

VA & Skyfallsutredning för planprogram Nordre älvstranden (Kexfabriken)

Fabrikerna 4 och 11 Produktutveckling AB

PM VA & Skyfall

Göteborg 2021-12-16

PM VA & Skyfall

VA och skyfallsutredning för planprogram Nordre älvstranden (Kexfabriken)

Datum	2021-12-16
Uppdragsnummer	1320056709
Utgåva/Status	Slutversion

Marcus Jansson
Uppdragsledare

Cihan Corap
Teknikansvarig VA

Johan Torbjörnsson
Teknikansvarig Skyfall

Sammanfattning

Cirka 2 300 nya bostäder planeras i ett planprogram vid Nordre älv i Kungälv tätort. Planprogrammet ska utöver bostäder även möjliggöra för förskola samt aktiva bottenvåningar med handel och restauranger.

Till storlek är området cirka 9 hektar och består huvudsakligen av industritomt och hårdgjorda ytor. Terrängen av planområdet lutar från norr till söder där befintliga markhöjder förändras från cirka + 4 till + 1 meter över havet närmast Nordre älv.

VA

Det aktuella planområdet bedöms motsvara ett tätt bostadsbebyggelseområde och ska således kunna avleda ett regn med 20 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 5 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrids, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet. Beträffande dagvattenreningen har Kungälv kommun fastställt riktvärden för utsläpp av dagvatten vid nyexploatering. Utsläppsnivåerna har i avsikt att reglera föroreningsutsläppet till recipienterna och därmed uppnå miljö kvalitetsnormerna.

Omvandlingen av planområdet kommer resultera i en ökning av hårdgjorda ytor på 7 %. Ledningsnätet ska hantera ett flöde på totalt 1590 l/s som uppstår vid ett 5 års regn med varaktighet 10 minuter inom planområdet. Vid markdimensionering (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå) av dagvattnet uppgår flödet till 2515 l/s.

Dagvattnet kommer ledas till recipienten Nordre älv. Det är därför viktigt att planera höjdsättning av ledningsnätet med hänsyn till recipientens nuvarande och uppskattade vattenstånd. Befintliga medelvattenståndet – MVY för Nordre älv ligger i nivå enligt höjduppgifter från Scalgo (Scalgo, 2021) på 0,00 meter. Enligt SMHIs (SMHI, 2020) uppskattning för framtida medelvattenstånd förväntas medelvattenståndet att öka 0,53 meter gällande Kungälvs kommun. Detta kommer resultera i ett beräknat medelvattenstånd på 0,53 meter år 2100.

En yta på totalt 1750 m² av växtbäddar uppskattas vara tillräcklig för att kunna hantera ställda reningskrav i syfte att uppnå Kungälv kommuns riktlinjer gällande rening av föroreningshalter. MKN bedöms vara uppnått vid exploatering i och med förändring av markanvändningen.

Gällande dricksvatten behöver planområdet tillgodoses med ett dricksvattenflöde på 37 l/s. Optimala förfarandet är att befintliga dricksvattennätet i angränsning upprustas och tillgodoser en del av erforderliga flödet. Underskottet behöver tillgodoses genom förstärkning av ledningsnätet. Förutsatt att det blir en spillvattenanslutning från planområdet erfordras en rörledning med dimension 300 mm invändigt för att kunna hantera erforderliga flödet på 54 l/s.

Skyfall

Under kraftiga skyfall överskrids ledningssystemets kapacitet tillsammans med markens infiltrationsförmåga vilket medför att avrinning på markytan sker. Denna ytavrinning ansamlas i områdets lågpunkter och skapar översvämningar. Finns ingen möjlighet för dagvattnet att rinna ut ur lågpunkter på grund av barriärer som vägar eller bebyggelse, blir lågpunkten ett instängt område. Vid översvämning i lågpunkter som även är instängda finns risk för stora materiella skador vilket kan medföra risk för hälsa och liv.

Vid utredning av planområdet görs en lågpunktskartering. Med hjälp av programmet Scalgo utförs en analys för 110 mm nederbörd vilket representerar ett klimatkompenserat 100-årsregn med varaktighet på 6 timmar. Utifrån denna analys identifieras ett antal lågpunkter inom den befintliga fastigheten samt att två större skyfallsvägar kommer in till området norrifrån och rinner genom utredningsområdet ner mot Nordre älv. Vid framtida exploatering är det därför av största vikt att säkerställa att flödet från skyfallen norr om planområdet leds kontrollerat genom ny bebyggelse för att undvika risken att förvärra för omkringliggande fastigheter samt säkra att ny byggnation inte tar skada vid skyfall.

För att säkerställa detta behöver ny bebyggelse anpassas efter de lågpunkter som finns i angränsande område i norr. Genom att utnyttja gatustruktur eller parkstråk kan skyfallsvägar byggas in i till exempel nytt gaturum i form av nedsänkt väg eller med hjälp av rännor i parkstråk/gaturummet. En grov beräkning med hjälp av rationella metoden har gjorts för flödets storlek för att få en bild av storleken på skyfallsvägarna. Flödet för de två skyfallsvägarna beräknas till 5 respektive 2 m³/s. Vid ett skyfall bildas även flöden inom planområdet som behöver ledas mot recipienten Nordre älv. En lösning är att leda detta flöde mot skyfallsvägarna som går genom området. Det totala flödet som genereras inom området är 5,5 m³/s.

Högvatten

Vattnet kommer inte enbart norrifrån. Planområdet ligger precis vid Nordre älv och ny exploatering behöver ta hänsyn till framtida klimatförändringar. Med underlag från SMHI och Länsstyrelsen västra Götaland görs bedömningen att byggnation bör anpassas mot en 200-års händelse justerad till en högre vattennivå och mer extremt klimat fram till 2100. Marknivån bör höjas till minst +2,5 och att färdigt golv behöver ligga på minst +2,9. Denna lösning resulterar i att detaljplanen måste säkerställa plats och möjlighet till tillbyggnad av ett högvattenskydd till +3,4. Genom att säkerställa detta behöver ej skyddet byggas nu. Istället kan det byggas i framtiden när vi vet mer vilka nivåer vi verkar få vid extrema flöden. Ett sådant högvattenskydd behöver då utrustas med öppningar så skyfall kontrollerat kan ledas ut från planområdet till Nordre älv. Dessa öppningar stängs vid ett högvatten. Genom en beredskapsplan tydliggörs bland annat vem som har ansvaret för att hålla koll på prognoser, säkerställa att material finns tillgängligt för att stänga öppningarna samt att utförandet sker enligt planerat vid ett eventuellt högvattenstånd.

Vid etablering av färdigt golv på +3,4 eller mer krävs inget ytterligare skydd mer än att byggnaderna ska klara översvämningar under färdig golvnivå. Detta kan resultera i bland annat mer justeringar i marknivå.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1.	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Uppdraget	3
1.3	Förutsättningar	4
2.	Underlag	5
3.	Styrande dokument	6
3.1	Funktionskrav	6
3.2	Fördröjnings- och reningskrav	6
3.3	Planspecifika riktlinjer	8
3.4	Skyfall	8
3.5	Högvatten	8
4.	Projektbeskrivning	10
4.1	Befintlig situation	10
4.2	Planerad situation	11
4.3	Avgränsningar	12
5.	Förutsättningar	12
5.1	Koordinat – och höjdsystem	12
5.2	Topografi och ytliga rinnvägar	12
5.3	Nordre älv	13
5.4	Befintlig VA-försörjning	13
5.4.1	Dricksvatten & Spillvatten	13
5.4.2	Dagvatten	14
5.5	Skyfall	14
5.5.1	Instängda områden	14
5.5.2	Flödesvägar	15
5.6	Högvatten	17
6.	Analys	19
6.1	Allmänna beräkningsförutsättningar	19
6.2	Dricksvatten	19
6.2.1	Vattentryck	19
6.2.2	Släckvatten	20
6.2.3	Dimensionerande flöde	20
6.3	Spillvatten	21
6.3.1	Dimensionerande flöde	21
6.3.2	Höjdsättning	22
6.3.3	Samordning med pågående projekt	22
6.4	Dagvatten	23
6.4.1	Dimensionerande flöde	24
6.4.2	Rening	25
6.4.3	Höjdsättning	26
6.4.4	Ansvarsfördelning	27
6.5	Skyfall	27
6.5.1	Skyfall och medelvattenstånd	28
6.6	Högvatten	29
7.	Föreslagna åtgärder	32
7.1	Dricksvatten & Spillvatten	32
7.2	Dagvattenhantering	32
7.2.1	Växtbäddar	32

7.2.2	Kompletterande åtgärder	33
7.3	Skyfall	36
7.4	Högvatten	39
7.4.1	Högvattenskydd kajplan med förhöjning inåt	39
7.4.2	Högvattenskydd i form av teknisk barriär	41
7.4.3	Beredskapsplan	44
7.4.4	Översvämningspark	44
7.4.5	Färdig golvnivå	45
7.5	Lösningförslag	47
7.5.1	Lösningförslag 1	47
7.5.2	Lösningförslag 2	48
7.6	Grov kostnadskalkyl	49
8.	Vidare undersökningar	50
8.1	VA-försörjning	50
8.2	Skyfall	50
8.3	Högvatten	50
9.	Referenser	51

1. INLEDNING

1.1 Bakgrund

I november 2020 gavs positivt planbesked för planläggning av Kexfabriksområdet i Kungälv. En kommande detaljplan ska möjliggöra en stadsutveckling för en tät blandad bebyggelse. Programområdet omfattar fastigheterna Fabrikerna 4 och 11 samt Koggen 1, 2 och 3. Det är olika fastighetsägare för Fabrikerna och Koggen.

Planarbetet kommer att ske genom en samverkansprocess där Scandinavian development, projektutvecklare, i samråd med Kungälv kommun ansvarar för framtagandet av underlag till planhandlingarna.

Området omges av en relativt blandad karaktär på bebyggelsen som angränsar till planområdet, se Figur 1. I öst den äldre trähusbebyggelsen på Västra gatan, som utgör riksintresse för kulturmiljövården. Väster ut ligger det som kallas för trädgårdsstaden som till stor del består av villabebyggelse bortsett från ett äldreboende. Norr om planområdet består bebyggelse av mer samtida uttryck inom planprogramområdet för Liljedal.



Figur 1 Orienteringskarta över programområdet från förfrågningsunderlaget, Krook & Tjäder

1.2 Uppdraget

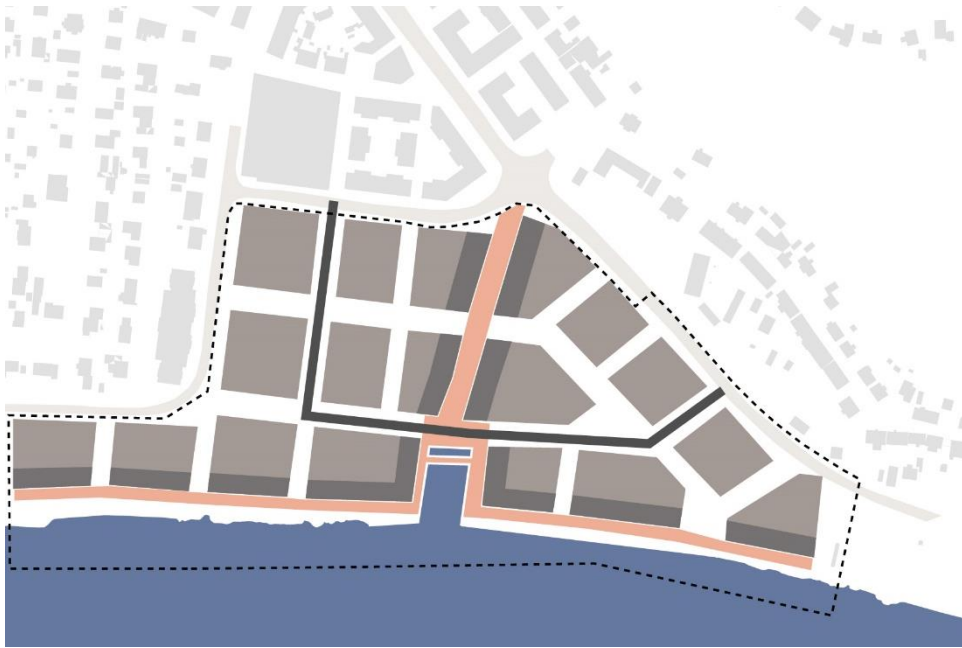
Detaljplanen kommer att föregås av ett planprogram. För att kunna genomföra planprogrammet och detaljplanen på ett bra sätt krävs underlag inom en rad teknikområden och en samverkan mellan dessa.

I uppdraget ingår att inom sex teknikområden utreda förutsättningar och ge förslag på åtgärder för att möjliggöra föreslagen bebyggelse inom programområdet. De teknikområden som utreds i programskedet är trafik, VA och dagvatten, skyfall/översvämning, förorenad mark, geoteknik och naturmiljö.

Detta PM avser teknikområdet VA och skyfall. Uppdraget innefattar att beskriva grundförutsättningarna, analysera effekten av planerad exploatering med hänsyn på vatten och avloppsförsörjning, dagvattenhantering samt skyfallshantering. Syftet med PM:et är att ta fram och utgöra ett ramverk för kommande skeden.

1.3 Förutsättningar

Utredningarna i programskedet utgår från en strukturskiss för området framtagen av Krook och Tjäder arkitekter.



Figur 2 Strukturplan 2021-08-23, illustration Krook & Tjäder arkitekter

2. UNDERLAG

Följande material har använts i samband med framtagning av detta dokument.

- ABVA - Kungälv Kommun, 2008.
- P105 - Hållbar dag- och dränvattenhantering, 2011.
- P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten, 2016.
- P114 - Distribution av dricksvatten, 2021.
- Svensk Vatten utveckling, Rapport 2020-7 - Dimensioneringstal för vattenförbrukning, 2020.
- Exploateringsskiss Krook & Tjäder Strukturplan. 2021-08-23
- Möte med kommun med Tobias Edner. Daterad - 2021-09-29.
- Grundkarta. Daterad - 2021-09-30
- Underlag interna ledningar från Orkla. Daterad - 2021-09-20
- Underlag från Kungälv Kommun beträffande befintliga VA-ledningar som angränsar till programområdet. Daterad - 2021-09-27
- Mats Balder från Räddningstjänst beträffande planering av släckvatten, personlig kommunikation 2021-09-30.
- Mailkorrespondens Fredrik Horn Kungälv Kommun ang. klassificering av recipientens känslighet 2021-10-05.
- Extremvattenstånd i Göteborg, SMHI 2018-11-15
- MSB:s översvämningsportal ([Översvämningsportalen \(msb.se\)](https://www.msb.se/oversvamningsportalen))
- Framtida medelvattenstånd SMHI ([Framtida medelvattenstånd | SMHI](#))
- Faktablad - KUSTEN (Version 2.0); underlag till rapporten *Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden*

3. STYRANDE DOKUMENT

Nedan beskrivs i korthet ett flertal dokument som har varit styrande för arbetet med utredningen och bedömningen av fördröjnings-, rening samt skyfallsåtgärder och högvattenskydd.

3.1 Funktionskrav

Kungälv kommun är huvudman för vatten- och avloppsförsörjningen. Uppsamling av avloppsvattnet och distribution av dricksvattnet sker till de allmänna vatten- och spillvattenledningarna. Förbindelsepunkterna till fastigheten fastställs av Kungälv kommun enligt ABVA (2008). I fastighetens förbindelsepunkt sätts rensbrunn för spillvattenservis och servisventil för vattenservis. Dessa tillhör kommunens anläggning.

Funktionskraven för nya dagvattensystem regleras i Svenskt Vattens publikation P110 (Avledning av dag-, drän- och spillvatten). I och med denna publikation ökar funktionskraven i det allmänna dagvattensystemet jämfört med tidigare dimensioneringskriterier.

Enligt P110 ska även tillkommande dagvattensystem 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), med markerat dimensioneringskrav för planområdet.

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

Det aktuella planområdet bedöms motsvara ett tätt bostadsbebyggelseområde och ska således kunna avleda ett regn med 20 års återkomsttid utan att marköversvämning sker (trycklinjen i dagvattensystemet stiger till marknivå). Vidare ska ledningar kunna avleda ett regn med 5 års återkomsttid utan att kapaciteten i ledningen överskrider, d.v.s. utan att det dämmer bakåt i systemet.

3.2 Fördröjnings- och reningskrav

Kungälvs kommun har tagit fram en dagvattenplan som består av tre följande delar;

- Dagvattenpolicy (2017-05-18)
- Dagvattenhandbok (2017-04-26)
- Åtgärdsförslag (2017-04-26)

I dagvattenhandboken vars syfte är att konkretisera kommunens förhållningssätt till dagvattenhantering framgår krav på fördröjning och rening av dagvatten inom plantomt. Fördröjning av dagvatten vid nyexploatering kan beräknas genom två olika alternativ. Alternativen är följande;

- Alternativ 1: Fördröjningsvolym på 3 m³ per 100 m² hårdgjord yta

- Alternativ 2: Fördröja dimensionerande nederbörd med 10 års återkomsttid och 1,25 i klimatfaktor till ett utflöde på 15 l/s ha

Beträffande dagvattenreningen har Kungälv kommun fastställt riktvärden för utsläpp av dagvatten vid nyexploatering. Utsläppsnivåerna har i avsikt att reglera föroreningsutsläppet till recipienterna och därmed uppnå miljö kvalitetsnormerna. Riktvärdena för planområdet redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Förslag på riktvärden för dagvatten från ny bebyggelse och målvärden för dagvatten från befintlig bebyggelse

Parameter	Riktvärde/Målvärde	Enhet
Fosfor (P)	150	µg/l
Ammoniumkväve (NH ₄)	2500	µg/l
Bly (Pb)	14	µg/l
Koppar (Cu)	15	µg/l
Kadmium (Cd)	0,4	µg/l
Krom (Cr)	15	µg/l
Nickel (Ni)	20	µg/l
Kvicksilver (Hg)	0,05	µg/l
Arsenik (As)	15	µg/l
Zink (Zn)	60	µg/l
Oljeindex (olja)	1	mg/l
PCB	0,014	mg/l
TBT	0,001	µg/l
Irgarol	0,00215	µg/l
Diuron	0,1	µg/l
PFOS	0,65	ng/l
Bensen	10	µg/l
BOD/COD	0,3	>
TOC	20	mg/l
Suspenderat material (SS)	40	mg/l
Turbiditet	50 (FTU)	FTU

Omfattning av dagvattenrening fastställs genom två parametrar, föroreningsalstringen som uppstår inom ett specifikt område dvs. hur hårt belastade ytorna är samt känsligheten av vattenförekomsten som kommer motta dagvattnet som innehåller föroreningar.

Belastningsgraden fastställs genom Tabell 3 och känsligheten av recipienten avgörs av Kungälv kommun beroende på information som finns att tillgå i VISS.

Tabell 3. Kategorisering av föroreningskoncentrationen i dagvatten från olika områden

Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Väg >20 000 ÅDT (Industri)	Väg <8000 ÅDT	Väg <2000 ÅDT
	Parkeringsplats	Villaområde
	Flerfamiljshusområde	Torg
	Kontorsområde	
	Centrumområde	

Efter att ovanstående parametrar har fastställts kan omfattning av dagvattenrening för ett specifikt område bestämmas genom nedanstående tabell.

Tabell 4. Förslag på reningsgrad utifrån recipientens känslighet och förmodad föroreningskoncentration samt förslag på funktion som bör finnas med för att uppnå respektive reningsgrad.

	Hårt belastad yta	Medelbelastad yta	Mindre belastad yta
Mycket känslig	Omfattande rening	Rening	Enklare rening
Känslig	Rening	Enklare rening	-
Mindre känslig	Rening	Enklare rening	-

3.3 Planspecifika riktlinjer

Enligt avstämningsmöte med Kungälv kommun daterat 2021-09-29 fastställdes att fördröjning inom området kan försummas. Anledning till detta är att dagvatten uppströms inte kommer att avledas genom planområdet samt den geografiska närheten till recipienten. Fokus inom området kommer vara dagvattenrening. Beroende på val av dagvattenanläggning till rening kommer även fördröjning inkluderas även om det är sekundära ändamålet. Detta utesluter dock inte funktionskraven enligt 3.1 Funktionskrav.

3.4 Skyfall

Utifrån Kungälvs dagvattenpolicy framgår att ett minimikrav på 100 års återkomsttid sätts för marköversvämningar med skador på byggnader som följd. Detta krav är i linje med de rekommendationer som framgår i Svenskt Vattens publikation P110, se Tabell 1. Från Göteborgs stads tematiskt tillägg för översvämningrisker (TTÖP) framgår vikten av att undvika att insatser som skyddar ett samhällsvärde riskerar att förvärra skadan för ett annat.

3.5 Högvatten

Nedan redovisas de styrande dokument som legat till grund för resonemang i analyskapitlet gällande nivå på mark, alternativt högvattenskydd samt färdigt golv.

[1. Extremvattenstånd i Göteborg, 2018, reviderat 2020, \(2018/955/9.5\)](#)

Rapporten är framtagen av SMHI med MSB som uppdragsgivare och beskriver hur vattennivån vid ett antal punkter i Göta Älv beräknas stiga fram till år 2100. Då Nordre älv ligger strax norr om Göta Älv bedöms förutsättningarna vara jämförbara.

[2. WebbGIS för ytavrinning och lågpunkter, Ytavrinning och Lågpunkter \(lansstyrelsen.se\)](#)

I webbGIS tillhandahållet av länsstyrelsen västra Götaland finns information kring havsnivåhöjningar med syfte att vara till stöd vid klimatanpassningsarbete. Utifrån lager >översvämningsskarteringar >havsnivåhöjning i Halland och Västra Götaland finns tre olika nivåer redovisade med avseende på havsnivåhöjning:

- +1 m som är den globalt beräknade nivån till slutet av seklet
- +2,5 m som är en generell gräns för havsnivåhöjning till slutet av seklet
- +3,5 m som är den beräknade nivån vid sekelskiftet i Halland, och säkerhetsnivå/extremnivå längs övrig kust

Samtliga nivåer är enligt metadata anpassade för beräknad landhöjning.

[3. WebbGIS för ytavrinning och lågpunkter, Ytavrinning och Lågpunkter \(lansstyrelsen.se\)](#)

I webbGIS tillhandahållet av länsstyrelsen västra Götaland finns information kring höga flöden med syfte att vara till stöd vid klimatanpassningsarbete. Utifrån lager >översvämningsskarteringar >MSB uppdaterade översvämningsskarteringar finns tre olika nivåer redovisade med avseende på höga flöden:

- +1,9 (RH2000), Göta Älv, 1030 m³/s (motsvarande 100-årsflöde)

- +1,9 (RH2000), Göta Älv, 1200 m³/s (motsvarande 200-årsflöde)
- +2,1 (RH2000), Göta Älv, 1400 m³/s (motsvarande beräknat högsta flöde)

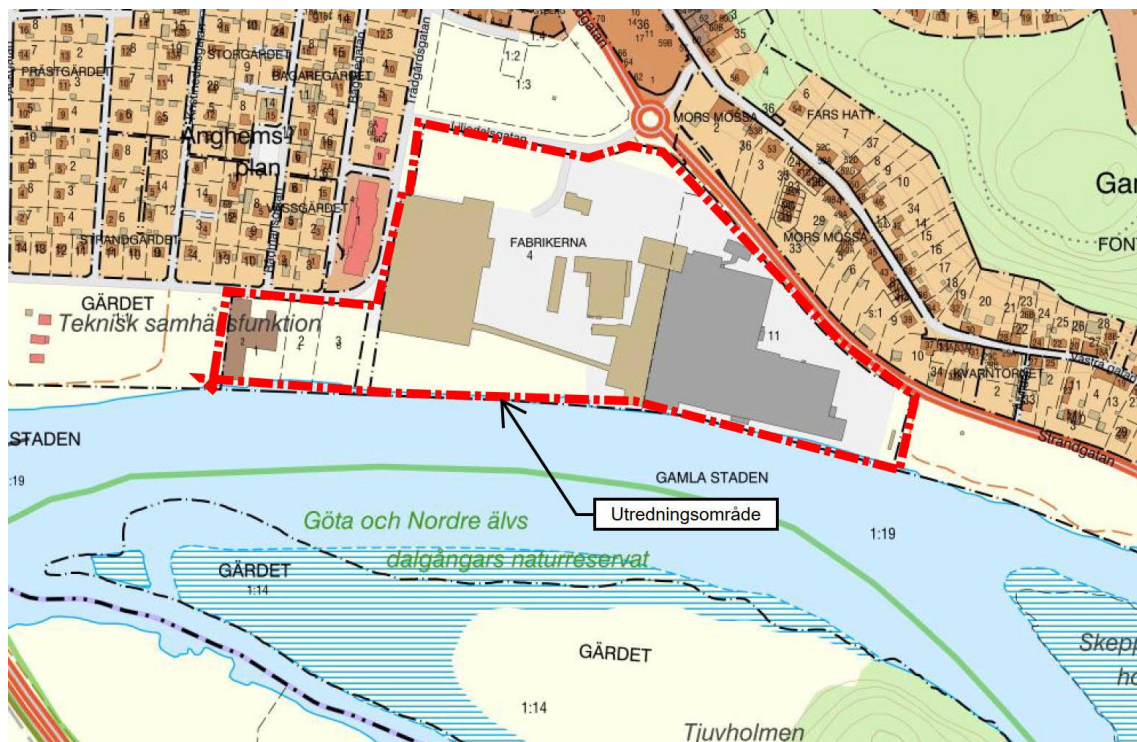
4. Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden med tillhörande faktablad (faktablad – KUSTEN version 2.0)

Rapport med tillhörande faktablad har använts som stöd vid resonemang kring åtgärder som kan behövas för att säkra exploatering av området mot översvämning med tillhörande konsekvenser.

4. PROJEKTBSKRIVNING

4.1 Befintlig situation

Det aktuella utredningsområdet, se Figur 3, ligger i Kungälv kommun i angränsning till vattendraget Nordre älv i söder och befintliga bebyggelser i nordväst och nordöst. Till storlek är området cirka 9 hektar och består huvudsakligen av industritomt och hårdgjorda ytor. Fastigheterna Koggen och Fabrikerna ingår i det markerade utredningsområdet och kommer hanteras gemensamt inom utredningen. Figur 4 redovisar ett ortofoto på området.



Figur 3. Urklipp från Lantmäteriets fastighetskarta med ungefärliga gränser av utredningsområdet markerad i streckad linje i rött. Lantmäteriet, 2021.



Figur 4. Urklipp från Lantmäteriets satellitkarta med ungefärliga gränser av utredningsområdet markerad i streckad linje i rött. Lantmäteriet, 2021.

4.2 Planerad situation

Kungälv kommun är en kommun med ett högt inflyttningstryck och kontinuerligt behov av nya bostäder. Syftet med utredningen är att utreda lämpligheten av ett nytt bostadsområde intill Nordre älv. I detta skede planeras byggnation av cirka 2300 bostäder fördelat inom de två fastigheterna Fabrikerna och Koggen. Arkitektkontoret Krook & Tjäder har utvecklat en illustrationsskiss för det planerade området, vilket kan ses i Figur 5 nedan.



Figur 5. Illustrationsskiss av området utvecklat av Krook & Tjäder. Krook & Tjäder, 2021.

4.3 Avgränsningar

Utredningen har gjorts med detaljeringsnivå för programskede. I kommande skede finns det behov för att öka detaljeringsnivån av utredningen. Utgångspunkt har varit att utreda knäckfrågor och beskriva förutsättningar som underlag till programmet samt peka på lösningar och principer.

5. FÖRUTSÄTTNINGAR

5.1 Koordinat – och höjdsystem

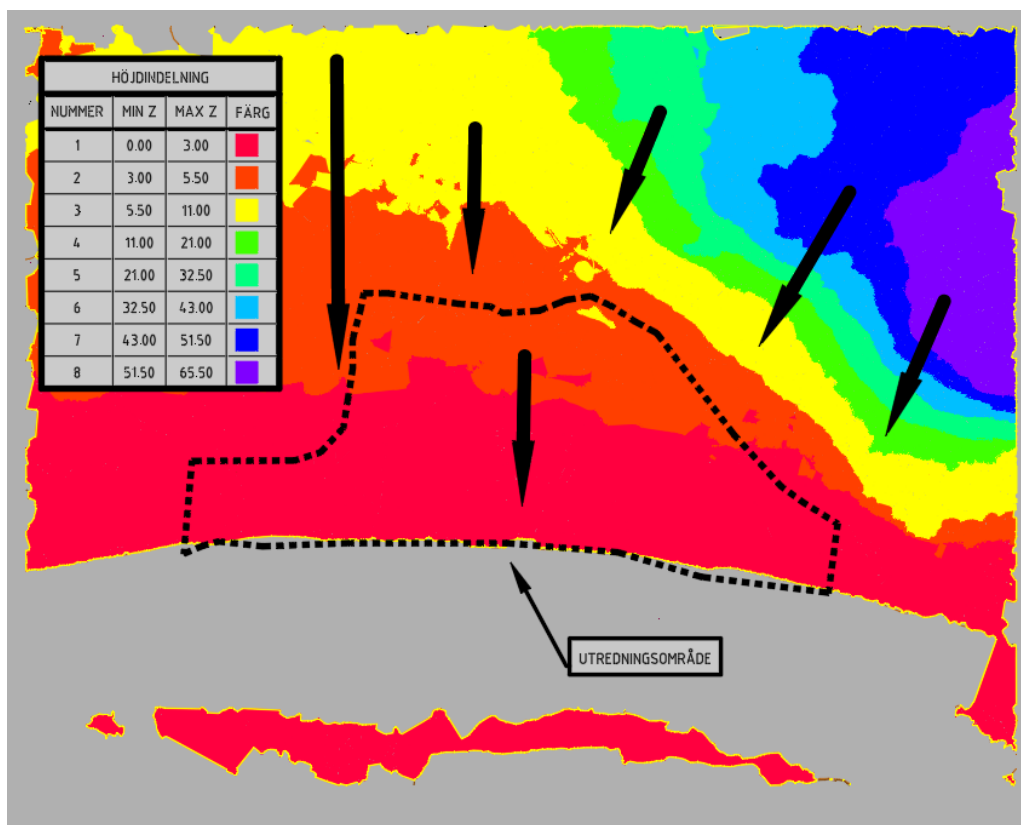
Aktuellt plan- och höjdsystem för utredningsområdet är följande:

Plansystem: SWEREF 99 12 00

Höjdsystem: RH 2000

5.2 Topografi och ytliga rinnvägar

En grov topografisk analys av befintlig terrängmodell redovisas nedan enligt Figur 6. Terrängen av planområdet lutar från norr till söder där befintliga markhöjder förändras från cirka + 4 till + 1 meter över havet närmast Nordre älv. Terrängen som angränsar till planområdet ligger på högre markhöjder (upp till + 65 möh. till nordöst) och därmed kommer dagvattnet att genom ytliga rinnvägar delvis transporteras genom planområdet. Därför är det viktigt att genomföra en mer detaljerad nivåstudie samordnat med angränsande planområden, i syfte att få ett större helhetsgrepp över dagvattnets rinnvägar, flöden och volymer som behöver beaktas.



Figur 6. En grov nivåstudie av områdets befintliga terräng utförd genom Civil 3D.

5.3 Nordre älv

Dagvattnet från planområdet leds ut till recipienten Nordre älv. Nordre älv är en naturlig vattenförekomst som är cirka 15 km lång. Recipienten tillhör delavrinningsområden "Mynnar i havet (SE641537-126519)" samt "Ovan Kvillen i Nordre älvs vattendragsyta (SE642100-126965)". För att slutligen ledas ut till huvudavrinningsområdet "Kustområde (SE108109)".

Ekologisk status för Nordre älv är klassad som måttlig med krav att uppnå god ekologisk status till 2021. Recipienten klassificeras som inte god status gällande kemiska förhållanden med krav på att uppnå god kemisk status till 2021. Recipientens känslighetsnivå klassificeras som "Känslig" enligt mailkorrespondens med Fredrik Horn Kungälv Kommun, 2021-10-05.

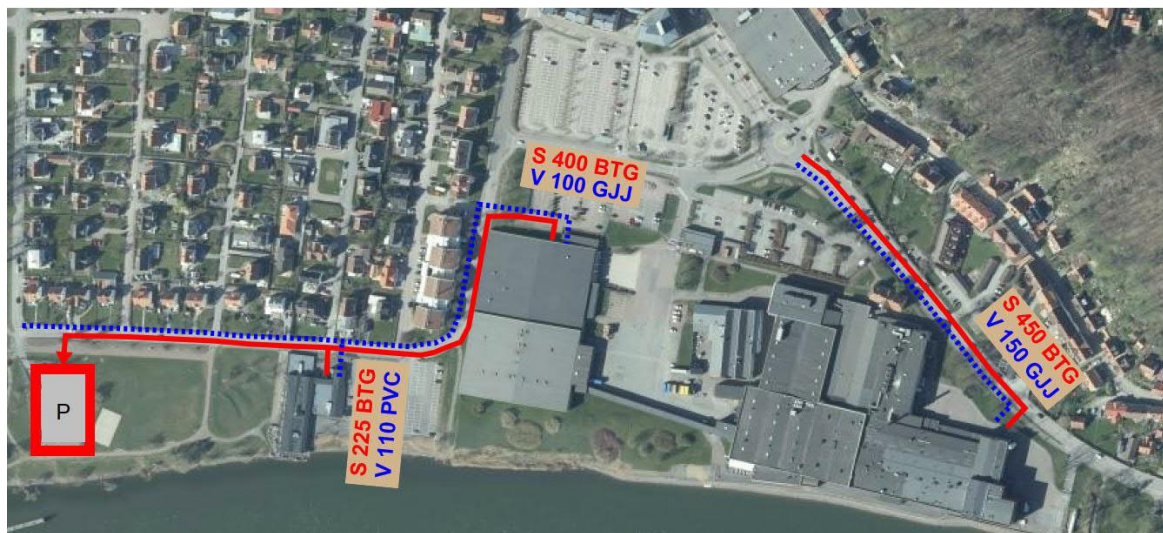
Ovanstående information är hämtad från VISS (Vatteninformationssystem Sverige), 2021. VISS är länsstyrelsens databas innehållande information om avrinningsområden, grundvattenförekomster samt vattenförekomster.

5.4 Befintlig VA-försörjning

I följande stycken beskrivs kommunala VA-ledningar som finns i anslutning till planområdet.

5.4.1 Dricksvatten & Spillvatten

I dagsläget försörjs fastigheterna (Fabrikerna & Koggen) i planområdet med totalt tre servisanslutningar innehållande dricks- och spillvattenledningar, se Figur 7. Fastigheten Fabriken har två servisanslutningar, en vid Strandgatan i öst och en vid Liljedalsgatan i väst. Den tredje och sista servisanslutningen till fastigheten Koggen återfinns vid Västra Strandgatan. Dimensionerna dricksvattenledningen varierar från 100 – 150 mm och består av GJJ längs med Fabriken och PVC längs med Koggen. Enligt mailkorrespondens daterad 2021-10-04 med VA-huvudmannens företrädare antas vattentrycket uppgå till 50 mVp. Spillvattenledningarna består av betongledningar i dimensionerna 225 – 450 mm.



Figur 7. Illustrativ sträckning av befintlig VA-försörjning för planområdet.

Enligt kommunikation med Kungälv kommun daterad 2021-09-29 är skicket på befintliga ledningar som angränsar till planområdet dåligt. Kapaciteten på befintligt dricks- och spillvattenledningsnät bedöms inte ha tillräcklig kapacitet för att försörja planområdet med tänkt exploatering med 2300 bostäder.

Därmed kommer planerade ledningar föreslås baserat på dimensionerande flöde och erforderligt tryck. Befintliga höjder kommer att nyttjas endast i syfte att ge en indikation på placering för tänkt ledningsnät. Rapporten kommer i kommande avsnitt 6 Analys redovisa vilka dimensioner och flöden som krävs för att försörja områdets planerade behov. Detta kan användas som underlag till kommunen för att planera in nödvändiga åtgärder på sitt ledningsnät.

5.4.2 Dagvatten

I angränsning eller inom planområdet påträffades flera dagvattenutlopp som mynnar ut till intilliggande recipienten Nordre älv. Utifrån material som erhöles från Kungälv kommun daterad 2021-09-23 samt fastighetsägaren Orkla 2021-09-07 påträffas totalt 17 dagvattenutlopp som släpper ut dagvatten till recipienten. Utav nämnda dagvattenutlopp tillhör fyra VA-huvudmannen och 13 ligger inom privat fastighetsmark. De kommunala dagvattenledningarna varierar i storlek från 500 mm till 1000 mm medan den största privata dagvattenledningen som kan utläsas uppgår till 315 mm. Utifrån vad som kan tolkas från erhållna DWG-filer beträffande interna ledningar inom planområdet existerar dessutom en mindre pumpanordning vid älvkanten.

5.5 Skyfall

I följande stycken beskrivs skyfallssituationen inom planområdet samt hur omkringliggande områden påverkar planområdet och den befintliga fastigheten vid ett skyfall.

5.5.1 Instängda områden

Under kraftiga skyfall överskrider ledningssystemets kapacitet tillsammans med markens infiltrationsförmåga vilket medför att avrinning på markytan sker. Denna ytavrinning ansamlas i områdets lågpunkter och skapar översvämningar. Finns ingen möjlighet för dagvattnet att rinna ut ur lågpunkter på grund av barriärer som vägar eller bebyggelse, blir lågpunkten ett instängt område. Vid översvämning i lågpunkter som även är instängda finns risk för stora materiella skador vilket kan medföra risk för hälsa och liv. Det är därför av vikt att identifiera lågpunkter i terrängen. Med hjälp av programmet Scalgo har en lågpunktskartering studerats. Analysen är utförd för 110 mm nederbörd vilket representerar ett klimatkompenserat 100-årsregn med varaktighet på 6 timmar.

Scalgo tar inte hänsyn till infiltration eller befintligt ledningssystem. Det innebär att det finns begränsningar i redovisade resultat och att det ska ses som överskattat. Dock visar modellen tydligt var de mest utsatta områdena är vid befintlig bebyggelse är idag, se Figur 8.



Figur 8. Blå områden visar stående vatten vid ett skyfall med återkomsttid 100 år.

5.5.2 Flödesvägar

I dagsläget går två flödesvägar genom området, se flödesväg 1 och 2 i Figur 9. Vid exploatering av området är det av högsta vikt att tröskelnivåerna där skyfall rinner in i området behålls så man ej riskerar att försämma uppströms. Flödesväg nr 3 skapas inom området och vid nyexploatering utgår denna flödesväg. Konstruktionen mellan befintliga byggnader fungerar som en barriär för flödesväg (nr 2) och skapar en lågpunkt där vatten ansamlas vid ett skyfall. Väster inom planprogrammet går idag en flödesväg (nr 1) över befintlig parkering ut mot recipient Nordre älv. Öster om planprogrammet går en flödesväg i direkt anslutning till befintlig väg Strandgatan för att sedan rinna över strandpromenaden ner till Nordre älv. Denna flödesväg ligger utanför planområdet och bedöms ej påverkas av arbete inom planområdet. Om justeringar på Strandgatan planeras behöver ny bedömning göras.



Figur 9. Gula pilar visar flödesvägar i befintlig miljö vid skyfall.

I Figur 10, Figur 11 och Figur 12 redovisas de områden som härleder till respektive flödesväg samt storlek i hektar (ha).



Figur 10. Avrinningsområde för flödesväg nr 1 (18 ha)



Figur 11. Avrinningsområde för flödesväg nr 2 (3,3 ha)



Figur 12. Avrinningsområde för flödesväg nr 3. (1,5 ha)

5.6 Högvatten

Idag är befintlig marknivå vid strandkanten av kexfabriken varierande mellan ca +1,5 till +2,1 längst med planprogrammet, se Figur 13. Utifrån information från ansvarig på fabriken ges att befintlig nivå i Nordre älv inte överstigit +1,6 under de senaste 20 åren. Framför befintlig fabriksbyggnad finns en grusvall ner mot älven som troligen även fungerar som högvattenskydd idag.



Figur 13. Befintliga höjder längst strandkanten.

Strandpromenaden har enligt uppgifter från Kungälv kommun översvämningsproblematik varje år, vanligtvis under höst och vårstormar, se Figur 14. Enligt uppgifter från kommunen (mailkorrespondens 2021-11-15) har vattennivån stundtals varit högre än vad som redovisas i figur 14. Strandpromenaden ligger lägre än vad planområdet gör, se Figur 13, och översvämningarna sker inom ett område som bedöms klara stående vatten över tid. Enligt kommunen finns det idag inga planer på att skydda strandpromenaden mot översvämningar men att lyfta frågan om utökad skydd för även strandpromenaden i och med de planerade arbetena för planområdet anses rimligt.



Figur 14. Strandpromenaden översvämmad vid högvatten. Återkomsttid på flöde okänt.

6. ANALYS

6.1 Allmänna beräkningsförutsättningar

Beskrivna beräkningar är baserade på det ungefärliga lägenhetsantalet erhållet av Krook & Tjäder (Krook & Tjäder, 2021). Med hänsyn till att projektet befinner sig i ett tidigt skede skall nedanstående beräkningar antas som en indikation för kommande behov av VA-försörjning. I senare skede när antal lägenheter är fastställda ska beräkningarna uppdateras med aktuell information.

I Tabell 5 nedan listas beräkningsförutsättningar som har tillgåtts vid analys av framtida situation.

Tabell 5. Beräkningsförutsättningar vid dimensionerande dricks- samt spillvattenflöde

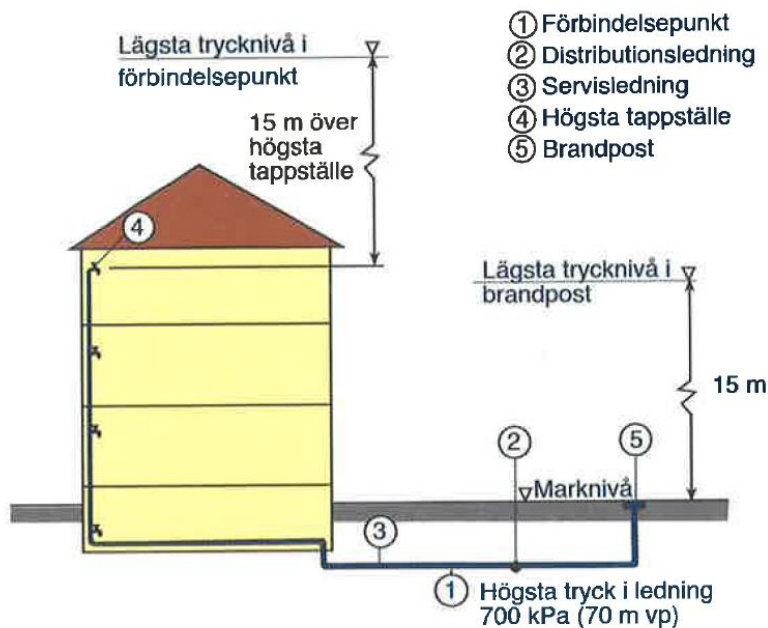
Parameter	Symbol	Antal/värde
Lägenheter	-	2300
PE (personequivaler)	p	~ 4200 (1,8 per lägenhet)
Specifik hushållsförbrukning	$q_{\text{hushåll medel}}$	135 l/person*dygn
Schablon tillägg allmän förbrukning	$q_{\text{allmän medel}}$	25 l/person*dygn
Dimensionerade brandpostuttag	$Q_{\text{brandvatten}}$	20 l/s
Maxdygnfaktor	$C_{\text{dygn max}}$	1,8
Maxtimfaktor	$C_{\text{tim max}}$	2,2
Vattentryck vid ledningsnät	p	50 mVp
Area	A	9 ha
Inläckage vid torrväder	$q_{\text{läck torr}}$	0,1 l/s*ha
Inläckage vid regn	$q_{\text{läck regn}}$	0,45 l/s*ha

6.2 Dricksvatten

Följande beräkningar är utförda enligt Svenskt Vattens publikation P114 – Distribution av dricksvatten (Svenskt Vatten, 2021) samt rapporten "Dimensioneringstal för vattenförbrukning" (Svenskt Vatten Utveckling, 2020).

6.2.1 Vattentryck

Enligt korrespondens daterad 2021-10-04 med Kungälv kommun är vattentrycket vid ledningsnät ca 50 mVp. Enligt Svenskt Vattens publikation P114 bör lägsta trycknivå i det allmänna ledningsnätet inte understiga 15 över högsta tappställe. Dessutom bör lägsta trycknivå i det allmänna ledningsnätet inte understiga 15 meter över marknivån under brandvattenuttag i en brandpost. Se ovannämnda rekommendationer illustrerade i Figur 15 (Svenskt Vatten, 2021).



Figur 15. Rekommendationer angående vattentryck vid förbindelsepunkt och ledningsnät.

6.2.2 Släckvatten

I samtal med Mats Balder från räddningstjänst konstaterades att riktlinjer enligt P114 är i enlighet med räddningstjänsts rekommendationer. Nedanstående ska beaktas vid placering av brandpost samt dimensionering av dricksvattenledningsnät;

- 20 l/s brandpostuttag vid flerbostadshus > 3 våningar
- 150 meter mellan brandposter och därmed 75 meter till närmaste brandpost från uppställningsplats inom planområdet.
- Placering av brandposter intill byggnader med avsevärt fler våningar än tre i syfte att få erforderligt tryck.
- Vid planering av flerbostadshus fler än 7 våningar bör tryckstegring inom bostaden planeras för att kunna erhålla erforderlig trycknivå enligt Figur 15.

6.2.3 Dimensionerande flöde

Vid dimensionering kommer två olika scenarier att utvärderas. Maximalförbrukning (q_{dim1}) samt medelförbrukning vid kritiska händelser (q_{dim2}). Med kritiska händelser avses totala förbrukning vid maxtimmes förbrukning under ett medeldygn (q_{dim0}) adderat med dimensionerande flöde för brandvattenuttag ($q_{brandvatten}$). Dimensioneringen utförs med följande ekvationer;

$$q_{dim0} = \frac{p \cdot q_{medel}}{3600 \cdot 24} \cdot c_{t \max} \tag{1}$$

$$q_{dim1} = \frac{p \cdot q_{medel}}{3600 \cdot 24} \cdot c_{d \max} \cdot c_{t \max} \tag{2}$$

$$q_{dim2} = q_{dim0} + q_{brandvatten} \tag{3}$$

Maximala utfallet från ekvation (2) och (3) kommer vara det dimensionerande fallet.

$$q_{dim0} = \frac{4200 \cdot (135 + 25)}{3600 \cdot 24} \cdot 2,2 = 17 \text{ l/s}$$

$$q_{dim1} = \frac{4200 * (135 + 25)}{3600 * 24} * 1,8 * 2,2 = 31 \text{ l/s}$$

$$q_{dim2} = 17 + 20 = 37 \text{ l/s}$$

Området behöver tillgodoses med maxflödet 37 l/s i syfte att erhålla erforderlig dricksvattenförsörjning. För att kunna erhålla en god vattenomsättning och dricksvattenkvalité beräknas ledningsdimensionen med en högre flödes hastighet än riktvärdet 1 m/s (Svenskt vatten, 2021). Beräknat med ett riktvärde på 1,5 m/s i flödes hastighet föreslås närmaste standarddimension med 225 PE (200 ID) mm i ytterdiameter. Vid maxtimmeförbrukning under ett medeldygn kommer flödes hastigheten att uppgå till 0,6 m/s.

Vid upprustning av befintliga ledningarna i anslutning till området uppskattas grovt ett totalt flöde på 30 l/s från tre serviser vara tillgängligt. Denna uppskattning bör förankras i nästkommande skede. Kommunen bör därför se till att utöka sin kapacitet på nätet för att kunna försörja området med erforderligt dricksvattenflöde. Ledningsdimensioner till respektive kvarter inom planområdet får undersökas i detalj i senare skede beroende på placering av anslutning.

6.3 Spillvatten

Det dimensionerande spillvattenflödet har beräknats fram enligt Svenskt Vattens publikation P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten.

6.3.1 Dimensionerande flöde

Det dimensionerande spillvattenflödet i spillvattenförande system är maxtimmens förbrukning under maxdygnet ($q_{s \text{ dim}}$) adderat med uppskattade tillskottsvattenflöden ($q_{inläck}$). Utöver detta tillkommer även en säkerhetsfaktor på minst 1,5. Dimensioneringen utförs med följande ekvationer;

$$q_{s \text{ dim}} = \frac{p * q_{medel}}{3600 * 24} * c_{d \text{ max}} * c_{t \text{ max}} \quad (4)$$

$$q_{inläck} = q_{läcktorr} + q_{läckregn} \quad (5)$$

$$q_{dim} = q_{s \text{ dim}} + q_{inläck} \quad (6)$$

$$q_{s \text{ dim}} = \frac{4200 * 160}{3600 * 24} * 1,8 * 2,2 = 31 \text{ l/s}$$

$$q_{inläck} = 9 * (0,1 + 0,45) = 5 \text{ l/s}$$

$$q_{dim} = 31 + 5 = 36 \text{ l/s}$$

$$q_{dim \text{ slutlig}} = 36 * 1,5 = 54 \text{ l/s}$$

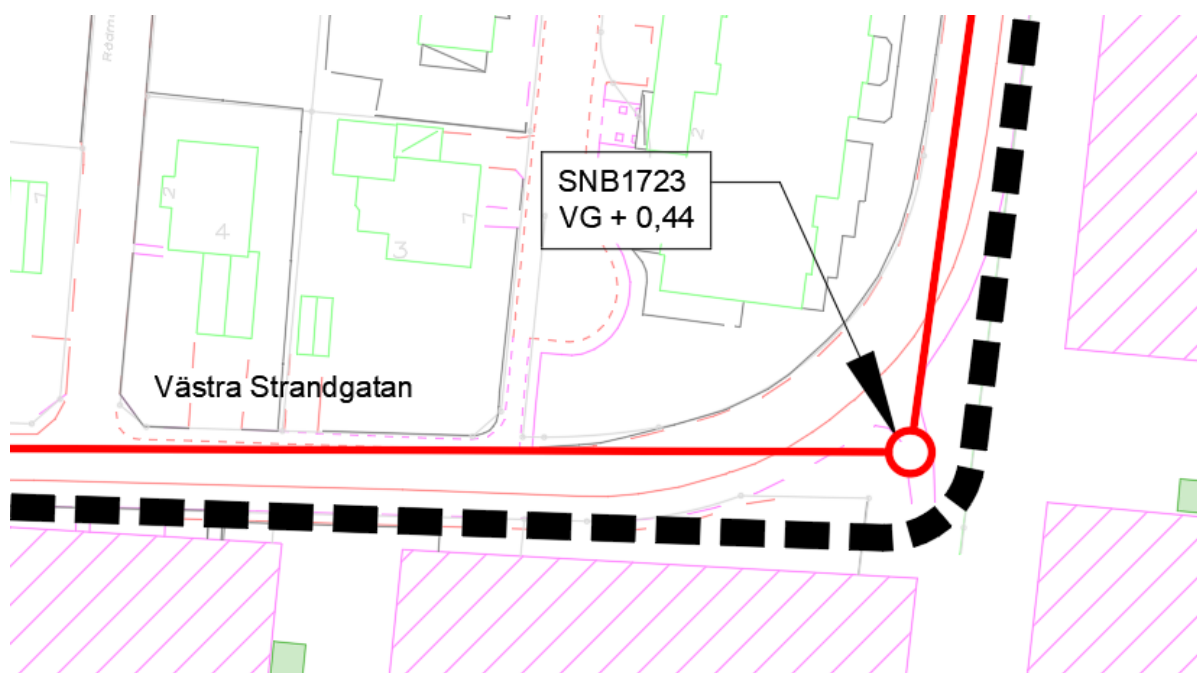
Dimensionerande spillvattenflöde kan hanteras med en gemensam rörledning med dimension 300 mm invändigt. Detta förutsätter att ledning kan förläggas med åtminstone 4 ‰ lutning i syfte att erhålla självrens förmågan i ledningen. Ekvivalenta sandråheten till rörledningen bestämdes till 1 mm med tanke på att tekniska livslängden av materialet ska uppgå till minst 50 år.

Ledningsdimensioner till respektive kvarter inom planområdet får undersökas i detalj i senare skede beroende på placering av anslutning. Däremot ska det beaktas att minimianslutning enligt

P110 gällande 200 mm med minimilutning på 5 ‰ ska följas för att erhålla god hydraulisk status i ledningarna.

6.3.2 Höjdsättning

I syfte att undvika ett trycksatt system inom planområdet som kräver drift och underhåll eller djupa anläggningsschakter föreslås att spillvattenanslutningen ske till väst på Västra Strandgatan, se Figur 16. Befintlig spillvattenbrunn "SNB1723" ligger på vattengångsnivå på + 0,44 och befintliga marknivåer inom planområdet som lägst + 1,8 vilket anses vara möjligt för en anslutning i detta skede.

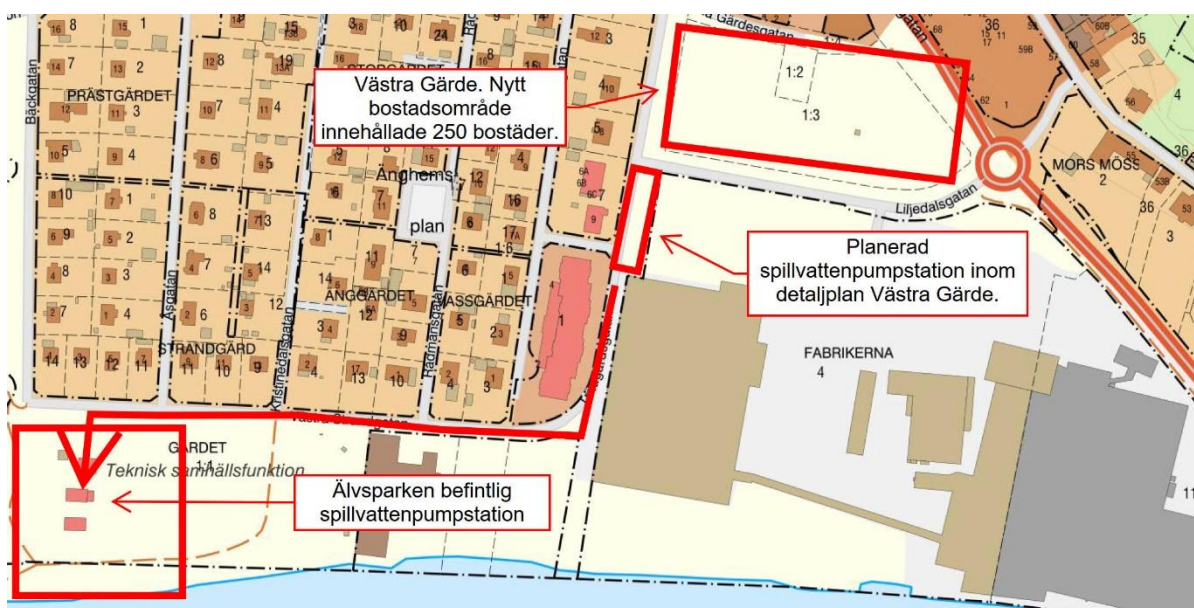


Figur 16. Urklipp på möjlig anslutningspunkt på spillvattenledningsnätet.

Parametrar som bör tas hänsyn till i senare skeden inom planläggningen är befintlig kapacitet på ledningsnätet i samråd med kommuns VA-huvudman och planerade marknivåer i samband med byggnation.

6.3.3 Samordning med pågående projekt

Norr om utredningsområdet fortgår en annan planprocess parallellt. Planområdet benämns som Västra Gärde där planerna är att skapa ett nytt bostadsområde innehållande 250 bostäder. Spillvattenhanteringen från detta område kommer ske genom en ny spillvattenpumpstation som kommer placeras intill Kexfabrikens planområde. Se nedanstående figur för att få en uppfattning av placering. Det finns inga fastställda skyddsavstånd som gäller från pumpstation till bebyggelse men skyddsavstånden brukar vara kring 50–100 meter med hänsyn till eventuell risk för störning genom lukt eller buller.



Figur 17. I denna skiss redovisas placering av planerad spillvattenpumpstation, illustrativ skiss av spillvattnets planläge samt lokalisering av planområdet Västra Gärde.

Samordning mellan planområden är nödvändigt i syfte att minimera lukt som uppkommer från planerad pumpstation intill planerade flerbostadshus. Förutsatt att pumpstationen inte kan flyttas föreslås att åtgärder för luktminimering vidtas. Följande förslag kan implementeras i detta syfte;

- Överbyggnad
- Aktivt kol
- UV-behandling
- Jonisering av tilluft
- Placering av frånluft i högre höjd än planerade flerbostadshus genom en avluftningskanal. Avluftningskanalen kan förslagsvis ske genom en avluftare som fastmonteras på fasaden av närmaste flerbostadshus.

6.4 Dagvatten

Nedan redovisade dagvattenberäkningar från Svenskt Vattens publikation P110. Befintliga flygfoton (Lantmäteriet, 2021) samt erhållit illustrationsförslag (Krook & Tjäder, 2021) har studerats vid avgörandet av markanvändnings typ.

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

Återkomsttid för dimensionerande regn som ligger till grund för beräkningar av flöden har ansatts till 5 & 20 år. Hela området antas vara aktivt vid ett regn med 10 minuters varaktighet. I Tabell 6 nedan listas beräkningsförutsättningar som har tillgåtts vid analys av befintlig och framtida situation.

Tabell 6. Beräkningsförutsättningar vid dimensionerande dagvattenflöde.

Parameter	Symbol	Antal/värde
Area	A	9 ha
Dimensionerande regnintensitet, 5 år 10 min	$i_{5\text{år}, 10 \text{ min}}$	181 l/s*ha
Dimensionerande regnintensitet, 20 år 10 min	$i_{20\text{år}, 10 \text{ min}}$	287 l/s*ha
Klimatfaktor	kf	1,25
Avrinningskoefficient - Tak	Φ_{Tak}	0,9
Avrinningskoefficient - Hårdgjord yta	$\Phi_{\text{Hårdgjord}}$	0,8
Avrinningskoefficient - Grönyta	$\Phi_{\text{Grön}}$	0,1

6.4.1 Dimensionerande flöde

För beräkning av befintliga och framtida flöden så har beräkningarna utförts i enlighet med rationella metoden som, enligt Svenskt Vattens publikation P110, beskrivs enligt nedanstående ekvation;

$$q_{d \text{ dim}} = A * \varphi * i * kf \quad (7)$$

Klimatfaktorn som används vid beräkning av framtida flöden uppgår till 1,25. Resultat av dimensionerande dagvattenflöde beträffande befintlig och framtida situation redovisas i Tabell 7 och Tabell 8.

Tabell 7. Tabellen redovisar beräknat flöde för befintlig situation genom rationella metoden.

Yta	A [ha]	Φ [-]	A _{red} [ha]	Q _{d dim, 5 år} [l/s]	Q _{d dim, 20 år} [l/s]
Tak	4	0,9	3,6	655	1035
Hårdgjord yta	3,5	0,8	2,8	510	805
Grönyta	1,5	0,1	0,15	30	45
Totalt	9	-	6,55	1195	1885

Tabell 8. Tabellen redovisar beräknat flöde med klimatkompensation för framtida situation genom rationella metoden.

Yta	A [ha]	Φ [-]	A _{red} [ha]	Q _{d dim, 5 år} [l/s]	Q _{d dim, 20 år} [l/s]
Tak	5	0,9	4,5	1020	1615
Hårdgjord yta	3	0,8	2,4	545	860
Grönyta	1	0,1	0,1	25	40
Totalt	9	-	7	1590	2515

Omvandlingen av planområdet utifrån erhållet material kommer resultera i fler hårdgjorda ytor i och med att den reducerade arean ökar från 6,55 ha till 7 ha. Detta innebär en ökning av hårdgjorda ytor med 7 procent. Det ska konstateras att erhållet materialet från Krook & Tjäder endast är en strukturplan. Strukturplanen utgör en schematisk skiss och kan komma att ändras i och med projektets fortskridande. Exploatören har för avsikt att upprusta området med gröninfrastruktur med områden reserverade för växtlighet och mark med högre genomsläppligheter. Ovanstående tabell gällande planerad markanvändning ska utläsas med reservation för detta.

Ledningsnätet inom planområdet ska hantera ett flöde på totalt 1590 l/s som uppstår vid ett 5-års regn med varaktighet 10 minuter. Vid markdimensionering (trycklinjen i dagvattensystemet stiger

till marknivå) av dagvattnet ska det utgå från det dimensionerande 20 års flödet på totalt 2515 l/s. Detta flöde avser inte fördröjning utan syftar till att kunna ha erforderlig kapacitet för att kunna hantera avvattning inom och avledning från området. Mer om funktionskrav kan hittas under 3.1 Funktionskrav.

Placering av utsläppspunkterna till dagvattnet och erforderliga dimensioner till ledningsnätet bör studeras närmare i senare skede när det finns fler detaljer att utgå ifrån.

6.4.2 Rening

Nedan presenteras de tre olika fall som har studerats gällande föroreningsinnehåll av dagvatten från planområdet.

- Fall 1. Befintlig situation
- Fall 2. Exploatering exkl. rening
- Fall 3. Exploatering inkl. rening

Med hjälp av Tabell 4 bestäms erforderlig reningsgrad till "Enklare rening". Detta beror på att recipienten Nordre älv anses vara en känslig recipient och planområdet klassificeras som en medelbelastad yta (flerbostadshus). Ett axplock av dagvattenanläggningar som tillhandahåller enklare rening är följande;

- Översilningsyta
- Gröna Tak
- Nedsänkta växtbäddar
- Permeabla beläggningar
- Makadamdike med inbyggd eller placerad i direkt anslutning av sandfång.

6.4.2.1 Beräkningsmetodik

Schablonvärden för föroreningsläckaget från flera olika marktyper har hämtats från StormTac Web-databasen v21.3.3. Schablonhalter av föroreningsaltring från diverse olika marktyper presenteras i Tabell 9. Med anledning av att få överensstämmande värden gällande föroreningsalstring har marktyper från befintlig situation "Tak" samt "Hårdgjorda ytor" tolkats som "Industriyta" vid föroreningsberäkning. Gällande framtida situation har "Tak" samt "Hårdgjorda ytor" tolkats inom "Flerbostadshus".

Tabell 9. Schablonhalter för använda marktyper i föroreningsberäkningarna Stormtac Web-databas v21.3.3.

Ämne	Industriområde	Flerfamiljehusområde	Parkmark
Fosfor (P)	300	230	250
Kväve (N)	1800	1600	1200
Bly (Pb)	30	15	6
Koppar (Cu)	45	30	11
Zink (Zn)	270	100	25
Kadmium (Cd)	1,5	0,7	0,3
Krom (Cr)	14	12	3
Nickel (Ni)	16	9	2
Kvicksilver (Hg)	0,070	0,025	0,020
Suspenderad substans (SS)	100 000	70 000	24 000
Olja	2500	700	300
PAH 16	1,00	0,60	0,12
Benso(a)pyren (BaP)	0,15	0,05	0,0084

I och med att markanvändningen omvandlas från industriområde till område med flerfamiljehus kommer föroreningsuppkomsten att minska utifrån Tabell 9. Det som inte ska förbises är att den reducerade arean ökar på grund av exploateringen och leder till ökade flöden.

Studien har fokuserat framförallt på nedsänkta växtbäddar och grön infrastruktur istället för underjordisk infrastruktur. Reningsgraderna av dagvattenanläggningarna kan skilja sig åt i hög grad beroende på hur de utformas. De antagna reningsgraderna för dagvattenhanteringslösningarna består av sammanvägda värden från ett flertal olika studier. Föroreningsberäkningarna ger därmed en indikation på vad som kan förväntas.

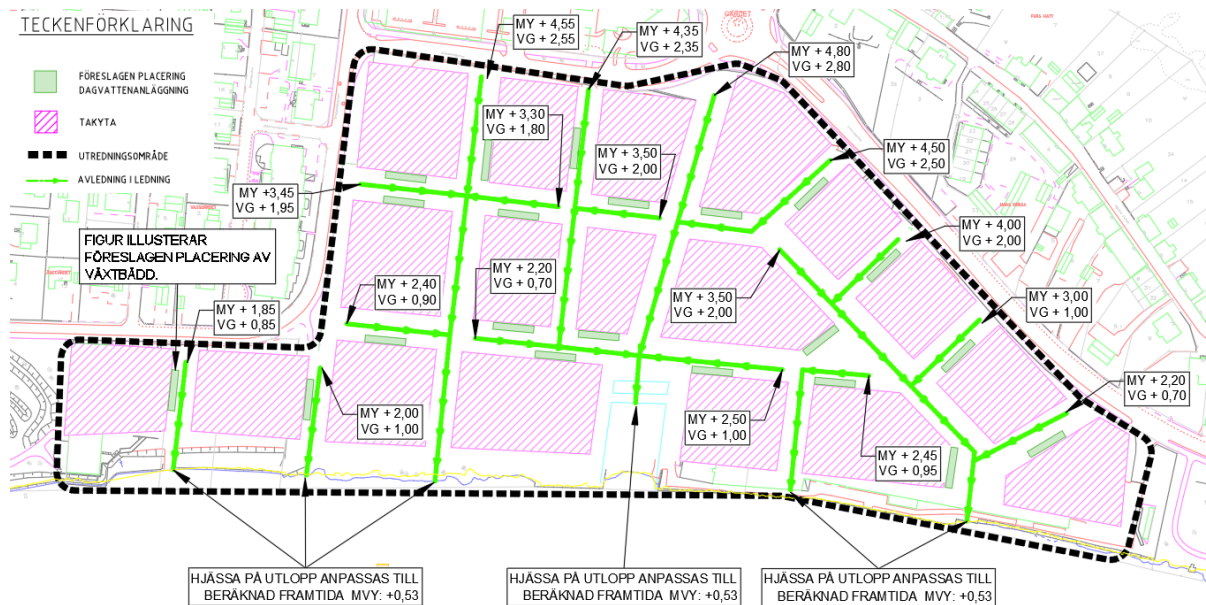
6.4.3 Höjdsättning

Dagvattnet kommer ledas till recipienten Nordre älv. Det är därför viktigt att planera höjdsättning av ledningsnätet med hänsyn till recipientens nuvarande och uppskattade vattenstånd. Befintliga medelvattenståndet – MVY för Nordre älv ligger i nivå enligt höjduppgifter från Scalgo (Scalgo, 2021) på + 0,00 meter. Enligt SMHIs (SMHI, 2020) uppskattning för framtida medelvattenstånd förväntas medelvattenståndet att öka 0,53 meter gällande Kungälv kommun, se Tabell 12. Detta kommer resultera i ett beräknat medelvattenstånd på + 0,53 meter år 2100. Dagvattensystemets utlopp bör därmed placeras i förhållande till detta där toppen på rörledningen åtminstone ligger i höjd med beräknat framtida medelvattenstånd. Samtliga utlopp ska utöver detta förses med bakåtrömningshindrande anordningar i syfte att förebygga mot bakåtdämmande vatten från recipienten vid vattennivåer högre än medelvattenståndet. Utloppen kan även placeras i högre höjd förutsatt att marknivåerna tillåter detta med tanke på erforderad täckning som krävs för ledningsnätet. Vid placering av utloppen på högre höjd kommer djupare schakt att undvikas, vilket är fördelaktigt.

Utformning av höjdsättning ska ske så att dagvatten kan avrinna ytligt vid extrema skyfall då dagvattensystemen går fulla. En genomtänkt höjdsättning ska säkerställa att skyfall inte påverkar planerad bebyggelse. Dagvatten ska avledas via ledningsnätet och öppna stråk och inga instängda områden där dagvatten inte kan avledas ytligt med självfall.

Höjdsättning av dagvattenledningsnätet ska därmed förläggas med 0,53 meter vid hjässan av utloppen som utgångspunkt. Nivåerna på systemet uppströms ska förläggas med fall på åtminstone 6 ‰ vid minimidimension 160 mm i syfte att erhålla god hydraulisk funktion på systemet. En schematisk skiss, se Figur 18, har tagits fram med förslag på placering av

dagvattenanläggningar och dagvattenledningsnät. Dagvattenanläggningar i form av växtbäddar är placerade intill huskroppen och illustreras med grön färg. Ledningsplanen har höjdsatts utifrån befintliga markhöjder och utgör endast en grov ledningsplan i syfte att säkerställa utrymmesbehov till planerade anläggningar och system.



Figur 18. Schematisk skiss på dagvattenhantering inom planområdet. I skissen framgår ett förslag på placering av ledningsnätet med en grov höjdsättning utifrån befintliga höjder samt erforderliga dagvattenanläggningar.

6.4.4 Ansvarsfördelning

Drift och underhållsansvar av föreslagna dagvattenanläggningar kommer åligga fastighetsägare eller VA huvudmannen beroende på om placering sker inom kvartersmark eller allmän platsmark.

Dagvattenhantering på kvartersmark som sker inom verksamhetsområde för dagvatten kan leda till osäkerheter kring åstadkommandet av kravställda MKN. Dagvattenanläggningar kan förberedas och anläggas inom kvartersmark kommunen har dock begränsade möjligheter att framtvinga dessa nämnda åtgärder gällande dagvatten. Med anledning av detta föreslås placering av planerade dagvattenanläggningar ske i allmän platsmark så att Kungälv kommun ansvarar för drift och underhåll för dessa. Detta anses vara särskilt gynnsamt i och med att kommunen innehar kompetens inom dagvattenhantering. En yta på totalt 1750 m² inom allmän platsmark bör därför allokeras för att kunna hantera ställda reningskrav av Kungälvs kommun.

Krav enligt miljöbalken är att planerad verksamhet inte ska försämra möjligheterna att uppnå MKN. Detta är uppfyllt redan vid exploatering i och med att markanvändningen förändras från industriområde till flerbostadshusområde.

6.5 Skyfall

Utifrån underlag över föreslagna placering av byggnader inom planprogrammet ses inga problem med instängda områden som kan skapa stående vatten vid skyfall. Detta förutsätter ett arbete med en höjdsättning med lutning av mark ut från byggnader samt att de skyfallsleder som redovisas i föregående kapitel tas i beaktning vid utformningen av det offentliga rummet. Anledningen är att skyfall tryggt och säkert ska kunna ledas ut till recipient.

Vid beräkning av lågpunkter har en nederbörd på 110 mm simulerats i Scalgo vilket representerar ett klimatkompenserat 100-årsregn med varaktighet på 6 timmar. Vid framtida exploatering eftersträvas en höjdsättning där skyfall kan ledas kontrollerat till recipient Nordre älv och instängda områden undviks.

För att säkerställa att skyfall som kommer in i området norrifrån ej riskerar att skada byggnader eller orsaka risk för hälsa och liv beräknas flöde vid 100-årsregn med hjälp av rationella metoden för flödesväg 1 och 2, se Figur 9 samt Tabell 10. Beräknat flöde tar ej hänsyn till infiltration i mark eller befintligt ledningsnät. Vid framtida detaljprojektering bör flöde beräknas mer ingående. Markanvändningsområden är hämtade från Scalgo.

Tabell 10. Beräknat inflöde i m³/s vid punkt 1 och 2.

INLOPPSPUNKT	Skyfallsflöde in till området				100-årsregn		
	Area [ha]	φ	$A_{red,r}$ [ha]	Klimat faktor (KF)	[l/s ha]	q dim, [l/s]	m ³ /s
Punkt 1	17,6	1,0	17,6	1,25	295	5192	5
Punkt 2	3,3	1,0	3,3	1,25	610	2013	2

Inom området bildas stora flöden vid ett skyfall, se Tabell 11. För att säkerställa att byggnader inte skadas eller att det finns risk för hälsa och liv kan ett aktivt arbete med höjdsättning inom utredningsområdet bidra till att höga flöden vid skyfall leds kontrollerat till föreslagna skyfallsvägar. Skyfallsvägar kan till exempel vara parkstråk eller nedsänkt del av allmänt gaturum som säkert kan leda skyfall genom bebyggelsen mot recipient vid stora flöden. Dessa anläggningar kombineras förslagsvis med dagvattenanläggningar.

Tabell 11. Beräknat skyfallsflöde inom området.

DELYTA	Skyfallsflöde inom området				100-årsregn		
	Area [ha]	φ	$A_{red,r}$ [ha]	Klimat faktor (KF)	[l/s ha]	q dim, [l/s]	m ³ /s
Tak	5,0	1,0	5,0	1,25	610	3050	
Hårdgjord yta	3,0	1,0	3,0	1,25	610	1830	
Grönyta	1,0	1,0	1,0	1,25	610	610	
TOTALT	9,0		9,0			5490	5,5

6.5.1 Skyfall och medelvattenstånd

Från SMHI:s underlag över framtida medelvattenstånd utläses följande med RCP8,5 år 2100 som dimensionerande scenario, se Tabell 12.

Tabell 12. Tabell redovisar framtida medelvattenstånd i Kungälv vid ett antal olika klimatscenario. Dimensionerande medelvattenstånd är markerat inom blå ruta, (SMHI, 2020).

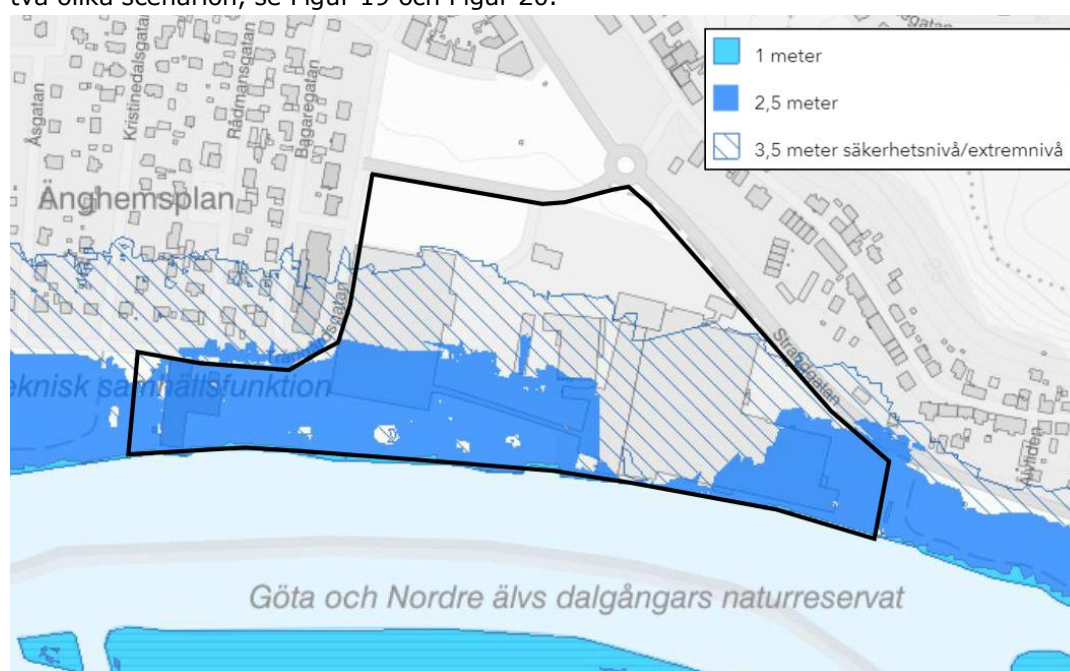
Scenario	År 2050	År 2100
	median (sannolikt intervall)	median (sannolikt intervall)
RCP2,6	10 (-3 till 24)	10 (-15 till 35)
RCP4,5	11 (-1 till 24)	21 (-5 till 47)
RCP8,5	16 (4 till 28)	53 (20 till 87)

Dimensionerande medelvattenstånd blir således + 53 cm. Utgångspunkt vid planering av skyfall i framtiden inom utredningsområdet är att ett dimensionerande 100-års skyfall sker under sommarhalvåret och dimensionerande 200-års flöde under vinterhalvåret. Sannolikheten att dessa två scenarion sker samtidigt bedöms som ett ej dimensionerande scenario. Anledningen är att båda scenarierna har lång återkomsttid samt bedöms ske vid olika årstider.

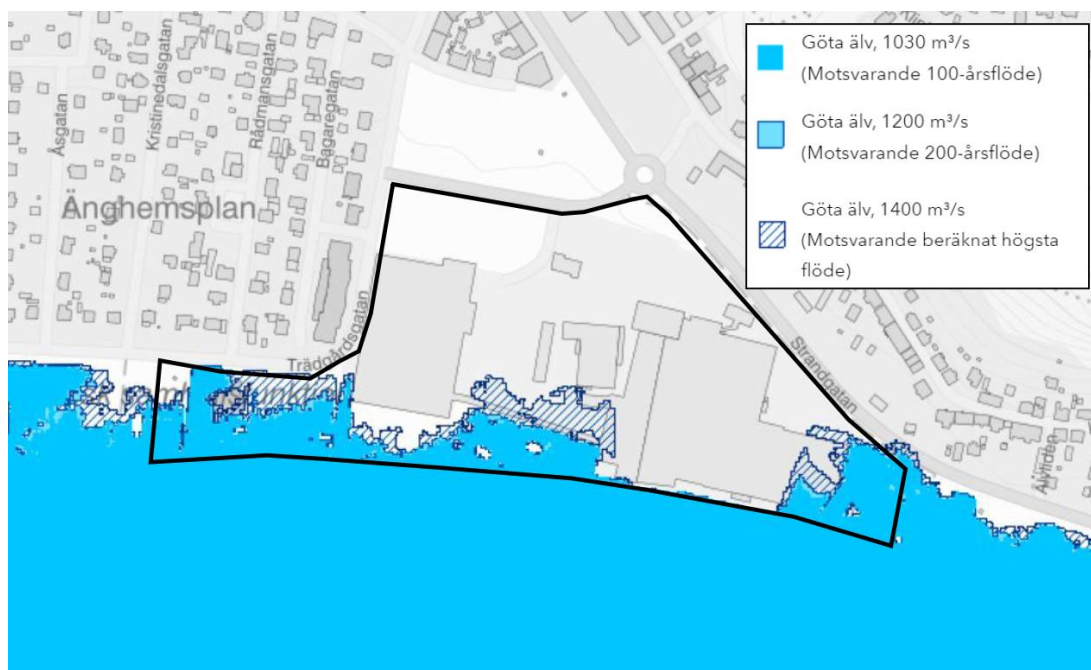
6.6 Högvatten

I takt med ett varmare klimat krävs planering för åtgärder redan idag för framtida havsnivåhöjningar. För att säkerställa att exploateringen inom planprogrammet tar hänsyn till framtida högvatten i Nordre älv används data och underlag från SMHI, MSB och Länsstyrelsen gällande nivåer för framtida havsnivåhöjningar, se avsnitt 3.5 Högvatten.

Utifrån översvämningskarteringarna tillhandahållna av Länsstyrelsen Västra Götaland och MSB ses två olika scenarion, se Figur 19 och Figur 20.



Figur 19. Havsnivåhöjning utifrån tre nivåer tillhandahållna av Länsstyrelsen i Västra Götaland.



Figur 20. Flöden för tre olika händelser från MSB:s uppdaterade översvämningskartering.

I detta fall bedöms en insats där byggnation för en 200-års händelse anpassad till en högre vattennivå och mer extremt klimat fram 2100 som en rimlig insats. Att ta höjd för ett behov att skydda sig för extremvärden på ca +3,5 m måste finnas med i beräkningarna och att möjliggöra tillbyggnad på högvattenskydd är högst relevant.

Utifrån SMHI:s rapport *EXTREMVATTENSTÅND I GÖTEBORG (rev 2020)* kan utläsas en beräknad högvattensnivå vid 100 respektive 200-års återkomstvärde, se Tabell 13. Den generella nivån på +2,5 m är en mindre extrem nivå som är något lättare att förhålla sig till.

Tabell 13. Referensnivå för Nordre älv markerat inom blå ruta. Urklipp från rapporten *Extremvattenstånd i Göteborg, 2020-06-24*.

	Älvsborgsbron -Göta Älvbron		Göta-Älvbron- Marieholm		Marieholm- Agnesberg		
	100 år	200 år	100 år	200 år	100 år	200 år	
återkomstvärde i medelvattenstånd	164	171	164	171	164	171	Avsnitt 3.2.3.2
medelvattenstånd i RH2000 år 1995	7	7	7	7	7	7	SMHI Klimatologi 41, 2017
global höjning, 1995-2100	74	74	74	74	74	74	Church m.fl. 2013
landhöjning, 1995-2100	-32	-32	-32	-32	-32	-32	SMHI Klimatologi 41, 2017
seiche	30	30	30	30	30	30	avsnitt 3.2.2
älvytans medelhöjning uppströms	0	0	4	4	12	12	avsnitt 3.2.1
TOTAL	243	250	247	254	255	262	<i>RH2000</i>

Här ser vi en beräknad högvattennivå vid ett 200-års återkomstvärde på +2,4 - +2,6 beroende på hur långt upp i Göta älv vi befinner oss. Då Nordre älv ligger precis norr om Göteborg med liknande förutsättningar bedöms värdena redovisade ovan jämförbara mot förutsättningarna i Nordre älv.

Utifrån "faktablad – KUSTEN (version 2.0)" tillhandahållet av länsstyrelsen finns en bedömningsmatris över lämpligheten att bygga vid en specifik plats, se Tabell 14. Detta utgår från marknivå och är uppdelat i 4 zoner med tillägg för säkerhetsnivåer. Säkerhetsnivå 1 är på 0,5m och säkerhetsnivå 2 är på 1m.

Tabell 14. Kusten – zoner och planeringsnivåer.

<i>(RH2000, m.ö.h.)</i>	Zon 4	Zon 3	Zon 2	Zon 1
<i>Mätstation</i>	<i>Mellan medelvattenstånd och framtida högsta högvatten</i>	<i>Mellan högsta högvatten och säkerhetsnivå 1</i>	<i>Mellan säkerhetsnivå 1 och 2</i>	<i>Över säkerhetsnivå 2</i>
Kungsvik	<2,2	2,2 – 2,7	2,7 – 3,2	>3,2
Smögen	<2,2	2,2 – 2,7	2,7 – 3,2	>3,2
Stenungsund	<2,4	2,4 – 2,9	2,9 – 3,4	>3,4
Göteborg/Torshamn	<2,4	2,4 – 2,9	2,9 – 3,4	>3,4

Stora delar av området nära älven befinner sig idag inom Zon 4 och 3 vilket enligt länsstyrelsens direktiv ej är lämplig plats för etablering av nyproduktion av helårsboende. Med det som utgångspunkt behöver en dialog föras om riskreducering/konsekvenslindring med hjälp av tekniska lösningar (högvattenskydd, specifika typer av byggnader) alternativt en justerad höjdsättning inom området. Dock kan grönytor, parker, rekreationsområden, utomhusområden för sport och fritid placeras inom samtliga zoner.

Vid etablering av ett högvattenskydd alternativt justering av marknivå minskar ytan som Nordre älv kan breda ut sig på vilket kan leda till att det påverkar flödesregimen. Detta kan i vissa fall leda till att större volymer istället hamnar hos angränsade tomter. Då Nordre älv har ett väldigt stort upptagningsområde med stora flöden samt att tillhörande hav är styrande för framtida nivåhöjningar finns ingen risk för ökade volymer till angränsande områden.

7. FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

I kapitel 5 beskrivs de förutsättningar som råder inom utredningsområdet och i kapitel 6 analyseras dessa. I följande kapitel kommer ett antal olika lösningsförslag presenteras grundat på kapitel 5 och 6.

7.1 Dricksvatten & Spillvatten

Utifrån rådande förutsättningar har dimensionerande flöden gällande dricks- och spillvattenhantering beräknats. Beräkningsförutsättningar, antaganden och flöden framgår under respektive rubrik under 6.1 Allmänna beräkningsförutsättningar.

Gällande dricksvatten behöver planområdet tillgodoses med ett dricksvattenflöde på 37 l/s. Detta kan tillgodoses med en rörledning med dimension 200 mm i innerdiameter. Optimala förfarandet är att befintliga dricksvattennätet i angränsning upprustas och tillgodoser en del av erforderliga flödet på 37 l/s. Underskottet som behöver tillgodoses genom eventuella ny- och omläggningar på ledningsnätet uppgår till 7 l/s.

Förutsatt att det blir en spillvattenanslutning från planområdet erfordras en rörledning med dimension 300 mm invändigt för att kunna hantera erforderliga flödet på 54 l/s.

7.2 Dagvattenhantering

Föreslagna åtgärder för dagvattenhantering inom planområdet beskrivs enligt nedan. Avledning av dagvatten till dessa åtgärder bör huvudsakligen ske genom öppna och täckta rännor samt eventuell översilning över gräsytor. Om avledning kan även ske genom brunnar och ledningar i mark. Placering och höjdsättning av omkringliggande mark är två viktiga parametrar att ha i åtanke för att nå optimaleffekt av föreslagna lösningar.

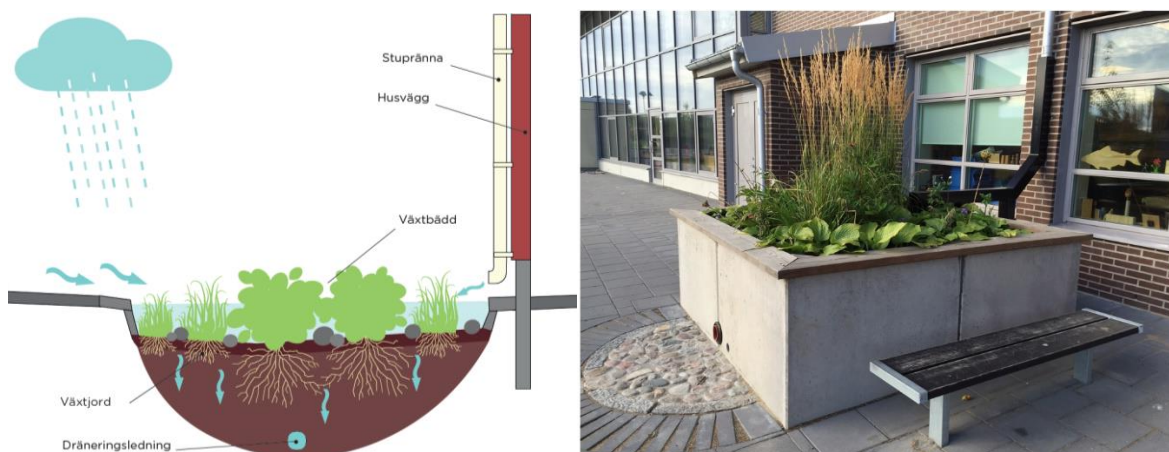
7.2.1 Växtbäddar

Anläggning av växtbäddar sker i nedsänkta lådor där plantering av träd, örter och gräs kan göras och anpassas efter områdets förutsättningar. En yta på 1750 m² uppskattas vara tillräcklig för att kunna hantera ställda reningskrav i syfte att uppnå Kungälv kommuns riktlinjer gällande rening av föroreningshalter. MKN bedöms vara uppnått vid exploatering i och med förändring av markanvändningen.

Filtreringslagret i växtbädden kan anpassas beroende på typ av växtlighet och volymen dagvatten som ska omhändertas. Genom växtbäddar kan även fördröjning av dagvatten erhållas. Bäddens infiltrationskapacitet samt storleken på bädden avgör fördröjningsvolymen. Då förutsättningarna för infiltration inom planområdet är ogynnsamma föreslås att dränledning placeras i botten av de täta växtbäddarna.

Utformning av växtbäddar erfordrar platsspecifika utformningar där försänkningar eller hålrum vid kantsten behöver tas hänsyn till för att få tillrinning av dagvatten från omgivande mark till växtbädden. Dagvatten kan även avledas till växtbäddar genom linjeavvattning, även här är höjdsättning av marknivåer grundläggande.

Växtbäddar kan även anläggas i serie. Dagvattnet kommer vid sådan utformning översvämmas från växtbädd till annan växtbädd alternativt kopplas med öppna eller stängda dagvattenrännor. Beroende på placering och djup av anläggningen kan räcke placeras omkring bädden. För bilder på växtbäddar se Figur 21 och Figur 22.



Figur 21. Till vänster. Schematisk bild på utformning av nedsänkt växtbädd (Ramboll, 2020) Till höger. Exempel på hur en upphöjd regnbädd kan utformas (Bara mineraler AB, 2019).



Figur 22. Inspirationsbilder på möjliga utformningar av växtbäddar (Ramboll, 2020).

7.2.2 Kompletterande åtgärder

Nedan föreslagna lösningar föreslås som komplement till föreslagen anläggning av växtbäddar. De är således inte med i resultatet för föroreningsberäkningarna men skulle vara gynnsamma ur dagvattensynpunkt.

7.2.2.1 Stuprörsutkastare och rännor

Avvattning från takytor föreslås ske genom stuprör och vidare till rännor för att anslutas till föreslagna växtbäddar. Rännorna kan utformas både täckta och öppna beroende på platsförutsättningar och tillgänglighet. För att erhålla en god funktion genom rännor bör marklutningen uppgå till 5 procent första tre metrarna huskroppen. Efter tre meter från fasaden kan marklutningen minska till cirka 1–2 procent. I Figur 23 framgår önskad funktion med stuprörsutkastare och rännor.

Rännalsplattorna skall läggas minst 2 meter ut från grunden. Rännalsplattan närmast huskroppen ska vara en platta med bakkant för att förhindra att vatten rinner bakåt, in mot grunden och ner längs grundmuren. Stuprörsutkastaren placering över rännalsplattorna bör vara högst fem centimeter så att stänk kan undvikas.

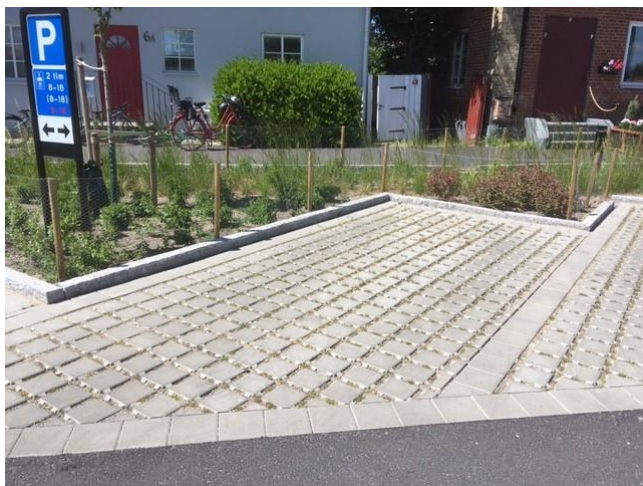


Figur 23. Principbild på stuprörsutkastare (Svenskt vatten P105, 2011)

7.2.2.2 Permeabla ytor

Permeabla beläggningar kan anläggas vid anläggning av gårdsytor, gång- och cykelvägar och parkmiljöer i syfte att erhålla rening och fördröjning av dagvattnet. Rening sker genom att föroreningarna avskiljs i permeabla ytorna genom sedimentation och filtrering. Permeabla ytor kan även kombineras med ett underliggande lager av god porositet. Detta kommer leda till god flödesutjämning vid intensiva regn. Möjliga beläggningar är permeabel asfalt, smågatsten och grus. Se exempel på utformning av permeabel beläggning med smågatsten på Figur 24.

Utformningen av genomsläppliga ytorna kan anpassas efter lokala förutsättningar. Det är dock inte lämpligt att anlägga permeabla anläggningar vid branta marklutningar. Anledningen till detta är att vid branta lutningar sker infiltration begränsad till en viss yta som till följd blir igensatt av sediment.



Figur 24. Bild på permeabel yta utformat med smågatsten (Ramboll, 2020)

7.2.2.3 Vegetationsklädda tak

Ett nyttigt sätt att få in grönstruktur i staden kan vara genom vegetationsklädda takytor, se Figur 25. Förutom det estetiska bidrar vegetationsklädda tak även till att minska avrinning. Flödestopparna kan minskas genom växtlighet som består av moss- och sedumarter. Dessa arter har hög vattenhållande förmåga som resulterar i fördröjning av nederbörd. Dessutom har

vegetationen en isolerande effekt på byggnader vilket resulterar i reducerad energiåtgången av konstruktionen. Den avgörande faktorn för funktionen är substrattjockleken där ett tjockare substratlager är mer gynnsamt.



Figur 25. Bild på utformning av vegetationsklädda taktytor (Vegtech, 2021)

7.2.2.4 Resultat föroreningsberäkningar

Tabell 15 redovisar beräknade föroreningshalter från de tre olika fall. Dagvatteninnehållet av föroreningarna utvecklats i positiv riktning mellan Fall 1 och Fall 2, dvs. omvandling av planområdet utan rening. På grund av det höga schablonhalten av föroreningsalstring av befintligt industriområde. Vid Fall 3 samtliga kravställda riktvärden uppfyllda.

Tabell 15. Tabell redovisar beräknade föroreningshalter [$\mu\text{g/l}$] erhållna genom Stormtac för de tre olika konstruerade fallen för planområdet.

Ämne	Fall 1	Fall 2	Fall 3	Riktvärden
Fosfor (P)	270	210	120	150
Kväve (N)	1700	1600	1100	2500
Bly (Pb)	26	13	3,4	14
Koppar (Cu)	39	27	14	15
Zink (Zn)	240	90	23	60
Kadmium (Cd)	1,3	0,7	0,11	0,4
Krom (Cr)	12	11	5,4	15
Nickel (Ni)	14	9	1,9	20
Kvicksilver (Hg)	0,062	0,023	0,02	0,05
Suspenderad substans (SS)	88	63	21	40
Olja	2,1	0,6	0,3	1,0
Benso(a)pyren (BaP)	0,13	0,05	0,01	0,03

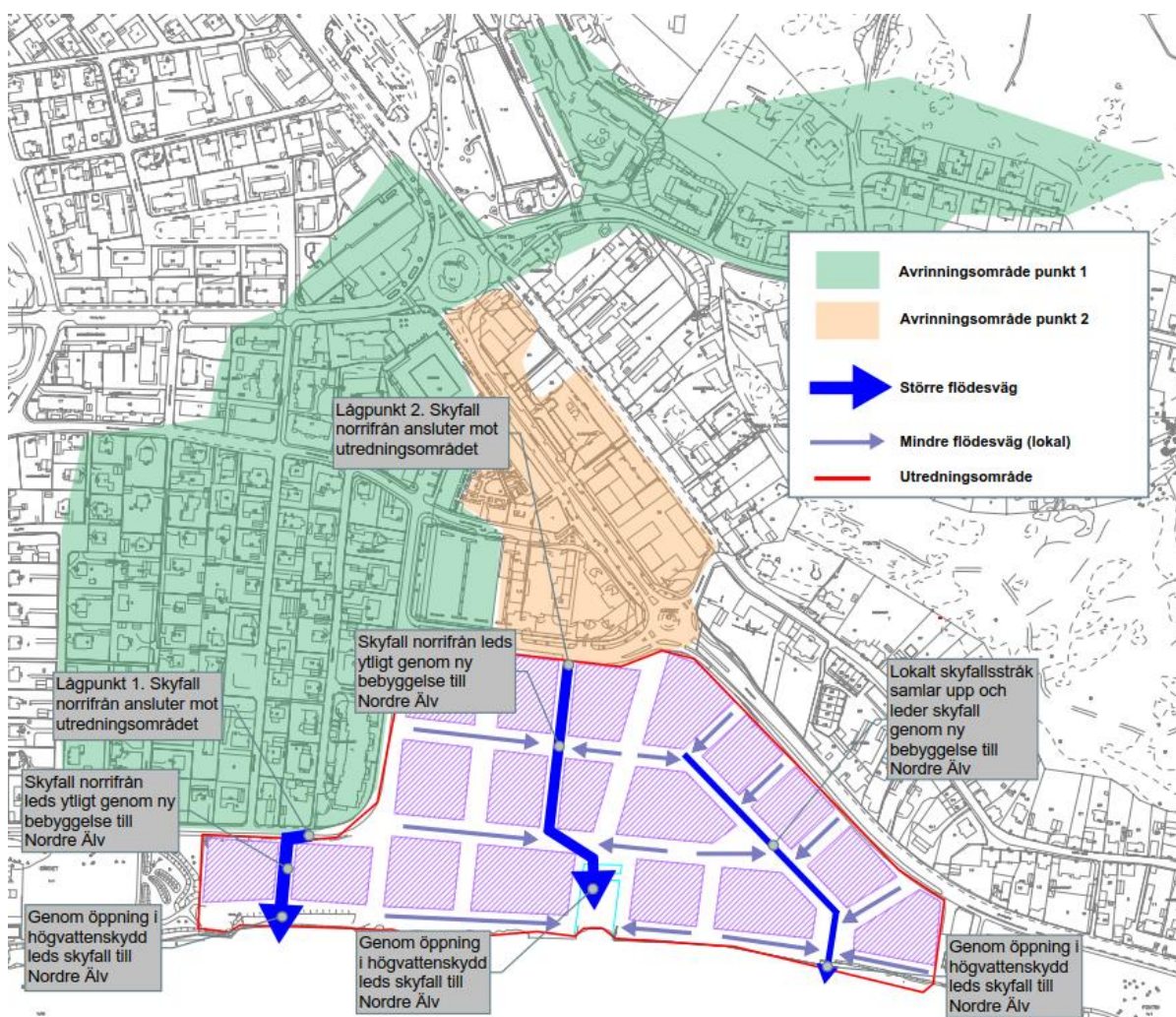
Tabell 16 redovisar beräknade föroreningsmängder som släpps ut från genom dagvattnet från planområdet. Den positiva trenden med föroreningsreducering återspeglas även med föroreningsmängderna.

Tabell 16. Tabell redovisar beräknade föroreningsmängder [kg/år] erhållna genom Stormtac för de tre olika konstruerade fallen för planområdet.

Ämne	Fall 1	Fall 2	Fall 3
Fosfor (P)	18	15	8,4
Kväve (N)	120	110	75
Bly (Pb)	1,8	0,94	0,24
Koppar (Cu)	2,7	1,9	1,0
Zink (Zn)	16	6,4	1,6
Kadmium (Cd)	0,087	0,044	0,0076
Krom (Cr)	0,82	0,75	0,38
Nickel (Ni)	0,97	0,58	0,13
Kvicksilver (Hg)	0,0042	0,0016	0,00085
Suspenderad substans (SS)	6000	4400	1500
Olja	140	44	17
Benso(a)pyren (BaP)	0,0088	0,0031	0,00062

7.3 Skyfall

De två skyfallslederna som går genom området från ovanliggande mark behöver säkerställas. Det bästa är att med hjälp av yttlig avrinning leda flödet ner till Nordre älv, då förslagsvis genom höjdsättning i ny gatusektion. I Figur 26 redovisas en övergripande plan över hur skyfall inom området kan ledas säkert mot Nordre älv genom höjdsättning av mark ner till älven eller med öppningar i ett eventuellt högvattenskydd. För att optimera denna avledning bör föreslagen byggnation anpassas efter lågpunkt 1 och 2 som finns utanför utredningsområdet för att underlätta för skyfallsflödet att ta sig ner till Nordre älv. Detta är av största vikt för att undvika att man förvärrar situationen för angränsande områden.



Figur 26. Övergripande förslag på skyfallshantering inom utredningsområdet.

Nedan redovisas ett antal olika typer av lösningar som kan tillämpas vid skyfallsled 1, 2 och den lokala skyfallsleden. Förberäkning av flöden se avsnitt 6.5.

Skyfallsled 1:

Vid skyfallsled 1 ser vi ett grovt uppskattat flöde på 5 m³/s. För att leda detta mellan byggnaderna kan det allmänna utrymmet nyttjas. Figur 27 visar exempel på större skyfallsled/gata för ytlig avledning.



Figur 27. Skyfallsled St Annas plats, (Köpenhamn, Foto Ramboll)

Skyfallsled 2 och 3:

Vid skyfallsled 2 och 3 har vi i detta skede beräknat ett flöde på ca 4 respektive 3 m³/s. För att leda detta mellan byggnaderna kan det allmänna utrymmet nyttjas. Detta flöde inkluderar även en grov uppskattning av skyfallsflöde som genereras inom området. Vilket skyfall som i slutändan leds till respektive skyfallsled klargörs vid en mer detaljerad höjdsättning av området. Se Figur 28 och Figur 29 för exempel på ytlig avledning av skyfall.



Figur 28. Skyfallsränn med kapacitet på ca 3800 l/s, Augustenborg, Malmö (Foto: Ramboll).



Figur 29. Exempel på större öppen rännan i urban miljö med ungefärlig kapacitet på ca 2300 l/s (Ringsted, Danmark, foto: Ramboll).

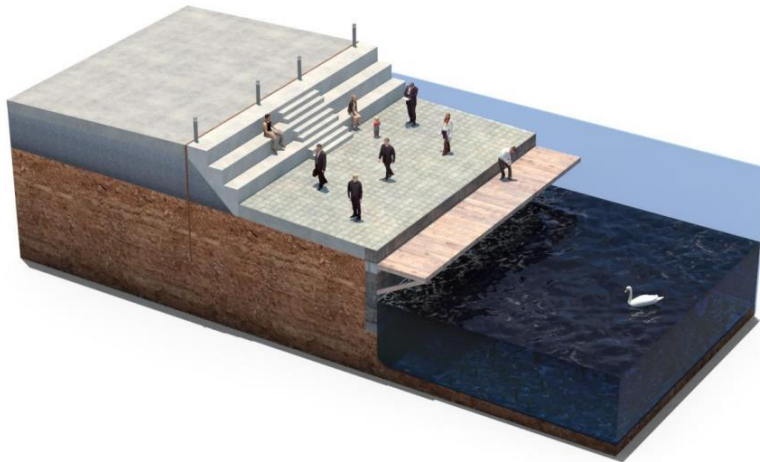
7.4 Högvatten

Samtliga förslag redovisade för klimatanpassning mot Nordre älv samt framtida skyfall får konsekvenser för hela utredningsområdet. Val av anpassning mot höga nivåer vid extrema flöden i Nordre älv skapar olika förutsättningar för tillgången till älvrummet samt höjdsättningen för resten av utredningsområdet. I detta skede har ett antal olika lösningar studerats för att skydda området mot stigande vattennivåer i Nordre älv i samband med en växande skyfallsproblematik. Vilken lösning som i slutändan tillämpas bör samordnas mer djupgående med övriga teknikområden så samtliga aspekter tas med i ett fortsatt utredningsarbete.

För att möjliggöra en framtida kontakt med vattnet och ny bebyggelse krävs tekniska lösningar som tillåter boende att ta del av älvrummet samtidigt som skydd finns på plats vid extrema nivåer i Nordre älv med avseende på framtida klimatförändringar. Denna anpassning alternativt skydd ska även klara att vid skyfall leda ut vatten från utredningsområdet till recipienten Nordre älv.

7.4.1 Högvattenskydd kajplan med förhöjning inåt

Ett alternativ är att sänka ner kajkanten och ha en förhöjning inåt, se Figur 30. Detta alternativ bedöms kräva upphöjande av befintlig mark till minst +2,5 och behöver utredas vidare med avseende på geotekniska förhållanden på platsen samt tillgänglighet mot planerad byggnation. Viktigt att poängtera att för att slippa pumpning alternativt fördröjning och avledning av skyfall i till exempel ledningar behöver höjdsättning säkerställas uppåt i området för ytlig avledning av skyfall. Beroende på vald höjdsättning för marknivå innanför kajplan kan denna lösning kräva möjlighet för komplettering av högvattenskydd i framtiden.



Figur 30. Kajplan utformad med förhöjning inåt med trappa/gradänger (Översvämningsskydd längs Göta älv, 2014, Ramboll)

Ett exempel där denna lösning har använts är vid Gamletullsområdet i Halmstad där gångbana med mera tillåts översvämmas vid högvatten, se Figur 31.



Figur 31. Kajstråk vid Gamletullsområdet i Halmstad som tillåts översvämmas vid högvatten.

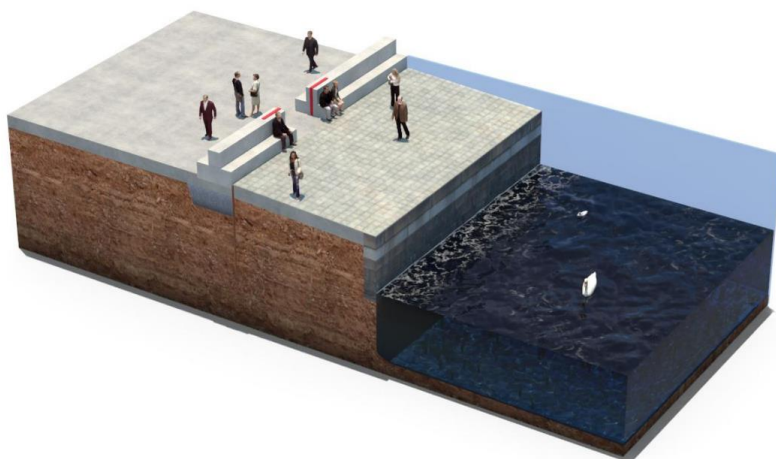
Ett annat exempel är där man tillåter delar av bebyggelse översvämmas vid extrema flöden, se Figur 32.



Figur 32. Del av byggnad tillåts översvämmas. Konstruktion samt verksamhet behöver anpassas mot denna förutsättning. (Foto: Google, 2021)

7.4.2 Högvattenskydd i form av teknisk barriär

En annan lösning är att ha ett högvattenskydd med öppningar som integrerar med sin omgivning. Högvattenskyddets höjd föreslås i detta fall ligga på +2,5 m med en möjlighet för tillbyggnad i framtiden. Anledningen att tillbyggnad är ett bra alternativ är att risken finns att man bygger en barriär flera årtionden innan den behövs och det blir då svårt att garantera att den underhålls på rätt sätt, det blir kostsamt att bygga i förtid. Öppningarna möjliggör avledning av skyfallsvatten vid extrema regn, se Figur 33. Man bygger helt enkelt på en nivå idag för att klara extrema nivåer inom närtid. När vi i framtiden vet mer hur klimatet förändras kan eventuell påbyggnad göras. Ett teknisk skydd likt denna ställer inte lika hög på marknivån och lämpar sig därför speciellt bra där man redan har befintliga byggnader där justering av marknivå ej är ett alternativ. Oavsett marknivå bör färdigt golv ligga på minst + 2,9, se avsnitt 7.4.5 Färdig golvnivå för resonemang kring färdigt golv.

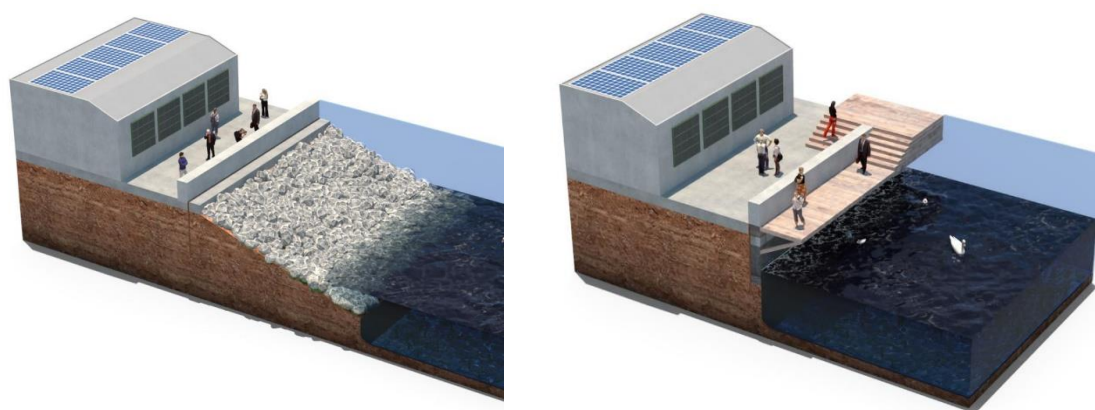


Figur 33. Sittmur med skjutportar/tillfällig anordning för stängning för att släppa ut skyfallsvatten och stänga ute högvatten vid behov (Översvämningsskydd längs Göta älv, 2014, Ramboll).

Ett alternativ på högvattenskydd är att ha en tät barriär med eller utan möjlighet att röra sig på båda sidor, se Figur 34 och Figur 35. Denna lösning får som konsekvens att vatten från skyfall stängs in innanför högvattenskyddet och måste då pumpas alternativt fördröjas och/eller ledas ut med ledning via skyfallsintag inom området.



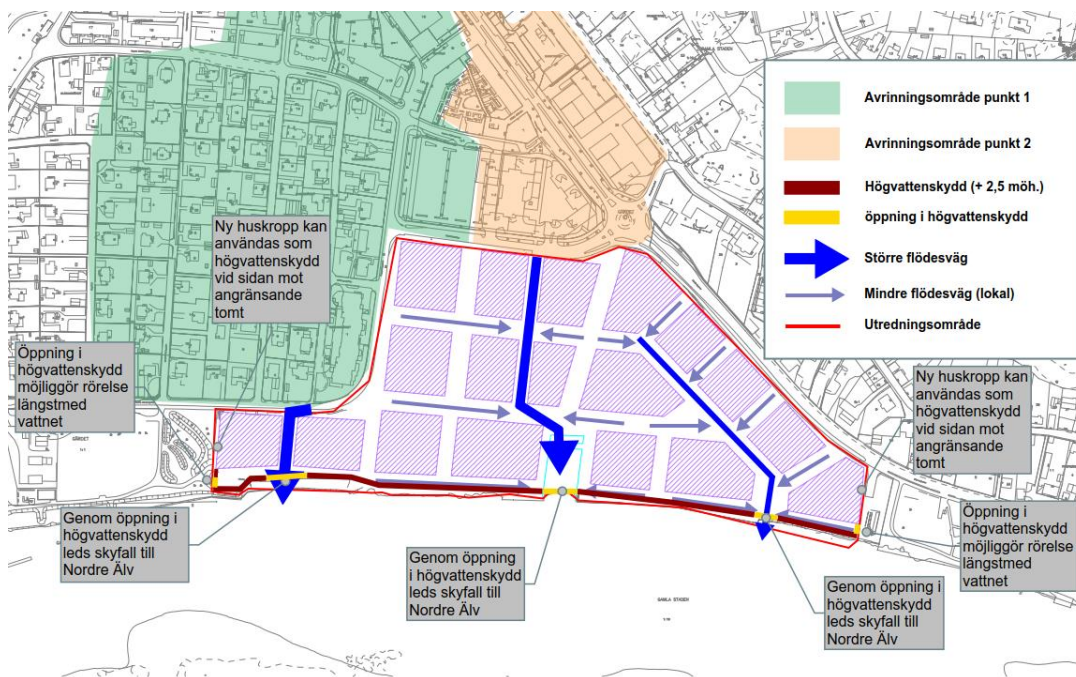
Figur 34. Slänt ned i vattnet med påbyggnad av vall med GC-väg på krönet (Översvämningsskydd längs Göta älv, 2014, Ramboll).



Figur 35. Sektioner med höjning i form av mur (Översvämningsskydd längs Göta älv, 2014, Ramboll).

Då vatten ej tar hänsyn till tomtgränser behövs skydd mot angränsande tomter säkerställas. Här kan man förlänga högvattenskyddet uppåt alternativt höja marken för att få ett mer naturligt högvattenskydd. Om detta ej är ett alternativt som föredras kan ny bebyggelse integreras med högvattenskydd för att undvika att vatten vid ett extremflöde rinner in bakvägen i utredningsområdet. För att möjliggöra rörlighet genom utredningsområdet mot angränsande park i öster och väster krävs även här öppningar alternativt upphöjningar med trappor/ramper på var sida. Vid öppningar krävs teknisk lösning som möjliggör stängning vid risk för höga nivåer i Nordre älv. Upphöjningar skapar en barriär mot angränsande områden men kräver i sin tur ingen teknisk lösning för att tillfällig stänga öppningar i högvattenskyddet.

Placering av högvattenskydd är föreslagen och behöver utredas ytterligare i en mer detaljerad nivå, se Figur 36.

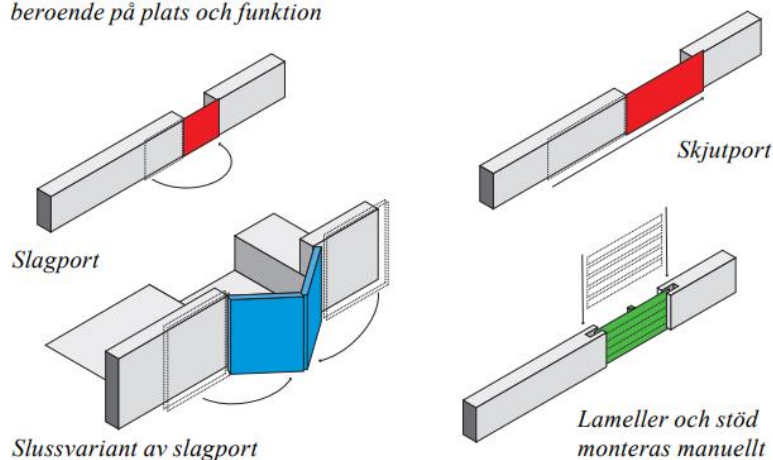


Figur 36. Föreslagen utformning av högvattenskydd.

För att säkerställa att större flöden vid skyfall inte blir instängt bakom högvattenskyddet behövs som tidigare nämnt öppningar som kan stängas vid en extrem högvattensituation. Vilken typ av lösning som passar bäst för just detta planprogram bör utredas närmare i nästa skede av projektet i form av en mer fördjupad utredning där övriga teknikområden inkluderas. Nedan redovisas ett antal tänkbara lösningar som kan användas i en miljö som denna med ovan nämnd problematik.

För högvattenskydd enligt Figur 36 kan öppningarna stängas tillfälligt vid högvattenhändelse. Ett antal alternativ är slagportar, slussportar och/eller lameller som monteras manuellt, se Figur 37. Se nedan för exempel, Figur 38 och Figur 39. Ytterligare alternativ är vanliga sandsäckar som kan staplas på varandra för att skapa skydd mot höga flöden.

Olika typer av portar kommer att behövas beroende på plats och funktion



Figur 37. Olika typer av portar. (taget från Rapport översvämningsskydd för Projekt Kajpromenad med översvämningsskydd i Uddevalla).



Figur 38. Tillfälligt högvattenskydd som monteras manuellt (foto: Noaq flood protection AB).



Figur 39. Tillfälligt högvattenskydd av lameller som monteras manuellt (foto: Terra Firma 2008).

7.4.3 Beredskapsplan

Vid etablering av tekniska lösningar som till exempel högvattenskydd med öppningar för skyfall krävs upprättande av beredskapsplan. Med hjälp av en beredskapsplan tydliggörs bland annat vem som har ansvaret för att hålla koll på prognoser, säkerställa att material finns tillgängligt för att stänga öppningarna samt att utförandet sker enligt planerat vid ett eventuellt högvattenstånd.

7.4.4 Översvämningspark

Enligt länsstyrelsens rapport *Stigande vatten – en handbok för fysisk planering översvämningshotade områden* är parker och rekreationsområden samt utomhusanläggningar för sport och fritidsaktiviteter förslag på ytor som kan placeras inom ett område som löper risk för översvämning. För planområdet finns då även alternativet att förlägga en strandnära park som anpassas för att kunna svämmas över vid höga flöden. Detta innebär att bebyggelse får ge plats för vattnet. Se Figur 40 och Figur 41 för exempel på parker/allmänna ytor som är anpassade för att klara översvämningar.



Figur 40. Del som tillåts översvämmas men som skapar tillgänglighet till vattnet oberoende av rådande vattennivå. Marco Polo terrass (foto: Ramboll).



Figur 41. Översvämningspark, Elbe, Dresden, Tyskland. (Källa: Länsstyrelsen Västra Götaland, Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden, 2011).

7.4.5 Färdig golvnivå

Färdig golvnivå (FG) styrs av behovet att skydda nya fastigheter mot översvämmning. Vid etablering av FG sker detta på en nivå så byggnader ej översvämmas vilket leder till minskad risk för skador. Utifrån länsstyrelsens rapport *”Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden”* ges olika råd till hur man kan anpassa och skydda ny och befintlig bebyggelse vid en högvatten/översvämningsituation. I Figur 42 nedan syns vilka zoner som helårsboende passar att placeras i samt vilka åtgärder som krävs vid etablering i en zon som riskeras att översvämmas.

Figur 25.

		ÖVERSVÄMNINGSZON			
		1	2	3	4
MARKANVÄNDNING – KATEGORI	Grönytor, vegetation och våtmarker som översvämningshantering	ok	ok	ok	ok
	Jord- och skogsbruk	ok	ok	ok	ok
	Parker, och rekreationsområden, sport och fritidsaktiviteter (utomhus)	ok	ok	ok	ok
	Enklare byggnader, funktioner av mindre vikt; uthus, förråd, garage etc.	ok	ok	ok	åtgärder krävs
	Parkeringsplatser, uppställningsytor, vägar med alternativa förbifartsmöjligheter etc.	ok	ok	åtgärder krävs	åtgärder krävs
	Industri och verksamheter (ej miljöfarlig); kontor, tillverkning, lager, partihandel, driftsbyggnader etc.	ok	åtgärder krävs	åtgärder krävs	undvik
	Service; restauranger, caféer, kultur etc.	ok	åtgärder krävs	åtgärder krävs	undvik
	Sport och fritidsaktiviteter (inomhus)	ok	åtgärder krävs	åtgärder krävs	undvik
	Sällanköpsvaruhandel och volymhandel; övrig handel etc.	ok	åtgärder krävs	åtgärder krävs	undvik
	Delårsboende och besöksboende	ok	åtgärder krävs	åtgärder krävs	undvik
	Helårsboende	ok	åtgärder krävs	undvik	undvik
	Dagligvaruhandel; livsmedel, apotek etc.	ok	åtgärder krävs	undvik	undvik

Figur 42. Matris över lämplighet att placera funktion inom zon 1 – 4. (Källa: Länsstyrelsen Västra Götaland, Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden, 2011).

Helårsboende kan placeras inom zon 1 utan åtgärder eller inom zon 2 med då krävs åtgärder. Åtgärderna delas upp i två kategorier, sannolikhetsreducering och konsekvenslindring. Båda ingår i begreppet åtgärd krävs.

Sannolikhetsreducering

Innefattar förebyggande åtgärder som minskar sannolikheten för översvämning. Exempel på sannolikhetsreducerande åtgärder är tekniska skydd som vall/barriär eller översvämningssparker.

Konsekvenslindring

För kategorin helårsboende är huvudbudskapet att dessa ska fungera vid en översvämning. Det innebär att man säkerställer att byggnaden ej tar skada och fungerar som den med avseende på el med mera vid en översvämning. Det ska även gå att ta sig till och från funktionen på ett säkert sätt. Detta behöver samordnas med räddningstjänsten.

Nivåerna som representerar zon 1 och 2 kan ses i Figur 43.

KUSTEN - zoner och planeringsnivåer:

<i>(RH2000, m.ö.h.)</i>	Zon 4	Zon 3	Zon 2	Zon 1
<i>Mätstation</i>	<i>Mellan medelvatten- stånd och framtida högsta högvatten</i>	<i>Mellan högsta högvat- ten och säkerhetsnivå 1</i>	<i>Mellan säkerhetsnivå 1 och 2</i>	<i>Över säkerhetsnivå 2</i>
Kungsvik	<2,2	2,2 – 2,7	2,7 – 3,2	>3,2
Smögen	<2,2	2,2 – 2,7	2,7 – 3,2	>3,2
Stenungsund	<2,4	2,4 – 2,9	2,9 – 3,4	>3,4
Göteborg/Torshamn	<2,4	2,4 – 2,9	2,9 – 3,4	>3,4

Figur 43: Zoner och planeringsnivåer vid etablering av byggnader vid kusten (Faktablad Kusten version 2.0).

Utifrån redovisat underlag kan ett resonemang om vad som är lämplig FG-nivå föras. Om man utgår från att FG placeras på +3,4 befinner man sig i zon 1 och då krävs således inga ytterligare åtgärder mer än att del av byggnad under färdig golvska tåla att översvämmas.

Om man istället väljer att placera FG inom spannet +2,9 till +3,4 krävs åtgärder. Ett alternativ är att placera FG inom zon 2 och säkerställa att lämpliga åtgärder tas för att klara de riktlinjer som ställts.

För att säkra byggnader vid en översvämning så funktion kvarstår och ej tar skada finns ett antal olika lösningar:

- Upphöjt hus (hus står högre, alternativt på pålar, än vattennivå vid dimensionerande flöde)
- Tät konstruktion (del av hus som utsätts för vatten är tät)
- Hus som tillfälligt tål att översvämmas (del av hus tillåts översvämmas)

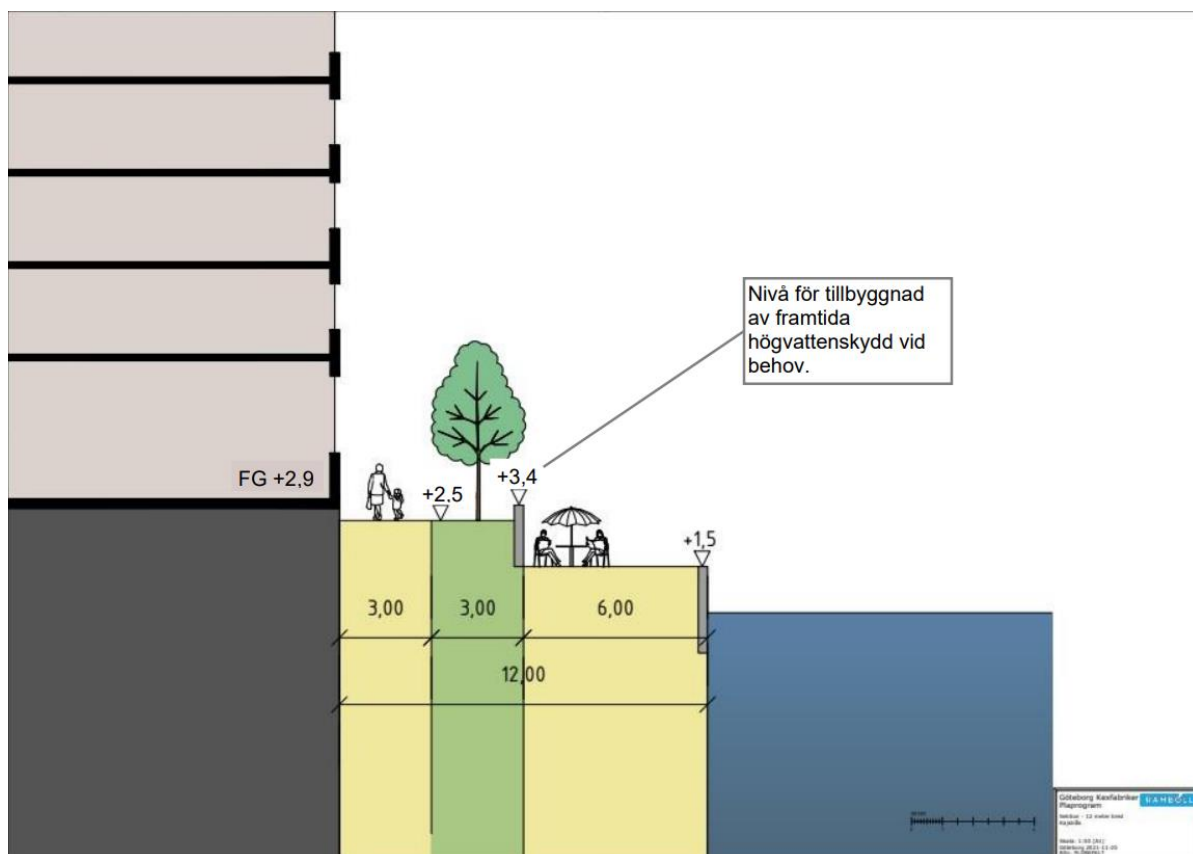
Oavsett teknisk lösning behöver FG placeras på en nivå som gör att byggnaden ej skadas vid en översvämning. Utifrån Figur 43 utläses att byggnader ska placeras inom zon 1 för att ingen ytterligare åtgärd krävs. En placering av byggnader inom zon 2 kräver åtgärd. Detta kan vara att möjliggöra för högvattenskydd i framtiden för att klara förändringar i klimatet med ökade nivåer i Nordre älv som följd. En placering av FG på +3,4 tillsammans med att byggnaden klarar att svämmas över nedanför denna nivå är ett annat alternativ. Se avsnitt 7.5 Lösningförslag.

7.5 Lösningförslag

Utifrån redovisad problematik samt möjliga lösningar väljs två alternativ att beskrivas mer ingående som även kommer ligga till grund för kostnads kalkylen.

7.5.1 Lösningförslag 1

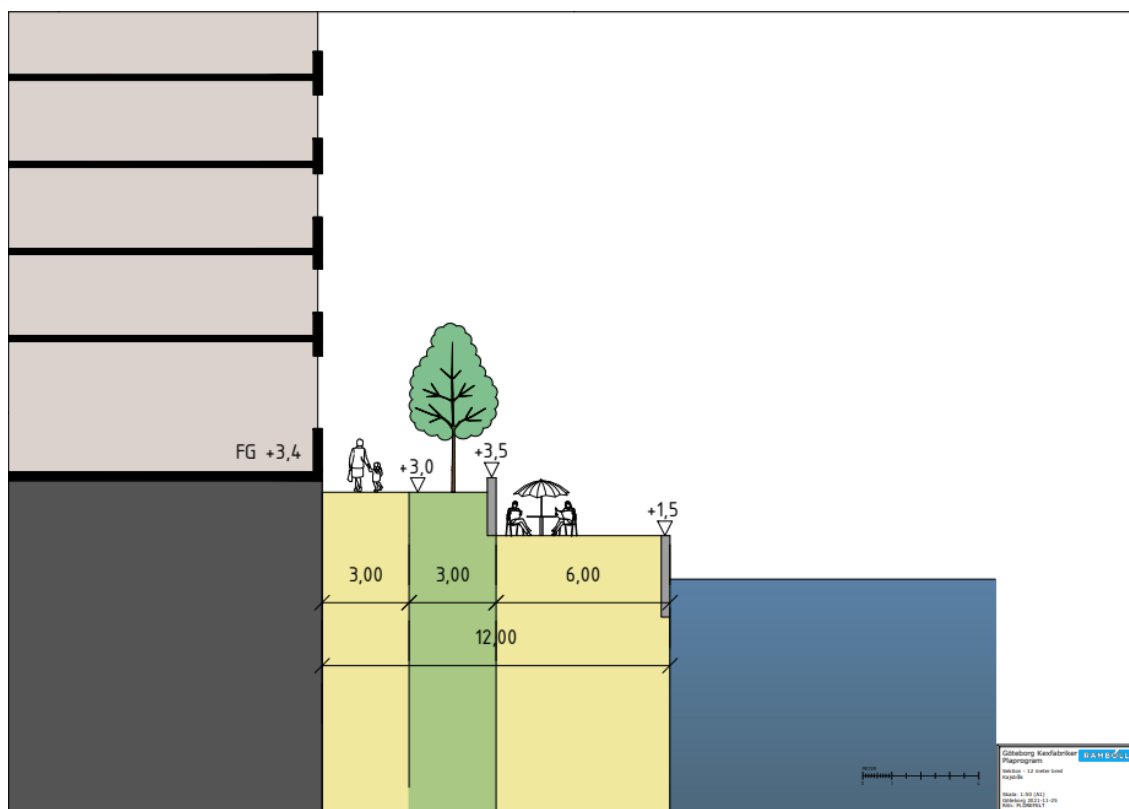
Ett alternativ är att ha en marknivå på +2,5 och en färdig golvnivå på +2,9, se Figur 44. Denna lösning förutsätter att åtgärder tas för att senare kunna utöka skyddet i framtiden. Ett alternativ är en teknisk lösning där det säkerställs förutsättningar och plats finns för tillbyggnad av högvattenskydd i form av mur till + 3,4. Murens höjd styrs av slutgiltig vald marknivå. I kostnads kalkylen i avsnitt 7.6 Grov kostnads kalkyl bedöms muren/vallen bli 0,8 – 1,0 m hög. I denna lösning kan FG variera mellan +2,9 och +3,4. Andra förutsättningar som trafik och ledningar med självfall kan göra att marknivån måste vara högre än +2,5 vilket i sin tur kan påverka nivån för färdigt golvska tåla att översvämmas.



Figur 44. Möjlig utformning av högvattenskydd tillsammans med åtkomst till vattnet och ny bebyggelse.

7.5.2 Lösningförslag 2

Genom att utgå från en färdig golvnivå på +3,4 säkerställs att byggnader klarar framtida havsnivåhöjningar i kombination med extrema flöden i Nordre älv. En marknivå på +3,0 skapas goda möjligheter för åtkomst till byggnaderna samtidigt som man säkrar området mot översvämningar, se Figur 45. Området mellan byggnader och älvkanten kan utformas på ett sätt som skapar tillgång till vattnet men som tillåts svämmas över. Om man väljer en utformning som inte kräver fallskydd ner till kajstråk kan nivån +3,5 sänkas till projekterad marknivå på +3,0. Denna lösning kräver större volymer fyllnadsmassor. Marknivån kan anläggas lägre än +3,0 och slutgiltig marknivå behöver utredas tillsammans med övriga aspekter i projektet. Viktigt är att den del av byggnaderna som är under färdig golvnivå på +3,4 klarar att svämmas över oavsett slutgiltig höjdsättning.



Figur 45: Möjlig utformning högvattenskydd tillsammans med åtkomst till vattnet och ny bebyggelse (Ramboll, 2021).

Utformningarna redovisade ovan är ett sätt att skapa en översvämningssäker boendemiljö på. Vidare arbete bör göras för att utvärdera ytterligare alternativ mer i detalj och ställa dessa mot varandra för att på så sätt nå en sådan bra lösning som möjligt. Gestaltungsaspekten är en del i detta arbete och en till exempel trappad variant där tillgång till vattnet sker i flera steg tar mer plats inom planområdet än en rak kajkant.

7.6 Grov kostnads kalkyl

En grov kostnads kalkyl har tagits fram med utgångspunkten att marken höjs till en tillfredställande nivå med avseende på högvatten. Kostnad redovisas även för ett eventuellt högvattenskydd i form av en mur som byggs till vid behov när nivåer i Nordre älv i framtiden når nivåer som riskerar skapa översvämningar över etablerad marknivå. Kostnadsuppskattning i Tabell 17 förutsätter att grundläggning är gjort utifrån redovisade arbeten i PM geoteknik. Typ av fyllnadsmassa är ej specificerad och volymen avser att höja hela området till redovisad höjd.

Tabell 17. Grov kostnadsuppskattning för uppfyllnad av mark till +2, +2,5 samt +3,5. Även kostnad för påbyggbart högvattenskydd redovisas.

KOSTNADSKALKYL	Marknivå (+2,0)	Marknivå (+2,5)	Marknivå (+3,0)	Högvattenskydd (mur 0,8 – 1,0m)
Fyllnadsmassor (m ³)	8500	28000	62000	-
Längd (m)	-	-	-	600
Grov kostnadsuppskattning (mnkr)	3,5	12	26	8

8. VIDARE UNDERSÖKNINGAR

8.1 VA-försörjning

I nästkommande skeden föreslås vidare studier gällande höjdsättning av ledningsnätet för samtliga ledningsslag. För att kunna föreslå en detaljerad höjdsättning är planerade marknivåer i samråd med FG nivåer och skyfallshantering en förutsättning.

Dagvattenhanteringen behöver uppdateras efter nytt underlag gällande planerad markanvändning. Dessutom behöver underlag erhållas gällande förslag på fördelning av mark inom planområdet avseende placering av kvartermark samt allmän platsmark.

Slutligen är det också av vikt att uppdatera föreslagna ledningsdimensioner gällande dag-, spill- och dricksvatten för varje specifikt flerbostadshus baserat på antal lägenheter samt kapacitet hos VA huvudmannens ledningsnät. Upprustning av befintligt dricksvattennät bör studeras närmare och effekt av upprustning säkerställas. Tillgängliga flöden att utgå ifrån till teknisk försörjning av VA till området är beroende av detta.

8.2 Skyfall

En mer detaljerad beräkning av skyfallsflöden inom och norr om utredningsområdet rekommenderas. Detta för att få ett mer korrekt flöde och på så sätt säkerställa att man arbetar in en lösning i ny gatusektion som är dimensionerad utifrån mer detaljerade förutsättningar. Ett nära samarbete med planarkitekt och höjdsättare rekommenderas för att på så sätt skapa förutsättningar för att ta hand om och leda skyfall på ett så bra sätt som möjligt genom planområdet.

Samordning med angränsande fastigheter för möjlighet till förlängt högvattenskydd behöver ske.

8.3 Högvatten

Kontinuerlig kunskapsuppföljning genom projektet mot vilka nivåer som beräknas för Nordre älv vid olika framtida klimatscenarion.

Ett samråd med kommunen bör ske för att undersöka om det finns ett behov av att integrera studerade tekniska lösningar för skydd av planområdet med angränsande fastigheter för att på så sätt utöka skyddet utanför utredningsområdet och även minska risken att närliggande hus vid Nordre älv översvämmas på grund av framtida högvattenhändelser.

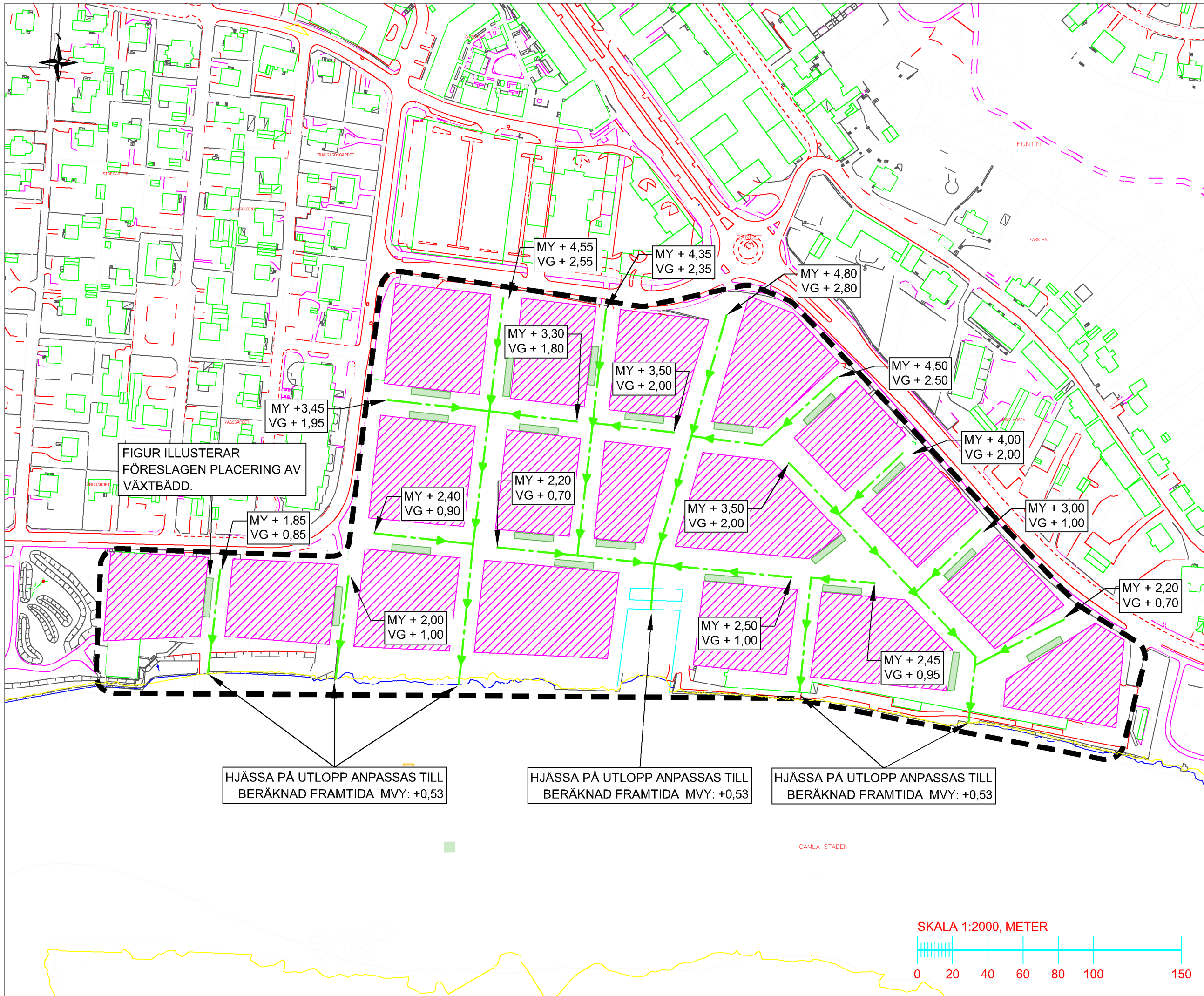
Ett vidare samarbete mellan insatta i höjdsättning och högvatten/skyfallshantering vid framtagande av detaljplan så en förfinad lösning kan arbetas fram.

Säkerställa vem som driftar och sköter om eventuella högvattenskydd.

Beroende på vald lösning för högvattenskydd behöver utrymmesbehov kontrolleras och säkerställas inom detaljplanen om tillbyggnad av högvattenskydd blir aktuellt.

9. REFERENSER

- Svenskt vatten. (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering P105*. Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2011). *Nederbördsdata vid dimensionering analys av avloppssystem*. Solna: Svenskt vatten.
- Svenskt vatten. (2016). *Avledning av dag -, drän- och spillvatten P110*. Stockholm: Svenskt vatten AB.
- Svenskt vatten. (2018). *Skyfallens ABC*. Hämtat från Tema Stadsmiljö: http://www.svensktvatten.se/globalassets/romnat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf
- Svensk Vatten utveckling, Rapport 2020-7 - Dimensioneringstal för vattenförbrukning, 2020.
- VISS. (2021). *Vatteninformation i sverige*. Hämtat från Länsstyrelsen: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16775522>
- Kungälv Kommun. (2017) Dagvattenplan Del 1-3. Hämtad 2021-09-20 <https://www.kungalv.se/sokresultat/>
- SMHI. (2020). *Extremvattenstånd i Göteborg*
- Ramboll. (2014). *Översvämningsskydd längs Göta älv*
- MSB. *Översvämningssportalen*. [Översvämningssportalen \(msb.se\)](https://www.msb.se/oversvamningsportalen)
- Geoportalen länsstyrelsen västra Götaland. (2021). webbGIS för ytavrinning och lågpunkter. Hämtat från länsstyrelsen: [Ytavrinning och Lågpunkter \(lansstyrelsen.se\)](https://www.lansstyrelsen.se/vastra-gotaland/webbGIS-for-ytavrinning-och-lagpunkter)
- SMHI. (2020). Framtida medelvattenstånd. Hämtat från SMHI: [Framtida medelvattenstånd | SMHI](https://www.smhi.se/medelvattenstand)
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2011). *Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden*
- Länsstyrelsen Västra Götaland. (2014). *Faktablad - KUSTEN (Version 2.0); underlag till rapporten Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden* Balder, Mats. Personlig kommunikation, 2021-09-30.
- Horn, Fredrik. Personlig kommunikation, 2021-10-05.



- TECKENFÖRKLARING**
- FÖRESLAGEN PLACERING DAGVATTENANLÄGGNING
 - TAKYTA
 - UTREDNINGSOMRÅDE
 - AVLEDNING I LEDNING

PRINCIP

HJÄSSA PÅ UTLOPP ANPASSAS TILL BERÄKNAD FRAMTIDA MEDELVATTENSTÅND PÅ + 0,53.

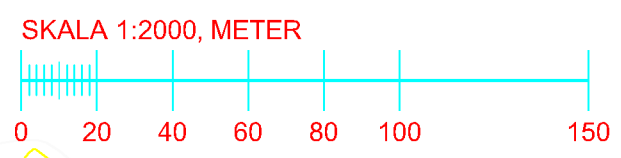
SAMTLIGA UTLOPP TILL NORDRE ÄLV FÖRSES MED BAKÅTSTRÖMNINGSHINDRANDE ANORDNINGAR

FIGUR ILLUSTRERAR FÖRESLAGEN PLACERING AV VÄXTBÄDD.

HJÄSSA PÅ UTLOPP ANPASSAS TILL BERÄKNAD FRAMTIDA M.V.Y: +0,53

HJÄSSA PÅ UTLOPP ANPASSAS TILL BERÄKNAD FRAMTIDA M.V.Y: +0,53

HJÄSSA PÅ UTLOPP ANPASSAS TILL BERÄKNAD FRAMTIDA M.V.Y: +0,53



Ramböll Sverige AB **RAMBÖLL**
 Vädursgatan 6
 Box 5343
 402 27 Göteborg
 www.ramboll.se Knowledge taking people further...

BILAGA 1. SCHEMATISK AVVATTNINGSPLAN
 GÖTEBORGS KEXFABRIKER

DATUM 2021-12-16 RITAD AV C. CORAP