomsten har fått tidsundantag till 2027 på grund av att den har sämre än god ekologisk status. En orsak till detta är att här finns en fysisk påverkan som orsakats av människan.

För att förbättra det morfologiska tillståndet i vattenförekomsten Mölndalsån är det föreslaget i VISS att 14 hektar ekologiskt funktionell kantzon bör återskapas. Därutöver föreslår VISS återskapande av 49 hektar kantzon i urbana miljöer utmed vattenförekomsten. Utformningen av dagvattenutloppen inte får försämra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormer med avseende på morfologiskt tillstånd och hydrologisk regim. Vidare detaljer angående detta hänvisas *PM Utredning för detaljplan Almedals fabriker – Utformning av kantzon mot Mölndalsån* 2023-11-30.

Mölndalsån uppnår *Ej God kemisk status* (2020-03-27) på grund av bromerade difenyleter (PBDE) samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. PBDE, kvicksilver och kvicksilverföreningar bedöms överskrida gränsvärdet i alla Sveriges ytvattenförekomster. Det bedöms idag vara tekniskt omöjligt att minska nivåerna till dem som motsvarar god status. Dessa ämnen är undantagsämnen och går under mindre stränga krav. Utöver dessa ämnen ska

recipienten uppnå *God kemisk ytvattenstatus*. Påverkankällor är följande för dessa ämnen enligt VISS:

- Förorenade områden för kvicksilver,
- Atmosfärisk deposition för kvicksilver och bromerad difenyleter.

2.5.4.1 Miljöbalken

Miljöbalken MB (SFS 1998:808), innehåller bestämmelser med syfte att skydda människors hälsa och miljön mot skador samt främja en hållbar utveckling. I miljöbalken finns bestämmelser som reglerar olika typer av vattenrelaterad verksamhet, som t.ex. bortledning av vatten, markavvattning och grundvattenåtgärder, samt miljöfarlig verksamhet som t ex utsläpp av avloppsvatten.

Miljöbalken innehåller även bestämmelser om miljökvalitetsnormer, bland annat att det är kommunens ansvar att miljökvalitetsnormerna följs enligt 5 kap 3 § MB. Från och med årsskiftet 2018 till 2019 har 5 kap 4 § MB tillkommit som innebär att en myndighet eller kommun inte får tillåta nya eller förändringar av verksamheter som ger upphov till ökad förorening eller störning som innebär en försämring av vattenmiljön eller äventyrar möjligheten att uppnå status enligt en miljökvalitetsnorm.

Vid detaljplanering enligt Plan- och Bygglagen måste reglerna i Miljöbalken uppfyllas. Planen måste leva upp till lagstiftningens krav. Länsstyrelsen har enligt 11 kap. 10 § PBL en skyldighet att överpröva en plan om det finns skäl att befara att en miljökvalitetsnorm inte följs. Enligt 11 kap. 11 § PBL ska planen därtill upphävas om den bland annat innebär att en miljökvalitetsnorm inte följs.

2.6 Skyfall

2.6.1 Skyfallssäkring och klimatanpassning

Skyfall är ett regn vars höga intensitet överstiger belastningen som dagvattenssystemet är dimensionerat för. Regnens storlek beskrivs bäst med begreppet ”Återkomsttid” (Svenskt vatten, 2018) som avspeglar hur ofta en händelse inträffat statistiskt. Enligt Göteborgs riktlinjer (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) ska ny bebyggelse anpassas efter klimatanpassat 100-årsregn, d.v.s. ett regn med 100 års återkomsttid år 2100.

När dagvattenssystemet är fullt innebär det i praktiken att avrinningen av regnöverskottet primärt beror av marknivån. Vatten samlas i sänkor och när dessa är fulla rinner vattnet vidare mot nästa sänka. Bristande kapacitet för ytlig avledning kan dock också skapa uppdämningseffekter som göra att man får lokala vattensamlingar. Markanvändningen har viss påverkan eftersom det styr

både infiltration och vattnets hastighet medan avdunstning har marginell påverkan.

Det finns idag inga nationella bestämmelser kring vem som är ansvarig vid skyfall. Kommunen är enligt Plan- och bygglagen (PBL) ansvarig för att bebyggelse anläggs på mark lämplig för ändamålet, och därmed översvämningssrisker vid nyplanering. Allt ansvar för översvämningssäkring ligger dock inte på kommunen utan fastighetsägare och verksamhetsutövare har ansvar att skydda sin egendom.

Det tematiska tillägget för översvämningssrisker, TTÖP, (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) presenterar förslag till mål och övergripande strategier för hur staden ska bemöta dagens och framtidens översvämningssrisker i sin planering. Det övergripande målet som lyfts är:

Göteborg ska göras robust mot dagens och framtidens översvämningar genom att säkra grundläggande samhällsfunktioner och stora samhällsvärden.

Detta konkretiseras genom följande punkter:

- Ny bebyggelse ska inte skadas vid översvämning. Detta innebär att man skall ha en säkerhetsmarginal från vattenyta vid max vattendjup i samband med klimatanpassat 100-årsregn till färdigt golv på minst 0,2 m. För samhällsviktigt (avser infrastruktur som i ett perspektiv till år 2100 om de slås ut innebär stor skada för samhället och/eller är kostsamt att återskapa. I detta perspektiv är det stora sjukhus, tung infrastruktur och tekniska anläggningar viktiga för stadens funktion) gäller en säkerhetsmarginal på minst 0,5 m till vital del för anläggningens funktion.
- För att möjliggöra för evakuering i samband med översvämning skall tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet vara möjlig (man skall kunna nå alla som befinner sig i byggnaden men inte nödvändigtvis alla entréer). Detta innebär ett största vattendjup på 0,2 m.
- Tillgänglighet till och från planområdet skall undersökas (största vattendjup 0,2 m på högprioriterade vägar och utryckningsvägar. Är framkomlighet inte möjlig på högprioriterade vägar skall detta omnämnas men att skapa framkomlighet på dessa vägar skjuts på framtiden tills ”Framkomlighet - Planeringsunderlag gällande framkomlighet för högprioriterade transport och kommunikationsstråk inom staden för olika översvämningstyper” utarbetats av Staden (fortsatt arbete utpekats i TTÖP).
- Översvämningssituationen inom eller utanför planen skall inte försämrats. Detta innebär bl.a. att flödet ut från planen och till andra delar av planen inte får öka vid planens genomförande så försämrade översvämningssituation uppstår. Minst samma volymer för magasinering som fanns innan exploatering skall finnas kvar efter

exploatering. Strävan skall finnas att passa på att förbättra översvämningssituationen vid planens genomförande.

- Planen ska beakta strukturplaner för översvämningshantering. Skyfallsleder och skyfallsytor utpekade i strukturplanerna skall fortfarande vara möjliga att genomföra om de inte genomförs som en del av planen. Platser som pekats ut för strukturplansåtgärder skall inte exploateras på ett sätt så dessa inte kan byggas om det inte går att identifiera annan alternativ plats med samma syfte.

I Tabell 3 visas kraven på vattendjup i relation till höjdsättning av samhällsviktiga anläggningar, nyanlagda byggnader och prioriterade stråk och utrymningsvägar enligt TTÖP (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019)

Tabell 3 Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerade händelser för att minska översvämningssrisk (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019) Angivna tal i tabellen är säkerhetsmarginaler.

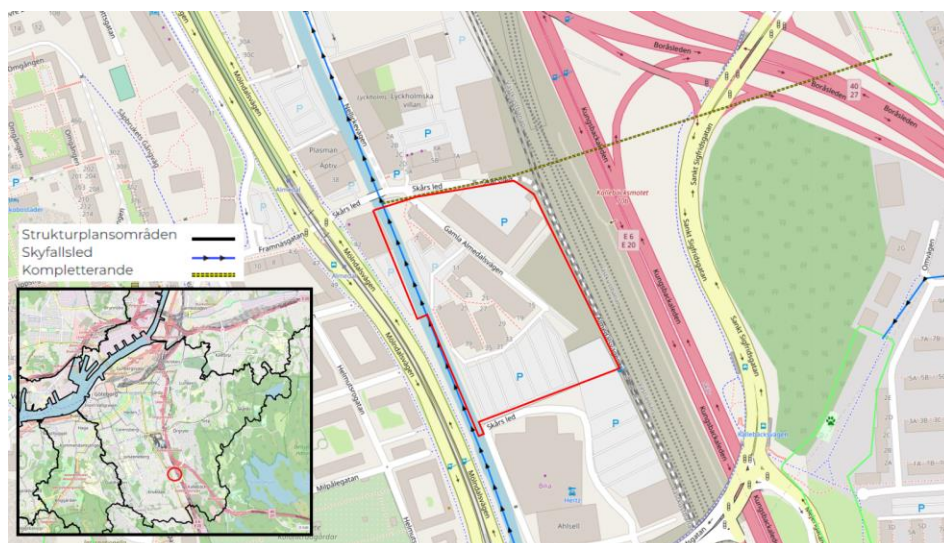
Funktion/ Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning - nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning - befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion - nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet - nyanläggning högprioriterade vägnät stråk och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

2.6.2 Strukturplansåtgärder

Som ett led i klimatsäkringsarbetet har Göteborg stad tagit fram ett geografiskt planeringsunderlag, även kallade strukturplan för översvämningar. Strukturplanen innehåller åtgärder som syftar till att fördröja och avleda det överskottsvatten som inte är avsett att hanteras av stadens dagvattensystem. Åtgärderna i strukturplanen är övergripande och ur ett avrinningsområdesperspektiv. Strukturplansåtgärder är upprättade för att tjäna som underlag till åtgärder som skyddar samhällsviktiga funktioner, framkomlighet och bebyggelse från konsekvenser vid skyfall. All bebyggelse skyddas inte med strukturplansåtgärderna (Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten, 2018).

Figur 21 visar ett utklipp ifrån strukturplanen för planområdet och samt område det ingår i. Detaljplaneområdet är markerat med rött. Mölndalsån är inplanerad som en skyfallsled, norr om planområdet går ett förslag på kompletterande

åtgärd för skyfallshantering som kan avleda vatten från östra sidan av Boråsleden till ån.



Figur 21 Föreslagna strukturplansåtgärder för området. skyfallsleder i blått, samt kompletterande åtgärd i gult. Ungefärlig gräns för planområdet är markerat rött.

2.6.3 Bedömning av risker och fara vid översvämning

För att få en ungefärlig uppfattning om konsekvenser vid olika översvämningsdjup kan djupintervallen i Tabell 4 som är en sammanställning av flera studier (MSB, 2014; VTI, 2019; DHI, 2014; COWI, 2016). Flera av dessa hänvisar till att skador redan uppkommer vid 0,2 m översvämningsdjup. Framkomligheten på vägar inom planområdet ska inte begränsas, d.v.s. vattendjupet ska vara mindre än 0,2 m för att vägen ska vara framkomligt för samtliga fordon. Större vattendjup kan accepteras på delar av gatan så länge det finns utrymningsvägar som inte är blockerade alternativt en del av gatusektionen med högst 0,2 m vattendjup som är tillräckligt bred för att räddningstjänstens fordon ska kunna ta sig fram.

Tabell 4 Tolkning av översvämnings djupintervall och olägenheter/skador, (MSB, 2014; VTI, 2019; DHI, 2014; COWI, 2016).

Djupintervall	Olägenheter/skador
0 - 0,1	Liten/ringa sannolikhet för olycka*
0,1 - 0,2	Besvärande framkomlighet för personbilar (polis- och ambulansbilar) Viss risk för funktionsnedsatta Liten/ringa sannolikhet olycka för barn
0,2 - 0,5	Ej möjligt att ta sig fram med personbil så som polis- och ambulansbil, men större räddningsfordon såsom brandbil kan passera Påtaglig risk för olycka

> 0,5	Stor risk för olycka för barn, Hög sannolikhet för olycka för vuxen Stora materiella skador
-------	--

**Vid mycket höga vattenhastigheter kan även vattendjup under 0,1 m ge upphov till skador men då man saknar kännedom om gränsvärden bortser man från det i den utförda utredningen.*

2.6.3.1 MSBs riktlinjer för skyfallshantering

MSB har tagit anvisningar för vilka vattendjup och vattenhastigheter som utgör olika risker (MSB, 2017). I Tabell 5 och Figur 22 sammanställs den bedömda faran i förhållande till vattendjup och flöde enligt MSB.

Tabell 5 Klassgränser för vattendjup och flöde samt bedömd fara (MSB 2017).

Klassgräns=(V+C)*D	Bedömd fara	Fäلت i Figur 2
<0,75	Ingen fara	Ingen färg
0,75-1,25	Fara för vissa	Ljusblå
1,25-2,50	Fara för de flesta	Mellanblå
>2,50	Fara för alla	Mörkblå

**V= max hastighet, D=max vattendjup, C=koefficient (0,5)*

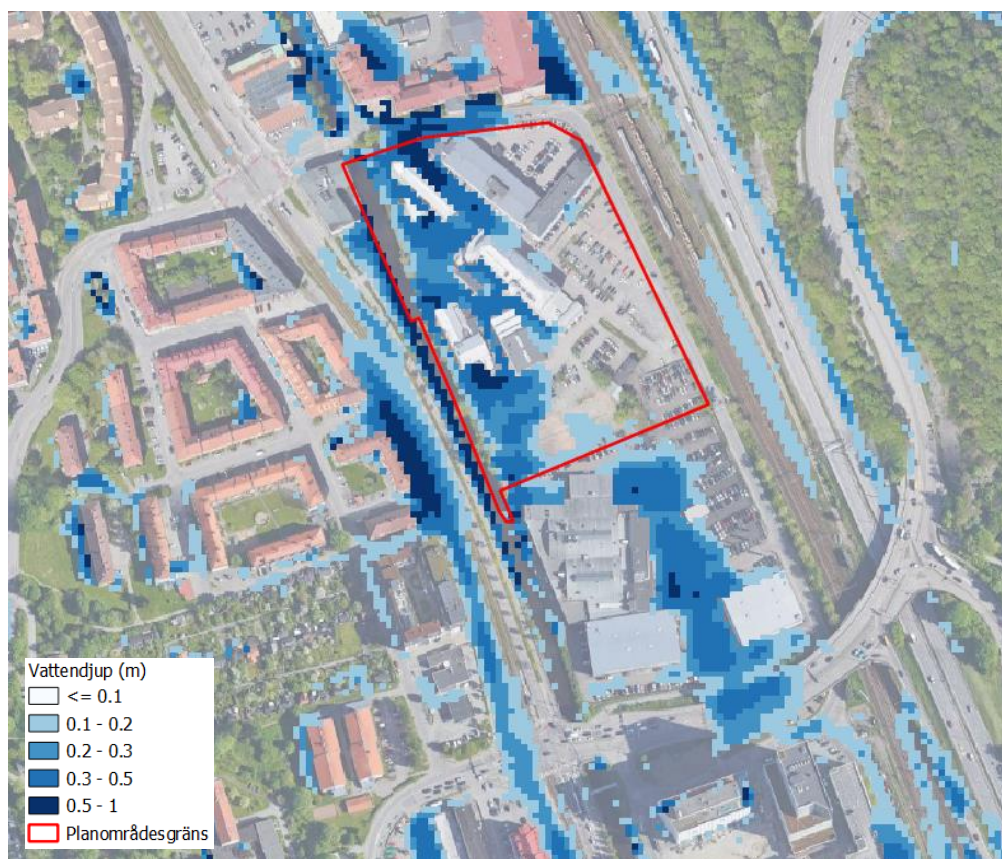
(V+C) *D	Vattendjup									
Vattenhastighet	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
0.00	0.13	0.25	0.38	0.50	0.63	0.75	0.88	1.00	1.13	1.25
0.50	0.25	0.50	0.75	1.00	1.25	1.50	1.75	2.00	2.25	2.50
1.00	0.38	0.75	1.13	1.50	1.88	2.25	2.63	3.00	3.38	3.75
1.50	0.50	1.00	1.50	2.00	2.50	3.00	3.50	4.00	4.50	5.00
2.00	0.63	1.25	1.88	2.50	3.13	3.75	4.38	5.00	5.63	6.25
2.50	0.75	1.50	2.25	3.00	3.75	4.50	5.25	6.00	6.75	7.50
3.00	0.88	1.75	2.63	3.50	4.38	5.25	6.13	7.00	7.88	8.75
3.50	1.00	2.00	3.00	4.00	5.00	6.00	7.00	8.00	9.00	10.00
4.00	1.13	2.25	3.38	4.50	5.63	6.75	7.88	9.00	10.13	11.25
4.50	1.25	2.50	3.75	5.00	6.25	7.50	8.75	10.00	11.25	12.50
5.00	1.38	2.75	4.13	5.50	6.88	8.25	9.63	11.00	12.38	13.75

Figur 22 Den direkta faran för människoliv är beroende av vattendjup och vattenhastighet (MSB, 2017)

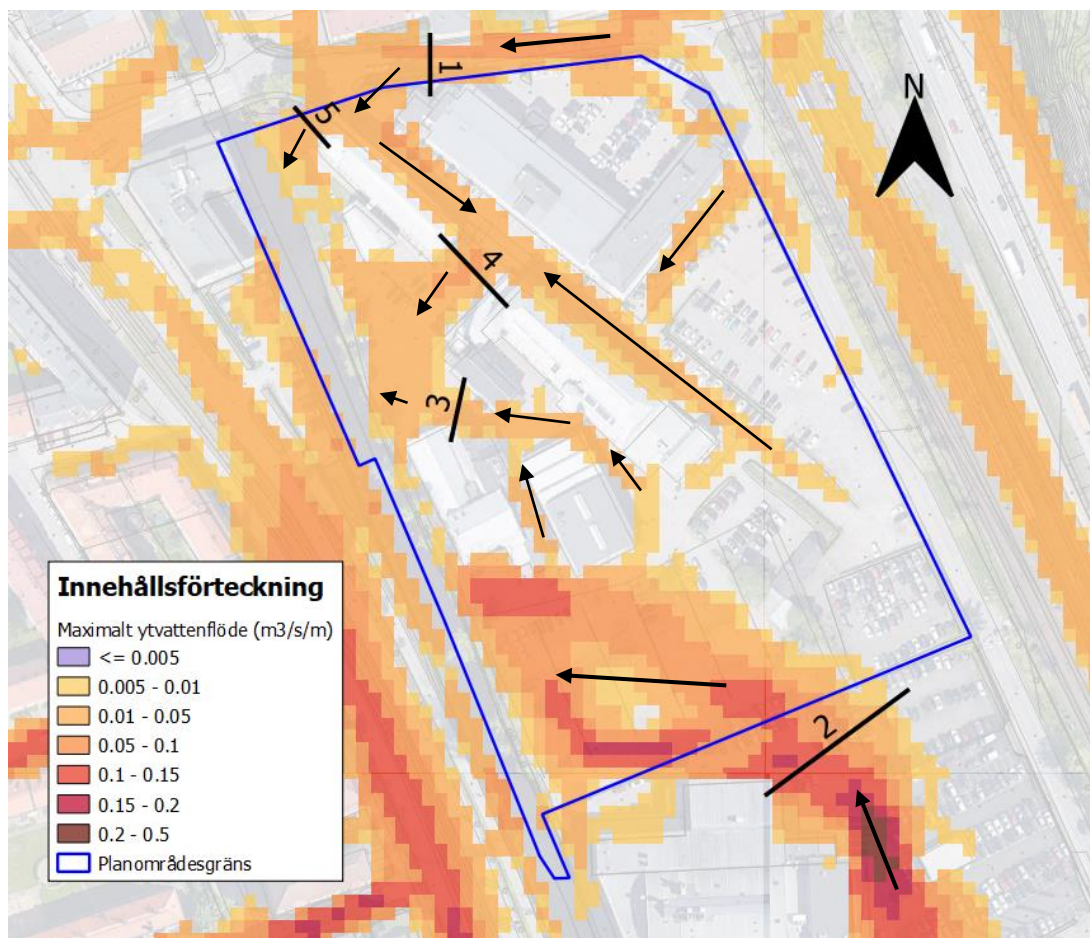
2.6.4 Befintlig skyfallsproblematik

Göteborgs stad har utrett påverkan av skyfall för området genom en simulering med modelleringsprogrammet MIKE FLOOD som innefattaren ledningsnäts-, vattendrags- samt markavrinningsmodell (resultat erhållet av Kretslopp och vatten, maj 2021). För mer detaljerad information kring hur Kretslopp och vattens modell är uppbyggd hänvisas läsaren till offentlig modelldokumentationen av strukturplansmodeller. Resultat av skyfallsmodellering av befintlig situation visas i Figur 23 och Figur 24 nedan

(Stadsbyggnadskontoret, u.d.). I Figur 23 redovisas det maximala översvämningdjupet vid ett klimatanpassat 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och med en klimatfaktor på 1,2. Som kan avläsas i figuren översvämmas stora delar av västra planområdet av vatten med djup över 0,2m. På flertalet ställen mäter vattendjupen även upp till 0,5–1,0m. Enligt analysen finns det därtill skyfallsproblematik för fastigheterna norr, söder och väster om planområdet. I Figur 24 reovisas ytavrinningsvägar uttryckt i $\text{m}^3/\text{s}/\text{m}$.



Figur 23. Översvämningutbredning vid ett klimatanpassat 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och klimatfaktor 1,2. Planområdets gräns är markerat med en röd linje. (Kretslopp och vatten modell, erhållen 2021–05)



Figur 24. Rinnvägar och maximala ytvattenflöden (m³/s/m) vid ett framtida 100-årsregn med 6 timmar varaktighet och klimatfaktor 1,2 (skyfallsmodell Kretslopp och vatten, 2020). Rinnriktning indikeras med svart pilar. Planområdesgränsen markeras med en blå linje.

I Figur 24 och Tabell 6 presenteras en sammanställning av framtagen analys vad gäller maximalt flöde och ackumulerad volym (se sektion 1–5) vid planområdet. Nordöst om planområdet återfinns en stor skyfallsvägg som rinner längs med Skårs led för att sedan rinna in i planområdet precis väster om sektion 1, se Figur 24. Detta rinnstråk har ett maximalt flöde på cirka 730 l/s (se Tabell 6). Väl inne i planområdet förgrenar sig skyfallstråket i två rinnvägar (se sektion 4 respektive 5 i Figur 24) som leder mot Mölndalsån via Gamla Almedalsvägen i planområdets nordvästra del. Dessa rinnvägar har ett maximalt flöde på cirka 700 l/s och 300 l/s. Inom planområdet genereras även ett rinnstråk med ett flöde på cirka 120 l/s (sektion 3) som leder mot Mölndalsån via planområdets nordvästra del. Totalt genom sektion 3, 4 och 5 avleds en ackumulerad volym på cirka 2000 m³. Mot planområdets södra del, främst via fastighet 57:13, rinner en stor mängd skyfallsvatten över den grusade parkeringsytan och vidare till Mölndalsån (se sektion 2 i Figur 24). Denna rinnväg uppskattas ha ett maximalt flöde på cirka 3250 l/s samt bidra med en ackumulerad volym på cirka 13 000 m³.

Tabell 6 Flöden och ackumulerade volymer inom området baserat på Kretslopp och vatten skyfallsmodell vid ett 100-årsregn med 6 timmar varaktighet och klimatfaktor 1,2

Sektion	Maxflöde (m³/s)	Ack. Volym (m³)
1	0,73	1 500
2	3,25	13 000
3	0,12	530
4	0,7	1 000
5	0,3	505

Enligt Kretslopp och vattens skyfallsmodell (erhållen 2021–05) stiger vattennivån i Mölndalsån till cirka +2,6 vid ett skyfall. Detta innebär att ån kommer att brädna till planområdet till en nivå på +2,6.

Flödet som simulerats i KoV:s modell är baserat på en modell med upplösning 4m, vilket kan anses vara relativt grovt (då lågpunkter och högpunkter riskeras att interpoleras bort) för att beskriva skyfallsvägar mer korrekt. Detta i sin tur innebär att en modell med en högre upplösning möjligtvis visar på andra rinnvägar, vilket kan ha inverkan på hur mycket vatten som faktiskt leds mot planområdet idag.

2.7 Högvatten

Planområdet påverkas av både höga flöden i vattendrag och av höga vattennivåer i havet. Ett separat PM har upprättats för utredning av nivå på högvattenskydd vid planområdet *PM Högvatten Almedals fabriker 2024-04-30*. Nivåer för dimensionerande högvattenhändelser hänvisas också till det separata PM:et.

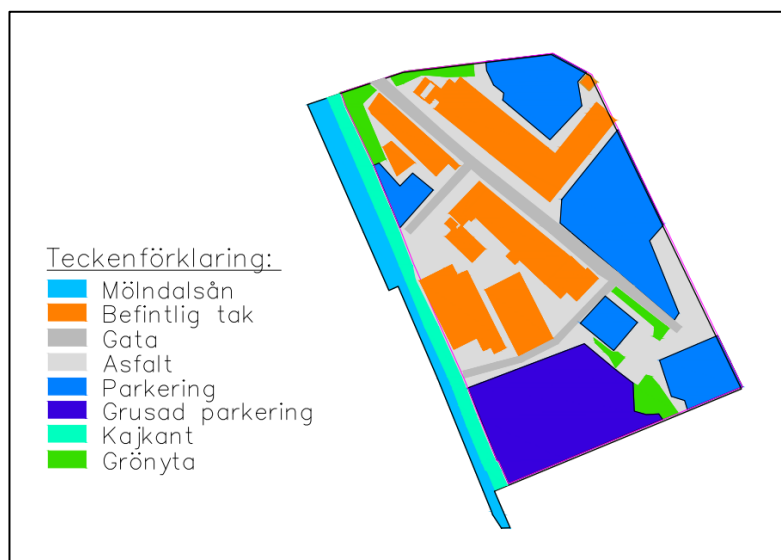
Kraven enligt TTÖP vid höga flöden är 0,2 m marginal från vattennivå till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion för icke samhällsviktiga byggnader vid nyanläggning. Framkomligheten vid nyanläggning för högprioriterade vägnät, stråk och utrymningsvägar ska säkras att max djup 0,2 m. (se Tabell 3).

Krav enligt TTÖP vid en högvattensituation är 0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion. Samt 0.2m i marginal från vattennivå för att säkra framkomlighet vid nyanläggning högprioriterade vägnät stråk och utrymningsvägar, (se Tabell 3).

3 Analys

3.1 Markanvändning

En uppskattning av områdets markanvändning har gjorts. Resultatet är redovisat i Figur 25. Före utbyggnad antas området till största del bestå av industri och verksamheter med mycket parkeringsytor.



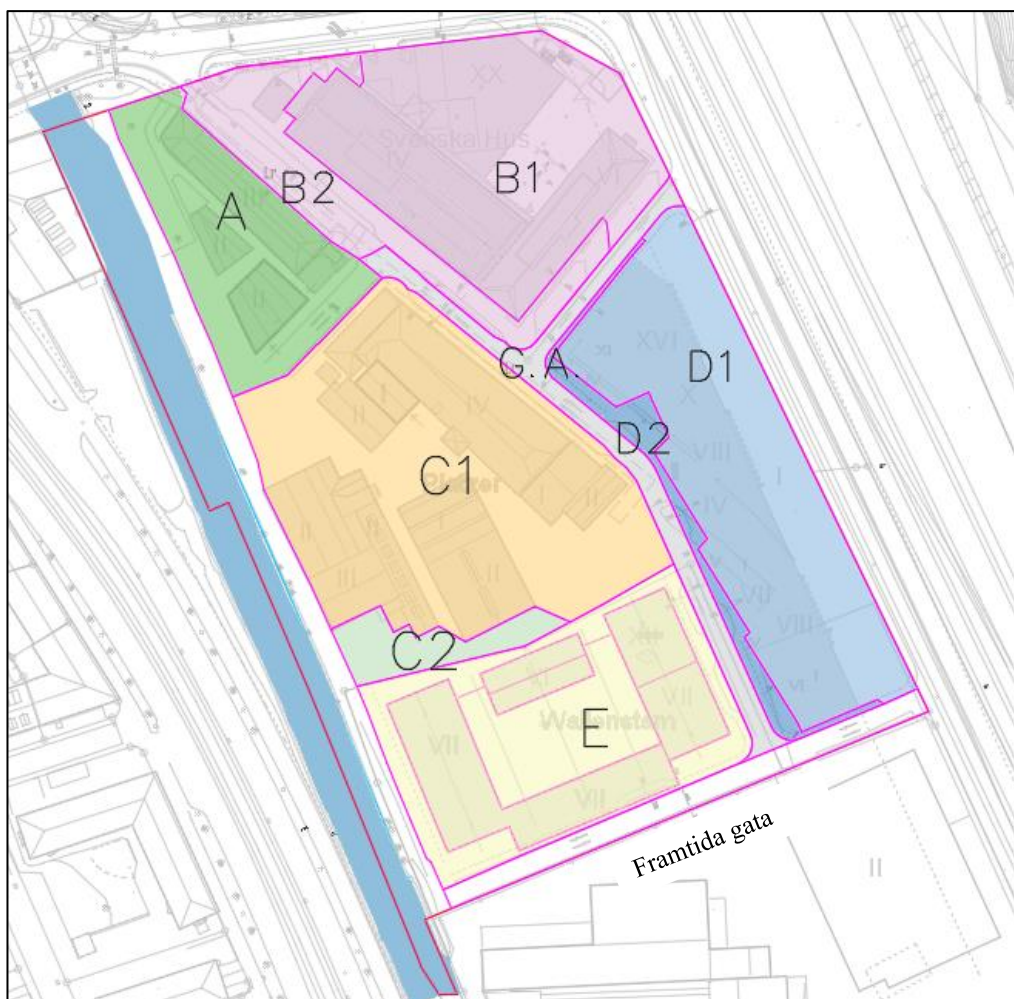
Figur 25 Befintlig markanvändning

Efter exploatering bedöms områdets markanvändning motsvara kontor, verksamheter och bostäder. Planförslaget innebär en ökning av hårdgjorda ytor vilket innebär att den reducerade arean ökar. Figur 26 visar framtida markanvändning baserat på detaljplanens exploateringsskiss från Göteborgs Stad, december 2015 som fortfarande är aktuell.



Figur 26. Framtida markanvändningar baserat på planerad exploatering inom planområdet

Planområdet delas in i tio delavrinningsområden vilka visas i Figur 27. Två av delavrinningsområdena representerar Gamla Almedalsvägen och den framtida gatan i söder. Uppdelning baseras dels på befintliga markhöjder för att kunna leda vattnet till respektive reningsanläggning, dels på tillgänglig plats för dagvattenanläggningar.



Figur 27. Delavrinningsområdena inom planområdet visas med olika färg. Kajkant och del av Mölnålsån ingår inte i delavrinningsområdenas yta. Rosa linjer visar utbredning av delområdena. G.A. är förkortning för Gamla Almedalsvägen.

Den reducerade arean beräknades genom att multiplicera arean för varje delområde med avrinningskoefficienten för det delområdet. I Tabell 7 redovisar för befintlig markanvändning medan Tabell 8 presenterar framtida.

Tabell 7 Markanvändning före exploatering för samt beräkning av reducerad area (ha).

Markanvändning	ϕ	Area före	Reducerad area före
Tak	0,9	0,66	0,59
Parkering	0,8	0,72	0,57
Parkering-grus	0,4	0,45	0,18
Gata	0,8	0,21	0,16
Asfalt	0,8	0,82	0,66
Grön	0,1	0,12	0,01
Totalt	0,7	2,98	2,19

Tabell 8. Markanvändning, area (ha), avrinningskoefficient (ϕ) och flöden för framtida situation för respektive delavrinningsområde och respektive anslutningspunkt

Markanvändning	ϕ	Area efter (ha)	Reducerad area efter (ha)
Till Mölndalsån			
ARO A			
<i>Tak planerad</i>	0,9	0,04	0,04
<i>Tak befintlig</i>	0,9	0,08	0,07
<i>Gata</i>	0,8	0,02	0,02
<i>Asfalt</i>	0,8	0,01	0,08
<i>Grön</i>	0,1	0,03	0,003
TOTALT	0,8	0,27	0,20
ARO C1			
<i>Tak befintlig</i>	0,9	0,39	0,35
<i>Tak planerad</i>	0,9	0,01	0,01
<i>Gata</i>	0,8	0,02	0,02
<i>Asfalt</i>	0,8	0,25	0,20
<i>Parkering</i>	0,8	0,02	0,01
<i>Grön</i>	0,1	0,03	0,003
TOTALT	0,8	0,70	0,59
ARO C2			
<i>Gata</i>	0,8	0,02	0,02
<i>Asfalt</i>	0,8	0,04	0,03
TOTALT	0,8	0,06	0,05
ARO E			
<i>Flerfamiljshus</i>	0,5	0,38	0,19
<i>Förgårdsmarken</i>	0,6	0,04	0,02
<i>Asfalt</i>	0,8	0,03	0,03
<i>Parkering</i>	0,8	0,0	0,00
TOTALT	0,5	0,45	0,24
ARO GATA SYD	0,8	0,12	0,09
ARO B2			
<i>Parkering</i>	0,8	0,04	0,03
<i>Asfalt</i>	0,8	0,11	0,09
<i>Del av G.Almedalsv.</i>	0,8	0,03	0,02
<i>Tak</i>	0,9	0,01	0,01
TOTALT	0,8	0,18	0,15
ARO D2			
<i>Asfalt</i>	0,8	0,07	0,05
<i>Parkering</i>	0,8	0,003	0,002
TOTALT	0,8	0,07	0,05
ARO Gammal Almedalsvägen	0,8	0,13	0,10
TOTALT Ån och PS	0,8	2,0	1,58
Till ledningsnätet			
ARO B1			
<i>Tak planerad</i>	0,9	0,28	0,25
<i>Tak befintligt</i>	0,9	0,08	0,08
<i>Asfalt</i>	0,8	0,09	0,07
<i>Parkering</i>	0,8	0,02	0,02
TOTALT	0,9	0,48	0,42

ARO D1			
Tak planerad	0,9	0,46	0,41
Asfalt	0,8	0,04	0,03
TOTALT	0,9	0,5	0,44
Totalt Ledningsnät	0,9	0,98	0,86
TOTALT PLANOMRÅDE	0,8	2,98	2,44

3.1.1 Avledning av dagvatten

Vid befintlig situation avleds större delen av dagvatten ifrån planområdet till Mölndalsån, även det vatten som avleds till allmänt ledningsnät för dagvatten släpps längre norr ut till ån. Det dagvatten som går till kombinerad ledning leds istället vidare till reningsverk och Rivö fjord. Dessa områden illustreras med rödbrunt i Figur 28 nedan. Lila område är osäkert och avleds möjligtvis också till kombinerade ledningar alternativt med infiltration till Mölndalsån.



- Till dagvattenservis och allmänt ledningsnät (Mölndalsån)
- Via interna dagvattenledningar till pump och Mölndalsån
- Till Mölndalsån, ytlig avrinning och/delvis infiltration
- Till kombinerad ledning
- Osäker, troligtvis delvis till kombinerad ledning, delvis infiltration till Mölndalsån

Figur 28 Ungefärlig uppdelning av befintlig avvattning

Framtida avvattning planeras endast gå till Mölndalsån och så stor del som möjligt direkt dit. Två områden behöver dock avledas via allmänt ledningsnät för dagvatten. Då allt dagvatten ska separeras inom planområdet kommer även de områden som idag går till kombinerad servis att istället ledas till ån, se Figur 29. Detta innebär en förändring i både flödes- och föroreningsbelastningen. Då

befintlig avledning är osäker går det ej att säga exakt vilka volymer det rör sig om eller vilka föroreningsmängder som förändras. Att det däremot blir ett något större område som leds till ån går att konstatera med effekt av separering bör inte påverka flödena till Mölndalsån särskilt mycket. Utformning av tak kan eventuellt påverka vilket håll vatten avleds till och om möjligtvis mer går direkt till ån än via ledningsnät.



- Till dagvattenservis och allmänt ledningsnät (Mölndalsån)
- Via intern dagvattenavledning och Mölndalsån

Figur 29 Ungefärlig uppdelning av framtida planerad avledning av dagvatten, direkt till Mölndalsån eller via allmänt ledningsnät för dagvatten och sen till Mölndalsån

3.2 Fördröjningsbehov dagvatten

3.2.1 Fördröjning på kvartersmark

För beräkna volymen av 10 mm fördröjning på kvartersmark används ekvationen nedan.

$$\text{Fördröjningsvolym (m}^3\text{)} = \text{reducerad area (m}^2\text{)} * 0,01\text{m}$$

I Tabell 9 visas beräknade fördröjningsvolymer för respektive delavrinningsområde enligt kravet att fördröja 10 mm från kvadratmeter av

reducerad yta. Fördröjningskravet gäller inte för de befintliga byggnaderna inom området. Takavrinning behövs dock renas innan anslutning mot recipienten.

Tabell 9. Fördröjningsvolym för respektive delavrinningsområde. Fördröjningsvolymen baseras på fördröjningskravet 10 mm dagvatten per kvadratmeter reducerad yta.

Delavrinningsområden	Fördröjningsvolym 10mm/ha red (m ³)
ARO A	13
ARO B1	34
ARO B2	15
ARO C1	25
ARO C2	5
ARO D1	44
ARO D2	5
ARO E	24
G. Almedalsv.	10
Gata syd	9
Totalt	186*

*totalsumman har beräknats inklusive decimaler på den kravställda volymen. Därför är den något högre än totalsumman av redovisade siffror

3.2.2 Dimensionerande flöde och fördröjning allmän plats

För beräkning av dimensionerande flöden för befintligt och framtida dagvattenflöde väljs återkomsttiden 10, 30 och 100 år valts, enligt P110 och Tabell 1. Dimensionerande regnvaraktighet är enligt beräkningar med rationella metoden detsamma som rinntiden men minst 10 min. I detta fall sätts därför rinntid till 10 min. Dimensionerande regnintensitet blir därmed 228 l/s · ha, respektive 328 l/s · ha och 489 l/s · ha.

Det dimensionerande flödet beräknades enligt ekvation 2 nedan. Före exploatering används en klimatkfaktor på 1 och efter exploatering 1,25 (enligt P110) för att kompensera för förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar. Den reducerade arean framgår av Tabell 7 och Tabell 8.

$$Q_{dim} \left[\frac{l}{s} \right] = regnintensitet \left[\frac{l}{s} ha \right] \cdot reducerad area [ha] \cdot klimatkfaktor (2)$$

Dimensionerande flöde för området före exploatering redovisas i Tabell 10.

Tabell 10. Markanvändning och flöden för befintlig situation vid ett 10- och 30-årsregn utan klimatfaktor. Regnvaraktigheten är 10 minuter.

Markanvändning	Flöde 10-årsregn KF=1,0 (l/s)	Flöde 30-årsregn KF=1,0 (l/s)
Tak	135	194
Parkering	131	188
Parkering-grus	41	58
Gata	38	54
Asfalt	150	216
Grön	3	4
TOTALT	497	715

Det resulterande flödet är 497 l/s vid ett 10-årsregn och 715 l/s vid ett 30-årsregn för hela exploateringsområdet. Tabell 11 visar beräknade flöden för framtida situation för respektive delavrinningsområde och för respektive anslutningspunkt, även antagen framtida markanvändning, avrinningskoefficient, och reducerad area visas. Resultatet för respektive delavrinningsområde samt totalt för exploateringsområdet visas även i tabellen. Den reducerade arean endast ökar med 0,29 ha i och med exploateringen.

Tabell 11. Markanvändning och flöden för framtida situation för respektive delavrinningsområde och respektive anslutningspunkt vid ett 10- och 30-årsregn. Klimatfaktor räknas in. Regnvaraktigheten är 10 minuter.

Markanvändning	Flöde 10-årsregn KF=1,25 (l/s)	Flöde 30-årsregn KF=1,25 (l/s)
Till Mölndalsån		
ARO A		
Tak planerad	10	15
Tak Befintlig	20	29
Gata	4	6
Asfalt	23	32
Grön	1	1
TOTALT	58	83
ARO C1		
Tak befintlig	99	142
Gata	5	7
Asfalt	58	83
Parkering	4	5
Grön	1	1
TOTALT	166	238
ARO C2		
Gata	5	7
Asfalt	9	14
TOTALT	15	21
ARO E		
Tak planerad	65	90
Flerfamiljhusomr.	33	40
Asfalt	7	21
Parkering	2	1
TOTALT	106	152
ARO GATA SYD	19	27
TOTALT	364	521
Till ledningsnätet		

ARO B1		
<i>Tak planerad</i>	75	108
<i>Asfalt</i>	17	24
<i>Parkering</i>	4	6
TOTALT	96	138
ARO B2		
<i>Parkering</i>	7	10
<i>Asfalt</i>	20	28
<i>Del av G.Almedalsv.</i>	6	8
<i>Tak</i>	2	2
TOTALT	33	42
ARO D1		
<i>Tak planerad</i>	75	107
<i>Asfalt</i>	47	68
TOTALT	122	175
ARO D2		
<i>Asfalt</i>	12	17
<i>Parkering</i>	1	1
TOTALT	13	18
ARO Gammal Almedalsvägen	24	34
TOTALT	288	407
TOTALT PLANOMRÅDE	652	928

Det resulterande flödet är 652 l/s vid ett 10-årsregn och 928 l/s vid ett 30-årsregn för hela exploateringsområdet. Således ökar det framtida dimensionerande flödet med 155 l/s vid ett 10-årsregn och 213 l/s vid ett 30-årsregn. Vilket innebär en ökning för 10- och 30 års regn runt 30%. Anledningen till att flödet efter exploatering kan delvis tillskrivas ökningen av reducerad area men vidare kan det konstateras att klimatfaktorn har störst inverkan på resultatet.

Som tidigare beskrivet i Tabell 1, avsnitt 2.5.1 är den dimensionerande återkomsttiden för fylld ledning 10 år medan för trycklinje i marknivå gäller ett regn med återkomsttiden 30 år. Samtliga regn ska vara klimatkompenserade.

3.3 Dagvattenkvalitet

3.3.1 Metod för föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har utförts för respektive avrinningsområde med hjälp av StormTacs webbapplikation (version v24.1.2), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller processer för avrinning, flödestransport, föroreningstransport, recipienter, rening och flödesutjämning.

Som indata kräver StormTac markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns schablonhalter för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten. Genom att ange aktuella areor för respektive markanvändning

beräknas dagvattnets föroreningsinnehåll (årsmedelvärden) för angivet område. Modellen omfattar dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten) och ger en årsmedelkoncentration på dagvattnets föroreningsinnehåll samt årlig massbelastning.

Årsmedelnederbörden 1 049 mm/år för Göteborg har använts som indata för nederbörden, där en korrektionsfaktor på 1,15 ingår för att hantera mätförluster i enligheten med rekommendationer från StormTac (*Normalvärden för månadsnederbörd för perioden 1991–2020*, hämtat från smhi.se 2022-01-26).

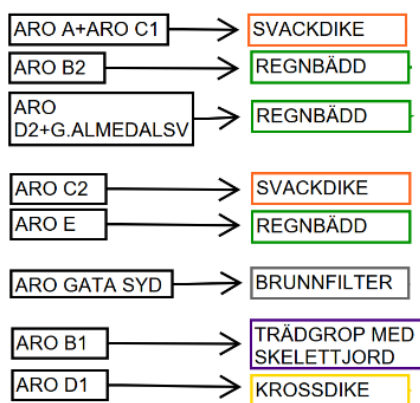
De ämnen som har beräknats är näringsämnena kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS), oljeindex, PAH16, benso(a)pyren (BaP) och totalt organiskt kol (TOC). För metaller och näringsämnen avses alltid totalhalter. Enligt VISS är bromerade difenyleter (PBDE) samt kvicksilver och kvicksilverföreningar de fokusämnen som överskrider gränsen men identifieras som undantagsämnen och går under mindre stränga krav.

3.3.1.1 Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac

StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen efter ombyggnad kan se ut. Resultatet bör beaktas utifrån vilka halter som ökar eller minskar istället för specifika siffror för de olika halterna. Antaganden om framtida marktyper inom planområdet påverkar beräkningsresultatet. StormTac använder data från svenska undersökningar har i första hand använts för kalibrering av schablonvärden då dessa ger mest tillförlitlig beskrivning av svenska förhållanden. På grund av bristen på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar har även internationella studier använts. Generellt är tillförlitligheten högst (spridningen minst) för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för partiklar (SS), näringsämnena och metaller, undantaget kvicksilver. En översiktligt utförd bedömning av hur säker eller osäker respektive schablonhalt är finns redovisat på www.stormtac.com.

3.3.1.2 Markanvändning, anslutning och specifika beräkningsförutsättningar

Respektive delområde enligt Figur 27 genomgår rening i de dagvattenanläggningar som redovisas schematisk i Figur 30 alt Tabell 12. Tabell 12 visar även vart vatten från de olika delområdena avleds till. Pumpstationerna som anges är avsedda för både dagvatten och skyfallsvatten.



Figur 30 Reningsprincip för hela planområdet.

Tabell 12 Reningsåtgärd för de olika delområdena samt vart vattnet leds.

Delavrinningsområden	Dagvattenanläggning	Anslutningspunkt
ARO A+ARO C1	Svackdike	Pumpstation
ARO B1	Trädgrop med skelettjord	Allmänt nät
ARO B2	Nedsänkt regnbädd	Pumpstation
ARO C2	Svackdike	Pumpstation
ARO D1	Krossdike	Allmänt nät
ARO D2+G.Almedalsv.	Nedsänkt regnbädd	Pumpstation
ARO E	Nedsänkt regnbädd	Pumpstation
Gata syd	Brunnsfilter	Direkt mot ån

Markanvändningar baserar på Tabell 7 för befintlig situation och den preliminära strukturskissen framtagen av Mareld 2023-01-24 för framtida situation. Vilka av StormTacs schablontyper för markanvändning som används redovisas i Bilaga 3. I den bilagan visas också en skiss på respektive reningsåtgärd enligt StormTac.

Följande ÅDT för vägarna antas:

- Befintlig Gamla Almedalsvägen ÅDT 1000,
- Framtida Gamla Almedalsvägen ÅDT 2000,
- Gata i syd ÅDT 100,
- Gata till garaget ÅDT 1500,
- Övriga gator till parkeringsplatser utomhus ÅDT 250.

3.3.2 Föroreningsberäkning

Resultatet ifrån StormTac redovisas i Tabell 14 och Tabell 15. Tabell 13 anger hur färgkodningen i tabellerna ska avläsas. Tabell 14 visar att halten efter exploatering överstiger riktvärden/målvärden. Efter rening uppnås alla riktvärden/målvärden för *känslig* recipient och alla riktvärden för *mycket känslig* recipient utom fosfor. Mölndalsån är klassad som känslig.

Tabell 13 Färgkodning i föroreningstabeller

Färgkodning i föroreningstabeller			
Föroreningshalter Tabell 14	Uppnår målvärden men inte riktvärden	Uppnår både målvärden och riktvärden	Uppnår ej målvärden eller riktvärden
Föroreningsmängder Tabell 15		Förbättring jämfört med nuvarande situation	Försämring eller samma som nuvarande situation

Tabell 14 Beräknade föroreningshalter för hela planområdet för befintlig situation, framtida situation utan och med rening samt med målvärdena. Recipient är Mölndalsån vilken klassas som känslig recipient. (riktvärden enligt Reningskrav för dagvatten från Göteborg stad från 2021-03-11).

	Före exploatering [µg/l]	Efter exploatering [µg/l]	Efter rening[µg/l]	Målvärde – övriga recipienter [µg/l]	Riktvärde - mycket känslig recipient [µg/l]
P	120	130	81	150	50
N	1700	1500	990	2500	1250
Pb	11	4,6	1,6	-	28
Cu	22	16	7,5	22	10
Zn	59	33	10	60	30
Cd	0,42	0,47	0,16	-	0,9
Cr	7,9	5,9	2,7	-	7
Ni	7,2	5,0	2,0	-	68
Hg	0,045	0,031	0,020	-	0,07
SS	57 000	32 000	15 000	60 000	25 000
Oil	500	410	130	-	1000
PAH16	1,2	0,39	0,15	-	-
BaP	0,030	0,020	0,0072	-	0,05
TOC	15 000	13 000	6 900	20 000	12 000

Med avseende på miljökvalitetsnormerna görs bedömningen att planen inte kommer påverka statusen för recipienten negativt eller försämrar dess möjlighet att uppnå MKN. Denna bedömning grundar sig i att totalmängderna föroreningar som släpps ut per år minskar med implementerade reningsåtgärder enligt Tabell 15.

Tabell 15 Beräknade föroreningsmängder för hela planområdet för befintlig situation, framtida situation utan och med rening

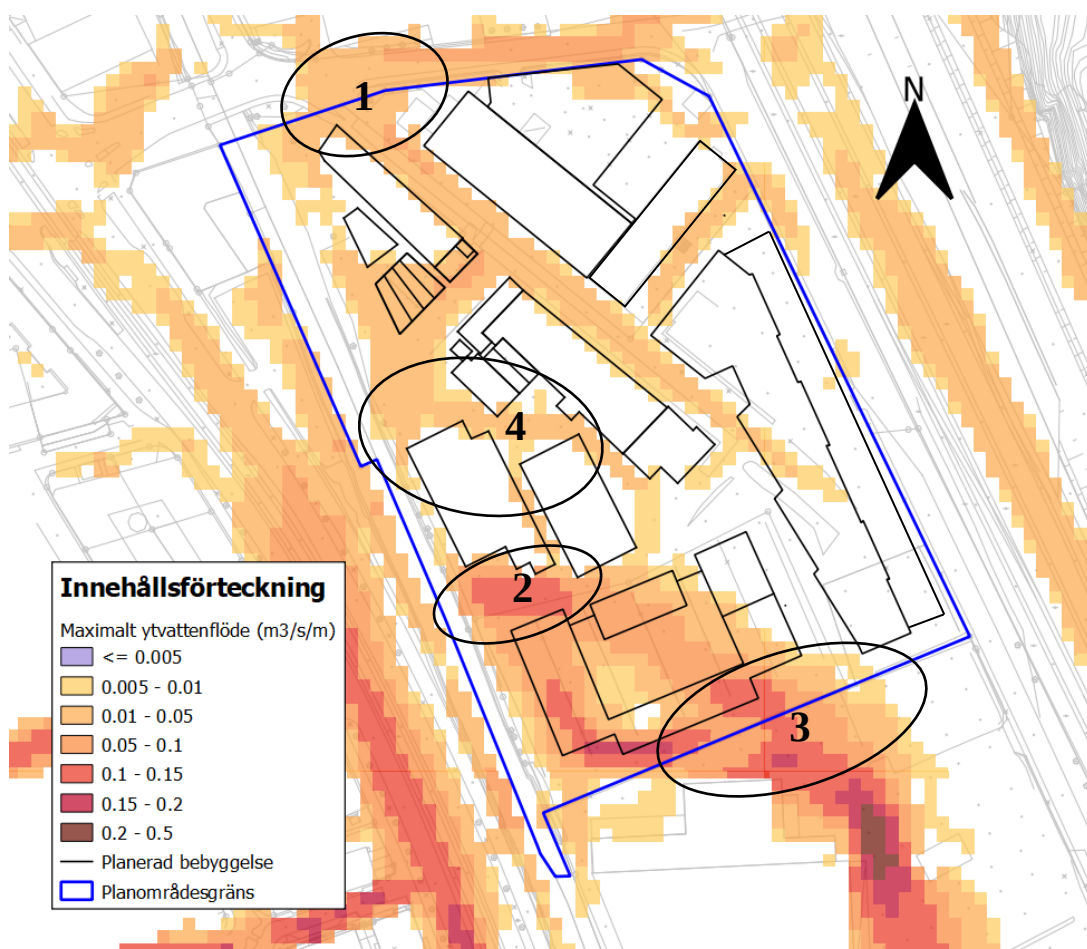
Förorening	Före exploatering [kg/år]	Efter exploatering [kg/år]	Efter rening [kg/år]
P	3,0	2,8	1,7
N	44	32	21
Pb	0,28	0,096	0,033
Cu	0,56	0,34	0,16
Zn	1,5	0,69	0,22
Cd	0,011	0,0098	0,0033
Cr	0,20	0,12	0,057
Ni	0,18	0,10	0,042
Hg	0,0011	0,00066	0,00043
SS	1500	680	320
Oil	13	8,7	2,8
PAH16	0,031	0,0081	0,0032
BaP	0,00075	0,00042	0,00015
TOC	370	270	140

3.4 Skyfallsanalys

Skyfallsanalysen utgår ifrån att detaljplanen ska uppfylla kraven i Översiktsplan för Göteborg – Tematiskt tillägg för översvämningsrisker (TTÖP) (Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret, 2019). Detta har beskrivits utförligare i avsnitt 2.6.1. Eventuella åtgärder som är nödvändiga för att minimera risker och uppfylla kraven beskrivs i avsnitt 4.2

I strukturplanen för Göteborg finns en kompletterande åtgärd norr om planområdet inplanerad (avsnitt 2.6.2). Denna har tagits upp under utredningens gång, men har lämnats på grund av för stor osäkerhet om det kommer anläggas eller inte. Samt att den inte kan anses som en möjlig lösning för skyfallsavledning inom planområdet.

I Figur 31 visas problematiska områden för befintliga avrinningsvägar inringande i svart (1, 2, 3 och 4). Två stora flödesvägar rinner in i planområdet i befintligt läge som beskrivit tidigare (avsnitt 2.6.4). En flödesväg rinner in i planområdet norrifrån vid Trafikverkets område vid markerat område 1, se Figur 31. Det andra skyfallsstråket rinner in söderifrån vid fastighet Skår 57:13, vid markerat område 3.



Figur 31 Befintliga flödesvägar vid 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och en klimatkfaktor på 1,2. Planområdesgräns visas med en blå linje och problematiska områden markeras med svarta cirklar. Planerade nya byggnader är markerade med svarta konturer.

Vid utpekade område 4 i Figur 31 återfinns en befintlig inestängd lågpunkt samt trånga passager mellan befintliga byggnader. Inom detta område planeras ny bebyggelse. För att förbättra skyfallssituationen lokalt inom detta område behövs en höjdstjustering, se vidare beskrivning under kapitel 4.2.1. där även vidare beskrivning på skyfallsproblematiken inom område 1 beskrivs.

Vid område 2 i Figur 31 finns en befintlig instängd lågpunkt. En garagenedfart planeras att byggas nära lågpunkten. För vidare beskrivning på skyfallsproblematiken inom detta område, se kapitel 4.2.2.

För område 3 vid framtida förhållanden planeras byggnader där det idag inte finns någon byggnad. Dessa planerade byggnader precis norr om planerad framtida gata kommer dessutom höjas för att skydda bebyggelse mot en högvattenhändelse. Det betyder att flödesvägen ifrån Fastighet Skår 57:13 område kommer att kapas. Denna flödesväg måste återskapas så att översvämningssituationen vid Fastighet Skår 57:13 inte försämras. För vidare beskrivning på skyfallsproblematiken inom det området se kapitel 4.2.3.

3.5 Skyfallsmodell i MIKE

Modellering av ett klimatkompenserat 100-års regn har gjorts i MIKE Zero för att översiktligt kontrollera att föreslagen exploatering med implementerade åtgärder för skyfalls åtgärder. Dessa lösningar beskrivs vidare i avsnitt 4.2. Simuleringen är gjord för hela avrinningsområdena som planområdet ingår. För att undersöka påverkan av exploatering har simuleringar gjorts för både befintlig situation och för framtida planerade situation.

Modellen bygger på följande förutsättningar:

- Regn et som används i simulering återspeglar ett 100-årsregn, klimatfaktor 1,2 och 6h varaktighet. Max intensiteten inträffar efter omkring 15 minuter. Simuleringsstart sker vid början på den mest intensiva 30-min peaken. Detta eftersom regnet antas omhändertas av ledningsnätet (kapacitet motsvarande 10-årsregn 30 min varaktighet).
- Markmodell utanför planområde bygger på höjddata från Lantmäteriets scanning, upplösning på 1x1m. För själva planområdet har en markmodell erhållits från *Mareld Landskapsarkitekter* 2022-12-14 vilken sammanfogats över Lantmäteriets. Vissa korrigeringar har sedan gjorts för planerade skyfallsåtgärder (åtgärder beskrivs i avsnitt 4.2).
- Modelleringen är gjord med en upplösning på 1 x 1 m
- Endast ytlig avrinning har beaktats i modellen. När regnet når maximum antas ledningsnät redan vara fyllt. Avdrag har ej gjorts för ledningsnät.
- Ett randvillkor på 3,25 m³/s för att kontrollera föreslagen skyfallskanal. Detta flöde är hämtat från KoV:s modell (höjdupplösning 4x4m) för befintlig situation.
- Befintliga höjder bevaras öster om föreslagen styrningsåtgärd (mellan plushöjd +2,9 och +3,0. Detta för att säkerställa att rinnvägen in mot planområdet bevaras.
- Vattennivån i Mölndalsån har fixerats på +2,6 vid skyfallshändelsen.
- En befintlig pump med kapacitet på 500l/s och en ny pump på 140 l/s har lagts till i modellen. Båda pumparna hantera dagvatten och skyfall. Den befintliga pumpen är tidigare beskriven i avsnitt 2.2 och pumpen som föreslås på 140l/s baseras på det beräknade flöde som avleds till platsen för pumpen vid ett 100-års regn. För mer detaljer om ny pumpstation se avsnitt 4.2.2.
- Modellen tar även hänsyn till utbyggnad av Västlänken väster om planområdet.
- Alla öppningar i högvattenskydd antas vara stängda under simuleringen.

Detaljnivån på resultatet begränsas med modellens upplösning. Markmodellen är en grov uppskattning på framtida situation och visar inte detaljer som lutning på gator eller från fasader.

Resultatet från simuleringen i MIKE lades sedan in i Scalgo för visualisering och analys. Alla figurer med resultat ifrån simulering som presenteras i denna rapport är visualiseringar ifrån Scalgo.

Ett antal simuleringar har gjorts där olika parametrar ändrats för att studera dess påverkan. Parametrar såsom markhöjder, högvattenskyddets placering och utbredning, skyfallsstyr, med och utan planerad skyfallspump och så vidare. I en av dessa simuleringar ersattes en av de planerade byggnaderna i nordvästra delen av planområdet med en skyfallsyta, nedsänkt 0.5m jämfört med omkringliggande mark (i övrigt enligt punktlistan ovan). Det är resultaten ifrån denna simulering som presenteras i kapitel 3.5.1. Det har noterats att denna byggnad ej skapar någon väsentlig skillnad på skyfallsproblematiken eller högsta vattennivå som uppstår inom planområdet vare sig den är med eller inte i modellen.

3.5.1 Resultat och riskområden

Resultatet av modelleringen då skyfallet bidrar till de högsta vattennivåer inom planområdet visas i Figur 32. Vattendjupen är i förhållande till planerad höjdsättning av marken. Vägar för att nå byggnader vid skyfall visas i Figur 33.



Figur 32 Skyfallsmodellering ifrån MIKE 21 illustrerad i Scalgo. Vattenansamlingar med djup mindre än 20cm visas inte i figuren. Bild illustrerar största vattendjupet och utbredningen som sker under simuleringen för planområdet med planerad höjdsättning av marken. Djupet varierar inom de blå områdena (djup under 20cm visas ej). Det varierar också över tid i takt med att vattnet sjunker undan. Bild visar vid värsta tidpunkten. Röda pilar visar infartsväg till planområde.



Figur 33 Tillgängliga vägar enligt skyfallsmodellering ifrån MIKE 21 med framtida höjdsättning på mark illustrerad i Scalgo. Vattenansamlingar med djup mindre än 20cm visas inte i figuren.

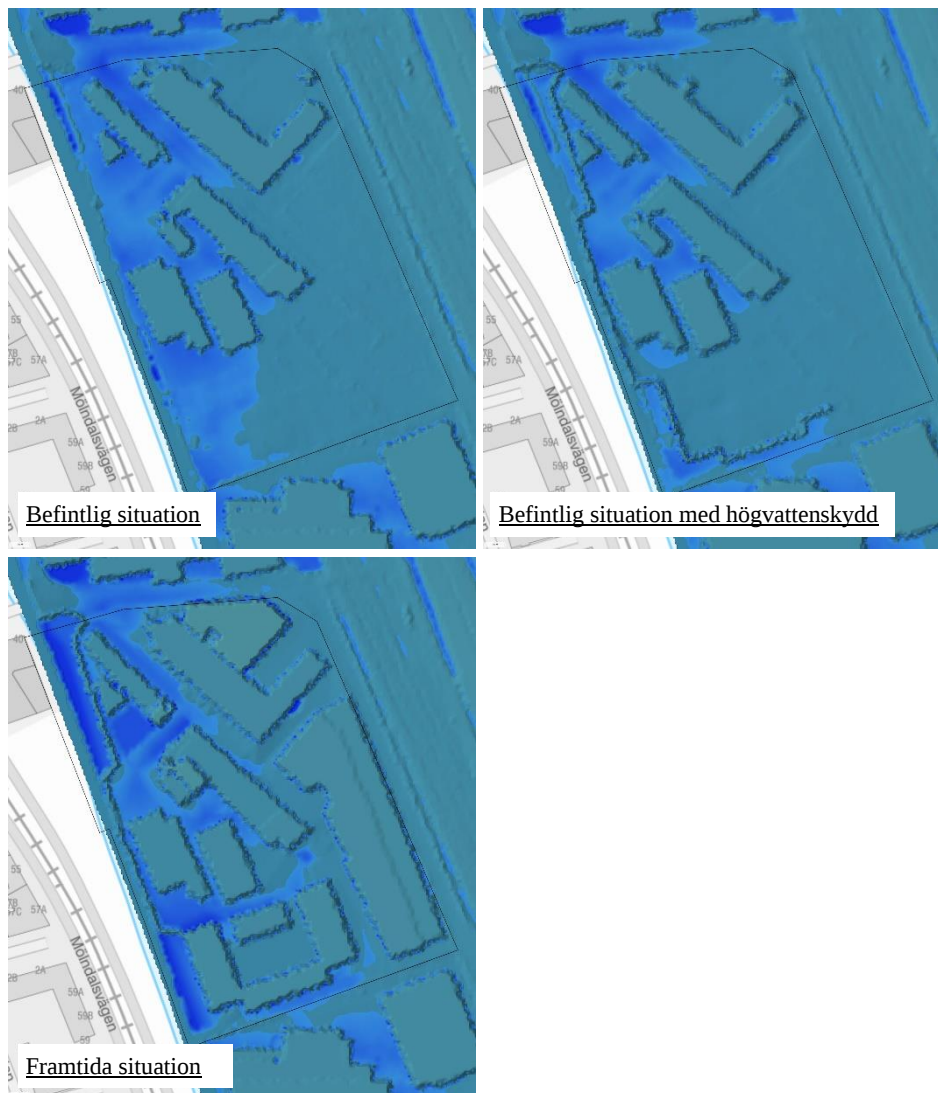
Baserat på punkterna i Kapitel 1.1 och skyfallsanalysen har följande risker identifierats vid genomförande av planförslaget:

- Det finns risk för att vatten förskjuts mot fastigheten söder om den framtida gatan, dvs Skår 57:13. Då en ny plan inte får försämrare för befintlig byggnation behöver vattnet styras och åtgärder görs längs denna gata.
- Risk finns också för att vatten rinner in vid infarter till underjordiska parkeringsgarage. Dessa infarter måste därför anpassas antingen så att de höjdmässigt ligger på en nivå som inte riskerar att vatten kan rinna in alternativt med barriärer utanför så som farthinder/vägbulor.
- Det finns risk att vatten ansamlas och blir stående mot fasaden på byggnaderna i västra delen av planområdet vid skyfall (både befintliga och planerade). Denna risk kopplas till punkten om att ny bebyggelse inte ska skadas vid översvämning. Byggnader ska enligt TTÖP:ens riktlinjer placeras på en tillräckligt hög nivå samt göras vattentäta under en viss nivå, inkl. grundkonstruktionen. El-centraler bör ej placeras under beräknad vattennivå (med marginal) och källarfönster och dörrar kan göras vattentäta, etc.

- Det finns risk att vatten blir stående med mer än 20 cm vattendjup vid byggnaderna närmast Mölndalsåns fasader. Denna risk kopplas till punkten om att tillgängligheten till nya byggnaders entréer inom planområdet ska säkerställas.
- Modellen visar att det finns risk att vatten ansamlas på vägar inom planområdet med ett vattendjup som överstiger 20 cm, främst västra delen. Denna risk kopplas till punkten om framkomlighet inom planområdet och behöver minimeras med en robust höjdsättning av mark.

I bilaga 2 beskrivs nio identifierade riskpunkter närmare vid skyfall närmare samt hur de ska hanteras.

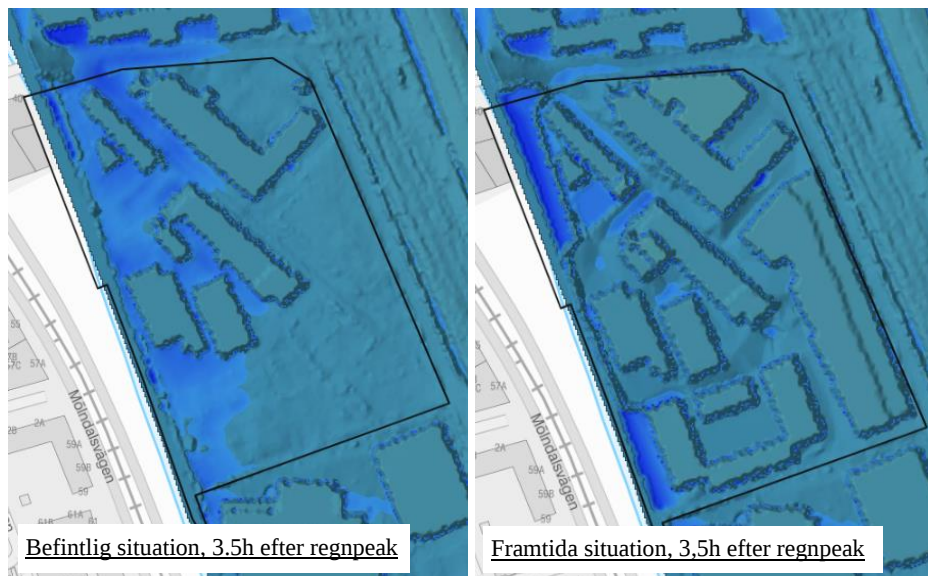
I Figur 34 nedan illustreras simuleringsresultat för värsta tidpunkten, dvs då det är som högst stående vatten inom planområdet, för befintlig situation, befintlig situation med högvattenskydd och framtida situation. De skyfallspumpar som finns och planeras inom området har antagits vara i gång under simulering. Vidare kan det konstateras att högvattenskyddet har en viss påverkan på hur skyfallsvattnet ställer sig inom planområdet och hur det sjunker undan.



Figur 34 Befintlig situation med och utan planerat högvattenskydd och framtida situation. Blåa områdena illustrerar vattenansamlingar djupare än 20 cm vid högsta vattendjupet som uppstår. Samma regnscenario har applicerats på alla tre situationer.

Trots en del risker som mycket beror på den befintliga höjdsättningen i Mölnbäcksdal dalgång noteras även en generell förbättring vad gäller den tid som framkomligheten är begränsad och vatten blir stående enligt simuleringar för befintliga förhållande jämfört med efter exploatering, se Figur 35. I simuleringen som gjordes var öppningarna i högvattenskyddet stängda. Detta gör att de skyfallspumpar som är planerade kan pumpa ut vatten inifrån området till Mölnbäcksdal och hålla det ifrån byggnader. Vattennivån sjunker undan snabbare efter exploatering tack vare marksättning, högvattenskydd och skyfallspumpar.

Dock indikerar resultatet att skyfallssituationen vid källarnedgången på Svenska hus fastighet (Skår 57:5) försämrats något efter exploatering av huset mittemot och även om det är ett litet område bör det noteras. Själva källaringång ska inte förändras vid exploatering, däremot marken i närheten av den vilket troligen orsakar förändringen som syns i resultatet.

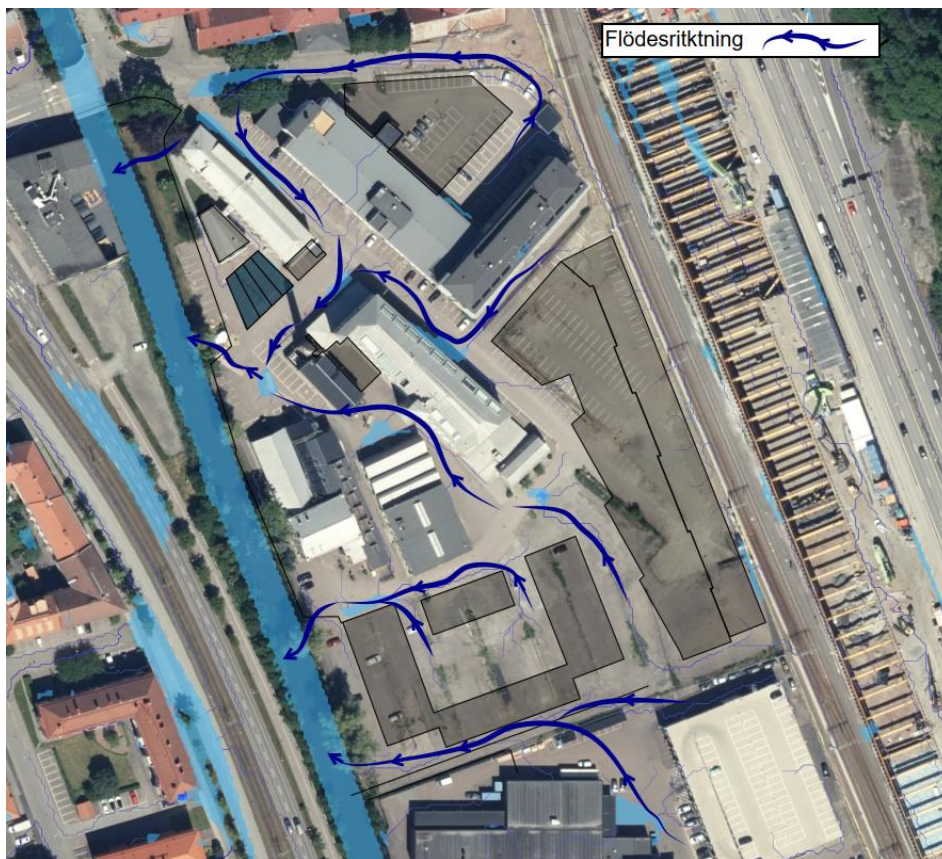


Figur 35 Befintlig situation jämfört med framtida, ca 3.5h efter regnet nått maximal intensitet. Blåa områden visar översvämmade områden. Samma regnscenario har använts i båda simuleringarna.

Vad som också kan noteras är att förutom i de norra delarna av området där det finns befintliga byggnader och vägar som ska bevaras så står vatten främst i de planerade skyfallsytorna/regnbäddarna ca 3,5 timmar efter den mest intensiva toppen på regnet passerat (simulerat regn varar totalt 6h).

3.5.2 Skyfallsscenario då Mölnbäckens vattennivå ligger på genomsnittlig nivå

I MIKE simulerades skyfall samtidigt som ett högvattensscenario för att utreda värsta fallet. Då sannolikheten att dimensionerande högvatten och skyfall inträffar samtidigt är låg är det relevant att bedöma vad som händer vid ett skyfallstillfälle då Mölnbäckens vattennivå ligger på en genomsnittlig nivå +1,2-+1,7 och då passagera utloppen i högvattenskyddet är öppna. En analys i Scalgo har gjorts för detta scenario och visas i Figur 36. Dock kan inte Scalgo återge funktionen hos den befintliga och planerade dagvatten- och skyfallspumpen i analysen. Generellt behålls befintliga flödesvägar inom planområdet men utloppen från planområde till ån förändras och blir mer bestämd i och med högvattenskyddet och placeringen av öppningarna. Därtill blir avrinningen som i dagsläget sker över grusytan mer styrd runt de nya byggnaderna. Skyfallsvolymer hänvisas till kapitel 4.2.



Figur 36 Flödesriktning vid skyfall och öppningar i högvattenskyddet är öppna. Mölndalsåns nivå +1.4

3.5.3 Andra aspekter som påverkar skyfallssituationen

3.5.3.1 Högvattenskydd

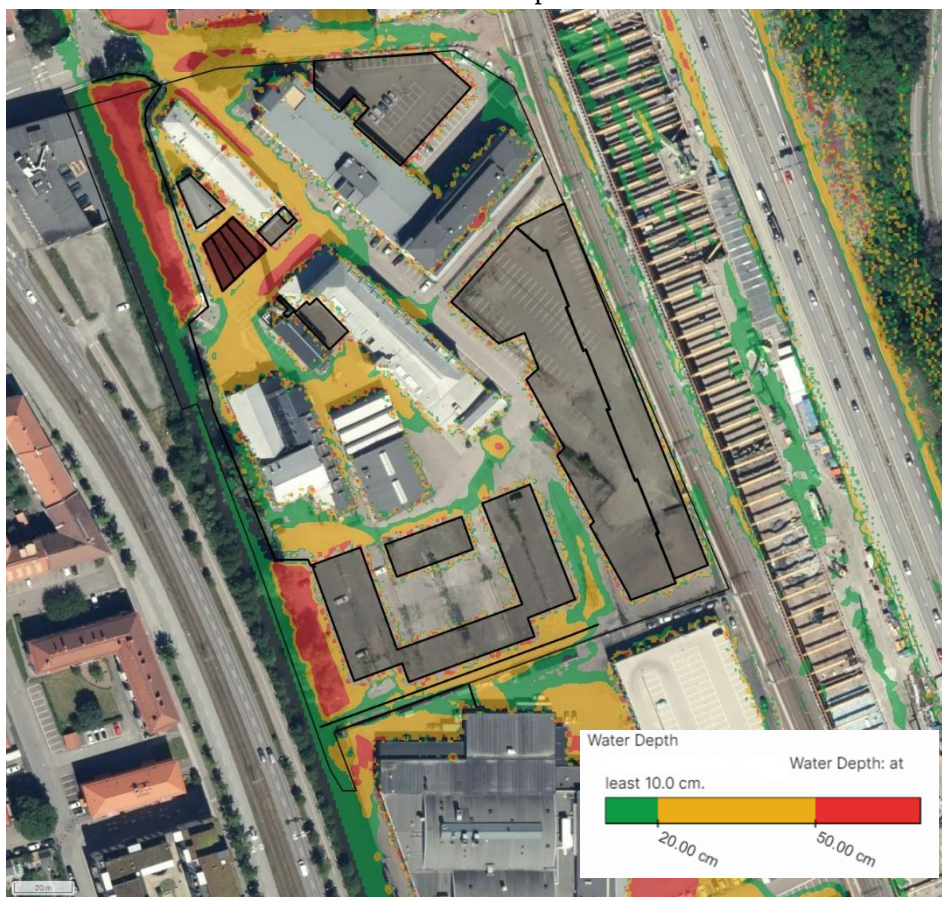
Skyfallssimuleringar har förutom, som tidigare beskrivits med ett högvattenskydd på +2,95m, också simulerats för nivå på +2,6 och +2,75m. I övrigt var förutsättningarna detsamma som beskrivet i början av detta kapitel. Resultat ifrån dessa visar att högsta vattennivån inom området blir i princip densamma oavsett. Däremot påverkar höjden på skyddet tiden som vatten blir stående inne på området. Tiden som vatten står inne på området är mycket längre om skyddet är +2.6m eller lägre. Detta troligen eftersom högvattenskyddet i simuleringen inte stänger ute vattnet ifrån ån i lika stor utsträckning då det ligger precis på gränsen. Det kan därför konstateras att en viss marginal över +2,6 behövs. Ett högvattenskydd på +2,75 gav liknande resultat som för +2,95.

3.5.3.2 Pumpkapacitet

Pumpkapaciteten som använts i tidigare simuleringar är för den befintliga pumpen P1 är 500l/s och den nya pumpen P2 har föreslagits en kapacitet på minst 140l/s. 140l/s är en beräknad kapacitet som baseras på ett klimatanpassat

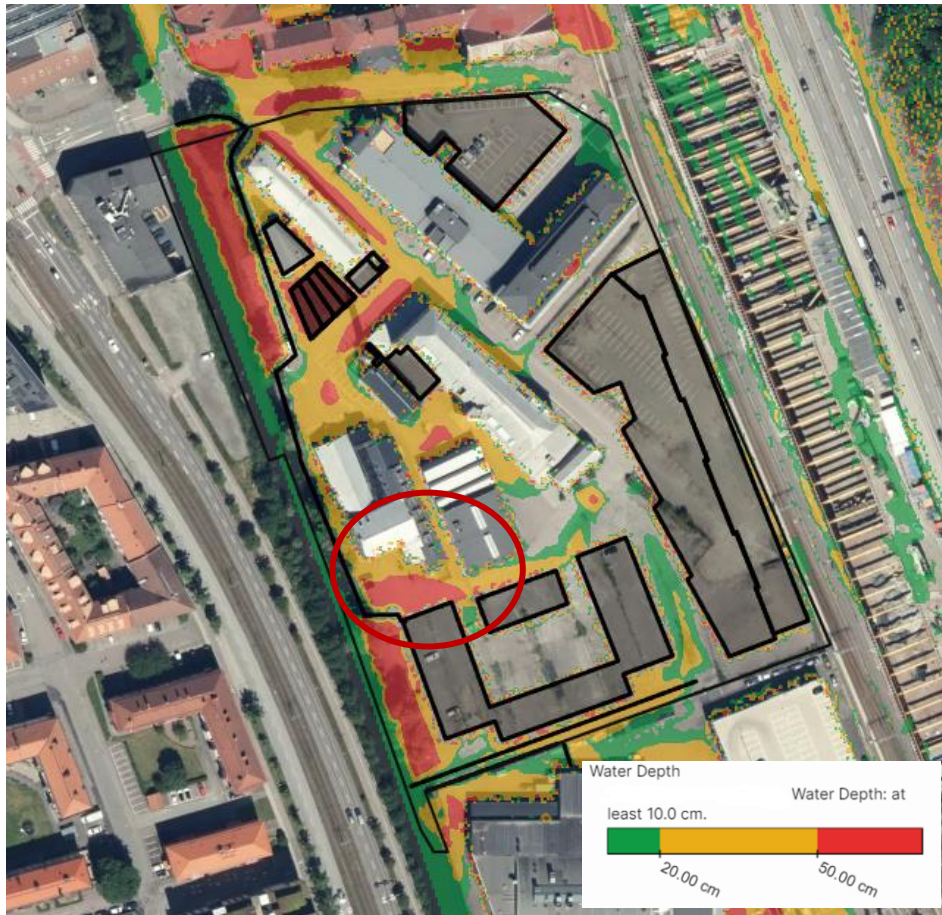
100års regn med rationella metoden för att inte försämra befintlig situation. I MIKE-simuleringar har ett klimatanpassat, 100års, CDS-regn använts. För att utreda pumparnas påverkan på skyfallssituationen har ytterligare två olika typer av pumpstorlekar testats i simuleringar. Endast pumparnas kapacitet ändrades och i övrigt var förutsättningarna detsamma som beskrivet i början av detta kapitel.

I första scenariot dubblerades P1s kapacitet till 1000l/s och P2 sattes till 500l/s. Resultatet från denna simulering med översvänningsutbredning vid största vattendjup visas i Figur 37. Även med en dubbling i pumpkapacitet kan inte framkomligheten säkras till alla byggnader inom området under hela skyfallet. Skillnaden är störst inom den södra delen av planområdet.



Figur 37 Största vattendjupet som uppstår vid simulering av 100års regn med ökad pumpkapacitet: P1=1000l/s och P2=500l/s

Vidare har en simulering gjorts med P1 på befintlig kapacitet 500l/s och P2 på ökat till 250 l/s. Resultatet visas i Figur 38. Figuren visar att stora delar av planområdet som ligger närmast ån fortfarande har problem med framkomligheten under värsta tidpunkten av skyfallet.



Figur 38 Största vattendjupet som uppstår vid simulering av 100års regn med ökad pumpkapacitet: P1=500l/s och P2=250l/s

Inom röd cirkel i kan pumpen P2 skapa en lokal förbättring på värsta vattendjupet med 8cm jämfört med tidigare presenterat resultat. Det är dock inte tillräckligt för att säkra framkomligheten till befintlig byggnad närmast ån. I övrigt ser översvämningssituationen ut på ungefärsamma sätt som i tidigare simuleringar för planområdet. Vattnet sjunker också undan något snabbare runt P2 med en ökad kapacitet på P2 inom rödmarkerad cirkeln.

Generellt innebär planförslaget en förbättring jämfört med befintlig situation för befintliga byggnader vad gäller hur länge vatten blir stående inom planområdet vid ett skyfall. Med större kapacitet på pumparna kan tiden som området översvämmas att förkortas något. Det noteras att en större pumpstorleken har större inverkan på den södra pumpen (P2) än den befintliga pumpen enligt detta resultat. Detta beror sannolikt på att skyfallsflödet till den pumpen är mindre totalt sett. En ökad pumpkapacitet noteras också leda till något större vattenhastigheter i området vilket i sig kan utgöra en ökad risk. Nyttan av att öka pumpkapaciteten bör avvägas mot den ekonomiska investeringen, markanspråket och huruvida det är tekniskt genomförbart på platsen att installera större pumpar. Dessa faktorer samt fler alternativ av pumpkapaciteter kan testas innan exakt kapacitet fastställs men det kan konstateras att det behövs pumpar som hanterar skyfallet.

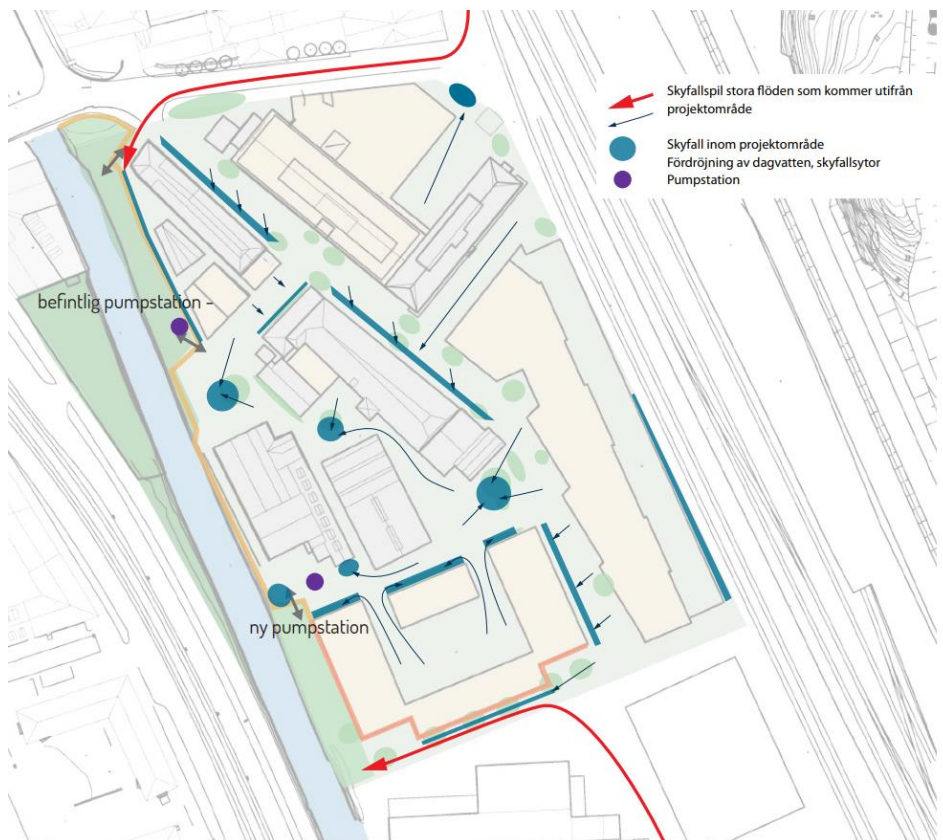
4 Föreslagna åtgärder

För att detaljplanen ska vara lämplig för bebyggelse behöver regnvatten tas om hand om på olika sätt. Dagvattenanläggningarnas huvudfunktion är att fördröja och rena dagvatten. Alla anläggningar för rening av dagvatten ska anmälas till miljöförvaltningen. Nya dagvattenledningar krävs för att avleda dagvatten och skyfall på ett säkert sätt, men behandlas endast översiktligt i föreliggande rapport.

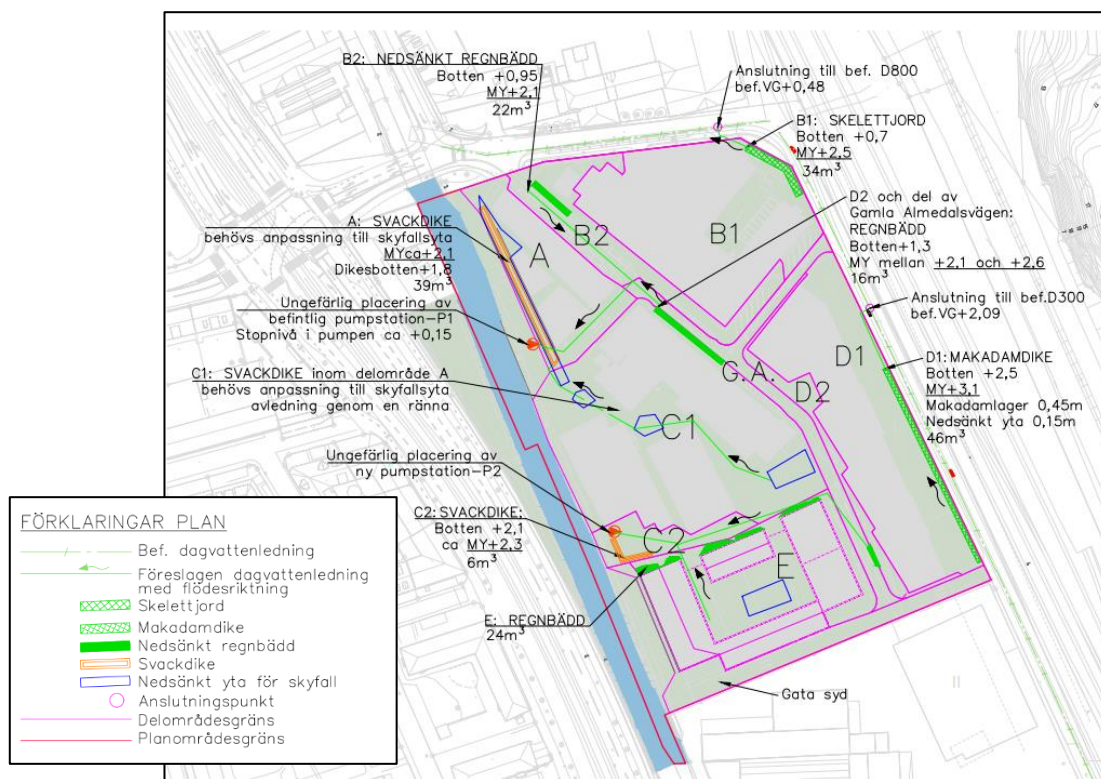
Placering, utformning och gestaltning av anläggningarna kan ske på flera olika sätt så länge funktionen är tillgodosedd. I följande kapitel presenteras de åtgärder som föreslås för skyfalls- och dagvattenhantering. Dessa är framtagna för att uppnå de krav som ställs på dagvatten- och skyfallshantering. Notera att detta är generella förslag som senare behöver anpassas utifrån uppdateringar i planförslaget.

4.1 Fördröjning och rening - kvartersmark

Dagvattenhanteringsprincipen för planområdet visas mer schematiskt i Figur 39 och i mer detalj i Figur 40. Placering på anläggningar är inte fast och kan anpassas till förslag på planområdes utformning framtagna av Mareld (2021-11-25) för att skapa attraktiv och multifunktionella ytor. Särskild behövs dagvattenanläggningar samordnas med skyfallsytor inom delområde A, C1 och E. Dagvattenhantering inom område A och C1 sker i ett gemensamt svackdike som sedan leder vattnet till en befintlig pump (P1) som pumpar ut vattnet till Mölndalsån. I område B1 hanteras dagvattnet i skelettjord med trädplantering innan avledning till allmänt ledningsnät. I både område B2 och D2+G.Almedalsv fördröjs och renas dagvatten i regnbäddar innan det leds till befintlig pump (P1). Område D1 hanterar dagvattnet i makadamdike innan avledning till allmänt ledningsnät. I område E fungerar nedsänkta regnbäddar som rening och fördröjning innan vatten leds till antingen P1 eller P2 beroende på vilken del av E. I C2 planeras ett mindre svackdike och en ny pumpstation som pumpar ut vatten ifrån en lokal lågpunkt till Mölndalsån. Gata syd leds dagvatten via dagvattenkanal och filterbrunn till Mölndalsån. Båda pumparna, P1 och P2, ska hantera dagvatten och skyfallsvatten. Vidare beskrivs varje åtgärd mer i detalj i avsnitt 4.1.1.1-4.1.1.8.



Figur 39 Planområde med och ytor avsatta för dagvattenhantering, pilar visar yttlig avvattning (Mareld, Almedals Fabriker, Strukturskiss/förslagshandling, skissbok 2022-12-14)



Figur 40 Dagvattenhanteringsprincip för planområdet med utpekade placering och utbredning på dagvattenanläggningar.

I Tabell 16 beskrivs kravställd fördröjningsvolym, vilken typ av rening och fördröjningsåtgärd som föreslås inom vilket delområde samt om dagvattnet går till allmänt ledningsnät, till Mölndalsån via en pumpstation eller direkt till ån. I Tabell 17 beskrivs istället föreslagna åtgärder i mer detalj samt vilken yta de kräver och volymer som kan fördröjas. Det kan avläsas i tabellerna att den totala fördröjningsvolymen 187m³ och den kravställda 186m³. Därmed uppnås kravet från Göteborg Stad på den totala fördröjningsvolymen för exploaterat område.

Tabell 16 Sammanställning på föreslagna dagvatten fördröjning- och reningsanläggningar för varje delområde.

Delavrinningsområden	Kravställd fördröjningsvolym 10mm/ha red (m³)	Dagvattenanläggning	Anslutningspunkt
ARO A+ARO C1	38	Svackdike	Pumpstation 1
ARO B1	34	Trädgrop med skelettjord	Allmänt nät
ARO B2	15	Nedsänkt regnbädd	Pumpstation 1
ARO C2	5	Svackdike	Pumpstation 2
ARO D1	44	Krossdike	Allmänt nät
ARO D2+G.Almedalsv.	15	Nedsänkt regnbädd	Pumpstation 1
ARO E	24	Nedsänkt regnbädd	Pumpstation 2
Gata syd	9	Dagvattenkanal/Filterbrunn	Direkt mot ån
TOTALT	186*		

*totalsumman har beräknats inklusive decimaler på den kravställda volymen. Därför är den något högre än totalsumman av redovisade siffror

Tabell 17 Sammanställning fördröjningsvolym och yt-anspråk inom varje delområde för respektive åtgärd

Delområde	Reningsanläggning	Porositet	Djup [m]	Yta anläggning [m²]	Ytterligare volym i en nedsänkt växtbädd med 0,15 m [m³]	Volym fördröjning [m³]
A+C1	Svackdike	1	0,25	232		39*
B1	Trädgrop med skelettjord	0,25	1,8	76		34
B2	Nedsänkt regnbädd	0,3	1	49	7	22
C2	Svackdike	1	0,2	25		6**
D1	Krossdike	0,35	0,45	150	23	46
D2+G.A	Nedsänkt regnbädd	0,3	0,8	66		16
E	Nedsänkt regnbädd	0,35	0,8	100		24
Framtida gatan	Filterbrunn					-
Totalt				746		187

*Svackdikets volym beräknas med 80 m² bottenarea och släntlutning på 1:3.

** Svackdikets volym beräknas med 15 m² bottenarea och släntlutning på 1:3.

Efter exploatering fördröjer dagvattenanläggningarna totalt närmare 190 m³. I detta fall överensstämmer fördröjningskravet på 186m³ med reningsåtgärderna som bidrar till 187 m³ fördröjning. Reningen uppnås med god marginal för de

flesta studerade föroreningarna (Tabell 14 och Tabell 15) vilket innebär att i det här fallet är fördröjningskravet dimensionerande. Reningsåtgärder kan dock inte plockas bort och ersättas med enklare magasin utan att nya föroreningsberäkningar görs som säkerställer att reningskraven ändå uppfylls. Avtappning från alla anläggningar är närmare 250 l/s (se Tabell 18) vid ett 10-årsregn efter fördröjning. Flödena i Tabell 18 är framtagna med Svenskt Vattens beräkningsverktyg som följer beräkningsgången för specifik magasinsvolym enligt P110. Detta fördröjda flöde kan jämföras med befintligt flöde på 497 l/s (Tabell 10) och ofördröjt exploaterat flöde på 652 l/s (Tabell 11). Det totala utflödet vid ett 10-årsregn minskar i förhållande till befintlig situation och bör därmed inte påverkar markavvattningsföretaget Mölndalsåns VF 1955 i negativ bemärkelse.

Tabell 18 Beräknat fördröjt flöde per delområde vid ett 10-års regn

	Fördröjd volym [m³]	Avtappning vid 10-årsregn [l/s]
B1	34	41
D1	46	35
Totalt till ledningsnätet	80	76
D2+G,A,	16	13
B2	22	8
E	24	20
A+C1	39	107
C2	6	6
Gata framtid	-	19*
Totalt till ån	107	170
Totalt planområde	187	248

*Ej fördröjt

4.1.1.1 ARO A

Inom ARO A föreslås dagvatten från alla asfalterade ytor att ledas till ett svackdike vilket placeras längs kajkanten. Enligt sektion framtagna av Mareld är det område mellan byggnaden och kajkanten 4 m bredd och planeras också som en förgårdsmark. Denna placering och utbredningen redovisas i Figur 40. Preliminär funktion av svackdiket är att samla, rena och avleda avrinningen vid normalhändelse. Nedan beskrivs exempel på hur svackdiket kan utformas.

Svackdiket föreslås med ett djup på 0,25 m på grund av små höjdskillnader inom delområdet. Med hänsyn till att område kommer också användas till skyfallshanteringen föreslås en botten på anläggningen på ca +1,8. Diket sträcker sig genom delområde A och hanterar också dagvatten från delområde C1 som kopplas på diket genom en dagvattenränna. Den lägsta befintliga markhöjden ligger på +2,1. Diket föreslås ha sidoslänther på 1:3. Tillgänglig volym i diket är ca 39 m³. Den totala fördröjningsvolymen, dvs inom delområde A och C1, är ca 39 m³ med ett ytaspråk på 232 m². Utloppsledningen kan kopplas direkt till Mölndalsån eller den befintliga pumpstationen (P1). Backventil bör installeras så att vatten inte tränger upp vid höga vattenstånd i ån.

Befintliga tak antas generera lika mycket avrinning efter exploatering som i nuläget vilket möjligtvis har ett direktutlopp till Mölndalsån. Avrinning från planerat tak föreslås att ledas mot den befintlig pumpstationen (P1) inom Skår 57:14 (Platzer fastighet) vars ungefärliga placering redovisas i Figur 40.

4.1.1.2 ARO B1

Delområde B i planområdets nordöstra hörn delas in i ARO B1 och B2 på grund av befintliga höjdskillnader vilka redovisas i Figur 40. Anläggningar för B1 kopplar på en befintlig servis och allmän ledning längs med Skårs led.

Inom B1 föreslås hantering dagvatten i en skelettjord med trädplantering med en effektiv volym på 34 m³ och antagen porositet 25%. Ytanspråk på anläggningen är 76 m². Totala djupet på anläggningen är 1,8 m med utloppsledning på +0,7. Det är med antaganden att marknivån är ca +2,5. Utloppsledningen kopplas på en befintlig servis (BTG 225) vilken avleder vattnet vidare mot D800 i dagvattennätet längs med Skårs led. Till anläggningen leds avrinningen från asfalterade ytor och parkering på markytan genom till exempel dagvattenrännor eller dagvattenkanal. Tak utformas så att avrinningen direkt kan nå skelettjorden förslagsvis via ytan.

4.1.1.3 ARO B2

En nedsänkt regnbädd föreslås hantera avrinningen från B2 vilket består delvis av Gamla Almedalsvägen och ytorna från kvartersmark A och B. En effektiv volym av anläggningen är 22 m³ med antagen porositet på 30 %. Anläggningen är 1 m djup med en nedsänkt yta på 0,15 m vilket resulterar i en utloppsledning på +0,95. Ytterligare fördröjningsvolym på 7 m³ skapas inom den nedsänkta ytan. Anläggningens ytaspråk är 49 m². Dagvatten till regnbädden leds på markytan via rännor och öppningar i gatukanten. Placeringen av anläggningen i Figur 40 är inte fast och kan anpassas till planerad utbyggnation. Anslutning sker till intern befintlig pumpstation (P1).

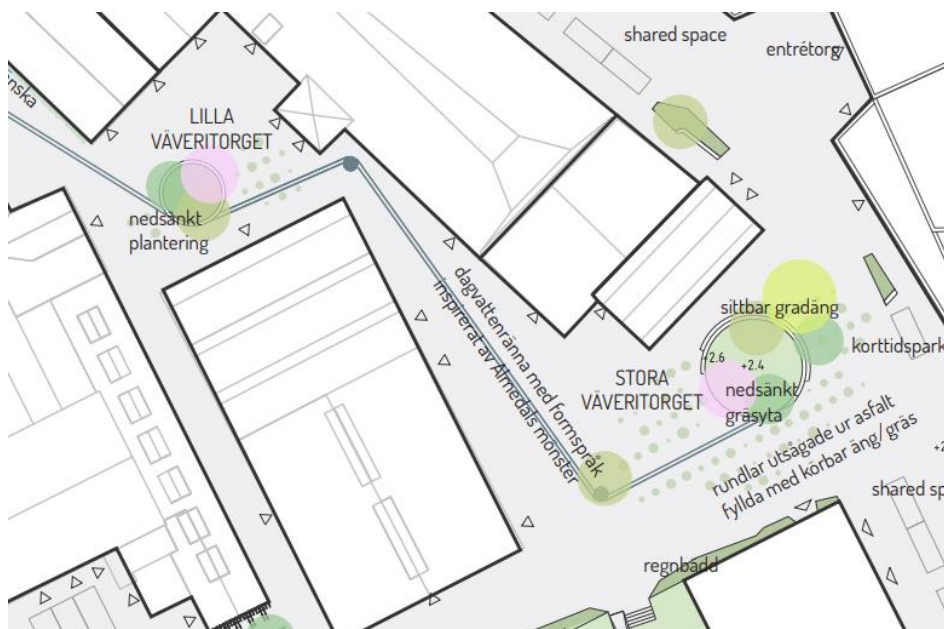
4.1.1.4 ARO C1 och ARO C2

Inom ARO C1 kan dagvatten från asfalterade ytor ledas ytlig till ett svackdike vilket placeras längs kajkanten i nordvästra delen av delområde. Diket är en förlängning av diket som föreslås inom delområde A där största ytan för åtgärden tas i anspråk. Avrinning sker med förutsättning att ytliga rännor kan anläggas inom det befintliga området. Denna placering och utbredning redovisas i Figur 40.

Svackdiket bör inom delområde C1 ha ett djup på 0,2 m på grund av små höjdskillnader inom delområdet, vilket motsvarar att botten på diket hamnar på +1,9. Den lägsta befintliga markhöjden ligger på +2,1. Dikets sidoslänter har antagits till 1:3. Utloppsledningen kopplas på en befintlig pumpstation (P1) som ligger inom delområde A vid Mölndalsån. Total volym på diket inom delområde A och C1 är 39 m³.

Torgytan i sydöstra delen föreslås sänkas ned för skyfallsfördröjning vilket betyder ett instängt område vid normalt regn. Dagvatten avvattnas genom en rännstensbrunn och kopplas på den befintliga pumpstationen (P1) inom delområde A. Föreslagen dragning på den nya ledningen visas i Figur 40 vilket behöver kontrolleras för möjlig ledningskrock med andra ledningar. Höjd och täckning på ledning behövs anpassas efter pumpstationens vattengång. Minsta rekommenderad täckning till hjässa är 0,7 m, vilket motsvarar en vattengång på +1,6.

Inom delområde C2 finns en lågpunkt och dagvatten samt skyfall kan pumpas mot recipienten med en ny pump. För att minska avrinningen mot lågpunkten föreslås att ytorna mellan C1 och C2 höjs för att skapa en barriär både för dagvatten och skyfall. Det är för att minska översvämningens risken och att inte överbelasta den nya pumpen utan istället ta vara på den kapacitet som finns i befintlig pump. Inom området genereras mellan 15 och 50 l/s som pumpen behöver ha kapacitet att avleda.



Figur 41 Dagvatten hantering på stora och lilla väveritorget (Mareld 2023-01-24)

4.1.1.5 ARO D1

Delområdet D i sydöstra planområdets hörn delas in i ARO D1 och D2 på grund av befintliga höjdskillnader. Anläggningar för D1 kopplas på befintliga allmänna ledningar. Placering och utbredning av anläggningar redovisas i Figur 40. Anläggningar bör anläggas som genomsläppliga anläggningar för att möjliggöra infiltration av dagvatten till grundvattnet som sker vid regn mindre än 2-årsregn. Hantering av dagvattnet från ARO D2 beskrivs i kapitel 4.1.1.6.

Avrinningen för D1 kan fördröjas och renas i ett krossdike vilket placeras i delområdets sydöstra hörn. Till anläggningen leds vattnet ytligt genom till exempel dagvattenrännor eller dagvattenkanal. Krossdiket är nedsänkt 0,15 m med ett 0,45m djupt makadamlager med 35% porositet vilket ger en total

fördröjningsvolym på 46 m³. Ytanspråket på anläggningen är 150 m². Botten på anläggningen kan läggas på +2,5 med omkringliggande mark på +3,1. Krossdiktet föreslås ansluta till dagvattenledningen D300 i Almedalsvägen öster om delområde med VG på +2,09. Ingen dagvattenservis finns i detta läge och en ny servis och förbindelsepunkt kommer i så fall att behöva upprättas. Utloppsledningen anläggs med täckning på ca 0,8 m vid krossdiktet. Är det ej möjligt att upprätta en ny förbindelsepunkt kommer vatten från D1 i stället behöva ledas internt till befintlig servis i Skårs led.

4.1.1.6 ARO D2 och del av Gamla Almedalsvägen

Avrinningen från D2, bakom den planerad byggnaden, samt med Gamla Almedalsvägen föreslås hanteras i en regnbädd. Anläggningen kan placeras längs Gamla Almedalsvägen och gränsen till delområde C1 vilken redovisas i Figur 40. Till anläggningen leds vattnet över markytan genom dagvattenrännor eller en dagvattenkanal. Placering av anläggningen är inte fast och kan anpassas beroende på hur lågstråk mot anläggningen kommer att skapas.

Regnbädden kan med ett djup på 0,8 m vilket ger en effektiv fördröjningsvolym på 16 m³. Ytanspråket beräknas vara 66 m². Botten på anläggningen ligger på +1,3 och utloppsledning föreslås för anslutning till pumpstation.

4.1.1.7 ARO E

Inom delområde E kan dagvattnet hanteras i en nedsänkt regnbädd vilken möjligtvis kan placeras inom innergården alternativt vid byggnadens nordliga fasad. Denna placering och utbredning redovisas i Figur 40 eller Figur 42. Placerad regnbädden på innergården har den nedsänkta regnbädden en effektiv fördröjningsvolym på 24 m³ med ett totalt djup på 0,8m. En porositet på 30 % antas vid beräkningar vilket resulterar i att anläggningens ytanspråk blir 100 m². Anläggningens botten ligger på +2,4 och anslutning rekommenderas ske mot den nya pumpstationen (P2) inom delområde C2. Alternativt kan ledningen ledas söderut för att avrinna ytlig mot Mölndalsån.



Figur 42 ARO E dagvattenhantering i regnbäddar längs norra fasaden på ny byggnad

En infart till ett underjordiskt garage kan placeras vid ARO E. Infarten rekommenderas anläggas upphöjd för att inte leda ytlig avrinning mot den. Detta är för att säkerställa att ingen översvämning i garaget ska ske. Infarten till garaget bör även skyfall säkras med temporära åtgärder vilket beskrivs vidare i avsnitt 70.

4.1.1.8 Gata syd

Denna gata är primärt en skyfallsled och fördröjning av dagvatten beräknas inte ske här. Den krävställda fördröjningen på 10mm per hårdgjord yta kompenseras inom andra delar av planområdet. För gatan i söder föreslås rening i brunnfilter innan dagvatten leds mot recipienten.

4.1.2 Åtgärder på befintligt lednings-/dagvattensystem

Utredning av ledningsnät inom planområdet har gjorts av Development Partner som låtit filma interna ledningar och ritat ledningskarta. Renovering och uppdimensionering av dessa krävs med vidare åtgärder hänvisas till den rapporten. (PM Befintlig spill och dagvattenstruktur 2022-03-30)

4.1.3 Teknisk utformning och lösningar för dagvattenhanteringen

Detaljerad utformning av VA-systemet till och från reningsanläggningar bör utredas vidare i nästa skede vid projektering.

4.2 Skyfallsåtgärder

En principskiss för skyfallshantering med samtliga skyfallsåtgärder redovisas i Figur 43. De lågpunkter som byggs bort med planerad exploatering ersätts med skyfallsytor så att lika stor del eller mer vatten kan magasineras inom planområdet före som efter exploatering. Vidare behöver skyfallet ha en tydlig och planerad plats inom planområdet för att minimera riskerna och konsekvenserna som kan följa. Om inga åtgärder vidtas kommer situation både inom och utanför planområdet försämrats vid skyfall efter planerad exploatering vilket inte är acceptabelt. Detta på grund av att planerade byggnader blockerar befintliga skyfallsvägar.

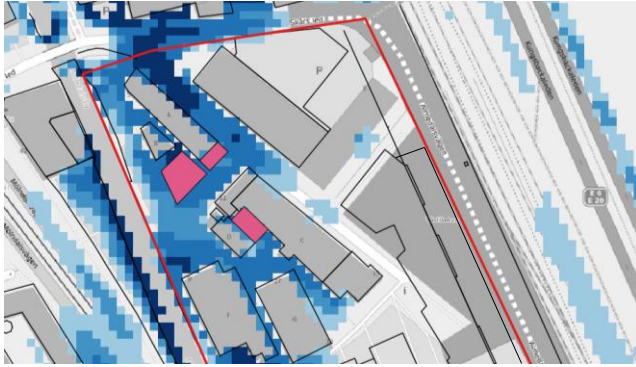


Figur 43. Principskiss för skyfallshantering. Skyfallsavrinning markeras med blå pilar

4.2.1 Skyfallshantering: norra delen

För att hantera skyfallsvatten som faller lokalt inom planområdet samt nordligt inkommande rinnväg behövs styrningsåtgärder som leder vatten mot pumpar och vidare ut i Mölnålsån.

Inom delavrinningsområde A och C1 planeras tre nya byggnader vilket betyder att en volym på cirka 164 m³ kommer att byggas bort och det behöver kompenseras lokalt för att säkerställas att situation inom planområdet inte försämrats i samband med planerad exploatering, se Figur 44.



Figur 44 Vattendjup vid en skyfallssituation inom planområdet som markeras med en rött linje. Planerade byggnader inom delavrinningsområde A och C1 redovisas med rosa polygoner. (Kretslopp och vatten modell, erhållen 2021–05)

För skyfallshantering kan ett svackdike placeras längs med högvattenskyddet. Diket har en fördröjningskapacitet på 21 m^3 med en nedsänkt yta runt omkring med volym på ca 35 m^3 . Diket och nedsänkta ytan har höjd på 0,2 m respektive 0,1 m. Ytterligare föreslås ett torg inom C1 anläggas nedsänkt med 0,2 m som kan bidra med en fördröjningsvolym på 51 m^3 . Bräddning ifrån det nedsänkta torget bör placeras i nordväst, så att vattnet rinner vidare genom C1 till lågpunkten vid vändplatsen mellan C1 och A, se Figur 43. Därifrån kommer skyfallsvattnet ledas till pumpkammaren genom ett skyfallsintag och pumpas till Mölndalsån via befintliga pumpar. Skyfallsintaget bör utformas så att dagvatten inte rinner direkt till pumpkammaren utan att det är först vid större nederbörd som vattnet rinner till intaget. Total volym som kan fördröjas inom dessa områden vid skyfall är 107 m^3 .

Inom delområde A finns en befintlig pumpstation, se placering i Figur 43, med en kapacitet på 500 l/s. Genom att vatten vid skyfall pumpas mot Mölndalsån minskar ackumulerat volym från ca $2\,000 \text{ m}^3$ till 450 m^3 . Ackumulerad volym minskar i förhållande till befintlig situation även om del av lågpunktsvolym tas bort vid exploatering. Med de nedsänkta ytorna med volym på 107 m^3 kommer cirka 507 m^3 ställas sig runt om befintlig bebyggelse istället för $2\,000 \text{ m}^3$ (befintlig ackumulerat volym).

För befintliga byggnaders vars färdig-golvnivå ligger under högsta vattennivå för skyfall rekommenderas åtgärder i form av täta dörrar och fönster.

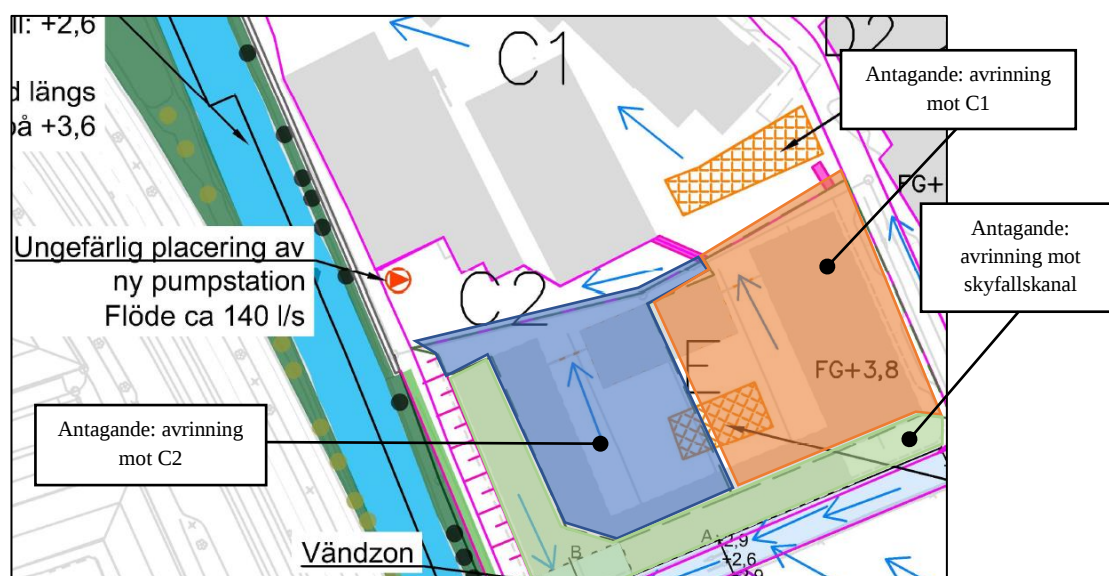
Som ett alternativ till justerade markhöjder kan en princip användas där rännor nyttjas för att sänka av tröskelnivåer och leda skyfallsvatten mot befintlig pumpstation.

4.2.2 Skyfallshantering: centrala delen

Exploatering inom delområde E kommer påverka lågpunktsvolymen och detta kan kompenseras genom att en nedsänkt yta med djup 0,1 m skapas inom innergården motsvarande 17 m^3 .

Inom delområde C2 finns en befintlig lågpunkt som kan tömmas genom en ny pumpstation som kan anläggas precis innanför planerad högvattenskydd. Minsta pumpkapacitet bör vara 140 l/s, se Figur 45, motsvarande ett klimatanpassat 100-årsflöde från delområde C2 och delvis delområde E. Storleken på tillströmmande flöde från delområde E beror på hur delområde kommer utformas. Antagna delavrinningsområden för område E redovisas i Figur 45. Det blåa området i figuren antas kunna avledas till C2, det orangea till C1 och det gröna till skyfallsleden söder om. Lokalgatan norr om kvarter E kommer lita kraftigt mot lågpunkten, eftersom Gamla Almedalsvägen ligger cirka en meter högre än marken inom C2. En skyfallsyta för magasinering av vatten föreslås på stora väveritorget.

Vid beräkning av erforderlig pumpkapacitet har 100-års flöde från delområde C2 (37 l/s) samt den blåa delen av E i Figur 45 (103 l/s) summerats. Det är ca 35% av delområde E som avleds till den nya pumpstationen inom C2. Flödena för 100-års regn finns beräknade i Tabell 11, avsnitt 3.2.2.



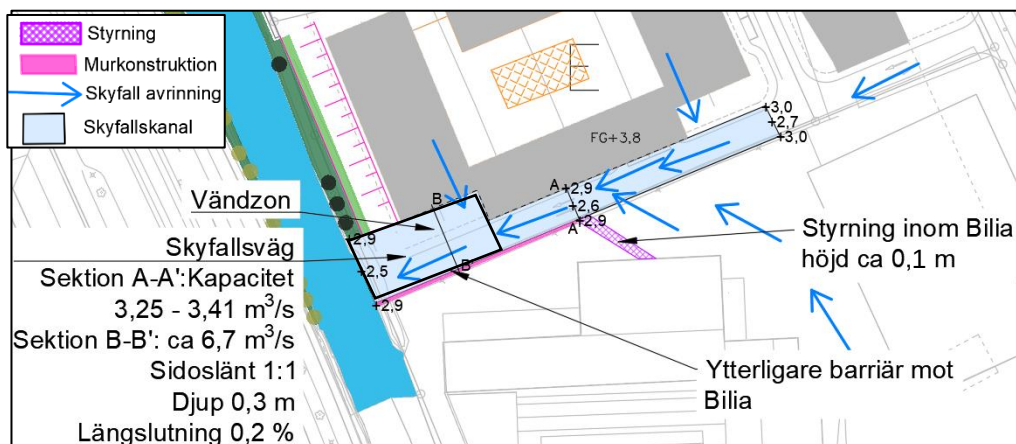
Figur 45 In zoomad bild på avrinning antagande från delområde E.

Till byggnaden inom delområde E planeras en garageinfart. Om infarten anläggs upphöjd och marken höjdsattas så att lutning är från byggnaden minskar risken för garageöversvämning. Utöver det kan ett tillfälligt översvämningsskydd som aktiveras med hjälp av sensor när vattennivån utanför når en viss nivå. Denna aktiverar en mur som åker upp som skydd. El-centraler och liknande bör ej placeras i underjordiskt garage. Kretslopp och vatten förespråkar en robust höjdsättning och inte tillfälliga skydd för att skydda garageinfarten.

4.2.3 Skyfallshantering: Gata syd

Den flödesväg som idag rinner in till planområdet via fastigheten Skår 57:13 och över befintlig frusparkering kommer att blockeras av planerad byggnad. Det

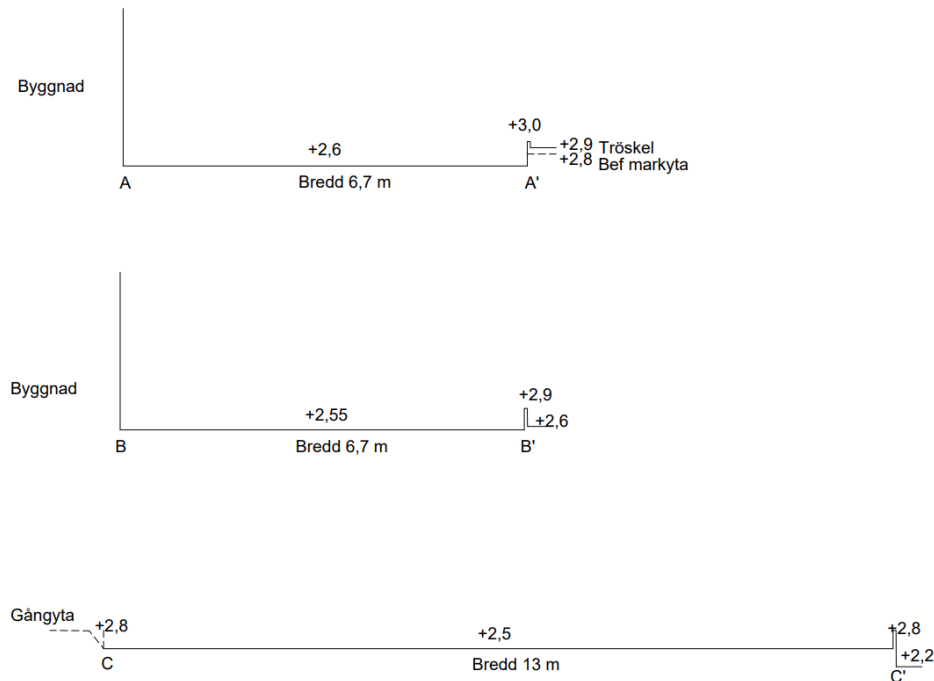
flöde som behöver hanteras kommer söderifrån på 3,25 m³/s (se sektion 2 i Tabell 6). En åtgärd föreslås i form av en skyfallsled som kan leda om vattnet till ån via en planerad framtida gata söder om delområde E. En principskiss för skyfallshantering inom den södra delen av planområdet redovisas i Figur 46.



Figur 46 Skyfallshanteringsprincip inom södra delen av planområdet.

Figur 46 redovisar sektion på föreslagen skyfallskanalen som användes som underlag till den nya höjdmodellen i Mike modellen. Kanalbotten ligger på +2,5 vid Mölndalsån och på +2,7 i öst. Vid Mölndalsån planeras en vändplats anläggas vilken skapar ytterligare kapacitet för skyfallsavledning. Kanalen anläggs med en 6,7 m bred botten och gärna utan sidoslänt för att öka kapaciteten på kanalen. Vid ån breddas kanalen till 14,2 m. Högsta vattennivå vid skyfall inom Mölndalsån är +2,6 vilket betyder att vatten kommer dämmas lite uppströms i skyfallskanalen till höjd ca +2,6. I det fall ingen uppdämning från Mölndalsån beaktas har teoretiskt sätt skyfallskanalen en kapacitet att avleda 3,25 m³/s med sidoslänt och 3,41 m³/s utan sidoslänt. Med denna lösning kommer det stå vatten mot byggnaden vid skyfallskanalen. Denna byggnad planeras att utformas med ett integrerat högvattenskydd mot ån vilket gör att den antas även kunna hantera skyfallsvattnet.

För att undvika att vatten ska dämna upp mot fastigheten Skår 57:13 krävs även en ytterligare barriär på 10cm, förslagsvis kan den anläggas som ett farthinder för att styra skyfallet till leden, se Figur 46.



Figur 47 Principskiss för skyfallsled (Ramboll 2022).

4.2.4 Skyfallshantering: östra delen

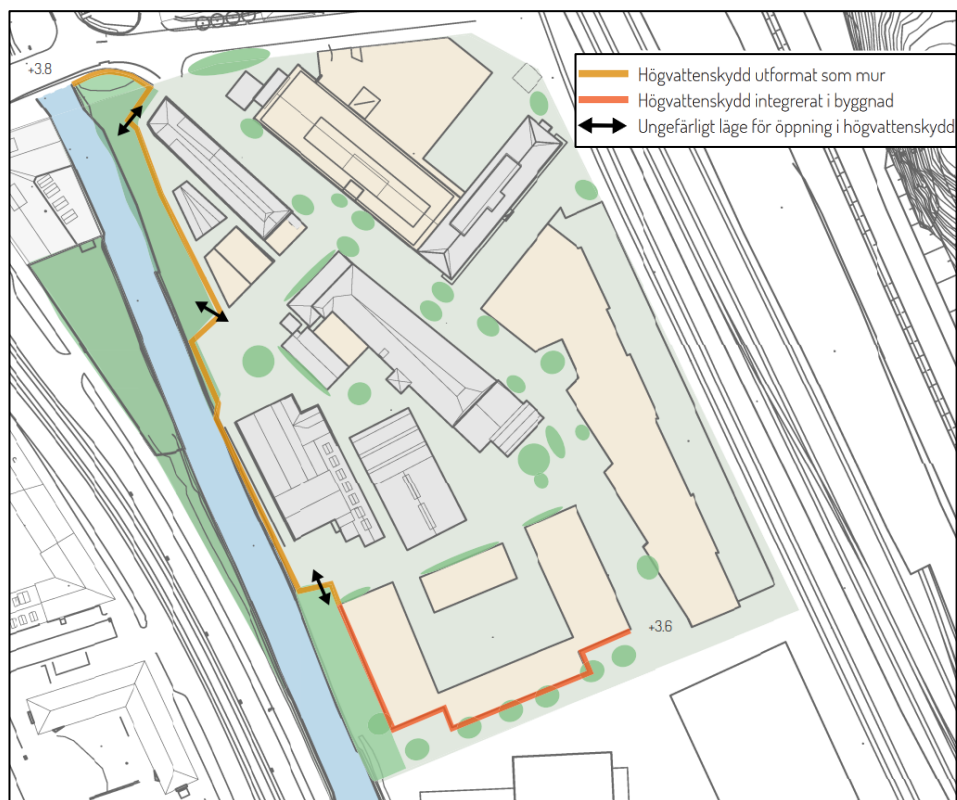
Skyfallsvatten från D1 och D2 kommer dels rinna till Gamla Almedalsvägen, dels längs med planområdets östra gräns, beroende på takutformning och avvattning. Det är viktigt att ett lågstråk anläggs längs östra gränsen för att leda bort vatten till lokalgatan i norr som knyter samman Almedalsvägen och Gamla Almedalsvägen. Skyfallsvatten från B1 och B2 kommer också att ledas dels till Gamla Almedalsvägen, dels till östra gränsen och sen vidare till Skårs led i norr, beroende på takutformning och avvattning.

4.3 Högvattenåtgärder och högvattenskydd

Planområdets placering nära Mölndalsån gör det utsatt för högvatten och ett högvattenskydd planeras att anläggas för att skydda byggnaderna och området mot översvämningar. En sådan lösning mot högvattensituationer skyddar både befintliga och planerade byggnader. Som tidigare beskrivet i avsnitt 2.7 har ett separat PM tagits fram för utredning av höjder på högvattenskyddet och som också redovisar dimensionerande planeringsnivåer. I detta kapitel beskrivs endast preliminär placering och utformning av skyddet vilket är framtaget av Mareld och visas i Figur 48.

Skyddet placeras med olika utformning för olika delsträckor, men följande övergripande principer ska gälla. Skyddet ska utformas som en mur då det anses vara en kostnads- och yteffektiv lösning samt innebär ett mindre ingrepp i

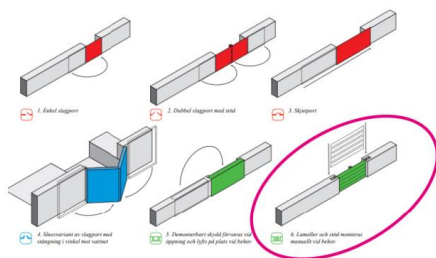
kulturmiljön. En vall däremot skulle uppta mycket yta samt kräva geotekniska förstärkningsåtgärder. Skyddets synliga höjd ska max vara ca 70cm över intilliggande markyta för att ett barn ska kunna se över och en vuxen ska kunna sitta/hänga på skyddet. För att inte bli ett stort dominerande inslag i kulturmiljön kan skyddet utföras med varierande bredd och material. Det föreslås också utformas för att bidra till den biologiska mångfalden och parkkänslan. Högvattenskydd ska placeras på allmän plats eller utföras integrerat i nya byggnader, enligt kommunens övergripande ställningstagande. Eventuella undantag från denna princip kan diskuteras. Högvattenskydd ska placeras utanför den ekologiska kantzonen - detta för att hela den ekologiska kantzonen ska kunna översvämmas vid behov. Det nya planerade brofästet hamnar på planområdets sida innanför högvatten-skyddet och påverkar inte ytan för den ekologiska kantzonen. Kallebäcksbron har en höjd på +3,8 vilket blir anslutningspunkt i norr för högvattenskyddet. I syd föreslås förlängningen av Gamla Almedalsvägen anläggas med en höjd på +3.6 vilket blir anslutningspunkt för högvattenskyddet i syd. Principerna är framtagna av Mareld 2022.



Figur 48 Högvattenskydd visas med gul/orange linje längs västra sidan av planområdet med en ekologisk kantzon utanför. Högvattenskyddet integreras med fasaden på nya byggnaden i söder. Pilar visar öppningar i högvattenskydd för att minimera instängda områden och släppa ut dagvatten till ån då nivåerna i den är normala/låga. (Mareld, Almedals Fabriker, Strukturskiss/förslagshandling, skissbok 2022-12-14)

Öppningarna i högvattenskyddet stängs vid höga nivåer i ån men är öppna resterande tid för att släppa ut dagvatten- och skyfall och motverka effekt av instängda områden. Då högvattenskyddet stängs används pumpstationerna för att pumpa ut dagvatten- och skyfallsvatten i händelse av regn.

EXEMPEL - ÖVERSVÄMNINGSSKYDD - ÖPPNINGAR I SKYDD



Öppning i skyddet som vid risk för översvämning sätts igen med lösa delar som förvaras i muren intill.

Figur 49 Principer för öppningar i högvattenskydd (Mareld, Almedals Fabriker, Strukturskiss/förslagshandling, skissbok 2022-12-14)

Nya byggnader bör anläggas med en färdig golvnivå som uppnår krav ifrån TTÖP gällande skyfall och högvatten, alternativt vattensäkras upp till samma nivå. För befintliga byggnader rekommenderas skyddsåtgärder i form av en kombination av permanenta och temporära högvattenskydd, dess beskrivs närmare i avsnitt 4.6.2.

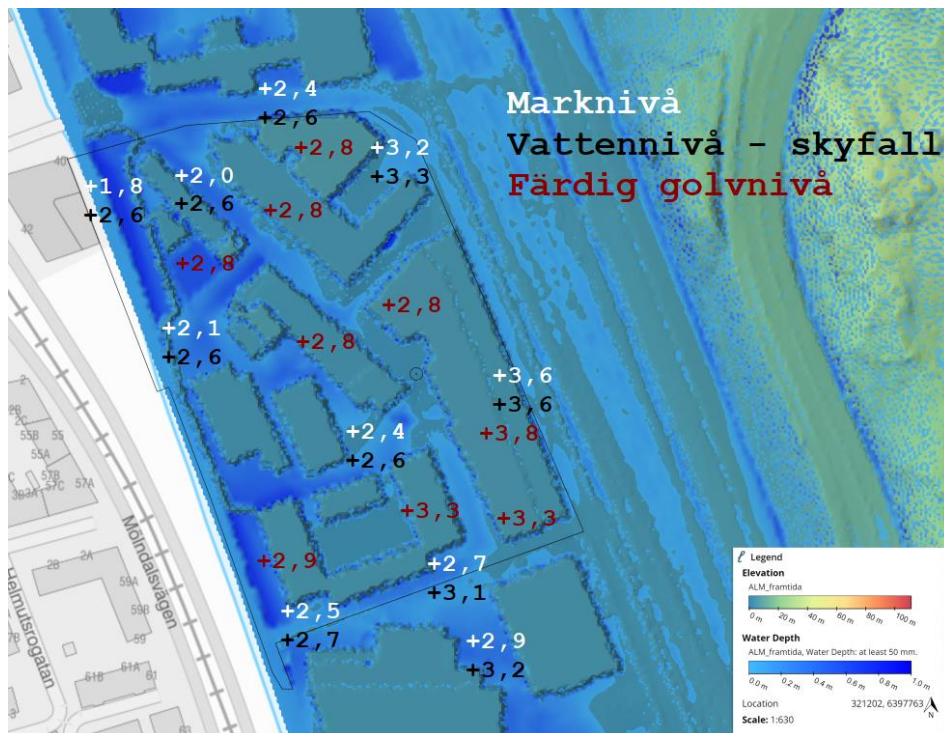
4.4 Färdig golvnivå ur vattenperspektiv

Den färdiga golvnivån behöver ta flera aspekter i hänsyn, dels högvattenhändelse (höga vattennivåer i hav eller vattendrag samt höga flöden i vattendrag), höga vattennivåer vid skyfall, dels de bestämmelser som finns för anslutning till allmänt ledningsnät. Därtill behöver det anpassas för andra aspekter än VA såsom att det ska vara tillgängliga för personer med nedsatt rörelse- eller orienteringsförmåga och befintliga marknivåer vilket ligger utanför denna rapports ramar.

Färdig golvnivå enligt översvämningsrisk vid högvatten: ifrån högsta beräknade vattennivå ska det enligt TTÖP vara 0,5m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion.

Färdig golvnivå enligt översvämningsrisk vid höga flöden: ifrån högsta beräknade vattennivå ska det enligt TTÖP vara 0,2m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion.

Färdig golvnivå enligt skyfallsrisken: ifrån högsta beräknade vattennivå vid skyfallshändelse ska det finnas 0,2m i marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion. Utifrån denna risk hamnar FG på nivåer enligt Figur 50.



Figur 50 Högsta vattennivåer i förhållande till marknivå vid skyfall. Färdig golvnivå markerad med mörkröda förslagbaserad på skyfallshändelse.

Färdig golvnivå för anslutning med självfall till serviser och allmänt ledningsnät: Färdig golvnivå ska vara +0,3m över marknivå vid förbindelsepunkt. Anslutning bör annars ske med pump och släppbrunn innan servis. Marknivå vid befintlig spill- och dagvattenservis vid norra fastighetsgränsen är ca +2,7 vilket kräver en golvnivå på 3,0. Eventuellt läge för nya serviser och dess påverkan på FG-nivå kan behöva beaktas i vidare projektering.

4.5 Kostnads kalkyl

Dagvattenanläggning

Drift och underhållsansvar av föreslagna dagvattenanläggningar kommer åligga fastighetsägare då placering sker inom kvartersmark. Exploatör ansvarar för anläggning inom kvartersmark.

Kostnader för anläggning av dagvattenlösningar varierar kraftigt beroende på entreprenör, leverantör och hur marken är beskaffad. De beror även på slutlig utformning av planområdet och är svåra att bedöma innan detaljprojektering. Därför, som riktvärde antas att en dagvattenanläggning kostar ca 10 000kr/m³ vatten som ska hanteras som ett medelvärde för anläggningar i urbana miljöer. För mer detaljer samt uppskattade kostnader per delområde se Tabell 19 nedan. Kostnaderna bör ses över vid ett senare skede av detaljplanen. Drift- och underhållskostnader för öppna dagvattenanläggningar varierar stort beroende på de lokala förutsättningarna och vilken typ av anläggning som byggs. Att

upprätta en driftsplan och säkerställa medel för årlig drift och underhåll av dagvattenanläggningar är av yttersta vikt. Erfarenheter från uteblivet underhåll visar på låg funktionalitet och risk för att anläggningar som byggts kan komma att utgöra en koncentrerad källa till föroreningar. Exakta kostnader för drift och underhåll saknas men sannolikt ligger den årliga drift- och underhållskostnaden runt 5 – 15 % av anläggningens investeringskostnad.

Eventuell kostnad för ny förbindelsepunkt för dagvatten i Almedalsvägen åläggs fastighetsägaren. Priset bestäms av VA-taxan det året förbindelsepunkten upprättas.

Kostnad för inköp och installation av pumpstation tillkommer, samt drift- och underhållskostnader för denna. En dagvatten- och skyfallspump uppskattas kosta ca 4–5 mkr.

Skyfallsanläggningar

Skyfallsanläggningar som beskrivits i avsnitt 4.2 inom planområdet i form av styrningsåtgärder och lokalt kompenserade lågpunkter blir en del av en robust höjdsättning. Exploatör ansvarar för att följa höjdsättningen. Kostnader för dessa slås samman (delvis) med kostnaderna för de markarbeten som planeras inom området. En grov uppskattning för dessa skyfallsanläggningar är 2000-5500kr/m³ fördröjd volym. För mer detaljer samt uppskattade kostnader per delområde se Tabell 19 nedan. Krävs ytterligare tillfälliga skydd av infarter till parkeringsgarage tillkommer kostnader för dessa, både vid installation och för drift och underhåll.

Skyfallsvägen på den nya södra gatan och den kompletterande skyfallsstyrningen inne på södra grannfastigheten Skår 57:13 behövs både för att skydda planområdet men också för att genomförandet av detaljplanen inte ska försämra skyfallssituationen inne på Skår 57:13.

Sammanställning kostnader

I Tabell 19 sammanställs kostnad indikationer för de olika föreslagna åtgärderna i denna rapport. Kostnaderna baseras på schablonkostnader hämtade från Göteborg stads webbtjänst *Vatten i staden*, kretslopp och vatten. Slutpriset för anläggning varierar mycket beroende på entreprenör, leverantör, hur markförhållandena är samt på den slutliga utformningen av planområdet. Priserna ska därför endast ses som en mycket grov uppskattning av kostnadernas storleksordning. Kostnaderna bör därför också ses över vid ett senare skede av detaljplanen.

Tabell 19 Kostnadskalkyl för dagvatten- och skyfallsåtgärder utifrån schablonkostnader

Dagvatten					
Delområde	Reningsanläggning	Yta (m²)	Volym (m³)	Schablonkostnad*	Kostnad
A+C1	Svackdike	232	39	10 000,00 kr/m³	390 000 kr
B1	Trädgrop med skelettjord	76	34		340 000 kr
B2	Nedsänkt regnbädd	49	22		220 000 kr

C2	Svackdike	25	6		60 000 kr	
D1	Krossdike	150	46		460 000 kr	
D2+GA	Nedsänkt regnbädd	66	16		160 000 kr	
E	Nedsänkt regnbädd	100	24		240 000 kr	
Framtida gatan	Filterbrunn				Produktberoende	
Skyfall						
Delområde	Skyfallsanläggning	Djup/höjd (m)	Volym / Längd	Schablonkostnad **	Min Kostnad	Max kostnad
A	Nedsänkt yta	0,2	60 m³	2000 - 5500 kr/m²	120 000 kr	330 000 kr
C1	Nedsänkt yta	0,2	50 m³	2000 - 5500 kr/m²	100 000 kr	275 000 kr
E	Nedsänkt yta	0,1	17 m³	2000 - 5500 kr/m²	34 000 kr	93 500 kr
Framtida gatan	Barriär mot grannfastigheten	0,3	50 m	2 800 – 6 900 kr/m	140 000 kr	345 000 kr
Framtida gatan	Styrning inom grannfastighet	0,1	10 m	2 800 – 6 900 kr/m	28 000 kr	69 000 kr
Framtida gatan	Skyfallsväg	-	90 m	12 400 - 18 600 kr/m (bredd 5-18m, Flöde >3 m³))	1 116 000 kr	1 674 000 kr
Övrigt						
Delområde	Åtgärd	Längd	Flöde (l/s)	Schablonkostnad	Min Kostnad	Max kostnad
Längs ån	Högvattenskydd	220 m		6 900 - 13 800 kr/m **	1 518 000 kr	3 036 000 kr
P1	Pumpstation		500	-	Befintlig	
P2	Pumpstation		140	~5 000 000 kr***	Produktberoende	

*Schablonkostnad enligt uppgift från Kretslopp och vatten 2023

** (Kretslopp och vatten, Göteborgs stad, 2019)

*** uppskattad ungefärlig kostnad baserad på erfarenhet i tidigare projekt, Ramboll 2023

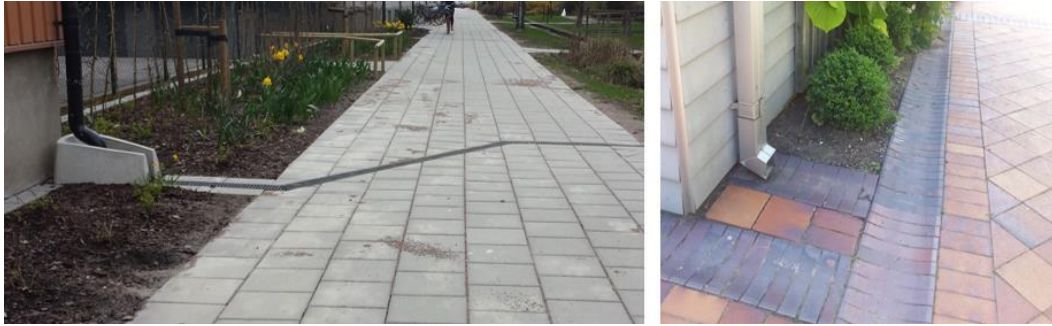
4.6 Exempel och mer om lösningarna

4.6.1 Dagvatten

4.6.1.1 Transport av dagvatten i ett öppet system

Rännor är en mindre kanal som transporterar dagvatten och lämpar sig bra för ytlig avledning. Avrinning från hårdgjorda ytor kan via dessa transporteras till samlingspunkt eller kanal och sen vidare genom dagvattenbrunnar till föreslagna dagvattenanläggningar. Stuprör kan avledas via rännor på ytan till brunnar. Ett öppet system ger ofta en trög avledning och minskar belastningen på ledningsnätet. I Figur 51 och Figur 52 visas exempel på rännor. Rännorna kan antingen vara öppna eller täckta och lämpar sig för mindre ytor då de inte tar mycket yta i anspråk samtidigt som det är en relativt billig åtgärd. Därtill ger de en tydlig och pedagogisk bild av regnet och dess avledning som en del av stadsbilden. Rännorna kan dock innebära ett visst hinder för framkomlighet och exakt hur dessa ska användas behöver utredas vidare i detaljprojekteringen.

Gällande underhåll av systemet så krävs vid behov rensning av rännorna så att dagvattentransport kan säkerställas.



Figur 51 Rännor för avledning av dagvatten från stuprör via ytan.



Figur 52 Rännor för transport av dagvatten.

4.6.1.2 Diken - Svackdiken

Svackdiken är ytliga avrinningsstråk där dagvattnet visualiseras, renas och fördröjs. Exempel på svackdiken visas i Figur 53. Svackdiken avser grunda, öppna avrinningsstråk med flacka slänter. Avbördningsförmågan, dvs den högsta mängden vatten ett dämme klarar av att hantera, i detta fall svackdiket, påverkas i hög grad av friktion mellan vattnet och gräsytan, den så kallade råheten samt lutningen i flödesriktningen. Råheten påverkas av växtval och skötsel av grönytan. När dagvattnet rinner i svackdikena reduceras hastigheten på grund av vegetationen och därmed avskiljs föroreningar genom sedimentering. Avrinningshastigheten minskar avsevärt jämfört med transport i ledningar.



Figur 53 Exempel på svackdike.

Dikena bör göras flacka och breda för att få högsta reningseffekt genom att få så lång uppehållstid som möjligt så att föroreningar hinner suspendera. Den beväxta ytan binder och bryter ner föroreningarna och tar även upp de näringsämnen som finns i dagvattnet. Dikena bör också utformas med permeabla väggar vilket gör att vattnet kan infiltrera. Vid höga flöden skall det finnas bräddningsmöjligheter från svackdikena för att minimera risken att bundna föroreningar slammar upp och sprids.

Även under vinterförhållanden och i samband med snösmältning har det konstaterats att smältvattnet infiltreras i gräsytor. Vintertid kan svackdikena användas som snöupplag vilket lämpar sig då snö som röjs från gator och vägar anses innehålla föroreningar som delvis renas i svackdikena.

Fördelen med svackdiken är att dagvattnet renas till viss del och att det är ett trevligt inslag med kombinationen vatten och grönyta i området. En nackdel är att de är ytkrävande och kräver ett visst underhåll.

4.6.1.3 Krossdiken

Ett alternativ till svackdiken är makadamfyllda diken, så kallade krossdiken. Fördelar med makadamfyllda diken jämfört med svackdiken är att makadamdiken inte kräver lika stor plats. Makadamdike kan utföras även under en skålad gräsyta där dagvattnet samlas. Exempel på krossdiket redovisas i Figur 54. Under gräsytan görs ett dike fyllt med genomsläppligt material, exempelvis makadam. Magasinerings- eller fördröjningsvolymen i makadamdiken utgörs av porvolymen (hålrumsvolymen) i fyllningsmassorna, cirka 30 % av den totala volymen. Ett lager geotextil skyddar makadammen från det gräsbevuxna jordlagret. I botten av diket läggs en dränerande ledning. Bräddintag, i form av brunnar med kupolsil, kan placeras ovan den skålade gräsytan.

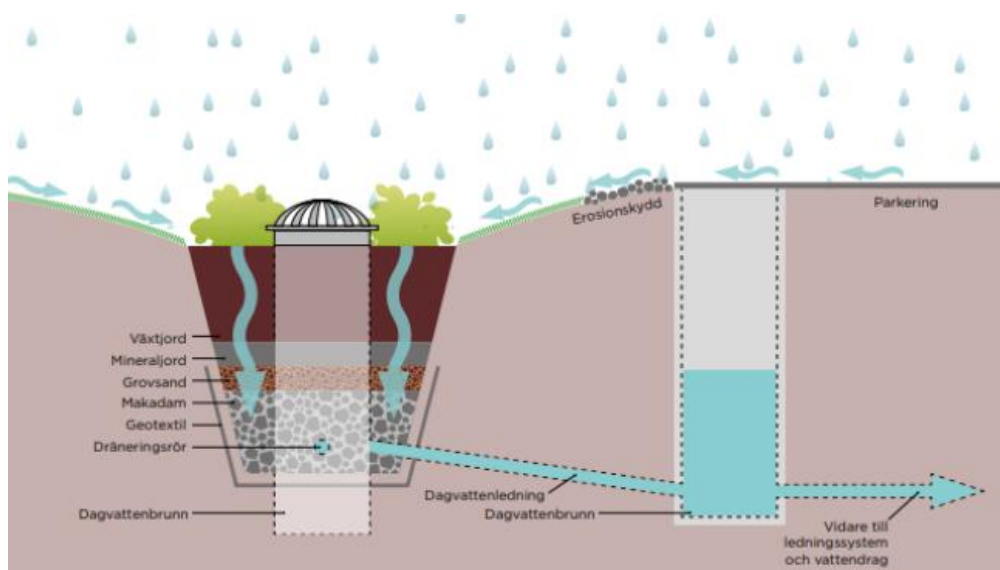


Figur 54 Exempel på krossdikesutformning längs parkeringsyta (1) och väg (2)

4.6.1.4 Nedsänkt regnbädd

En nedsänkt regnbädd är en planteringsyta som är till för att fördröja och rena dagvattnet. Växtbädden skall anläggas så att dess överkant ligger minst någon decimeter under marknivå för att erhålla ett ytligt magasin ovan växtjorden. Om vattnet kommer från en högre nivå, exempelvis ett stuprör, kan växtbädden anläggas i en upphöjd planteringslåda. Den huvudsakliga reningen sker i passagen genom filtermaterialet (växtjorden) vilken således skall ha en

tillräcklig mäktighet för att effektiv rening ska kunna uppnås. Olika alternativ finns för filtermaterial, exempelvis kan biokol ingå vilket bidrar till rening och goda förutsättningar för växterna i bädden. Även växterna som tar upp vatten och lösta näringsämnen bidrar till viss rening. Lämpligt växtmaterial är torktåliga växter som tidvis klarar att översvämmas. Under planteringen anläggs ett dränerande lager av exempelvis makadam eller pimpsten samt en dräneringsledning. Dräneringslagret fungerar som ett fördröjande magasin för dagvatten. Botten på växtbädden kan utformas som tät eller öppen. Regnbädden förses med kupolsil ovan växtbäddens yta för att större flöden ska kunna bräddas när magasinet är fullt. En schematisk skiss över uppbyggnaden av regnbädden visas i Figur 55.



Figur 55 Illustration över regnbäddens uppbyggnad. (Göteborg när det regnar, Göteborgs Stad (2018)).

Det är även möjligt att plantera träd i regnbäddar. Då behöver djupet på växtjorden och underliggande makadam dimensioneras för att inrymma både dagvattenvolymen och rotvolymen. Inledning till regnbäddar kan åstadkommas på flera olika sätt och beror ofta på de platsspecifika förutsättningarna. Det kan exempelvis ske genom öppning i gatans kantsten, via brunnsintag eller öppning i bäddens kantstöd. Till vänster i Figur 56 ges exempel på hur regnbäddar kan anläggas för att skapa en slingrande gata. Till höger visas hur vatten kan avledas ytligt genom en öppning i bäddens kantsten.



Figur 56 Regnbäddar: t.v. Arkadien Asperg, Stuttgart, Tyskland (Foto: Atelier Dreiseitl), t.h. Öringevägen, Tyresö kommun, Stockholm)

4.6.1.5 Skelettjord

Dagvatten kan effektivt omhändertas med hjälp av träd, vars kronor fångar upp och avdunstar nederbörd samtidigt som rotsystemen suger vatten ur marken. Varje trädkrona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar. Att rotsystemen suger åt sig vatten från kringliggande mark leder dessutom till att markens magasineringsskapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Träd kan med fördel kombineras med andra metoder för omhändertagande av dagvatten, till exempel med vattengenomsläppliga beläggningar (Figur 57).



Figur 57 Exempel på trädplantering i gata i Stockholm.

Utmed gator och parkeringsytor kan träd planteras för att minska flödesintensiteten. Dessutom kan träd omhänderta mindre mängder föroreningar, exempelvis från parkering. Optimalt om träd kan omges med undervegetation. Vid trädplantering bör skelettjordar användas för att fördröja dagvattnen och därmed till viss del även rena det. Skelettjord består av en kombination av jord och makadam, vilket inte enbart förbättrar dagvattenfördröjningen men även underlättar trädrötternas tillväxt. Dagvattnet fördelas ut i skelettjorden med hjälp av en dräneringsledning eller en perkolationsbrunn. Avledningen av dagvattnet sker sedan till allmän dagvattenledning.

4.6.2 Temporära barriärer: högvattenskydd

Nedan redovisas olika exempel på temporära högvattenskydd:

- Sandsäckar;
- Uppfällbara skydd. Kan bli upp till 2 m höga, se Figur 58



Figur 58 Exempel på uppfällbara högvattenskydd (floodcontrolinternational.com 2021)

- ”Monterbara skivor”. Det typ av skyddet behövs förankras i något, ex. i en mur eller en byggnad. Kan bli upp till 4 m höga, se Figur 59.



Figur 59 Exempel på monterbara högvattenskydd (floodcontrolinternational.com 2021)

- Upplåslbar staketlösning (Inero högvattenskydd). Denna typ av skydd kan tåla vattennivå upp emot till 1,8 m, se Figur 60



Figur 60 Exempel på Inero högvattenskydd (floodcontrolinternational.com 2021)

4.7 Alternativa lösningar

Följande åtgärdsalternativ har beaktats men avskrivits på grund av rådande förutsättningar inom planområdet.

- Underjordiska magasin har undvikits i största möjliga mån eftersom både Göteborg Stad och Ramboll har en vision om att hitta hållbara lösningar genom att integrera dagvattenhanteringen i samhällsplaneringen. Ytliga system ger ofta dessutom bättre rening och trögare avledning.
- Våtmark eller damm valdes bort som åtgärd på grund av ytanspråket och underhållsarbetet.
- Diskussion har förts om att avleda fler av delområdenas dagvatten till allmänt ledningsnät. Alternativet har valts bort för att minska belastningen på nätet enligt önskemål från Kretslopp och vatten. Det ger också en mindre risk för översvämning vid höga nivåer i Mölndalsån

om dagvattnet pumpas ut jämfört med om det ska rinna med självfall via allmänt ledningsnät.

- Befintliga flödesvägar har valt att bevaras i så stor utsträckning som möjligt. Därtill har den befintliga pumpens kapacitet tagits tillvara på i den grad det går. Detta istället för att avleda mer vatten till den nya pumpen som då förmodligen hade behövt vara större.
- Ett antal olika pumpkapaciteter har testats i skyfallssimuleringen för både befintlig pump (P1) och ny pump (P2).
 - Att öka den befintliga pumpens (P1) kapacitet ytterligare bedöms enligt resultat från simuleringar inte göra någon direkt skillnad för skyfallssituationen. Därför bygger utredningen på att bibehåll den pumpen som den är.
 - För den nya pumpen P2 har en kapacitet på 140 l/s räknats fram som lämplig för att hantera ett 100års regn. Mindre pump än så rekommenderas ej. Eftersom det i resultatet från simulering noteras förbättring vad gäller tid som vatten blir stående inom planområdet vid skyfall även med denna kapacitet bygger förslaget denna utredning vidare på den beräknade pumpkapaciteten. Större pumpkapacitet på exempelvis 500l/s kan dock göra ännu mer nytta lokalt vid P2 med att sänka både vattendjup och tid vatten blir stående vid ett skyfall. Vidare rekommenderas en kostnads-nyttoanalys göras vid val av pumpstorlek vid detaljprojektering.

5 Sammanfattning och slutsats

Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering baserad på presenterade förutsättningar och rekommenderas därmed att uppdateras i takt med att planeringen av planområdet når en högre detaljgrad. Vidare kan placeringen av dessa åtgärder anpassas så länge ändamålet uppnås vad gäller rening-, fördröjning- och skyfallskrav. Åtgärderna som tas upp i den här utredningen är nödvändiga för att uppnå de riktlinjer och krav som ställs på dagvatten och skyfallshantering och kan inte uteslutas utan att funktionen kompenseras på andra sätt.

Slutsatser dagvatten

Större delen av dagvattnet från planområdet avleds direkt till Mölndalsån som är ett markavvattningsföretag. Mindre sektioner som tillhör de östra delarna avleds i stället till det allmänna ledningsnätet.

Föroreningsberäkningar visar att halter ökar efter exploatering men med rekommenderade reningsåtgärder uppnås kraven på utsläppshalter ifrån Staden. Beräkningar visas också att mängden föroreningar från området i kg/år minskar jämfört med nuvarande situation med implementerade reningsåtgärder. Detta innebär att exploateringsplanen inte försämrar möjligheterna att uppnå miljö kvalitetsnormerna för vatten i ån.

Om exploateringen genomförs med föreslagna dagvattenåtgärder innebär det att flödet från området minskar till det allmänna ledningsnätet. Före avledning via pumpstationer till Mölndalsån fördröjs dagvatten vilket gör att flödesbelastningen inte heller ökar där jämfört med nuvarande förhållande.

Slutsatser skyfall

Skyfallsåtgärder kan anläggas inom planområdet i form av nedsänkta ytor och skyfallskanaler samt skyfallspumpning. Dessa åtgärder resulterar i en mindre mängd stående vatten jämfört med befintlig situation. Därmed antas skadorna de kan medföra även minska då skyfallet fått en tydligare styrning och placering i planen så att riskerna minimerats.

Gällande högsta vattennivå vid skyfall syns ingen tydlig förändring på grund av planerad exploatering. Med föreslagna åtgärder bedöms vattennivån som värst uppgå till en nivå upp till cirka +2,6 inom planområdet, vilket kan jämföras med samma nivå på +2,6 för befintlig situation. Däremot är tiden vatten står högt inom planområdet markant kortare för planerad framtida exploatering än befintlig. Föreslagna åtgärder såsom skyfallspumpning inom delområde A och C2 samt skyfallskanalen i söder anses ha den största effekten för att inte försämrat skyfallssituationen inom planområdet i samband med exploatering. Den befintliga pumpen P1s kapacitet på 500 l/s bör utnyttjas men ytterligare ökning av kapacitet bedöms onödig då det inte ger någon direkt effekt enligt resultat ifrån skyfallssimuleringar. Som minsta kapacitet på den nya pumpen P2 rekommenderas 140 l/s. Dock kan ännu större kapacitet som 500 l/s vara till

nytta för området och byggnaderna närmast P2. Emellertid bör nyttan av att öka pumpkapaciteten avvägas mot den ekonomiska investeringen, markanspråket och huruvida det är tekniskt genomförbart på platsen att installera större pumpar. Dessa faktorer samt fler alternativ av pumpkapaciteter kan testas innan exakt kapacitet fastställs. Men, det kan konstateras att det behövs pumpar som hanterar skyfallet.

Enligt resultat från den MIKE-simulering som gjorts med föreslagna skyfallsåtgärder försämras inte heller skyfallssituationen utanför planområdet i samband med exploatering jämfört med befintligt läge.

Uteblir någon eller några utav åtgärderna riskerar planerad exploatering istället att försämra skyfallssituationen både för befintliga byggnader inom planområdet men även utanför det.

Slutsatser högvatten

För att skydda planområdet mot en högvattenhändelse i framtiden behöver det säkras mot Mölndalsån. Därför föreslås en princip som avser att skapa ett tekniskt skydd längst med västra planområdesgränsen. Vidare föreslås detta skydd bestå främst av permanent högvattenskydd med öppningar som kan stängas vid behov. Högvattenskyddet är till för att hindra vatten från att rinna in till planområdet vid en högvattenhändelse, men också för att motverka skada på översvämningskänslig bebyggelse längs med planområdesgränsen.

Utformning av högvattenskyddet i form av murar och vall längs Mölndalsån behöver utformas konstruktionsmässigt säkert för att kunna hantera en högvattenhändelse. Invallning av planområdet bedöms ej försämra högvatten- och skyfallssituationen utanför planområdet. För mer detaljer om nivå på högvattenskydd och dimensionerande högvattenhändelser hänvisas till separat PM om högvatten vid Almedals fabriker från 2024-04-30.

6 Referenser

- Boverket. (den 13 09 2023). *Dagvatten vid detaljplaneanläggning*. Hämtat från PBL kunskapsbanken: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/planering/detaljplan/temadelar-detaljplan/dagvatten-i-detaljplan/dagvatten-vid-detaljplanelaggning/>
- Cowi. (den 10 03 2016). *Riskhänsyn vid hantering av översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: https://goteborg.se/wps/wcm/connect/a3df8ea3-f65e-44e2-879a-f35bb4cf202c/Guide_160426.pdf?MOD=AJPERES
- Göteborgs stad. (2019). *Åtgärdsförslag för dagvatten*. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/02097d4e-15c8-4d4e-8d4e-1a3140dde9ef/Slutrapport+Åtgärdsförslag+för+dagvatten.pdf?MOD=AJPERES>
- Göteborgs stad. (2020). *Strukturplan Metodbeskrivning 2020*. Hämtat från <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/info>
- Göteborgs Stad, Kretslopp och vatten. (2018). *Strukturplan för hantering av översvämningsrisker - Metodbeskrivning*. Göteborg: Göteborgs Stad.
- Göteborgs stad, Miljöförvaltningen. (2020). *Riktvärden för utsläpp av förorenat vatten*. Hämtat från https://tekniskhandbok.goteborg.se/wp-content/uploads/Miljoforvaltningens-riktlinjer-och-riktvarden-for-utslapp-av-foro-renat-vatten-till-dagvattennat-och-recipient_2021-04.pdf
- Göteborgs Stad, Stadsbyggnadskontoret. (den 25 04 2019). *Översiktsplan för Göteborg, Tematiskt tillägg för översvämningsrisker*. Hämtat från Goteborg.se: <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/505ba586-d99d-4abc-8bc8-3473dd28002a/Tematisk+till%C3%A4gg+%C3%96P+%C3%B6versv%C3%A4mningsrisk.pdf?MOD=AJPERES>
- Kretslopp och vatten. (den 11 03 2021). *Reningskrav för dagvatten*. Hämtat från <https://goteborg.se/wps/wcm/connect/2997f065-9532-4a05-9812-c0336237292e/Reningskrav+dagvatten+2021-03-11.pdf?MOD=AJPERES>
- Kretslopp och vatten, Göteborgs stad. (2019). *Bilaga – Katalog skyfallsåtgärder*. Hämtat från <https://www.vattenigoteborg.se/Downpour/info>
- MSB. (08 2017). *Vägledning för skyfallskartering, Tips för genomförande och exempel på användning*. Hämtat från MSB: <https://rib.msb.se/filer/pdf/28389.pdf>
- Scalgo. (den 07 07 2023). *Scalgo Live*. Hämtat från <https://scalgo.com/live/sweden>

Stadsbyggnadskontoret. (u.d.). *GOkart*. Hämtat från
<http://gokart.sbk.goteborg.se/>

StormTac. (2024). *StormTac WEB - Stormwater solutions*. Hämtat från
<https://app.stormtac.com/>

Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*.
Stockholm: Svenskt vatten AB.

Svenskt vatten. (2 2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö:
http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf

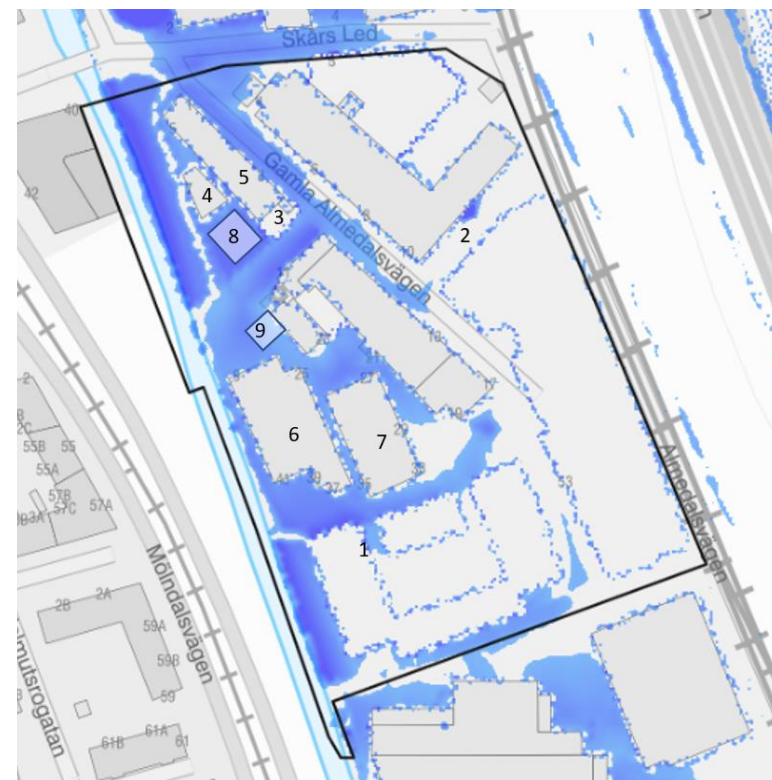
Sweco. (den 26 03 2018). Konceptversion FloodMan. *Sustainable Flood management Assessment Tool*.

VISS. (den 20 06 2017). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från
Länsstyrelsen:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA73319439>



Bilaga 2 – Riskområden vid skyfall

Planområdes placering i Mölndalsåns dalgång med befintliga byggnader och marknivåer att förhålla sig till gör det svårt att uppnå riktlinjerna ifrån TTÖP och samtidigt behålla en god stadsmiljö. Ett antal riskpunkter vid skyfall har identifierats efter simulering i MIKE med framtida föreslagen markanvändning. Riskerna har tagits fram för ett skyfallsscenario med ett klimatanpassat 100års regn, högvattenskydd på +2,95 med stängda portar och två skyfallspumpar installerade nära ån (P1=500l/s och P2=140 l/s). Riskpunkterna listas i tabellen nedan med risk- och konsekvensbeskrivning samt åtgärder för konsekvenslindring för detta scenario.



Figur 1 Riskpunkter vid skyfall inom planområde

ID	Objekt	Risikanalys och konsekvensbeskrivning	Åtgärd för konsekvenslindring	Max vattendjup behöver passeras för att nå byggnad (gäller framkomlighet)	Tid som framkomligheten är begränsad (vattendjup överskrider 20cm, ej nödvändigtvis maxdjup hela tiden dock)	Avsteg från TTÖP	Ansvar för införande av åtgärd	Ansvar för drift/underhåll	Tid för genomförande av åtgärd	Övrigt
1	Infart till Wallenstams garage i söder	Infart till garage planeras i nivå med mark. Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad (och bilar).	Tillfälligt översvämningsskydd som aktiveras med hjälp av sensor när vattennivån utanför når en viss nivå och aktiverar en mur som åker upp som skydd. (EI-centraler och liknande placeras ej i underjordiskt garage)	-	1h	Avsteg från planeringsnivå i TTÖP.	Exploator	Fastighetsägarens	Vid exploatering	
2	Bef. Källaringång Svenska hus södra fasad	Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad.	Tillfällig barriär som sätts för nedgång till källaringång då det är risk för skyfall.	-	-	Befintligt situation – ej avsteg	Fastighetsägarens	Fastighetsägarens		
3	Tillbyggnad till befintlig byggnad.	Planerar FG på samma som bef.byggnad (+2,3). Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall vilket kan innebära risk för liv och hälsa.	Byggnad vattensäkras upp till +2.8. (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal)	40-50cm	1,5h	Avsteg gällande planeringsnivå och framkomlighet. Avsteg från TTÖP pga. behålla en god stadsmiljö	Exploator	Fastighetsägarens	Vid exploatering	
4	Befintlig byggnad	Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall. Dålig framkomlighet	Vattensäkra bef. byggnader upp till +2.8m. (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal) framkomlighet dålig pga. befintliga förhållanden.	60 cm	minst 12h (OBS! Simulering endast gjord för 12h)	ej avsteg, befintlig situation	Fastighetsägarens	Fastighetsägarens	Kort sikt	

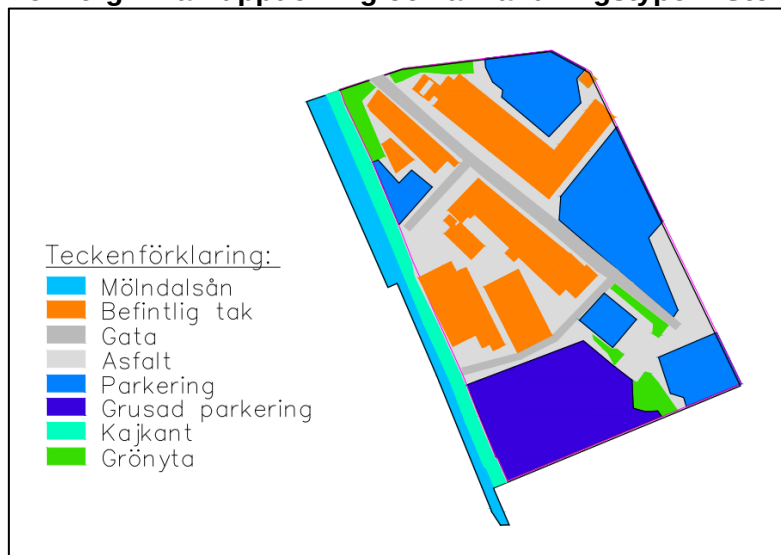
		kan innebära risk för liv och hälsa.	Befintlig situation bedöms inte ha förändrats med ny exploatering							
5	Befintlig byggnad	Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall vilket kan innebära konsekvenser för liv och hälsa.	Vattensäkra bef. byggnader upp till +2.8m. (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal) framkomlighet dålig pga. befintliga förhållanden. Befintlig situation bedöms inte ha förändrats med ny exploatering	50cm	2h	ej avsteg, befintlig situation	Fastighetsägarens	Fastighetsägarens	Kort sikt	Generell förbättring vad gäller tid som framkomligheten är begränsad enligt simuleringar för befintliga förhållande jämfört med efter exploatering. Vattennivån sjunker undan snabbare efter exploatering tack vare marksättning, högvattenskydd och skyfallspumpar, se figur 35 i PM.
6	Befintlig byggnad	Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall vilket kan innebära risk för liv och hälsa.	Vattensäkra bef. byggnader upp till +2.8m. (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal) framkomlighet dålig pga. befintliga förhållanden. Befintlig situation bedöms inte ha förändrats med ny exploatering	50 cm	1,5h	ej avsteg, befintlig situation	Fastighetsägarens	Fastighetsägarens	Kort sikt	Generell förbättring vad gäller tid som framkomligheten är begränsad enligt simuleringar för befintliga förhållande jämfört med efter exploatering. Vattennivån sjunker undan snabbare efter exploatering tack vare marksättning, högvattenskydd och skyfallspumpar, se figur 35 i PM.

7	Befintlig byggnad	Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall. Försämring gällande framkomlighet till denna byggnad efter exploatering enligt simulering, dock under begränsad tid. Dålig framkomlighet kan innebära risk för liv och hälsa.	Vattensäkra bef. byggnader upp till +2.8m. (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal).	30 cm	1h	ej avsteg, befintlig situation	Fastighetsägarens	Fastighetsägarens	Kort sikt	
8	Eventuell ny byggnad	Planerad FG på samma nivå som bef.byggnad. Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall pga bef.markförhållanden. Dålig framkomlighet kan innebära risk för liv och hälsa.	Vattentätning av byggnad upp till +2.8 (Alt FG +2.8) (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal) framkomlighet dålig pga. befintliga förhållanden.	50 cm	2h	Avsteg gällande planeringsnivå och framkomlighet. Avsteg från TTÖP pga. behålla en god stadsmiljö	Exploatör	Fastighetsägarens	Vid exploatering	Vattennivån sjunker undan snabbare efter exploatering tack vare högvattenskydd och skyfallspumpar, se figur 35 i PM.
9	Eventuell ny byggrätt	Planerad FG på samma nivå som bef.byggnad. Risk för inläckande vatten vid skyfall vilket kan orsaka skada på byggnad. Risk för dålig framkomlighet till byggnad vid skyfall pga bef.markförhållanden. Dålig framkomlighet kan innebära risk för liv och hälsa.	Vattentätning av byggnad upp till +2.8 (Alt FG +2.8) (Högsta vattennivå +2.6 och 0.2m i marginal) Framkomlighet dålig pga. befintliga förhållanden.	50 cm	2h	Avsteg gällande planeringsnivå och framkomlighet. Avsteg från TTÖP pga. behålla en god stadsmiljö.	Exploatör	Fastighetsägarens	Vid exploatering	Vattennivån sjunker undan snabbare efter exploatering tack vare högvattenskydd och skyfallspumpar, se figur 35 i PM.

Bilaga 3 – StormTac

Nedan bilder är urklipp ifrån StormTac. V24.1.2. (StormTac 2023)

Befintlig - markuppdelning och användningstyper i StormTac



Figur 1 Principiell befintlig markanvändning

(Del)avr.område - Befintlig situation

Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
Väg 7	0.21	ha	Gata befintlig ÅDT 1000
Parkering	0.72	ha	
Takyta	0.66	ha	
Gräsyta	0.1236	ha	
Egen 1	0.45	ha	Parkeringsyta grus
Asfaltsyta	0.82	ha	

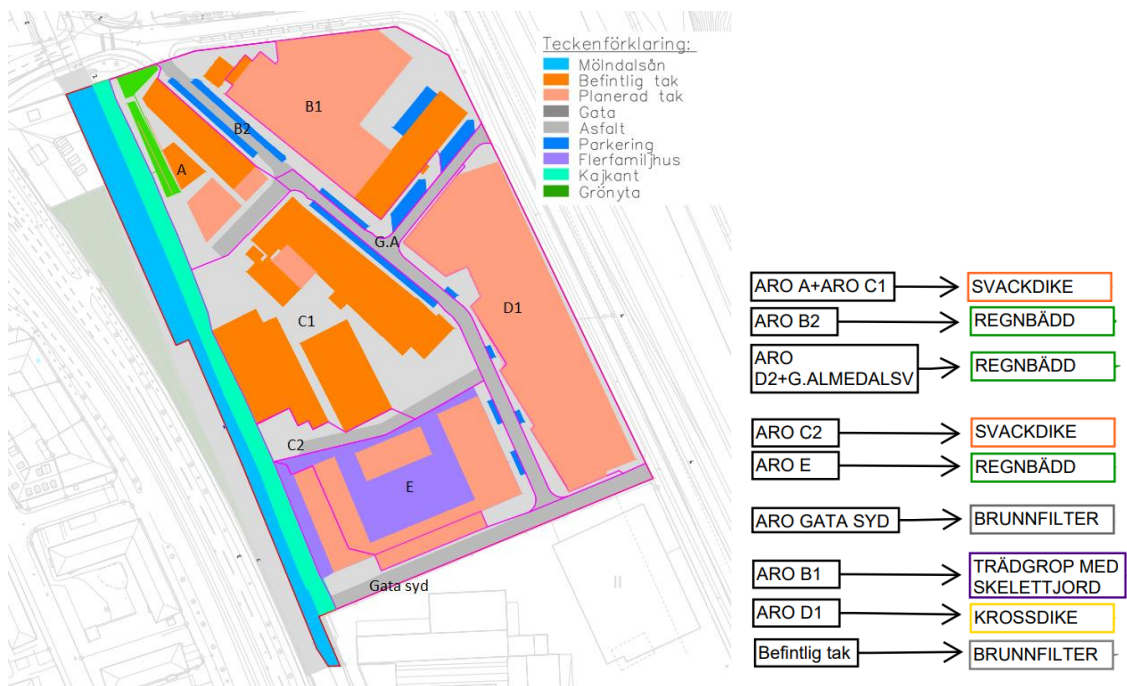
Välj markanvändning

Valfritt

Relativ osäkerhet	Enhet	Std (min-max)	Kommentarer
10	%	10 (1-10)	Används för att beräkna absolut osäkerhet (+/-) för den totala arean på avrinningsområdet som presenteras i resultatrapporterna.

Framtida – markuppdelning och användningstyper i StormTac

Ytor för framtida markanvändning har beräknats enligt Figur 2.



Figur 2 Principiell framtida markanvändning till respektive reningsåtgärd

(Del)avr.område - Planerad A+C1- med planerad tak			
Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
Väg 1	0.0378	ha	Gata till garaget
Parkering	0.0165	ha	
Takyta	0.0544	ha	
Gräsyta	0.0577	ha	
Asfaltsyta	0.351	ha	

(Del)avr.område - Planerad B1- med planerad tak			
Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
Parkering	0.0216	ha	
Takyta	0.2808	ha	
Asfaltsyta	0.0923	ha	

(Del)avr.område - Planerad D1- med planerad tak

Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
 Takyta	0.46	ha	
 Asfaltsyta	0.04	ha	

(Del)avr.område - Planerad E- med planerad tak

Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
 Parkering	0.0048	ha	
 Flerfamiljshusområde	0.3717	ha	
 Asfaltsyta	0.0331	ha	

(Del)avr.område - Planerad_B2+del av A

Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
 Väg 4	0.0308	ha	Gamla Almedalsvägen
 Parkering	0.0371	ha	
 Takyta	0.0074	ha	
 Asfaltsyta	0.107	ha	

(Del)avr.område - D2+del av Gamla Almedalsvägen

Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
 Väg 4	0.1289	ha	Gamla Almedalsvägen
 Parkering	0.003	ha	
 Asfaltsyta	0.0651	ha	

(Del)avr.område - C2

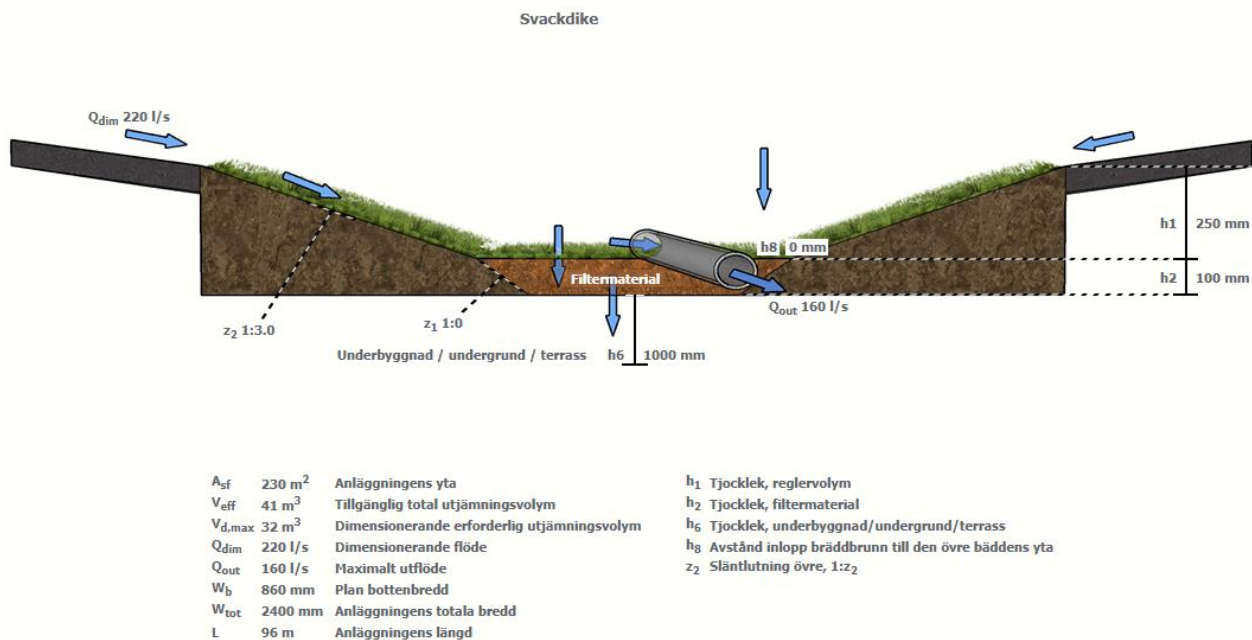
Markanvändning	Area	Enhet	Kommentarer
 Väg 1	0.0223	ha	Gata till garaget
 Asfaltsyta	0.0414	ha	

Valfritt Enhets Std (min-max) Kommentarer

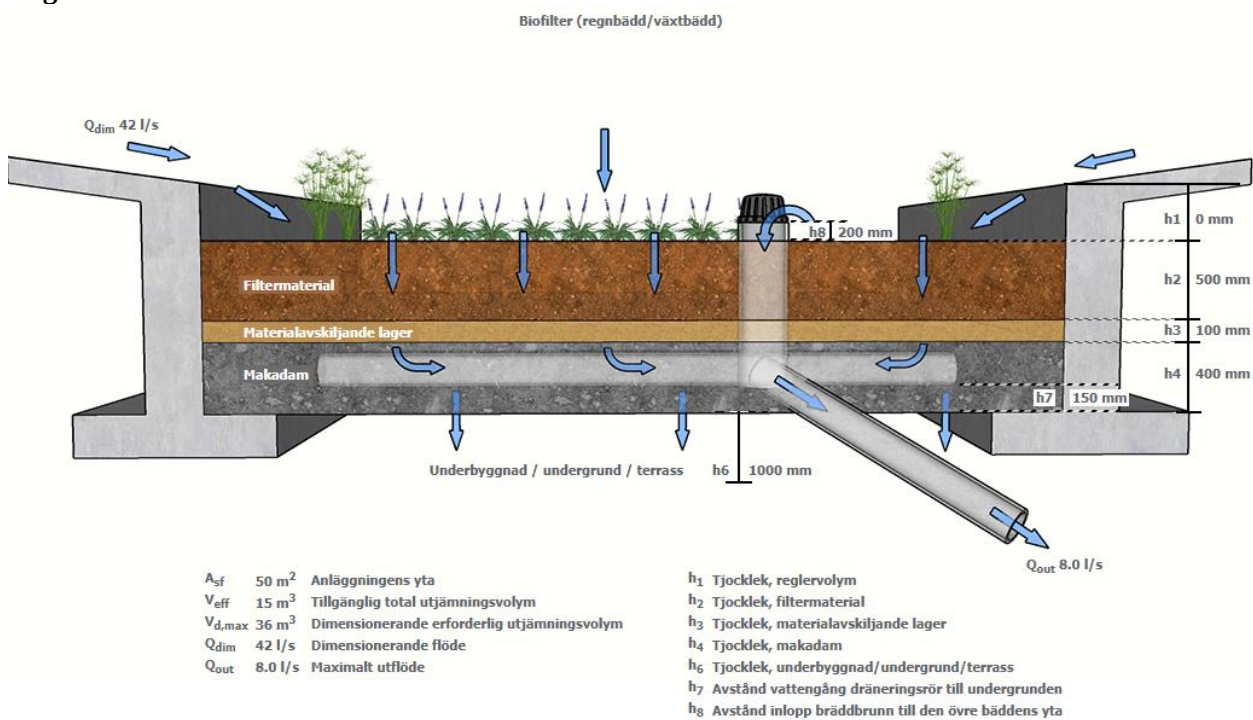
Relativ osäkerhet 10 % 10 (1-10) Används för att beräkna absolut osäkerhet (+/-) för den totala arean på avrinningsområdet som presenteras i resultatrapporterna.

Skiss av åtgärder

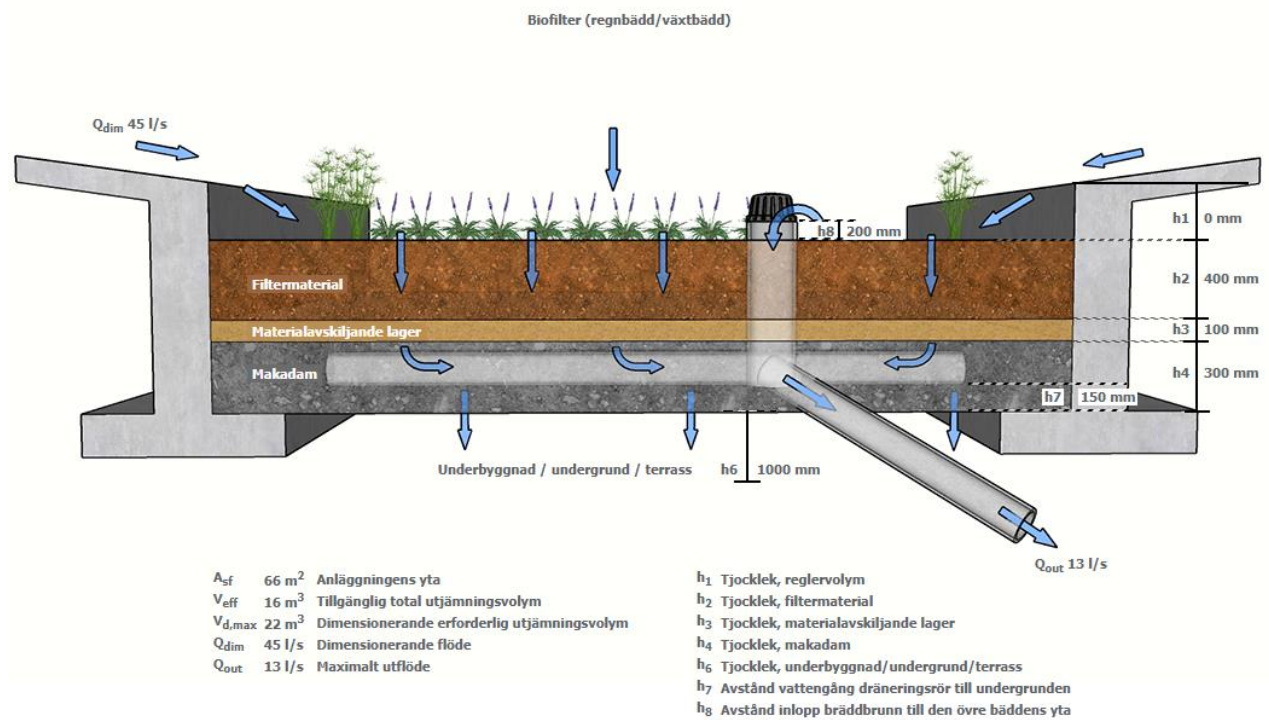
Svackdike till A + C1



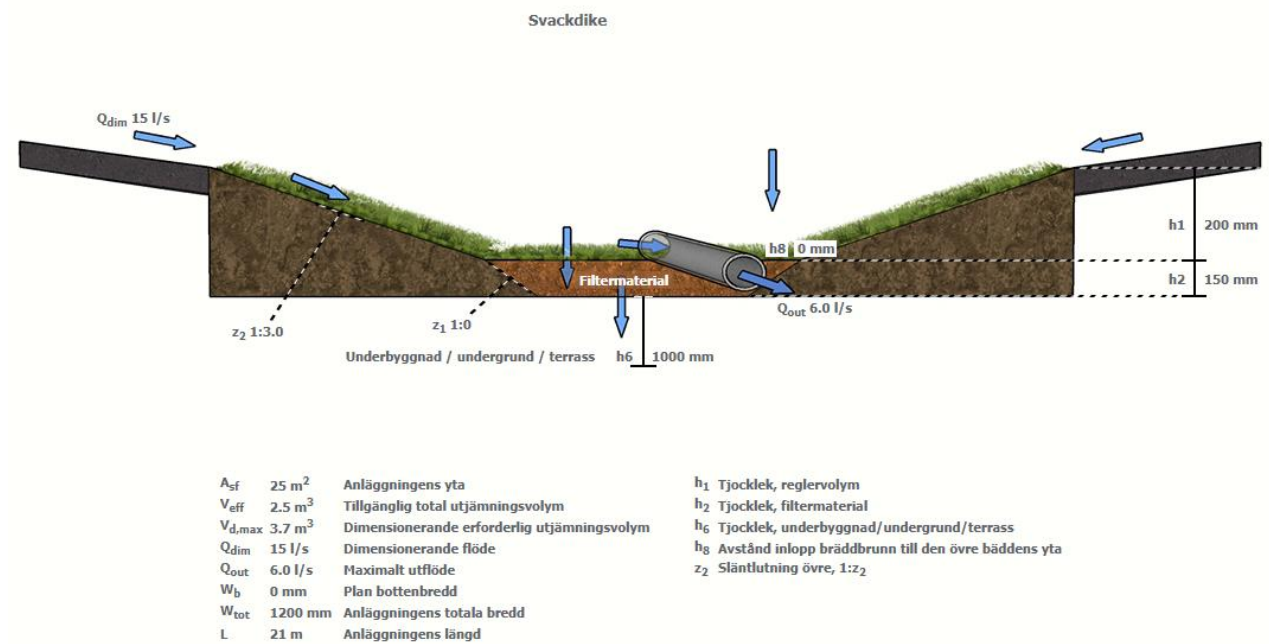
Regnbädd B2



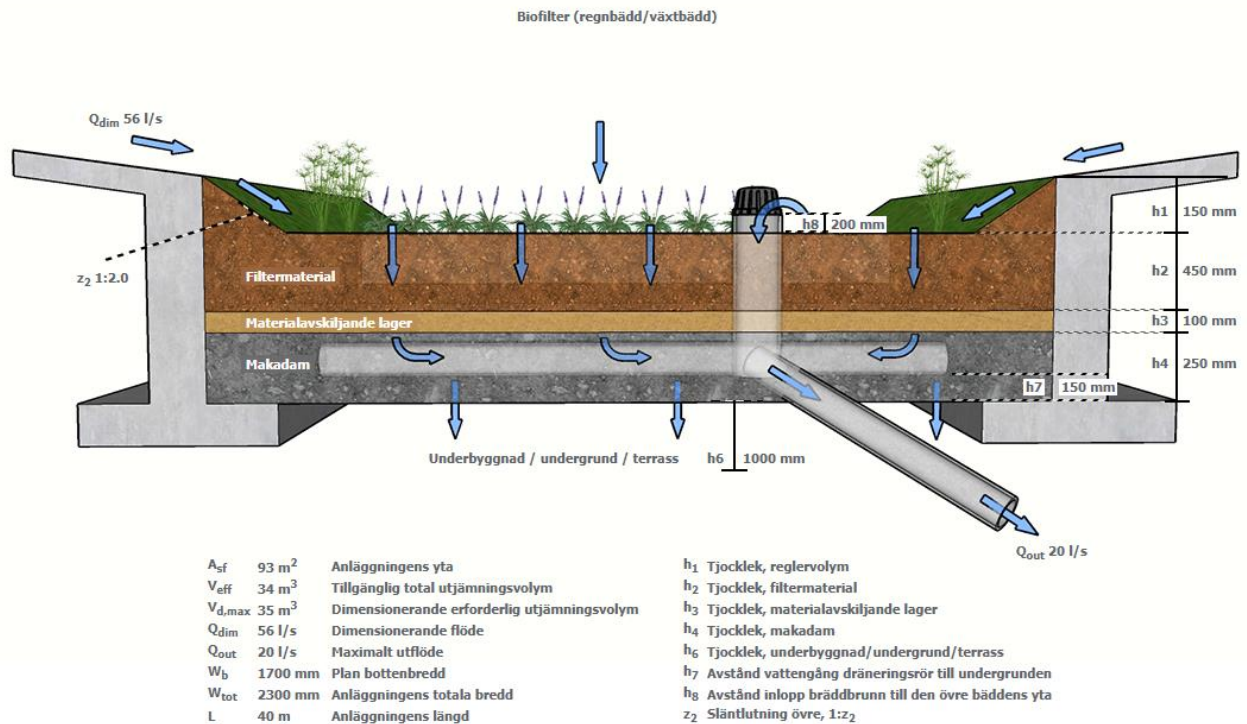
Regnbädd D2+ G.A



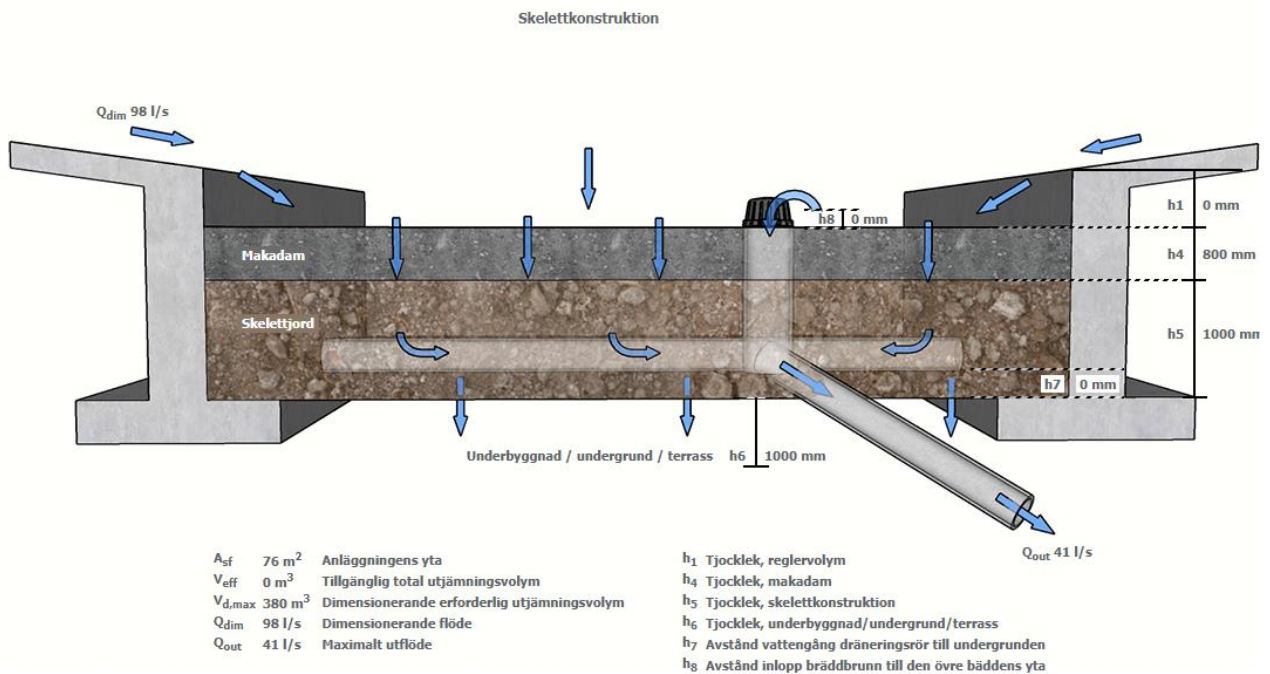
Svackdike C2



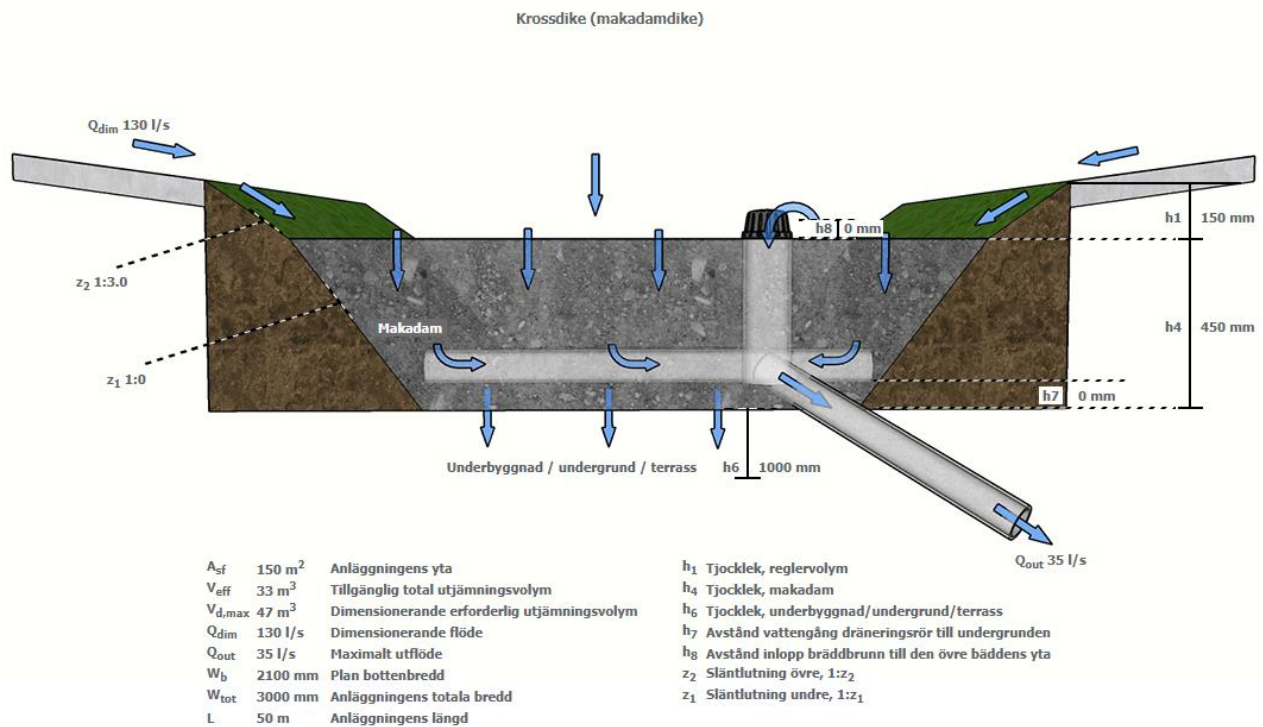
Regnbädd E



Skelettjord B1

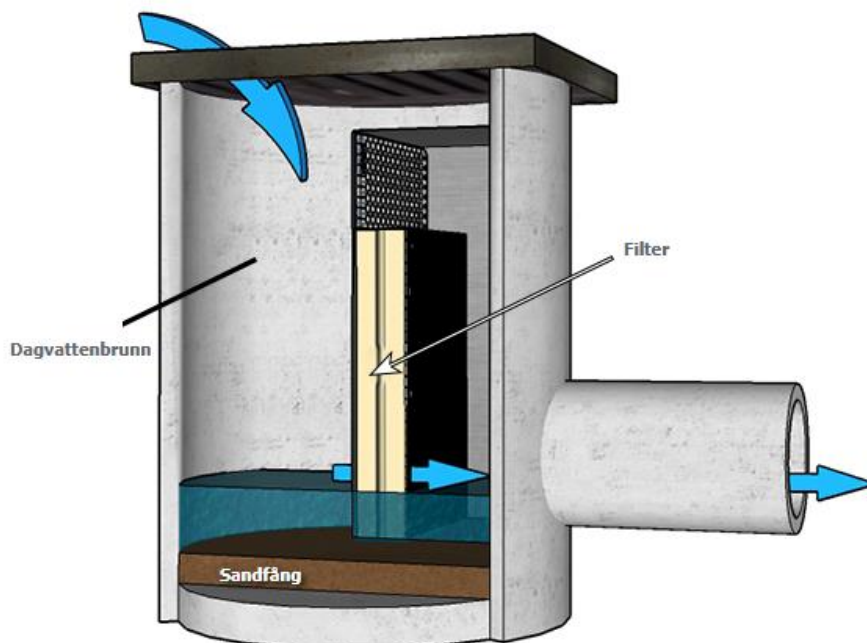


Krossdike D1



Brunnsfilter

4. Brunnsfilter

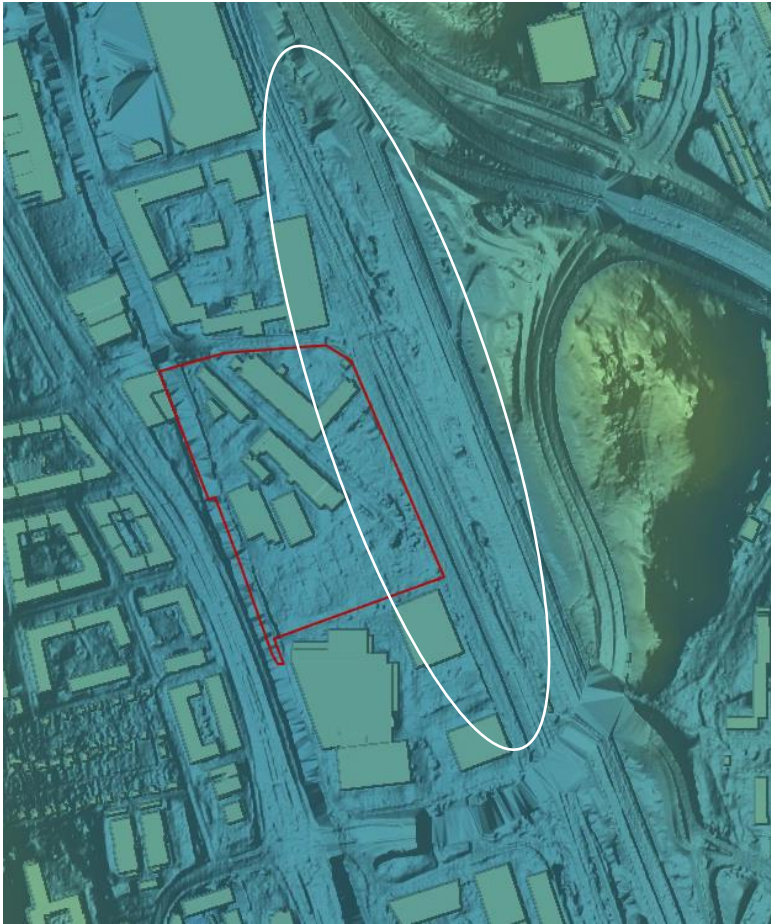


Bilaga 4 – Justeringar i terrängmodell till MIKE pga. Västlänken

Markmodellen som lagts in i MIKE har justerats för att kompensera pågående utbyggnad av Västlänken öster om planområde. Detta för att återskapa de förväntade rinnvägar som kommer bildas. I dagsläget blir annars västlänken en fördjupning i marken vilken ansamlar skyfallsvatten. I Figur 1 visas ett flygfoto över området, tagen från Scalgo. Enligt uppgift i Scalgo lästes flygfotot in 2023-01-22, exakt när den är tagen står dock inte. Arbetsområdet för Västlänken finns med i bild. I Figur 2 och Figur 3 visas terrängmodellerna, den enligt lantmäteriets höjddata och den justerade som använts i MIKE-modellen. I Figur 4 och Figur 5 illustreras profiler dragna över spårområde. Profilerna visar både markhöjderna från den justerats modellen i förhållande till lantmäteriets inmätta data som Scalgo använder.



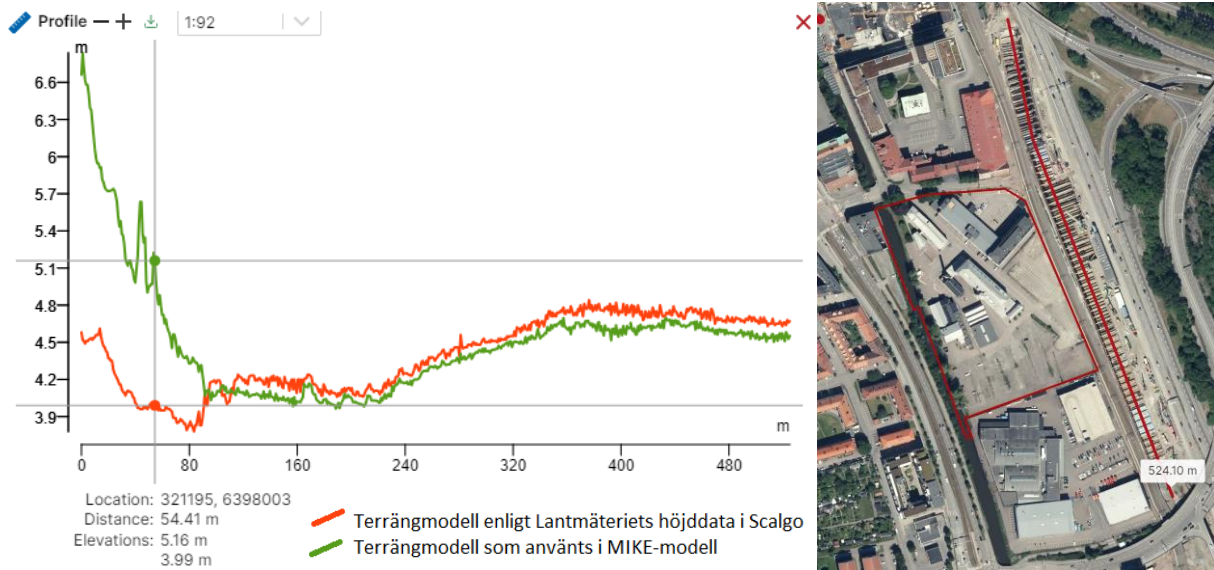
Figur 1 Flygfoto över området Scalgo 2023-01-1. Planområde markerat med röd polygon. Västlänkens arbetsområde inom vit markering.



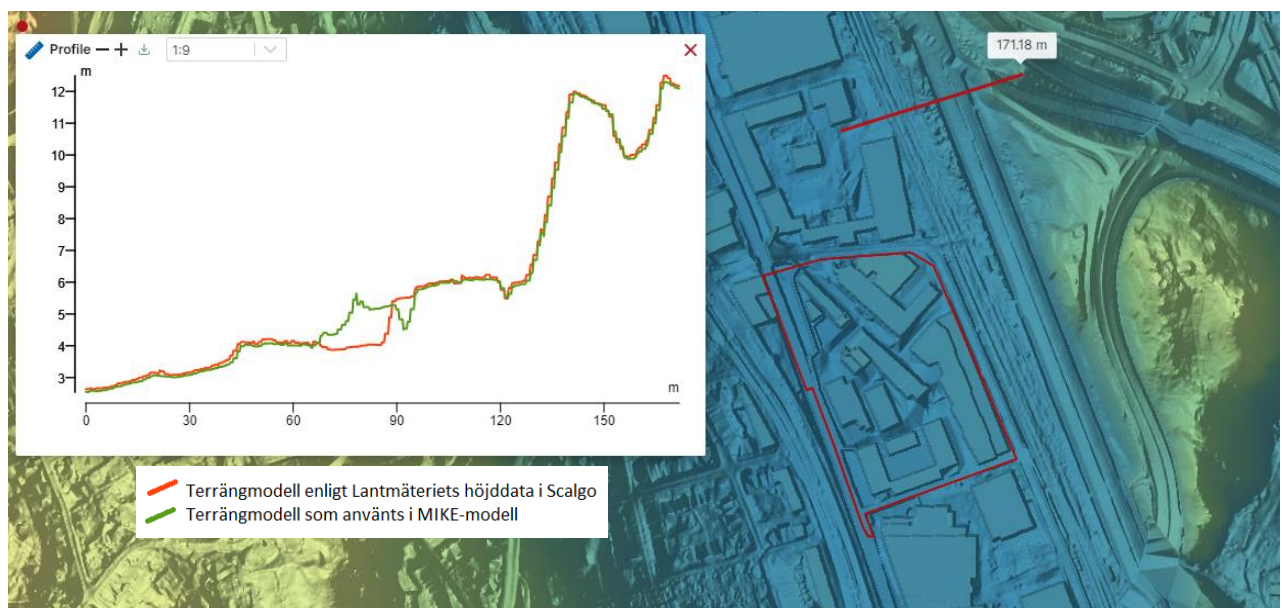
Figur 2 Befintlig Markmodell enligt Scalgo - inga justeringar har gjorts. Terrängmodell baserat på Lantmäteriets laserdata. Planområde markerat med röd polygon. Västlänkens arbetsområde inom vit markering.



Figur 3 Markmodell som använts i MIKE-simuleringar för framtida situation. Justeringar för att kompensera för Västlänken har gjorts. Planområde markerat med röd polygon. Västlänkens arbetsområde inom vit markering.



Figur 4 Profil av markdata dragen längs med spår. Läge för profil illustreras med röd linje. Planområde markerat med röd polygon.



Figur 5 Profil av markdata dragen tvärs över framtida spår. Röd linje visar läge för profil. Planområde markerat med röd polygon.