

2015-10-22

Detaljplan för blandad bebyggelse vid Almedals fabriker

Dag- och högvattenskyddsutredning



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Utveckling och projektavdelningen
Stadsbyggnadsenheten
Emma Nilsson Keskitalo och Lina Karlsson

Sammanfattning

Planområdet lågt ligger utmed Mölndalsån och har därför försetts med ett högvattenskydd på nivå runt +2,5 m. De senaste prognoserna visar att högre nivåer väntas i framtiden vilket medför att planeringsnivåer höjs. Därför behövs flera typer av åtgärder vidtas för att säkra området vid höga flöden i Mölndalsån. Enligt planeringsnivåer för aktuell sektion i Mölndalsån ska nivå för färdigt golv uppgå till +3,6 m.

Området avvattnas idag med dagvattenledningar. Vatten från fastigheterna utmed Almedalsvägen föreslås kopplas på allmän dagvattenledning i vägen. Dagvatten från resterande ytor leds ihop till en kammare vid ån. Vattnet pumpas därifrån ut i ån. För att klara ny bebyggelse och nya krav måste anläggningen byggas om. Dagvattenhanteringen måste också anpassas för att klara hantering av skyfall.

Krav som gäller för den nya anläggningen:

- Dagvatten ska renas efter föroreningshalt. Behandlingen ska vara tillräcklig enligt miljöförvaltningen dit en dagvattenanmälan ska lämnas.
- Dagvatten ska fördröjas innan avledning till recipient eller dagvattennät. Minimikrav är 10 mm vatten/m² hårdgjord yta inom kvartersmark. Totalt inom planområdet innebär det en volym om ca 250 m³.

Förutom krav på dagvattenanläggningen ska området utformas för att uppnå vissa funktionskrav i samband med skyfall. För ett skyfall med 100-års återkomsttid ska nya byggnader ha en 0,2 m marginal till att inte översvämmas. Framkomlighet på vägar fram till området samt fram till minst en entré till varje byggnad, ska säkras upp till en 200-års händelse. Alla ska ha möjlighet att ta sig fram, barn, rullstolsbundna mm. Räddningstjänsten ska kunna nå området vid ett 500-års regn. Högvattenskyddet stänger in regnvatten, därför behövs en skyfallsväg ner till Mölndalsån som kan stängas vid höga flöden. Detta släpp ska placeras i områdets lågpunkt så att vatten ytligt ska kunna rinna ut ur området.

För befintliga byggnader ska en beredskapsplan upprättas som anger vilka åtgärder som görs i förebyggande syfte och hur en översvämningshändelse hanteras.

Exploatörens ska visa att föreslagen utformning klarar stadens krav, detta görs bäst genom att visa resultat från föroreningsberäkningar och hydromodellering där åtgärder lags in. Förslaget ska granskas och godkännas av staden.

Ett alternativ till dagvattenutlopp finns för det interna systemet. En anslutningspunkt kan upprättas i Skårs led på en vattengång på minst +0,6 m. För att anslutning ska tillåtas ska fördröjnings- och reningskrav vara uppfyllda.



Innehållsförteckning

1. Uppdraget	4
2.1 Underlag	5
2. Befintliga förhållanden	6
2.2 Befintlig dagvattenhantering	8
2.3 Befintliga dagvattenflöden	11
2.4 Befintligt högvattenskydd	12
3. Översvämningsrisk	15
4. Framtida förhållanden	16
4.1 Framtida dagvattenflöden	17
4.2 Föreslagen dagvattenhantering	19
4.3 Skyfall	27
4.4 Högt vatten och skydd	27
5. Stadens krav för vattenhantering vid exploatering	32
6. Översiktliga kostnader för några lösningar	33
7. Slutsats	34
Bilagor	34

Bilaga 1 Befintliga allmänna avloppsledningar



1. UPPDRAGET

På uppdrag av Stadsbyggnadskontoret har Kretslopp och vatten utarbetat föreliggande dagvattenutredning till detaljplan för blandad bebyggelse vid Almedals fabriker. Området ligger inom stadsdelen Skår i Göteborg, se Figur 1.

Planområdet utgörs av drygt 3 ha och omfattas av fastighet Skår 57:14 (Gamla Almedalsvägen, befintliga byggnader mm), 57:15 (parkering) och 57:5 (byggnad och parkering) samt. Fastigheterna visas i Bilaga 1. Planens syfte är att skapa en blandad bebyggelse med ett stort inslag av bostäder: ca 200-240 bostäder samt ca 28 500 m² tillkommande kontorsyta.



Figur 1. Områdets lokalisering visas med en blå ring

Föreliggande PM syftar till att redogöra för befintliga dag- och högvattenförhållanden inom planområdet och i dess närhet, samt presentera principförslag alternativt funktionskrav för att få till stånd erforderlig fördröjning, rening och avledning av dagvatten och skyfall, samt skydd för höga vattennivåer i Mölndalsån. Utredningen presenterar förutsättningarna till de mer detaljerade utredningar som exploitören utför.



Förslag på plankarta från 2015-10-14 visas i Figur 2.



Figur 2. Arbetsversion 2015-10-14 av plankarta

2.1 Underlag

- Hydromodell Mölndalsån (Ramböll genom MSB)
- Geoteknisk undersökning Almedals fabriksområde; PM beträffande geotekniska förhållanden, GF konsult 2003-06-19
- Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad Delområde S211, Sweco Infrastructure AB, 2011-09-15
- Typsektion för högvattenskydd i parkstråk, Park och natur 2015-06-30
- Mölndals innerstad - Reviderad rapport om översvämningsrisker och översiktlig dagvattenhantering (DHI, 2014)
- Illustration av planområdet, Semrén & Månsson 2015-09-16
- Arbetsversion av plankarta från SBK 2015-10-14

Nivåerna i rapporten visas i höjdsystem RH2000.



2. BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

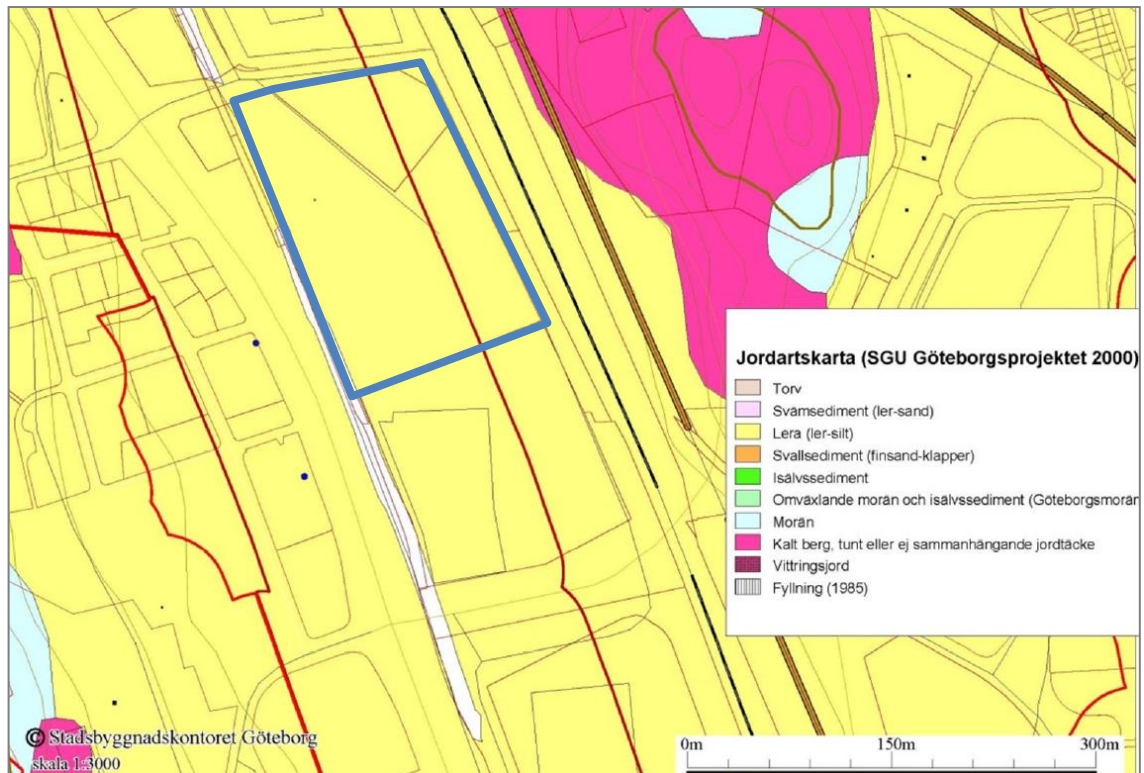
Planområdet är relativt plant fram till släntkrön med nivåer mellan +2,15-2,45 m, se topografi i Figur 3. Grundvattenytans läge styrs troligtvis av vattennivån i Mölndalsån.



Figur 3. Planområdets höjdförhållanden

Medelvattenytan i Mölndalsån varierar mellan +1,5-1,8, normalnivån +1,55 vid kulvertutloppet vid Mölndals innerstad eftersträvas. Mölndalsån är sedan en lång tid tillbaka ett reglerat vattendrag. Mölndals kommun jobbar med ett mål om att regleringen av Mölndalsån ska utformas så att nivån inte ska överstiga +2,9 m vid kulvertutloppet vid flöden mindre än ett 200-års flöde (DHI, 2014).

Marken består av ett 0,5-2,2 m mäktigt lager med fyllnadsmassor vilka till större delen utgörs av sand, grus och lera. Under fyllnadsmassorna består området av lera, se Figur 4.



Figur 4. Jordartskarta för området

Det finns markföroreningar i området, en del av området är sanerat i anslutning till anläggandet av högvattenskyddet.

I enlighet med vattenplanen för Göteborg (antagen september 2003) klassificeras recipienten Mölndalsån som klass 3 av 4. Denna klassning bedömer recipientens rekreativvärde och känslighet för föroreningar. Planområdet i sin tur är centralt beläget och faller inom klass 2 vad gäller föroreningsbelastning. Detta innebär enligt reningsmatrisen att dagvattnet ifrån området skall genomgå ”enklare behandling”, dvs. eftersträva LOD, fördröjning, översilning, eller avledning i öppet dike där så är möjligt och lämpligt. Den största föroreningsbelastningen från området kommer från trafikytor, varför det är viktigt att dagvatten ifrån vägar och parkeringsytor i renas innan utsläpp till recipient. Dagvattenhanteringen ska leva upp till miljöförvaltningens standarder. Detta krav gäller också för befintliga ytor inom planen.

Enligt Vattenmyndigheten har Mölndalsån måttlig ekologisk status. Detta beror på viss övergödning, påverkan av vissa miljögifter, och det finns främmande arter i biotopen. Den kemiska statusen är god då kvicksilverhalten är undantagen (annars ej god) (VISS, 2015).

Utförligare resonemang om föroreningar i dagvatten finns i kapitel 4.2.



2.2 Befintlig dagvattenhantering

Delavrinningsområdet begränsas i öster av järnvägen och i väster av högvattenskyddet. Vid regn större än vad ledningarna är dimensionerade för leds vatten på ytan västerut till den lägsta punkten utmed ån.

Allmänna befintliga avloppsledningar i området visas i Bilaga 1. I Almedalsvägen finns en dagvattenledning med högsta nivå vid planområdets sydöstra hörn. Fastigheten i nordöst, Kallebäck 57:5, har dagvattenservis till denna ledning. Dagvattnet från resten av planområdet samlas upp i ett internt ledningssystem som leds till en kammare och pumpas ut i Mölndalsån. Eventuellt leds dagvatten från 57:15 till den kombinerade ledningen i Gamla Almedalsvägen eller i fastighetens södra hörn.

Dagvattnet från rännstensbrunnarna i Gamla Almedalsvägen avleds troligen till den kombinerade avloppsledningen i gatan. I ledningen blandas dag- och spillvatten och avleds vidare mot Kodammarnas pumpstation. Från Kodammarnas pumpstation pumpas det kombinerade vattnet mot Ryaverket, se Figur 5. Vid höga flöden, som orsakas av t.ex. kraftig eller långvarig nederbörd, är emellertid inte kapaciteten i ledningssystemen tillräcklig utan i nödfall kan det kombinerade dag- och spillvattnet pumpas ut i Säreån, nära förbindelsen till Göta älv. Denna nödavledning till Säreån är kritisk då Säreån är en känslig recipient och Natura 2000-område.



Figur 5. Översiktsbild plan- och avrinningsområdet

För att erhålla en så bra bild som möjligt av områdets befintliga dagvattenförhållanden har en översiktlig inventering i fält genomförts, se **Figur 6-Figur 8**.



Figur 6. *Befintlig dagvattenhantering i området med traditionellt ledningssystem*



Figur 7. *Grönya bakom skyddsvall inom området, var dagvatten kan ansamlas*

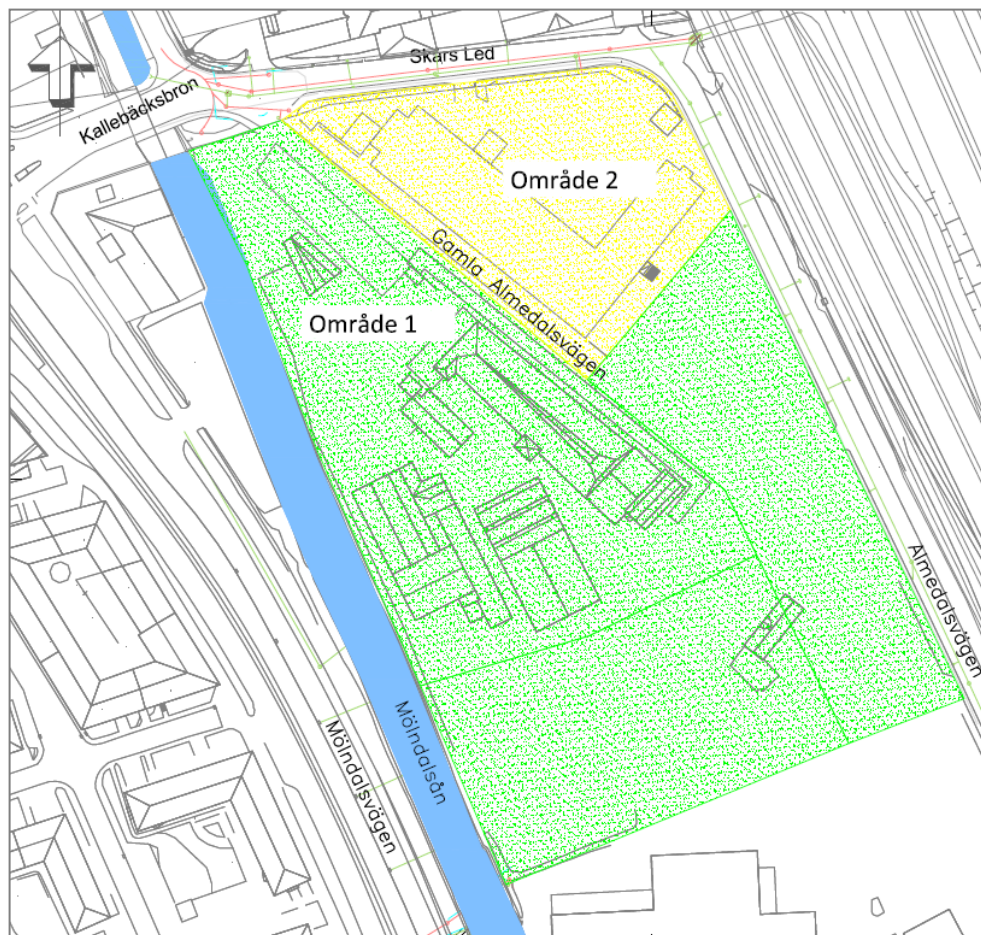


Figur 8. *Befintlig hårdgjord parkeringsyta med avvattningsystem genom traditionellt ledningssystem*



2.3 Befintliga dagvattenflöden

Planområdet har delats in delavrinningsområden enligt Figur 9.



Figur 9. Delavrinningsområden före exploatering

Beräkningar av flöden har i enlighet med dimensioneringsförutsättningar i Svenskt Vattens publikation P104 utförts för dimensionerande regn med återkomsttiden 10 år. Dimensionerande regnvaraktighet har bestämts till 10 minuter och regnintensiteten till 228 l/s, ha. För befintliga flöden har klimatfaktorn satts till 1.0, dvs ingen förändring.

I enlighet med Svenskt Vattens publikation P90 har avrinningskoefficienterna ansatts till 0,1 för ”gräsyta, park”, 0,8 för ”betong- och asfaltsyta” samt 0,9 för ”tak”. Med hjälp av dessa värden har genomsnittliga avrinningskoefficienter beräknats för de olika områdena. Dessa redovisas i Tabell 1.



Tabell 1. *Befintliga dagvattenflöden*

Delområde	Area [ha]	Avrinnings- koefficient	Befintligt flöde [l/s]
Område 1	0,65	0,75	110
Område 2	2,5	0,75	430
Totalt	3,15	0,75	540

2.4 Befintligt högvattenskydd

Dagvattensystemet inom Almedals fabriker står i direkt kontakt med recipienten Mölndalsån, som vid extrema högvattenflöden kan dämma upp i ledningssystemet, samt vid mycket extrema situationer översvämmas in i området.

Under 2003 utredde GF-konsult anläggande av en skyddsvall i den norra delen av planområdet, utmed Mölndalsån, se figur 7. Krönet på skyddsvallen föreslogs enligt ”PM beträffande geotekniska förhållanden, 2003-06-19” anläggas på +2,55 m och med avseende på stabilitet på ett avstånd större än 5,5 m ifrån släntkrön. Denna lösning ansågs enligt GF-konsults utredning tillräcklig.



Figur 10. *Befintlig skyddsvall i den nordvästra delen av planområdet*

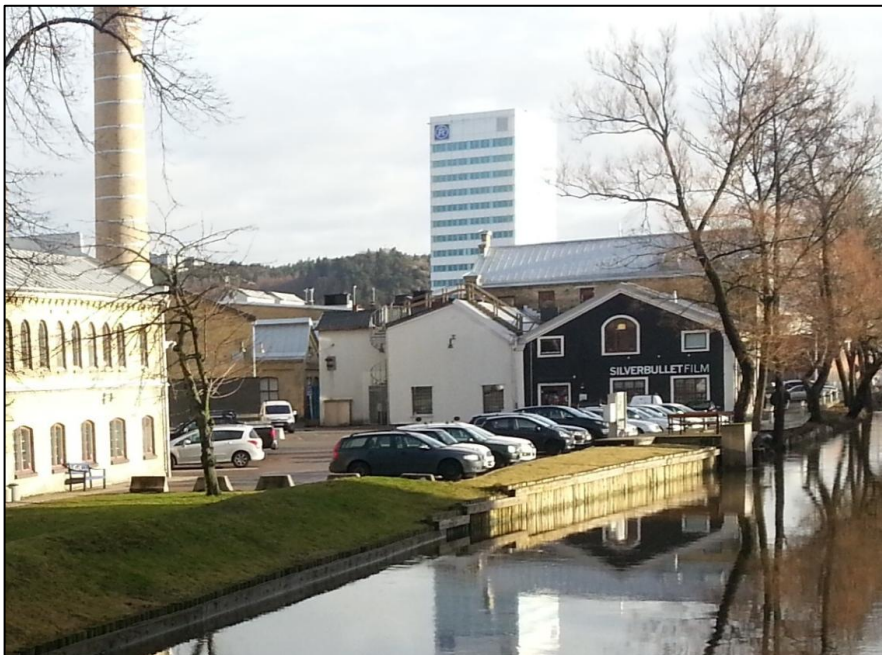
Under 2007-2008 utfördes rensning och upprustning av Mölndalsån. Delen mellan Kallebäcksbron och Sankt Sigfridsgatan bedömdes då vara den smalaste sträckan innan rensningen utfördes. Utmed den södra delen av planområdet, se **Figur 11-Figur 12**,



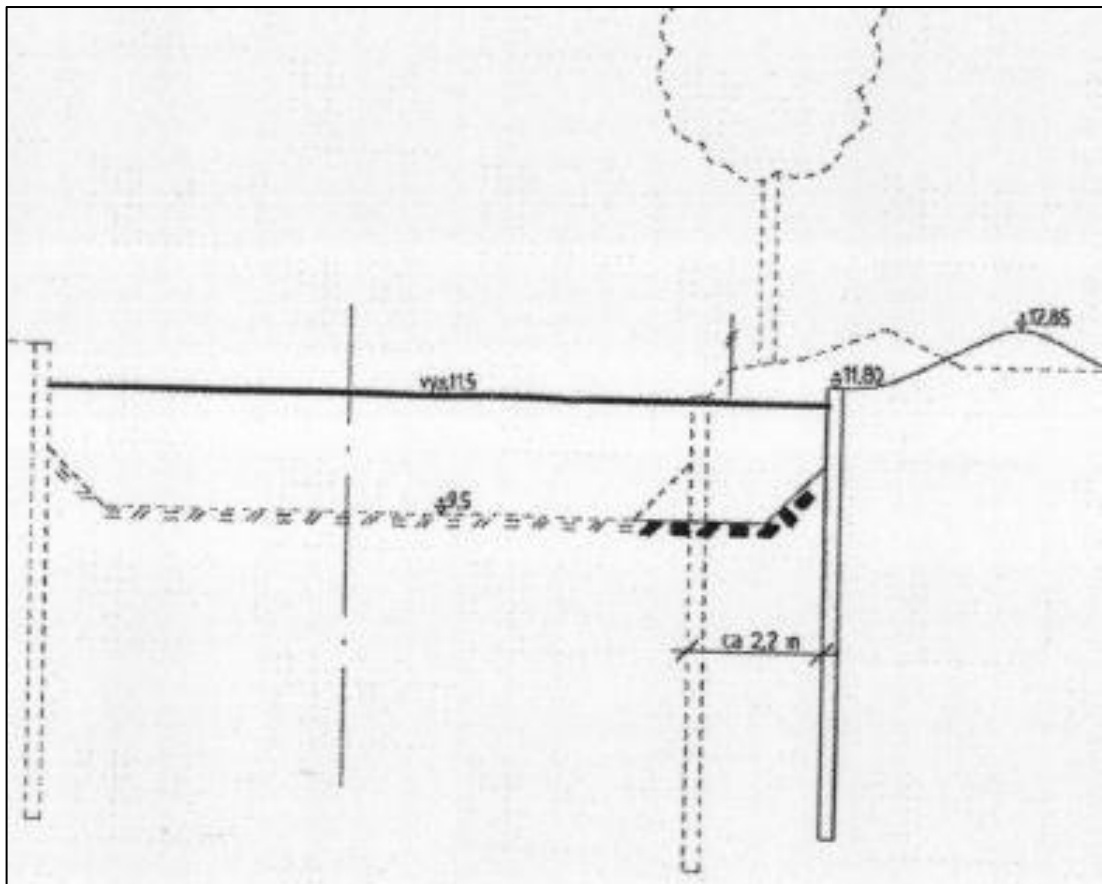
schaktades 2,5 m av slänten. För att inte riskera underminering av huset på grund av rensning ersattes de gamla pålarna då med 10 m långa tryckimpregnerade träpålar med långföljare på båda sidor, se figur 10.



Figur 11. *Befintlig skyddsspont i den sydvästra delen av planområdet*



Figur 12. *Befintlig skyddsvall och spont sett från Mölndalsån*



Figur 13. Breddning av åfåran vid Wallenstams fastighet, figur från "Upprustning och rensning av Mölndalsån (år 2007-2008)"

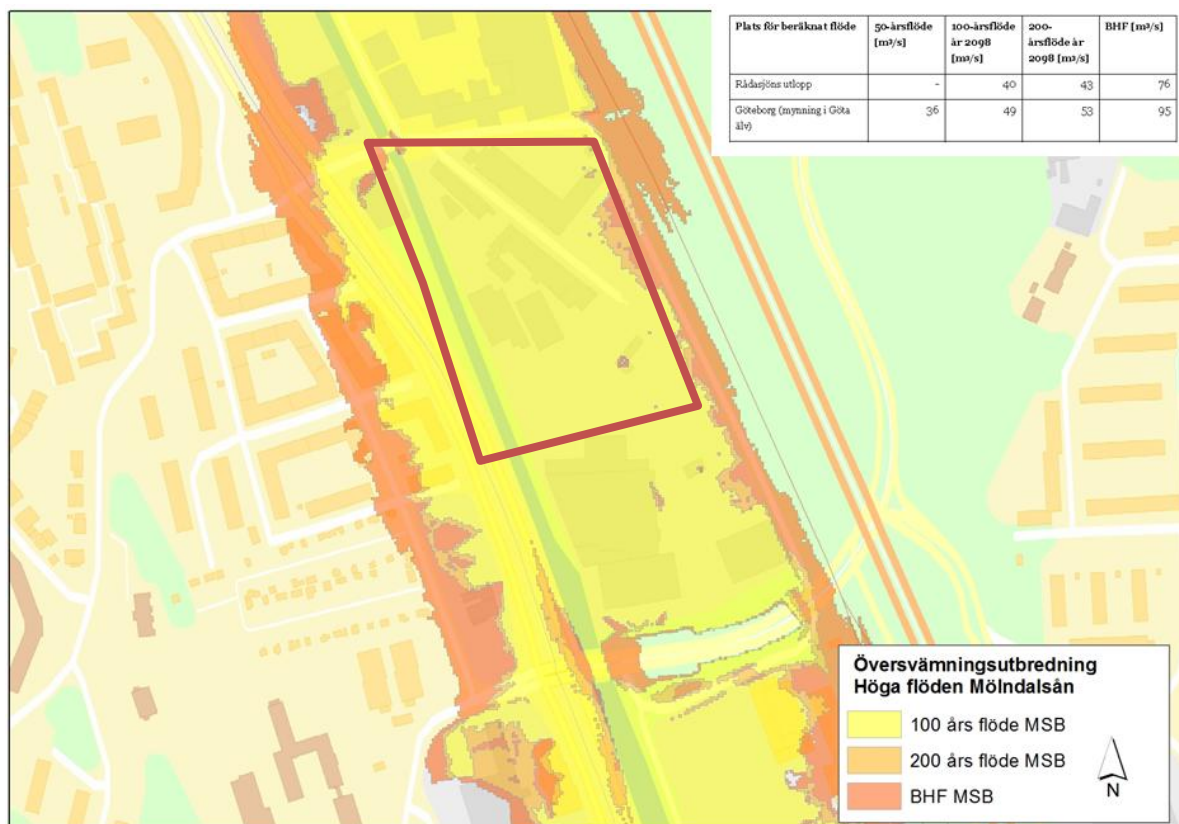
Under 2011 utförde Sweco stabilitetskartering i området. I den allra nordligaste delen av planområdet bedömdes enligt "Detaljerad stabilitetsutredning inom Göteborgs stad delområde S211, 2011-09-15" stabilitetsförhållandena vara tillfredställande och uppfylla rekommenderad säkerhetsnivå. För den resterande delen av planområdet söderut bedömdes emellertid slänten närmst Mölndalsån klassas som ej tillfredställande.

Området är mycket geotekniskt komplext och ytterligare geotekniska undersökningar är under framtagande för att öka kunskapsnivån.



3. ÖVERSVÄMNINGSRISK

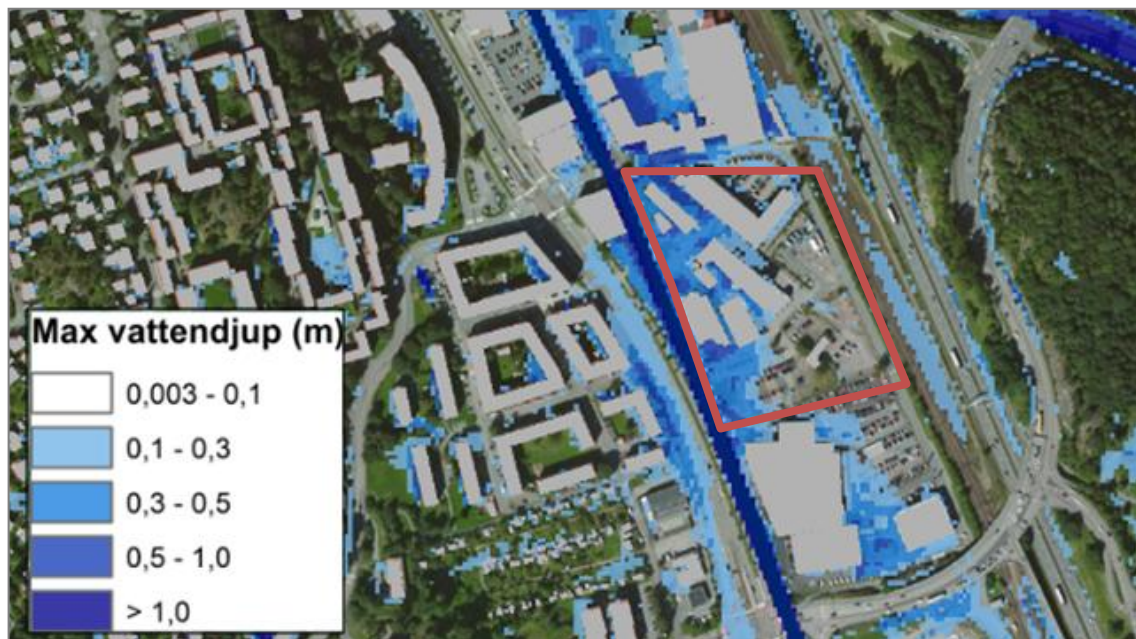
Höga flöden i Mölndalsån orsakas av nederbörd som faller i avrinningsområdet. Typen av regn som orsakar de höga flödena har lång varaktig vilket ger hög vattenmättnad i marken. Detta inträffar ofta under höst- och vinterhalvåret då marken är helt eller delvis frusen. Översvämningsutbredningen visas i Figur 14. Effekterna av den befintliga vallen är medräknade, men eftersom vallen är så låg så breder vattennivån ut sig vid 100-års flöde och uppåt. Det värsta scenariot står benämns som "BHF" vilket betyder vattennivån vid beräknat högsta flöde. Detta är en kombination av de sämsta förhållandena, en otrolig händelse som används för att dimensionera vattendammar som ger stora konsekvenser vid ett dammbrott. Uppskattad återkomsttid är ca 10 000 år.



Figur 14. Översvämning på grund av höga flöden i Mölndalsån (MSB:s kartering)



Översvämningar kan också orsakas av skyfall, vilket är mycket intensiva regn med upp till några timmars varaktighet. Denna typ av regn är vanligast under sommarhalvåret. Den befintliga vallen utmed Mölndalsån gör området instängt och att naturliga skyfallsvägar ut till Mölndalsån huggs av. Figur 15 nedan visar översvämningsutbredning vid ett 100-års regn enligt simulering med Skyfallsmodellen. Översvämningsarnas djup anges av förklaringsrutan.



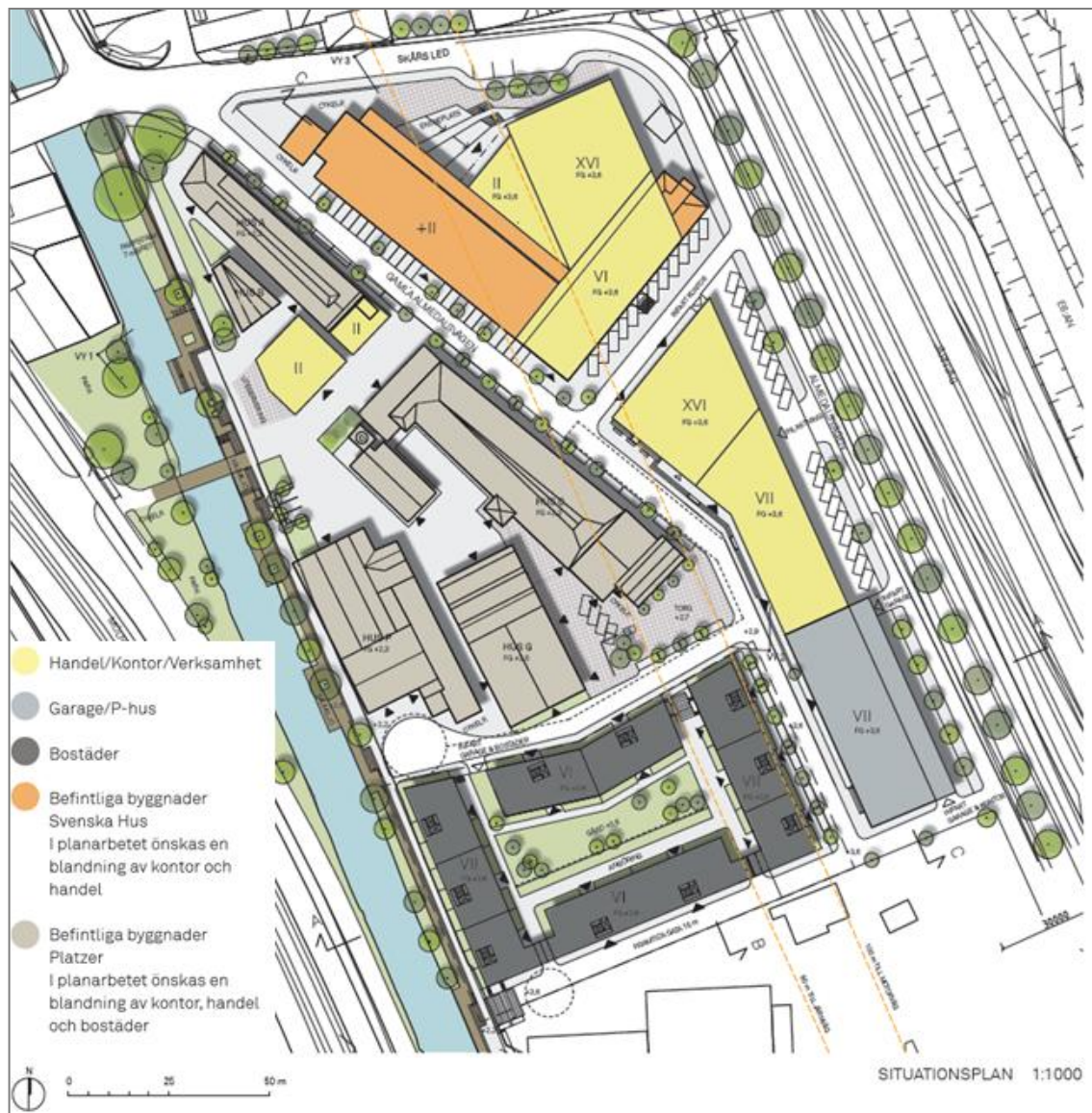
Figur 15. Resultat av 100-års regn enligt Skyfallsmodellen

Modellen visar att översvämningar inom planområdet på sina ställen uppgår till över 0,5 m. Detta innebär risk för stora materiella skador, hindrar framkomlighet och utgör en säkerhetsrisk för människor.

4. FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

För att klara ny bebyggelse och nya krav på fördröjning och rening måste befintligt system för dagvattenhantering byggas om. Dagvattenhanteringen måste också anpassas för att klara hantering av skyfall.

En illustration över utbyggnaden i planområdet visas i Figur 16.

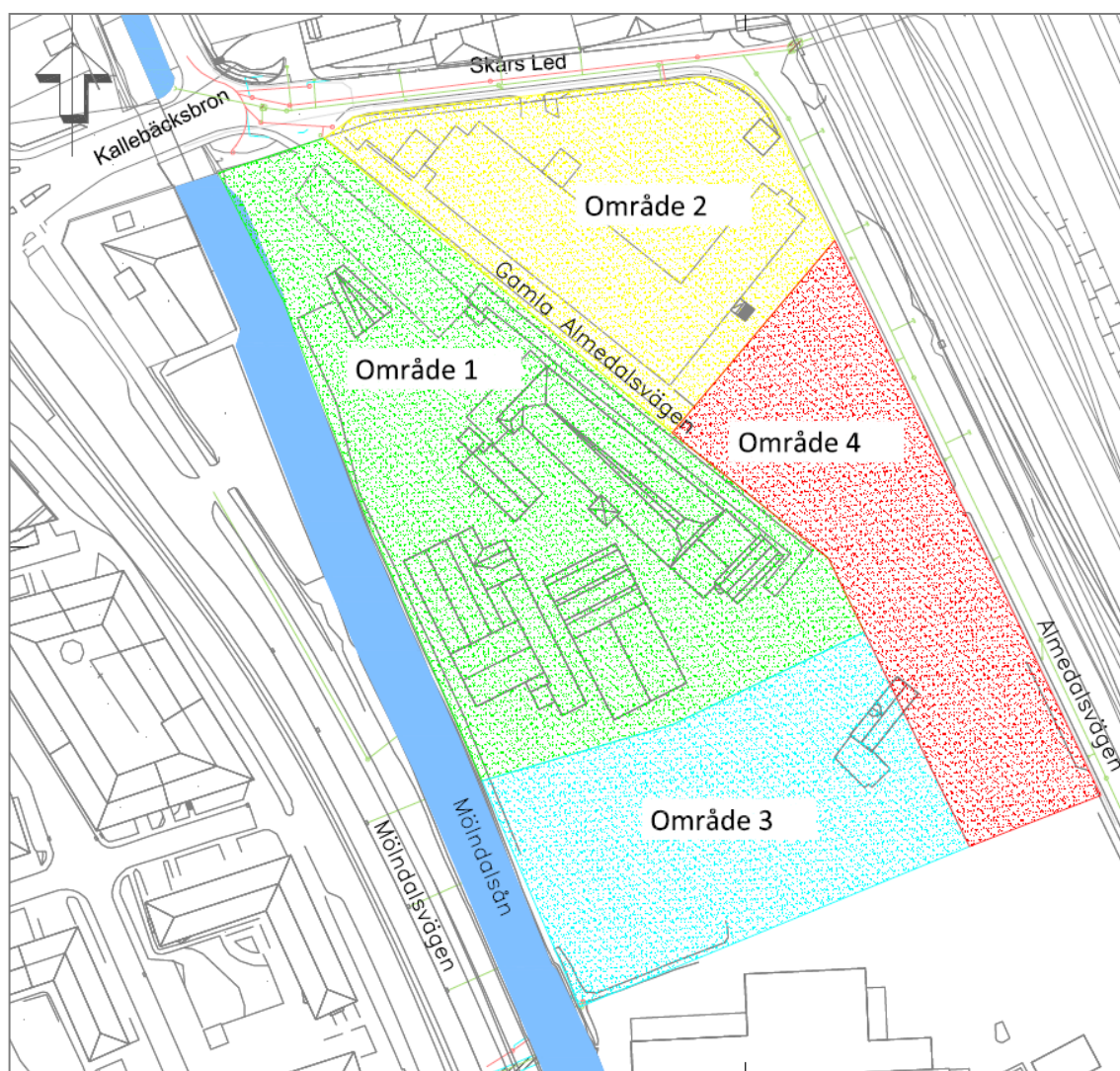


Figur 16 Illustration för planområde daterad 2015-09-16 (Semrén & Månsson)

4.1 Framtida dagvattenflöden

Vid flödesberäkningen har klimatfaktorn 1,2 använts enligt Svenskt Vattens publikation P104. Vidare har beräkningar genomförts för regn med återkomsttiden 10 år och regnets varaktighet har ansatts till 10 minuter, vilket bedöms vara dimensionerande rinntid efter exploatering i området. Regnintensiteten för valt regn uppgår till ca 274 l/s, ha.

Områdesindelning för dagvattenhantering visas i Figur 17.



Figur 17. Delområden för dagvatten och befintliga allmänna va-ledningar.

Avrinningskoefficienten har ansatts till 0,4 för innergårdar, 0,8 för vägar och andra hårdgjorda ytor respektive 0,9 för bebyggelse, enligt Svenskt Vattens publikation P90. I Tabell 2 redovisas beräknade framtida flöden innan fördröjning från respektive delområde. Planområdet har delats in i efter dagvattenhantering per fastighet/verksamhetsutövare.

Tabell 2. Förväntade dagvattenflöden efter exploatering, innan fördröjning

Delområde	Area [ha]	Avrinningskoefficient	Framtida flöde [l/s]
Område 1	1,2	0,8	260
Område 2	0,7	0,8	150
Område 3	0,65	0,8	140
Område 4	0,6	0,8	130
Totalt	3,15	0,8	680



I samband med planerad exploatering förväntas således det totala dagvattenflödet öka med ca 140 l/s från dagens 540 l/s, till ett totalt flöde om ca 680 l/s vid ett 10-årsregn. Då det framtida flödet ska fördröjas blir det totala flödet vid dimensionerande regn mindre än innan exploatering.

Fördröjning av dagvatten

I enlighet med Kretslopp och vattens riktlinjer skall fördröjningsvolymen motsvarande 10 mm nederbörd från de anslutna hårdgjorda ytorna inom planområdet fördröjas före avledning till ledningssystem eller recipient.

Erforderliga magasinsvolymen ifrån respektive delområde framgår av Tabell 3.

Tabell 3. *Erforderliga magasinsvolymen för respektive delområde*

Delområde	Erforderlig magasinsvolym [m³]
Område 1	96
Område 2	56
Område 3	52
Område 4	48
Totalt	252

I planområdet som helhet erfordras således en magasinsvolym om ca 252 m³, fördelat enligt ovan. Om all hårdgjord yta inom planområdet ansluts till ett magasin skulle det utgående flödet behöva begränsas till ca 280 l/s för att vara anpassat för magasinsvolymen 252 m³.

4.2 Föreslagen dagvattenhantering

Enligt de geotekniska utredningarna bedöms möjligheten till infiltration mycket liten. Grundvattenytan närmast ån styrs av nivåerna i Mölndalsån och kan därför stå högt. Längst i öster inom planområdet kan nivån bedömas ligga på ca 1 m under mark. Mycket stor del av planområdet utgörs, såväl idag som i framtiden, av byggnader samt asfalterade eller stensatta ytor, vilket inte ger stort utrymme för infiltration. Gröna lösningar med dränering i botten är därmed lämpliga. Vid utformning av dagvattenhantering ska förekomst av markföroreningar tas med i beräkning. Där föroreningar kan spridas i marken ska dagvatten ej infiltreras.

De lösningar som väljs för projektering ska uppfylla miljöförvaltningens riktlinjer. Detta utreds genom att simulera uppskattade föroreningshalter i vattnet innan och efter rening. Förväntade föroreningshalter visas i Tabell 4. Slutresultatet jämförs med värden i miljöförvaltningens riktlinjer, se Tabell 5. Uppnås inte värdena efter den planerade dagvattenhanteringen ska en diskussion tas med miljöförvaltningen för att utreda om kompletterande åtgärder krävs.



Tabell 4. Schablonvärden för föroreningar i dagvattenavrinning (Stormtac, 2015)

Mark användning	Tak	Park	Grönt tak	Parke ring	Industri	Väg (ca 2000 fordon/dygn)
P µg/l	160	84	251	95	264	141
N mg/l	0,9	1,1	2,2	1,1	1,6	2,4
Pb µg/l	1,9	3,8	0,7	28,0	22,1	4,6
Cu µg/l	14	10	23	38	32	24
Zn µg/l	141	18	28	133	195	58
Cd µg/l	0,75	0,18	0,06	0,42	0,97	0,27
Cr µg/l	3,8	1,9	2,3	14,1	8,5	7,8
Ni µg/l	4,3	1,6	2,4	3,9	10,9	4,8
Hg µg/l	0,004	0,015	0,005	0,048	0,055	0,076
SS mg/l	25	33	14	132	72	65
olja mg/l	0,00	0,13	0,01	0,75	1,49	0,73
BaP µg/l	0,009	0,000	0,007	0,056	0,094	0,011

Tabell 5. Göteborgs riktvärden för dagvattenutsläpp

Ämne	P µ/l	N mg/l	Pb µ/l	Cu µ/l	Zn µ/l	Cd µ/l	Cr µ/l	Ni µ/l	Hg µ/l	SS mg/l	Olja mg/l	BaP µ/l
Riktvärde	50	1,25	14	10	30	0,40	15	40	0,05	25	1,0	0,10

För att inrymma den erforderliga magasinsvolymen om ca 252 m³ inom kvartersmark föreslås lokala lösningar inom respektive fastighet. Då området inte medger djupa lösningar vore gröna tak på nya byggnader och så stor del genomsläpplig beläggning eller grönytor inom området önskvärt för att minimera grunda ytkrävande underjordiska magasin.

Dagvattnet från planområdets kan anslutas till allmän dagvattenledningen i Skårs led med utlopp i Mölndalsån, i Almedalsvägen eller via ett internt ledningssystem direkt till Mölndalsån. Eftersom Mölndalsån är känslig för översvämningar bör flödesbelastningen till recipienten minimeras i möjligaste mån, genom att utjämna dagvattnet innan avledning.

Dagvatten ska inte ledas till den kombinerade ledningen i Gamla Almedalsvägen då vid bräddning påverkar Natura 2000 området Sävåån negativt. Eftersom spillvatten från fler fastigheter kommer kopplas till den interna avloppsledningen bör det inte vara ett problem med självrensning men en kontroll bör göras.

Vill man ansluta till Skårs led krävs anläggandet av en privat dagvattenledning i Gamla Almedalsvägen. Vattengång för en sådan anslutning är ca +0,6 m. Med föreslagna höjder enligt illustrationsritningen skulle det vara möjligt att lägga ledningen med knappt 5 promilles lutning och ca 1,2 m täckning, förutsatt att gatan höjs till +3,6 m längst i söder. Trädremsan utmed vägen kan användas för anläggande av rening och fördröjningsanläggning, t.ex. makadamdike, svackdike eller biofilter.



Om mer dagvatten kopplas till den allmänna dagvattenledningen i Skårs led måste dimensionering av detta utlopp till Mölndalsån se över, den ska dimensioneras efter nya kriterier enligt Svenskt vatten P110. I vilket fall ska utloppet förses med en högvattenlucka.

De olika områdena för dagvattenhantering visas i Figur 17.

Område 1 (Platzer, del av fastighet 57:14) består främst av befintliga byggnader men två mindre byggnader för kontor/handel/verksamhet tillkommer. Eftersom marken fortsatt kommer ha en låg nivå ska en åtgärdsplan för översvämningar tas fram för detta område. Ett befintligt dagvattensystem finns men dagvatten från de hårdgjorda ytorna måste i fortsättningen renas och fördröjas, exempelvis med ett filtermagasin (typ Eco-vault) som skulle kunna placeras där vattnet samlas ihop för att ledas ut i Mölndalsån. Dagvatten från Gamla Almedalsvägen ska också genomgå rening och fördröjning innan utsläpp.

I område 2 (Svenska Hus 57:5) kommer den befintliga huskroppen kompletteras med utbyggnad för kontor/handel/verksamhet. Fastighetens befintliga dagvattenanslutning är till Almedalsvägen. Mer byggnader innebär mindre möjliga ytor för dagvattenhantering. Ett stort antal parkeringsplatser är föreslagna på denna fastighet, dessa kräver bra avskiljning av föroreningar. En yta med omkring 300 m² biofilter skulle kunna anläggas för att ordna tillräcklig fördröjning och rening.

Område 3 (Wallenstam 57:15) är det enda bostadsområdet i planområdet. Innergården kan användas för dagvattenhantering. Hela området kommer ha bjälklag med parkering under. Minst 1 m bjälklag krävs för att kunna bygga biofilter, eller kassettmagasin. Dagvatten från detta område uppskattas vara relativt rent, beroende på hur mycket biltrafik och parkeringar som anläggs på fastigheten. Det är viktigt att täta bjälklaget så att fukt ej tränger in i konstruktionen. Gröna tak kan vara en lämplig lösning. Vattnet kan ledas till det interna nätet eller till dagvattenledning i Gamla Almedalsvägen om en sådan byggs.

Dagvatten från parkeringshuset och byggnad för kontor/verksamhet/handel, område 4 (Platzer, del av fastighet 57:14), kan anslutas till det interna nätet inom fastigheten eller till dagvattensystemet i Almedalsvägen. I det senare fallet måste grönremsan mellan parkeringen och vägen användas för rening och fördröjning genom exempelvis ett svackdike eller biofilter. Filtret bör vara minst 300 m², vilket innebär en ca 2 m bred remsa utmed Almedalsvägen. Biofilter kan kombineras med träd. Väljer man att koppla på det interna nätet kan rening och fördröjning ske mer storskaligt på en annan placering inom området.

Anläggs gröna tak på byggnaderna minskas fördröjningsvolymen då taken kan magasinera en del dagvatten. Reduktionen beror på hur djup växtbädd görs, större djup ger bättre fördröjning. Som ett sista alternativ kan filterkassetter monteras i rännstensbrunnar.



nar men reningseffekterna för dessa filter varierar stort. Fördröjning kan ordnas med underjordiska rörmagasin eller grunda kassettmagasin, dessa bör troligen göras täta. Nedan följer exempel på åtgärder som kan vara lämpliga för området.

Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med s.k. gröna tak, se **Figur 18**.

Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasinerar enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av den årliga avrinningen. Dessutom kan gröna tak magasinera omkring 10 mm nederbörd vid enskilda regntillfällen. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut. Gröna tak med en växtbädd på drygt 10 cm borde kunna fördröja ca 20 l/m².



Figur 18. Bostadshus med gröna tak. Källa: Vegtech

Förutsättningar för att tekniken skall kunna utnyttjas är att taket inte har alltför brant lutning. Takkonstruktionen skall vara dimensionerad för den extra last som det gröna taket innebär. Lasten är dock inte större än att motsvara ett vanligt tegeltak.

Vidare kan gröna tak ha en ljud- och värmeisolerande verkan, vilket kan bidra till en bättre inomhusmiljö samt reducera hushållens energibehov för uppvärmning. Gröna tak kräver skötsel i form av gödsling m.m. för att bibehålla sin funktion och karaktär.



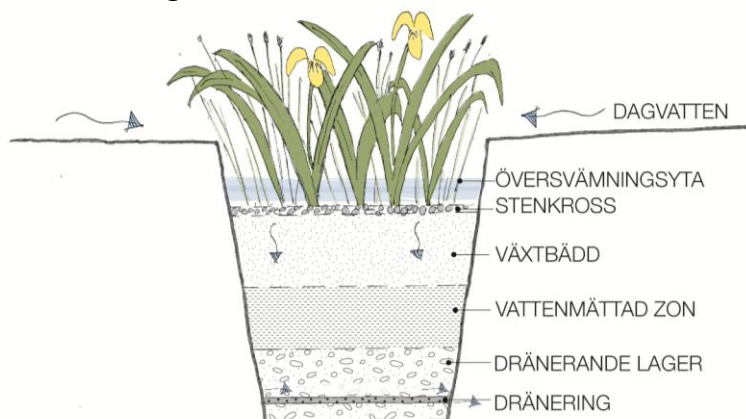
Biofilter av typen regnbädd (raingarden)

En regnbädd, utgörs av växtbäddar med underliggande infiltrationsmaterial som lokalt utjämnar och även renar dagvatten, se **Figur 19**. De anläggs normalt så att dagvattnet ifrån närliggande hårdgjorda ytor kan magasineras och infiltreras effektivt inom ca ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer det att vara någon synlig vattenyta. Genom att välja regnbäddar som utjämnings- och reningsanläggning bidrar vi till att uppfylla stadens grönstrategi.



Figur 19. Exempel regnbädd (raingarden) utmed en huskropp

Regnbäddar byggs upp med en väl-dränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där den anläggs. Växtbädden underlagras lämpligen av ett väl-dränerat lager av exempelvis makadam, där flödesutjämnningen till stor del äger rum. I botten av varje regnbädd föreslås en dräneringsledning anläggas, för avtappning av utjämnat dagvattenflöde till ledningsnät avsett för dagvatten. Genom att välja lämplig dimension på utloppsledningen kan avtappningen från respektive regnbädd regleras. I **Figur 20** redovisas en principiell sektion av en regnbädd.



Figur 20. Uppbyggnad av en regnbädd (raingarden)



För att säkerställa den långsiktiga funktionen erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Anläggningen erfordrar skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Beskärning och nyplantering kan också förekomma. För vissa anläggningar fordras bevattning de första två åren för att säkerställa en god etablering. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

Enligt forskningsresultat vid Luleå tekniska universitet har det visat sig att biofiltrering av dagvatten i en har förmågan att rena dagvatten och smältvatten effektivt även i kalla temperaturer. Resultaten visar att sediment, fosfor och tungmetaller renas effektivt även i kalla temperaturer. Även lösta metaller renas oftast tillfredsställande.

En regnbädd kan förväntas fördröja 0,2-0,4 m³ dagvatten/m² regnbädd. Regnbäddarna bör vara ca 5% av yta de ska rena.

Regnbäddarna utformas nedsänkt för behandling av vatten från ytor och kan var upphöjda om de endast tar emot takvatten.

Kassettmagasin

Fördröjningsmagasin kan bestå av s.k. dagvattenkassetter, se Figur 21. Magasin med dagvattenkassetter, liksom traditionella s.k. stenkistor och makadammagasin, fördröjer dagvatten och tillåter infiltration till underliggande mark. Kassetterna har en effektiv volym på ca 96 %, vilket betyder att de är mycket utrymmeseffektiva i förhållande till volymen dagvatten som kan magasineras. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med stenkistor och makadammagasin är, förutom att kassettmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större.



Figur 21. Exempel på utjämningsmagasin bestående av dagvattenkassetter (Uponor)



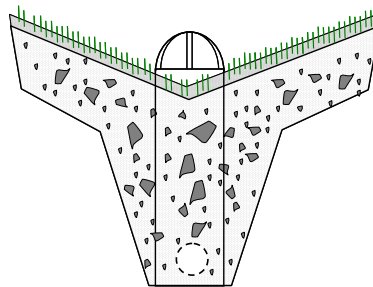
På grund av nivåerna för utlopp ifrån magasinen tvingas de förläggas i ett brett tunt lager. Andra typer av underjordiska magasin är rörmagasin och makadammagasin. Rörmagasin har totalt sett bäst hållbarhet och möjligheter för drift.

Makadamstråk

Längs vägar och parkeringsytor i området kan grunda makadamstråk för rening av vägdagvatten anläggas. Det översta lagret av makadamstråket förse helst med gräs men körbara permeabla material kan också användas. Den fria volymen dvs. magasinerings- eller utjämningsvolymen i diket utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %. Kupolbrunnen sätts med fördel en bit ovanför botten för att också skapa ytlig fördröjning.

Utflöde från makadamdikena sker antingen genom att vattnet från magasinet perkolerar ut i omgivande marklager, eller genom en kontrollerad avtappning via ett speciellt anlagt dräneringssystem.

För planområdet, var möjligheterna för infiltration är minimala, föreslås makadamdike med dräneringsledning i botten, se **Figur 22**. Nackdelen med makadamdiken är att de normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom de kan sättas igen.



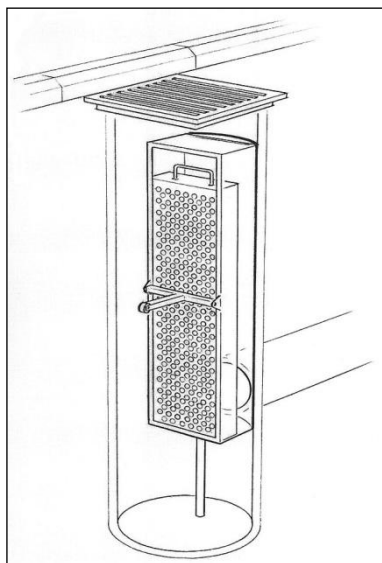
Figur 22. Skiss över makadamdike med dräneringsledning samt kupolsil

Översilningsytor

Marken höjdsätts så att förorenat dagvatten från hårdgjorda ytor ytligt rinner ner över gräsbeväxta översilningsytor. Inflödet bör spridas ut för att minska erosionsrisken.

Brunnsfilter för rening av dagvatten

För de trafikytor där makadamstråk, översilning eller biofilter inte är möjligt kan ett alternativ för rening av dagvatten vara brunnfilter, se **Figur 23**. De kan fungera för vatten från hårdgjorda ytor med låg trafikintensitet, t.ex. parkeringsytor rännstensbrunnar. I brunnfilter kan olja, tungmetaller och partiklar från dagvattnet omhändertas, beroende på utformning.



Figur 23. Principskiss filterförsedd rännstensbrunn. Källa: Flexiclean

De filter som finns på marknaden består vanligtvis av två delar. En del som renar dagvattnet, d.v.s. filtret som utgörs av en absorbent som binder föroreningar, samt en del som består av filtrets behållare (filterinsatsen), vars konstruktion har en avgörande betydelse för om filtret sätter igen sig eller ej. Vid val av filter bör reningskapacitet, hydraulisk kapacitet och driftaspekter beaktas. Reningskapaciteten bör uppgå till minst 60-70 % för metaller och ännu högre för olja.

Brunnsfilter kräver regelbunden tillsyn och filtermaterialet måste bytas ut med jämna mellanrum för att inte mättas och på så vis mista sin funktion. Metoden är fördelaktig då höga vattennivåer riskerar att stiga upp i dagvattensystemet, då filterbrunnar inte är lika utrymmeskrävande som t.ex. oljeavskiljare.

Renings- och fördröjningsanordningar ska väljas så att man uppfyller Kretslopp och vatten och miljöförvaltningens standarder. Schablonbelopp för reningseffekter kan läsas i Tabell 6.

Tabell 6. Reningseffekter i medeltal (Stormtac, 2015)

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



4.3 Skyfall

För att minska sårbarheten vid stora regn måste vi planera och göra rum för skyfall i stadsplaneringen. Med klimatförändringar kan vi också vänta oss mer intensiva regn vilket gör att vi ska vara beredda på ökade regnmängder. Detta förhåller vi oss till i Göteborg genom:

- Planläggning - Planera för normal funktion vid klimatanpassat 100 års regn med 0,2 m marginal
- Befintliga byggnader - beredskapsplaner
- Klimatanpassat 500 års regn - skadebegränsande åtgärder, framkomlighet för räddningstjänst ska vara möjlig

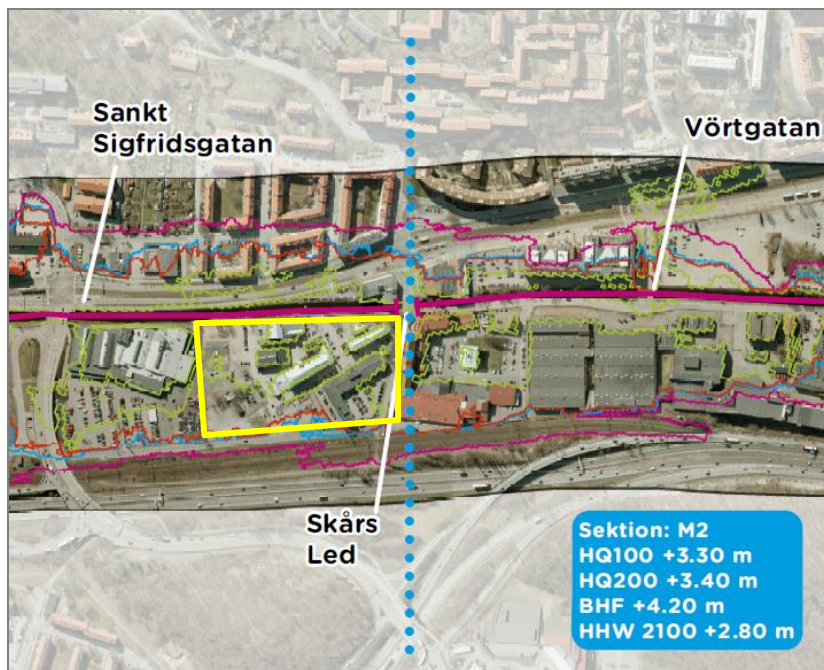
Planområdets västra del riskeras att drabbas av översvämningar vid skyfall med befintliga marknivåer eftersom området är instängt. En ytterligare förstärkning av högvattenskydd måste utformas med sekundära vattenvägar så att vatten kan rinna ut ur området utan att orsaka skada eller olägenheter. Ett sådant släpp ska kunna stängas vid höga flöden genom att larm går ut via regleringssystem för ån. Då marken vid det nya bostadsområdet höjs upp blir det mer vatten som ska få plats på mindre övriga ytor, dvs. ett högre vattendjup kan förväntas om tillräckliga åtgärder ej förverkligas. Förslagsvis skapas ett lågområde i anslutning till vallen där vatten kan fördröjas vid stora regnmängder.

Vid utformning av nya ytor är det även viktigt att beakta höjdsättning så att vattnet kan rinna av ytledes till recipient. Pumpning bakom skyddsanordning kan erfordras för att säkerställa avledningen av dagvatten, men pumpning som enda åtgärd för att skydda sig mot skyfall är ej lämpligt.

4.4 Högt vatten och skydd

Vattenstånden i Mölndalsån styrs från flera platser via uppbyggda regleringsanordningar. Nedströms planområdet styrs nivån av slussen i Fattighusån och dämnet till Gullbergsån vid Gårda. Uppströms finns ett flertal sjöar med reglerbara utlopp där viss magasinering kan ske.

En hydromodell har tagits fram för simuleringar av extrema högvattenflöden längs bland annat Mölndalsån. Vid ån är det flöden och inte havsnivåer som blir dimensionerande för bebyggelse. Resultat visas i Figur 24, "sektion M2" har valts för planområdet Almdals fabriker.

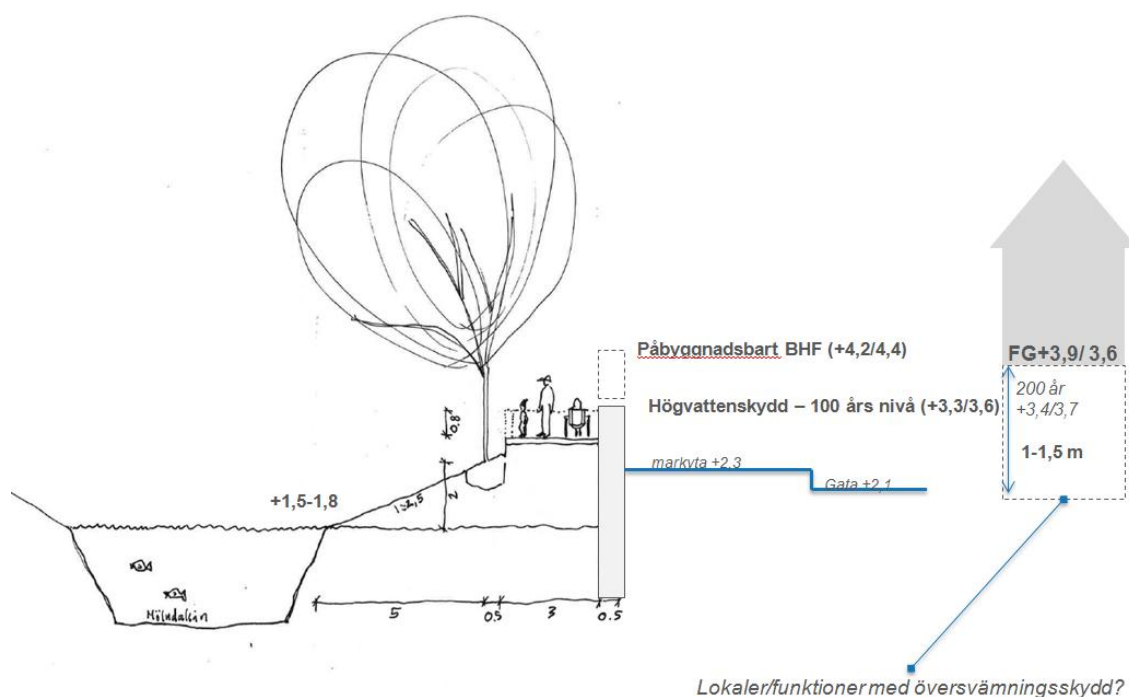


Figur 24. Nivåer för 100 och 200-års flöde samt för beräknat högsta flöde

Då dessa resultat visar på högre nivåer än tidigare uppskattningar måste rekommendationer uppdateras. Strategiska avdelningen håller på att ta fram nya planeringsnivåer specifikt för Mölndalsån. Följande nivåer kommer bli vägledande för planering utmed Mölndalsån:

- Högvattenskydd etableras till nivå för 100-års flöde (+3,3) med påbyggnadsbarhet till beräknat högsta flöde, BHF (+4,2 m)
- Färdigt golv bostäder ska ha 0,2 m marginal till klimatanpassat 200-års flöde (+3,4 + 0,2 = +3,6 m). Verksamhetslokaler under denna nivå bör ev kunna tillåtas under förutsättning av temporära/integrerade skydd i fastighet.
- Utgångspunkt bör vara att väg som ger framkomlighet till byggnader med max 0,2 m översvämning ska kunna garanteras vid ett 200 års flöde.

Hela området utmed Mölndalsån föreslås förses med ett nytt högvattenskydd, förslagsvis placeras på allmän platsmark. Park och natur har tittat på möjligheten att skapa ett grönstråk utmed ån och högvattenskyddet skulle kunna integreras i detta. En förslagsskiss har tagits fram, se Figur 25. Den visar principen för att hantera höga flöden i Mölndalsån.



Figur 25. Förslagskiss högvattenskydd och nivåer, de lägre nivåerna gäller

Högvattenskyddet kommer stänga in regnvatten, se kapitel 4.3. Källargolvsnivån kommer ligga på omkring +0,7-0,9, d.v.s under åns medelvattenyta. Dräneringen av byggnaderna kommer behöva pumpas.

Typer av högvattenskydd

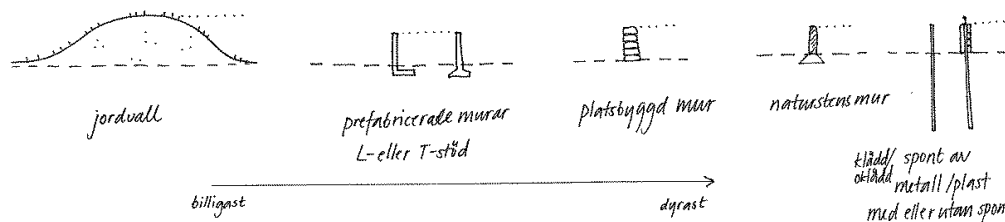
Man kan dela in skydden i tre typer. Det enklaste benämns temporär skyddsbarriär och är ett skydd som kräver beredskap och insats vid aktuella höga vattennivåer då de manuellt placeras ut med tyngd, som ett skydd mot vattnet. Nästa variant på skydd är så kallade semipermanenta skydd där en del är permanent, medan en del är temporär och lyfts på plats vid höga nivåer. Och det sista alternativet, så kallade permanent skydd finns alltid på plats, ger fullt skydd och kräver ingen beredskap och insats, se Figur 26.

Enligt förslaget ska semi-permanenta skydd användas där den permanenta delen av skyddet klarar av höga flöden som statistiskt sett inträffar vart 100:ade år. De ska utformas så att man kan bygga på skyddet upp till nivån för högsta beräknade flöde.



Figur 26. Permanenta respektive semipermanenta högvattenskydd

De geotekniska förhållandena och risk för höga vattenstånd och konsekvens för konstruktioner i området avgör förutsättningarna vid val av högvattenskydd, se Figur 27. Är förhållandena svåra krävs en djup spont för att hålla emot, medan det vid bra förhållanden kan räcka med en enkel jordvall. Enligt de geotekniska utredningarna är de geotekniska förutsättningarna svåra i området kring Almedals fabriker. Då höga vattennivåer ofta uppkommer i området kommer troligtvis spontning att erfordras. Vidare geoteknisk utredning pågår vilken får visa på möjlig lösning.



Figur 27. Utformning av högvattenskydd

Exempel på utformning av permanenta eller semipermanenta skyddsbarriärer visas **Figur 28-Figur 30**.



Figur 28. Exempel på utformning av temporärt högvattenskydd



Figur 29. Exempel på utformning av semipermanent högvattenskydd



Figur 30. Exempel på utformning av permanent högvattenskydd som ur estetisk synvinkel dolts under en träkonstruktion, Nora strand i Stockholm

5. STADENS KRAV FÖR VATTENHANTERING VID EXPLOATERING

Krav som gäller för den nya anläggningen:

- Dagvatten ska renas efter föroreningshalt. Behandlingen ska vara tillräcklig enligt miljöförvaltningen dit en dagvattenanmälan lämnas.

Dagvatten från vägar och parkeringsytor är mest förorenade och ska genomgå behandling för tungmetaller mm och kunna stoppa oljespill. Lämplig rening är tex. biofilter eller filtermagasin, typ Ecovault. Dessa anläggningar kan utformas för att också uppnå fördröjningskrav.

Takvatten är mindre nedsmutsat. Gröna tak eller översilning över gräs är en tillräcklig rening.

- Dagvatten ska fördröjas innan avledning till recipient eller dagvattennät. Minimikrav är 10 mm vatten/m² hårdgjord yta inom kvartersmark.

Dagvattenanläggningarna utformas för att uppnå både rening och fördröjningskrav.

Förutom krav på dagvattenanläggningen ska området utformas för att uppnå vissa funktionskrav i samband med skyfall. För ett skyfall med 100-års återkomsttid ska byggnads-



der ha en 0,2 m marginal till att inte översvämmas. Framkomlighet på vägar fram till området samt fram till minst en entré till varje byggnad, ska säkras upp till en 200-års händelse. Alla ska ha möjlighet att ta sig fram, barn, rullstolsbundna mm. Räddningstjänsten ska kunna nå området vid ett 500-års regn.

För att en självfallsanslutning till allmän dagvattenledning skall tillåtas skall färdigt golv vara 0,3 meter över marknivå i förbindelsepunkt. Detta med hänsyn till risk för uppdamning i allmänt dag- och spillvattensystem.

I de ytor utmed ån som eventuellt kan accepteras stå täckta med vatten bör ledningar minimeras och brunnar förses med täta lock, på grund av risken för inläckande vatten.

Exploatörens ska visa att föreslagen utformning klarar stadens krav, detta görs bäst genom att visa resultat från hydromodell där åtgärder lags in. Föroreningsberäkningar för dagvatten ska redovisas. Förslaget ska granskas och godkännas av staden.

6. ÖVERSIKTLIGA KOSTNADER FÖR NÅGRA LÖSNINGAR

Schablonkostnader för utbyggnad av några olika dagvattenlösningar visas i **Tabell 7** nedan. De är inte jämförbara men ger en indikation om investeringen. Ingen kostnad för drift och underhåll har tagits i beaktande i denna kalkyl. Projektering och byggledning tillkommer med ca 10 % och oförutsedda kostnader ytterligare 15 %.

Tabell 7. Kostnadsuppskattning för olika åtgärder anvisat per längd eller volymenhet (ej effektivitet).

	Mängd	Å pris
Makadamstråk	m	3000 kr/m
Avskärande dike	m	3000 kr/m
Biofilter	m ²	1000-3000 kr/m ²

Kostnaderna för utbyggnad av högvattenskydd har överslagsmässigt bedömts mycket översiktligt uppgå till 50 000 kr/m (enligt Strategiska enheten, SBK). Ingen kostnad för drift och underhåll har tagits i beaktande i denna kalkyl.



7. SLUTSATS

Omfattande åtgärder krävs för att planområdet ska uppfylla stadens krav för utbyggnad. Nivån för färdigt golv kommer höjas rejält för nya byggnader för att säkra dem mot översvämningar. För befintliga byggnader krävs en åtgärdsplan för översvämningar. Ny bebyggelse planeras med golvnivå +3,6 m och ett permanent högvattenskydd anläggs upp till nivån +3,3 m.

Vid val av högvattenskydd är det viktigt att skyddet uppfyller sin funktion och ingen skredrisk uppkommer. Högvattenskyddet måste utformas med en öppning som kan leda ut stora ytliga vattenmängder inom det annars instängda området. Vid utformning av nya ytor är det även viktigt att beakta höjdsättning så att vattnet kan rinna av ytledest. Pumpning bakom skyddsanordning kan erfordras för att säkerställa avledningen av dagvatten. I skyddet utformning ska man också ta hänsyn till att ej försämra situationen för omgivande fastigheter.

Planen innebär en förtätning i ett redan exploaterat område men eftersom befintliga ytor redan är hårdgjorda väntas inte dagvattenflödet att öka. Vattenkvaliteten kan förbättra i och med att inget dagvatten renas i dagläget, nya regler kräver rening av smutsigt dagvatten. Man bör sträva efter att skapa så stora permeabla ytor som möjligt för infiltration av dagvattnet. För att möjliggöra fördröjning ifrån hårdgjorda ytor inom planområdet är det viktigt att tidigt i planeringen reservera ytor inom respektive fastighet som inte får bebyggas. Trädstråken bör övervägas att utformas för att användas för dagvattenhantering

I de ytor utmed ån som ev. kan accepteras stå täckta med vatten bör ledningar minimeras och brunnar förses med täta lock, på grund av risken för inläckande vatten.

I framtiden ska dagvatten inte ledas till den kombinerade ledningen i Gamla Almedalsvägen då det påverkar Natura 2000 området Sävån negativt. En kontroll för att kontrollera självrensning av befintlig kombinerad ledning med lägre flöde bör göras innan åtgärder utförs, men detta borde inte vara problem då spillvatten från nya byggnader kopplas på ledningen.

Leds mer dagvatten till den allmänna dagvattenledningen i Skårs led måste dimensionering av detta utlopp till Mölndalsån se över och dimensioneras efter nya kriterier enligt Svenskt vatten P110. Utloppet ska kompletteras med högvattenlucka.

Exploatörens ska visa att föreslagen utformning klarar stadens krav, detta görs bäst genom att visa resultat från hydromodell där åtgärder lags in. Föroreningsberäkningar för dagvatten ska redovisas. Förslaget ska granskas och godkännas av staden.

Bilagor

1. Befintliga allmänna avloppsledningar

