

BOKAB

Öster om Ytterbyhemmet - VA-, dagvatten- och skyfallsutredning



Uppdragsnr: 1080554 Version: 2
2022-10-28

Uppdragsgivare: BOKAB
Uppdragsgivarens kontaktperson: Lars Pettersson
Konsult: Norconsult AB, Theres Svenssons gata 11, 417 55 Göteborg
Uppdragsledare: Herman Andersson
Teknikansvarig: Adam Dahlin
Handläggare: Oscar Söderström Broman & Leo Köbbel

2	2022-10-28	Färdig handling	LK	HA	HA
1	2021-12-10	Granskningshandling	AD, OSB, LK	HA	HA
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

Detta dokument är framtaget av Norconsult AB som del av det uppdrag dokumentet gäller. Upphovsrätten tillhör Norconsult. Beställaren har, om inte annat avtalats, endast rätt att använda och kopiera redovisat uppdragsresultat för uppdragets avsedda ändamål.

Sammanfattning

På uppdrag av BOKAB har en VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan öster om Ytterbyhemmet genomförts. Planområdet är ca 3 hektar stort och består i dagsläget av åkermark. Planerad exploatering innebär ca 100 bostäder varav hälften är seniorbostäder i "Bovieran"-koncept och andra hälften eventuellt korttidsboende i en mer konventionellt utformad byggnad med gård.

Planområdet avvattnas först mot recipienten Kyrkebäcken genom i huvudsak ytlig avledning. Därefter mot Nordre Älv och slutligen Nordre Älvs fjord, vilken uppvisar *måttlig ekologisk status* och kemisk status är klassad som *uppnår ej god*.

Exploateringen, utan föreslagna dagvattenåtgärder, leder både till högre dagvattenflöde och ökad föroreningsbelastning jämfört med befintliga förhållanden. För att inte öka flödesbelastningen på recipienten, krävs utjämning av det framtida dagvattenflödet. Planområdet har delats upp i tre delområden där den erforderliga fördröjningsvolymen för respektive område har beräknats.

Halterna av kväve och fosfor beräknas minska jämfört med befintliga förhållanden, varför förutsättningarna bedöms vara goda för att kunna uppnå MKN med avseende på ekologisk status. Det som ligger till grund för den kemiska statusklassningen är framförallt höga halter av kvicksilver och PBDE. Halten kvicksilver i dagvattnet beräknas förbli i princip oförändrad jämfört med befintlig situation och PBDE går inte att analysera i StormTac, som är den programvara som använts för föroreningsberäkningar. Efter att föreslagna reningsanläggningar implementerats hamnar alla föroreningskoncentrationer under riktvärdet för Kungälv kommun och detaljplanens genomförande bedöms inte försvåra möjligheterna att uppnå MKN.

Genomförda skyfallsanalyser i Scalgo visar på goda förutsättningar att exploatera. Däremot är det viktigt med placering av byggnader så att dagvatten och skyfall avleds till recipient på ett säkert sätt.

Lämpliga anslutningspunkter för vatten finns norr om planområdet och för spillvatten finns i direkt anslutning till planerad bebyggelse.

Begreppsförklaringar

Avrinningsområde: Område från vilket vatten kan avledas med självfall eller genom pumpning till en och samma punkt. I ett avloppssystem bilda de naturliga höjderna – vattendelarna – områdesgränser för såväl spill- som dagvattenledningssystemen.

Avrinningskoefficient: Avrinningskoefficienten (ϕ) är ett mått på den maximala andel av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad även på områdets lutning samt regnintensiteten. Ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

Dagvatten: Ytligt avrinnande regnvatten och smältvatten

Förbindelsepunkt: Punkt där fastighetens servisledning kopplas till allmän VA-anläggning.

Fördröjningsmagasin: Magasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

Hållbar dagvattenhantering: Hållbar dag- och dränvattenhantering, ett samlingsbegrepp för det som tidigare benämndes Lokalt Omhändertagande av Dagvatten (LOD).

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel vatten som tränger in i jord eller berg.

Koncentrationstid: Se rinntid.

Reducerad area: Den del av ett avrinningsområde som medverkar till avrinningen. Produkten av avrinningskoefficienten och bruttoarean.

Regnbädd: Samlingsnamn för mindre ytliga utjämningsmagasin för dagvatten. I magasinet planteras växter, jämför engelska Rain Gardens.

Regnintensitet: Regnintensiteten har historiskt sett uttryckts som liter per sekund och hektar.

Rinntid: Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet ska tillryggelägga samt den hastighet vattnet har. Ett annat ord för rinntid är koncentrationstid, från engelskans "time of concentration". Rinntiden kan sägas vara den tid det tar att koncentrera all avrinning till en punkt.

Spillvatten: Förorenat vatten från hushåll, industrier, serviceanläggningar och liknande.

Trycklinje: Trycklinjen förbinder nivåer till vilka en fri vattenyta kan stiga. Ett exempel är en ledning med trycklinjen ovanför hjässan på ledningen, som innebär att vattnet i en anslutande ledning kan stiga till den nivå som motsvarar trycklinjens nivå.

Tätortsbebyggelse: Begreppet tätortsbebyggelse är inte väldefinierat men används för att beskriva högt exploaterade områden där översvämningar får stora konsekvenser. Jämför begreppet "citycenters/industrial/commercial areas" i SS-EN 752.

Uppdämningsnivå: Uppdämningsnivån är den högsta nivå till vilken trycklinjen kan nå vid ett givet regntillfälle, som synonym används även dämningnivå.

Återkomsttid: Tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan regn- eller avrinningstillfällen för en viss given intensitet och varaktighet.

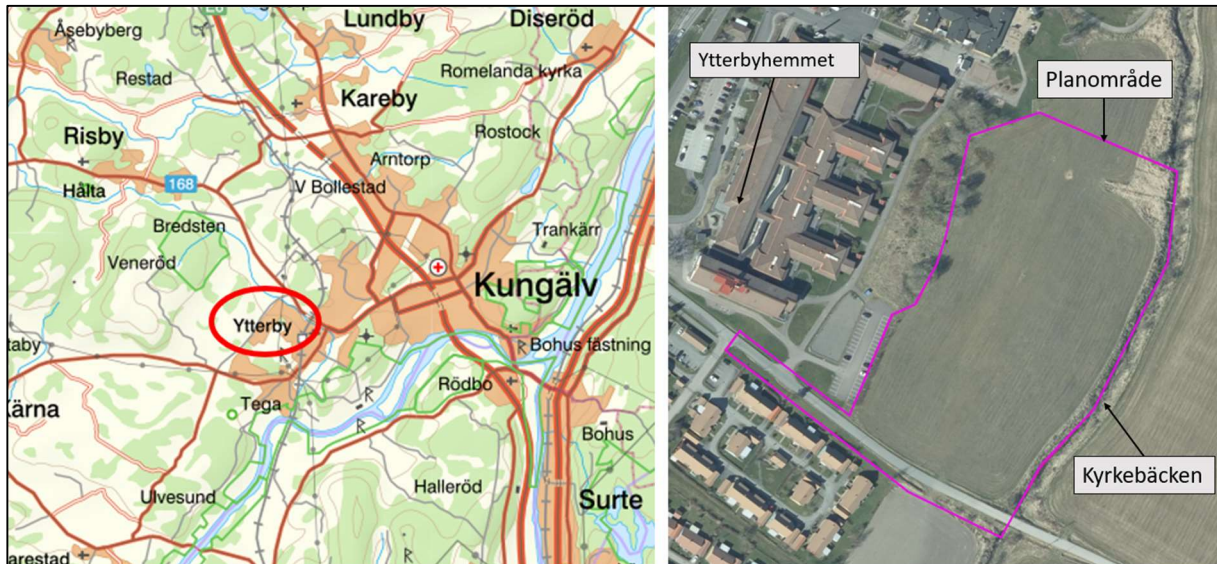
Innehåll

Begreppsförklaringar	4
1 Inledning	6
1.1 Syfte	6
1.2 Planerad exploatering/planförslag	7
1.3 Underlag	7
1.4 Dagvattenstrategi	8
1.5 Dimensioneringsförutsättningar	8
2 Orientering	9
2.1 Recipient	9
2.2 Skyddsvärda intressen	10
2.3 Geoteknik	11
2.4 Grundvatten	11
2.5 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag	11
3 Befintligt spillvattensystem	13
4 Befintlig dagvattenhantering	14
4.1 Befintliga dagvattenflöden	15
4.2 Dagvattenföroreningar	16
5 Föreslaget VA-system	17
5.1 Spillvattenflöden	17
5.2 Föreslaget spillvattensystem	18
5.3 Föreslagen dricksvattenförsörjning	18
5.3.1 Dricksvattenförbrukning	18
5.3.2 Släckvattenförsörjning	19
6 Föreslagen dagvattenhantering	20
6.1 Framtida dagvattenflöde	20
6.2 Erforderlig fördröjningvolym	20
6.3 Principlösningar för dagvattenhantering	21
6.3.1 Nedsänkta regnbäddar	22
6.3.2 Dagvattendamm/våt damm	23
6.3.3 Gröna tak	24
6.3.4 Genomsläpplig beläggning	26
6.3.5 Biofilterdiken	26
6.3.6 Föreslaget dagvattensystem	27
6.3.7 Föroreningsberäkningar	28
6.4 Höjdsättning	29
6.5 Avrinningsvägar vid extrem nederbörd	30
7 Slutsats	31
8 Litteraturförteckning	32

Bilaga 1 Föreslagna VA-lösningar

1 Inledning

På uppdrag av BOKAB har Norconsult AB upprättat denna VA-, dagvatten- och skyfallsutredning till detaljplan Öster om Ytterbyhemmet. Ytterby ligger i Kungälv kommun, norr om Nordre älv och väster om Kungälv. Planområdet är beläget i centrala Ytterby och ligger ca 200 m öster om Torsbyvägen respektive norr om Klevevägen. Området har en yta på ca 3 ha, med befintlig bebyggelse i väster och åkerlandskap i öster (Kungälv kommun, 2021), se Figur 1.



Figur 1. Vänster bild illustrerar Ytterbys placering norr om Nordre älv och väster om Kungälv inom röd markering. Höger bild visar ungefärlig placering av planområdet inom lila linje (Länsstyrelsen, 2021).

Planerad detaljplan är tänkt att möjliggöra nybyggnation av ca 100 bostäder varav hälften är seniorbostäder och hälften eventuellt korttidsboende. Bostäderna avses att tillkomma genom förtätning och innebär nybyggnad av flerbostadshus. Detaljplanen ska skapa förutsättningar för att möjliggöra bostadsbyggande anpassat till närområdets förutsättningar.

Detaljplanens huvuddrag innebär att norra delen av planområdet planläggs för bostadsändamål och att bostadshus i tre till fyra våningar kan uppföras inom området. I den södra delen planläggs för bostadsändamål och/eller vårdinrättning i form av ett korttidsboende i högst fyra våningar. Parkeringsplats och infart möjliggörs från Klevevägen i söder. Kyrkebäckens strandzon i östra delen av planområdet planläggs som allmän platsmark, park (Kungälv kommun, 2022).

1.1 Syfte

Syftet med utredningen är att undersöka hur dagvatten kan omhändertas på bästa sätt inom området samt att undersöka och översiktligt utreda riskerna vid skyfall efter exploatering. Utredningen syftar även till att klargöra förutsättningarna för vattenförsörjning samt avledning av spillvatten i relation till detaljplanen.

1.2 Planerad exploatering/planförslag

Planbeskedsansökan innefattar skisser som föreslår ett flerbostadshus i "Bovieran"-koncept med 54 bostäder. I den södra delen föreslås en mer konventionell L-formad byggnad med gård ut mot jordbrukslandskapet, detta avses bli 46 rehabiliteringslägenheter. Infart sker från söder med markparkering mellan byggnaderna samt parkering i söder, se Figur 2.



Figur 2. Illustrationskarta över planområdet.

1.3 Underlag

- Grundkarta i dwg, daterad 2012-10-29
- Höjddata i dwg, daterad 2012-10-29
- Befintligt dagvattensystem med vattengångar i dwg (kan alternativt hämtas via Ledningskollen), erhållen 2021-11-05
- Föreslaget spillvattensystem SWECO, erhållet 2021-09-23
- Skiss på framtida exploatering i dwg, daterad 2012-10-29
- Detaljplanegränser i dwg, daterad 2012-10-29
- Ledningsunderlag till komplettering erhållet 2022-09-01
- Plan – och illustrationskarta till komplettering i PDF och DWG erhållet 2022-09-01

1.4 Dagvattenstrategi

Målet med Kungälvskommuns dagvattenpolicy är bidra till att dagvattenhanteringen tas upp tidigt i kommunens olika samhällsbyggnadsprocesser och att kostsamma och svårlösta följdproblem på så vis kan undvikas.

För att minska uppkomsten av dagvatten och höga dagvattenflöden samt utjämna flödestoppar nära källan ska Kungälvskommun:

- Ställa krav på att fördröjning av dagvatten i första hand sker inom fastigheten/kvartersmark vid nyexploatering och ombyggnad i befintliga områden.
- Ställa krav på fördröjning utifrån nedströms lokaliserade system och mottagande recipients känslighet.

För att minska risken för, och i bästa fall undvika, skadliga och kostsamma översvämningar ska Kungälvskommun:

- Arbeta aktivt för att separera dagvatten från spillvattensystemet och därigenom minska bland annat kostnader för pumpning och rening.
- Utforma och anpassa marknivåer och byggnader för att hantera extrem nederbörd och stigande vatten så att risken för allvarliga skador på byggnader, infrastruktur och samhällsfunktioner minimeras.

(Kungälvskommun, 2017)

1.5 Dimensioneringsförutsättningar

VA-anläggningar ska utformas enligt Svenskt Vattens publikation P110. Beräkningar har utförts för regntillfällen med en återkomsttid på 5 respektive 20 år. Det motsvarar minimikravet på 5 år vid fylld ledning respektive 20 år för trycklinje i marknivå, enligt P110 för tät bostadsbebyggelse, se Tabell 1 (Svenskt Vatten, 2019). I framtiden väntas även klimatförändringar leda till ökade regnmängder, vilket bör beaktas vid dimensionering av nya dagvattensystem. Framtida dagvattenflöde beräknas därför med ett tillägg för en klimatkoefficient om minst 1,25 som multipliceras med regnintensiteten för valt regn. Föreslagna fördröjningsåtgärder dimensioneras därmed för att fördröja ett framtida 20-årsregn med klimatkoefficient på 1,25.

Förutom VA-huvudmannens ansvar att hantera det dimensionerande regnet har Kungälvskommun, enligt P110, ett ansvar för att säkerställa att marköversvämning vid skyfall inte orsakar skador på byggnader vid minst ett 100-årsregn med inkluderad klimatkoefficient. För att undvika skador på ny bebyggelse inom planområdet bör planområdet höjsättas på sådant vis att skador inte uppstår vid skyfall.

Tabell 1. Tabell från P110 (Svenskt Vatten, 2019)

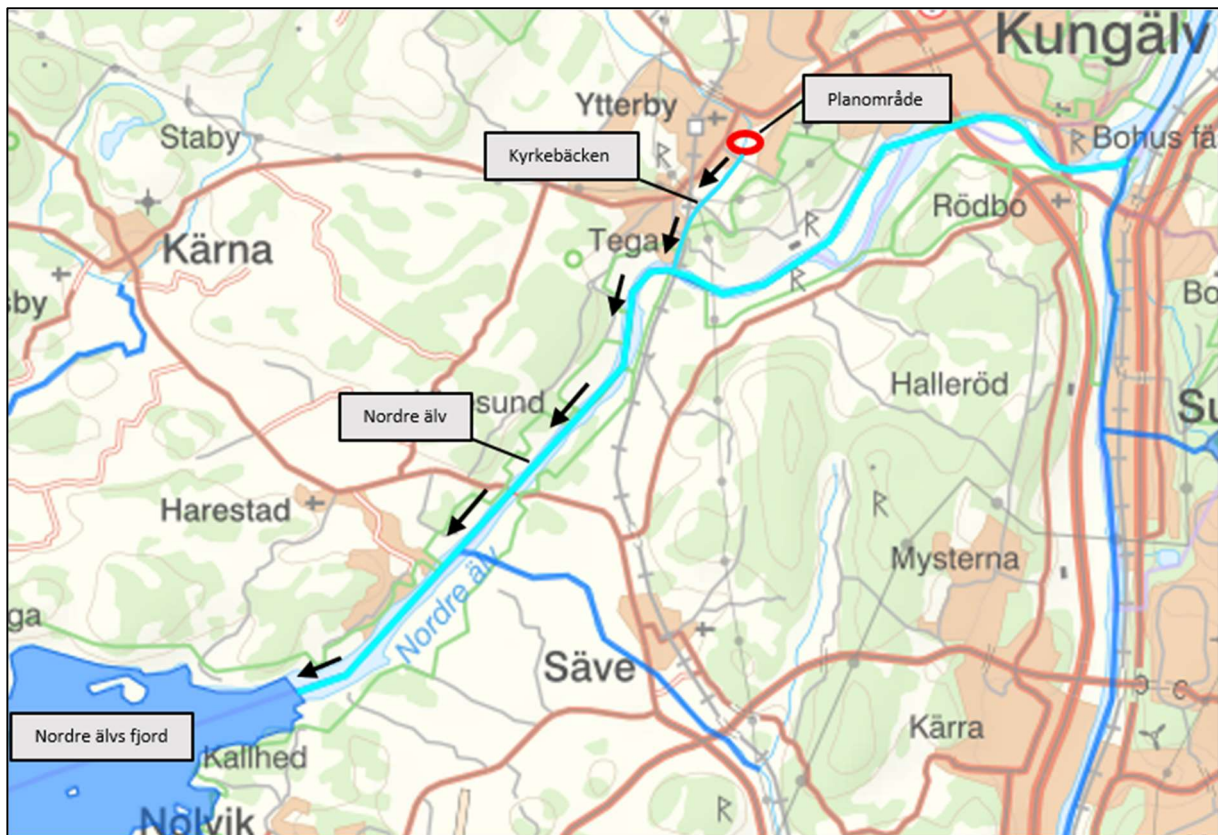
Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10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

2 Orientering

I följande avsnitt ges en beskrivning av aktuella recipienter, markförhållanden och eventuella skyddsvärda områden inom och i anslutning till planområdet.

2.1 Recipient

De befintliga ytliga rinnstråken inom planområdet går från nordväst till sydost och vidare till recipienterna. Först når vattnet Kyrkebäcken, som leder vidare till Nordre älv och slutligen Nordre älvs fjord. Rinnvägen från planområdet till slutrecipienten illustreras i Figur 3.



Figur 3. Vattnets väg från planområdet till recipient (VISS, 2021)

Söder om planområdet leds Kyrkebäcken genom en trumma med dimension \varnothing 2 500 mm, se Figur 4, förbi Klevevägen.



Figur 4. Trumma Sydost Ø 2 500 mm.

År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

I Sverige har Vattenmyndigheterna, Länsstyrelserna samt Havs- och vattenmyndigheten utarbetat MKN för de vattenförekomster som är definierade inom vattenförvaltningsarbetet. MKN uttrycker den ekologiska och kemiska kvalitet som ska ha uppnåtts vid en viss tidpunkt. Den tidigare målsättningen var att alla definierade vattenförekomster skulle ha uppnått en god kemisk och ekologisk status år 2015. Detta har dock inte uppfyllts, varvid ytterligare åtgärder behövs i det fortsatta arbetet. Arbetet med vattenförvaltningen drivs i förvaltningscykler om sex år, vilket bl.a. innebär att en ny statusklassning genomförs vart sjätte år. Den första cykeln avslutades år 2009, den följande år 2015, därefter 2021 och nästkommande cykel avslutas följaktligen år 2027.

Den ekologiska statusen för vattenförekomsten är klassad till *måttlig ekologisk status*. Klassningen har baserats på miljökonsekvenstyperna övergödning, morfologiska förändringar och kontinuitet samt flödesförändringar som alla har måttlig status (VISS, 2020).

Den kemiska statusen är klassad som uppnår ej god (VISS, 2020). Nationell extrapolering av över-skridande halter av kvicksilver och PBDE i biota leder till att god kemisk status ej uppnås (VISS, 2017).

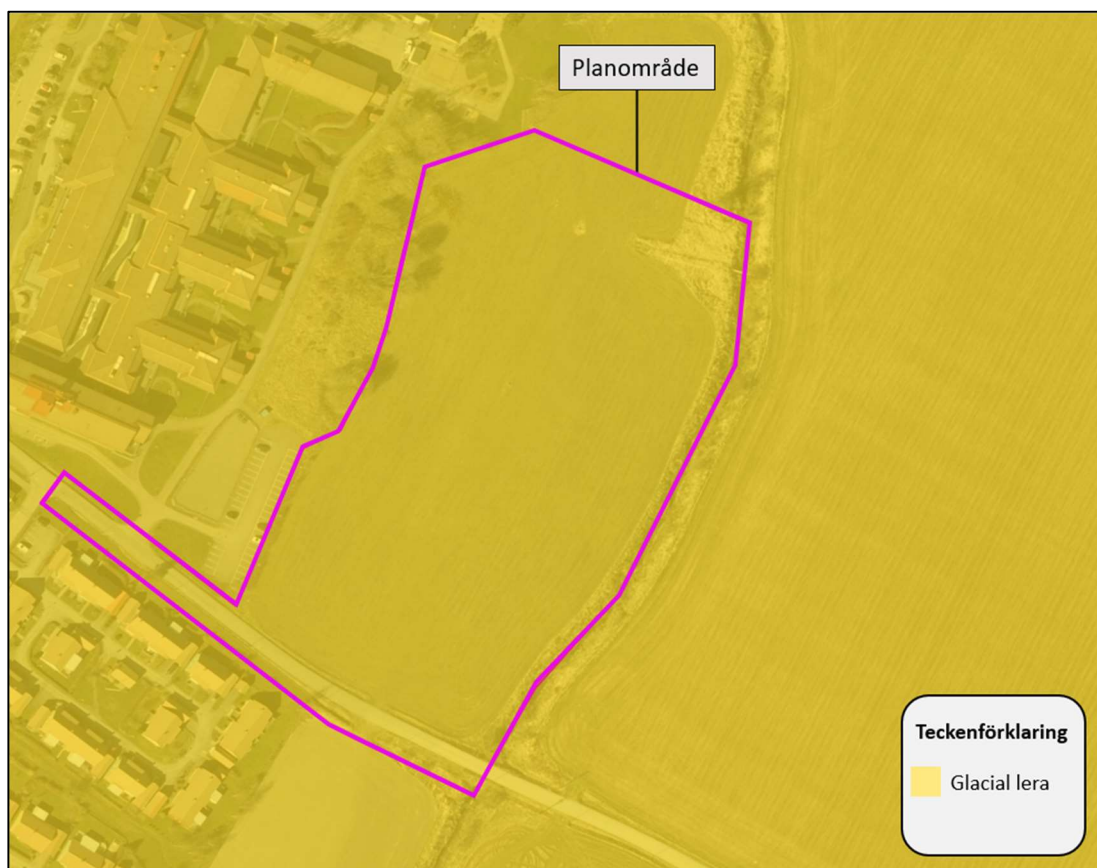
2.2 Skyddsvärda intressen

Inga skyddsvärda intressen har uppvisats i området med koppling till VA och dagvatten (Länsstyrelsen, 2021).

2.3 Geoteknik

En geoteknisk utredning har utförts under 2021. Jordlagren bedöms under vegetationsjordlagret från markytan räknat i huvudsak utgöras av fast ytlager och sedan lera. Det fasta ytlagret utgörs av silt och torrskorpelera och tjockleken är endast någon meter. Lera finns till mer än 30 m djup under markytan och möjligheten till infiltration är dålig då undergrunden utgörs av lera (BOHUSGEO AB, 2021).

Jordartskartan från SGU visar att marken består av glacial lera, se Figur 5 (SGU, 2021).



Figur 5. Jordartskarta över planområdet som visar på glacial lera. Planområdets utbredning markerat med lila linje (SGU, 2021).

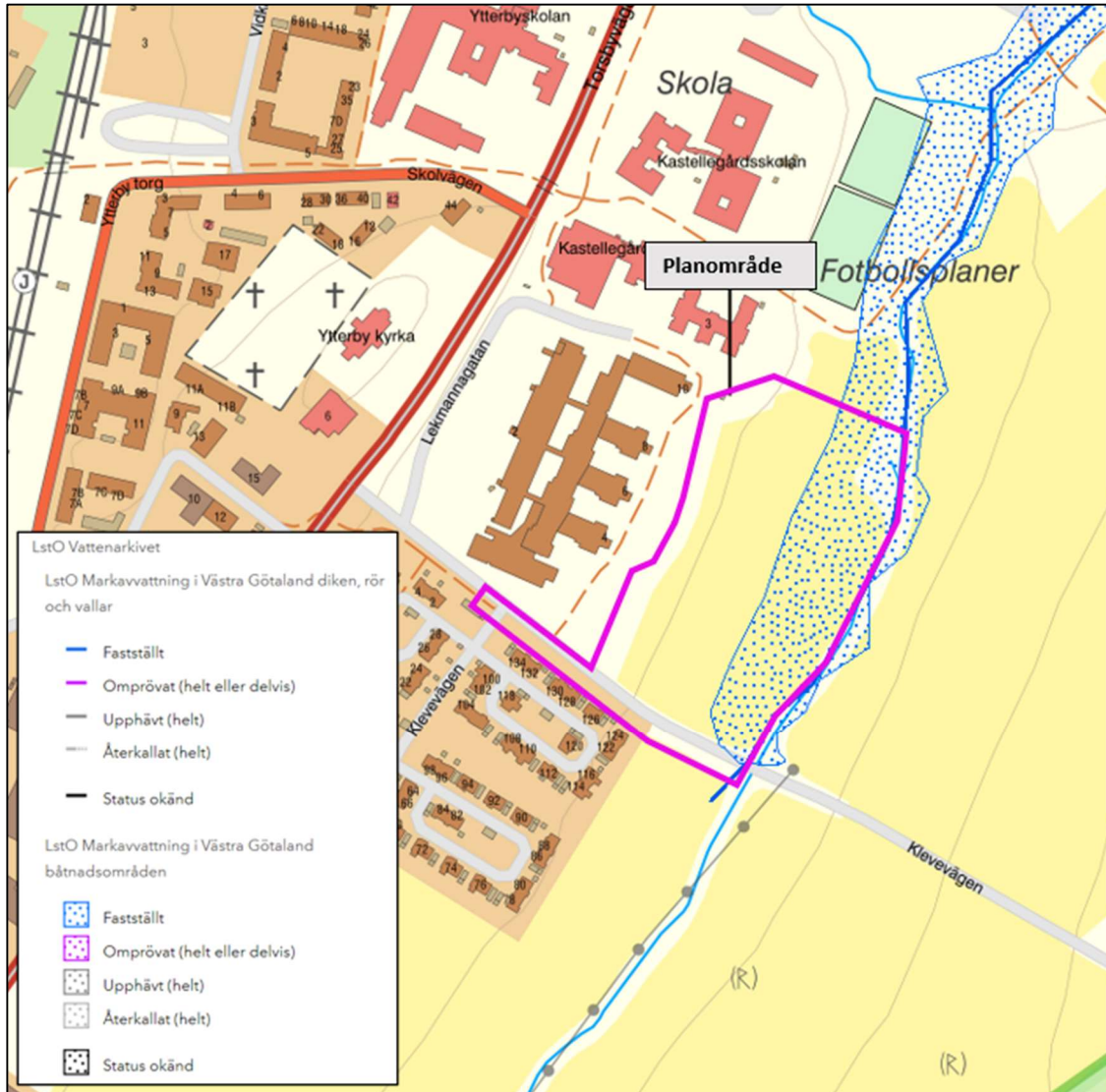
2.4 Grundvatten

Planområdet ligger i direkt anslutning till ett grundvattenmagasin. Den övre grundvattennivån bedöms vara belägen ca 0,5 m under markytan (BOHUSGEO AB, 2021).

2.5 Markavvattnings-/sjösänkingsföretag

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

Vattnet i området avleds till markavvattningsföretaget Castellegården mfl. TF 1928, se Figur 6. Företaget omfattar ursprungligen cirka 15 ha (Länsstyrelsen, 2022).



Figur 6. Blå linje illustrerar markavvattningsföretaget Castellegården mfl TF 1928 och blåprickat område är motsvarande båtadsområde.

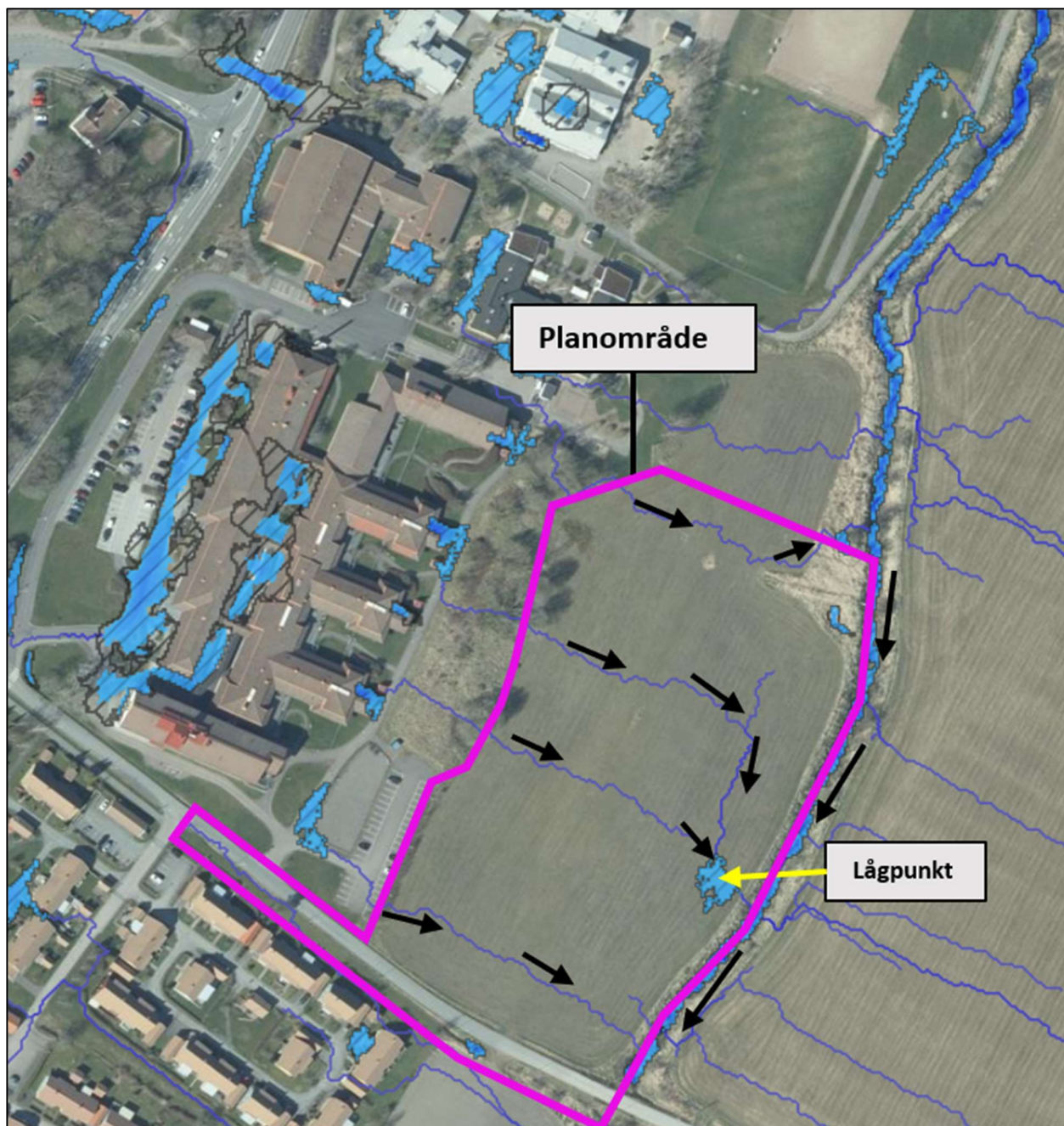
Kungälv's kommun kommer att ta ett initiativ att utveckla markavvattningsföretaget. Kommunen kommer vid en utveckling att ta ansvar för framtida skötsel och underhåll så att avvattningen fungerar längs hela dikessträckan (BOKAB, 2022).

3 Befintligt spillvattensystem

Spillvatten från befintlig bebyggelse i närheten av planområdet avleds via kommunalt ledningsnät för spillvatten till Valnäs avloppspumpstation och vidare till bergtunnel vid Rödbo söder om Nordre Älv. Därifrån avleds spillvattnet i tunnelsystem till Ryaverket i Göteborg (Kungälv Kommun, 2019), se bilaga 1. Framtida exploatering är placerad ovan befintliga kommunala spillvattenledningar. I samband med exploatering kommer befintliga spillvattenledningar att läggas om (BOKAB , 2021).

4 Befintlig dagvattenhantering

Området lutar från nordväst till sydost. Rinnvägarna från planområdet visas översiktligt i Figur 7, där rinnvägar visas som blå streck samt svarta pilar och lågpunkter där vatten tenderar att ansamlas visas i nyanser av blått. Dagvattnet tar sig från området och ansamlas i Kyrkebäcken. Lågpunkter förekommer längs Kyrkebäcken. Simuleringen har gjorts för ett regn om 10 mm (SCALGO LIVE, 2021).



Figur 7. Rinnvägar och lågpunkter (SCALGO LIVE, 2021)

4.1 Befintliga dagvattenflöden

Beräkning av befintliga flöden har skett med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikationer P110 och P104, enligt följande formel:

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

$$Q = \text{flöde [l/s]}$$

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

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

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

Det dimensionerande flödet från avrinningsområdet erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Avrinningskoefficienter för befintliga och framtida markanvändningar kan ses i Tabell 2.

Tabell 2. Avrinningskoefficient per markanvändning (Svenskt Vatten, 2019).

Markanvändning	φ
Takyta	0,9
Väg, GC-väg & parkering	0,8
Gräsyta/jordbruksmark	0,1

Den dimensionerande rinntiden inom området sätts till 20 minuter, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Dimensionerande varaktighet har satts till 10 minuter, vilket bedöms vara koncentrations-tiden för området. Befintliga flöden från planområdet, med rinntiden 20 minuter, ses i Tabell 3 nedan.

Tabell 3. Befintliga dagvattenflöden.

	Area [ha]	Red area [ha]	φ	Q ₅ -årsregn [l/s]	Q ₂₀ -årsregn [l/s]	Q ₁₀₀ -årsregn [l/s]
Jordbruksmark	2,68	0,27	0,10	32	51	87
Gräsyta	0,20	0,02	0,10	2	4	6
Väg	0,08	0,06	0,80	8	12	20
Totalt	2,95	0,35		42	67	113

4.2 Dagvattenföreningar

Vid exploatering påverkas föroreningsbelastningen, dels på grund av att flödet ändras, dels till följd av att sammansättningen av föreningar skiljer sig mellan olika former av markanvändning.

Föroreningsbelastningen har beräknats för området både för befintlig och framtida situation med hjälp av StormTac. Beräkningarna baseras på schablonvärden uppbyggda av uppmätta värden i dagvatten från olika marktyper. De olika marktyperna som använts inom området redovisas i Tabell 4. Då beräkningarna i StormTac är baserade på schablonvärden från faktiska mätningar finns en osäkerhet inbyggd i beräkningarna. Vissa markanvändningar har få mätdata, vilket gör att osäkerheten ökar. Resultatet presenteras i siffror men försiktighet bör beaktas vid studerande av dessa siffror och de bör ses som en indikation snarare än fakta.

Tabell 4. Markanvändningar som använts som input till beräkningarna i StormTac

Markanvändning	Befintlig area [ha]	Framtida area [ha]
Jordbruksmark	2,68	-
Takyta	-	0,45
GC-väg	-	0,16
Gräsyta	0,19	1,83
Parkering	-	0,41
Väg	0,08	0,10
Totalt	2,95	2,95

I Tabell 5 redovisas beräkningsresultaten för planområdet för befintlig situation. I tabellen presenteras beräknat årsmedelvärde för föroreningshalter uttryckt i koncentration ($\mu\text{g/l}$) och därefter den föroreningsmängd som alstras på årsbasis (g/år). Föroreningsmängden per år är baserat på årsmedelnederbörden i Göteborg på 1003,2 mm/år (StormTac, 2022).

Tabell 5. Beräkningsresultat från StormTac för befintlig situation

Ämne	Koncentration [$\mu\text{g/l}$]	Årlig mängd [g/år]
P	87	1 100
N	2 000	26 000
Pb	7,7	97
Cu	13	170
Zn	20	250
Cd	0,11	1,4
Cr	1,8	22
Ni	1,1	14
Hg	0,011	0,14
SS	39 000	490 000
Olja	190	2 400
PAH16	0,036	0,46
BaP	0,0035	0,044

5 Föreslaget VA-system

I följande del beskrivs föreslagen spillvattenavledning samt vattenförsörjning. Antalet tillkommande personekvivalenter (PE) görs från antagande om hur många som förväntas nyttja VA-systemen i planområdet i framtiden. I Bovieran planeras 54 lägenheter och i byggnaden för korttidsboende planeras 46 lägenheter. Ett antagande om två personer per lägenhet har gjorts och antalet PE visas i Tabell 6.

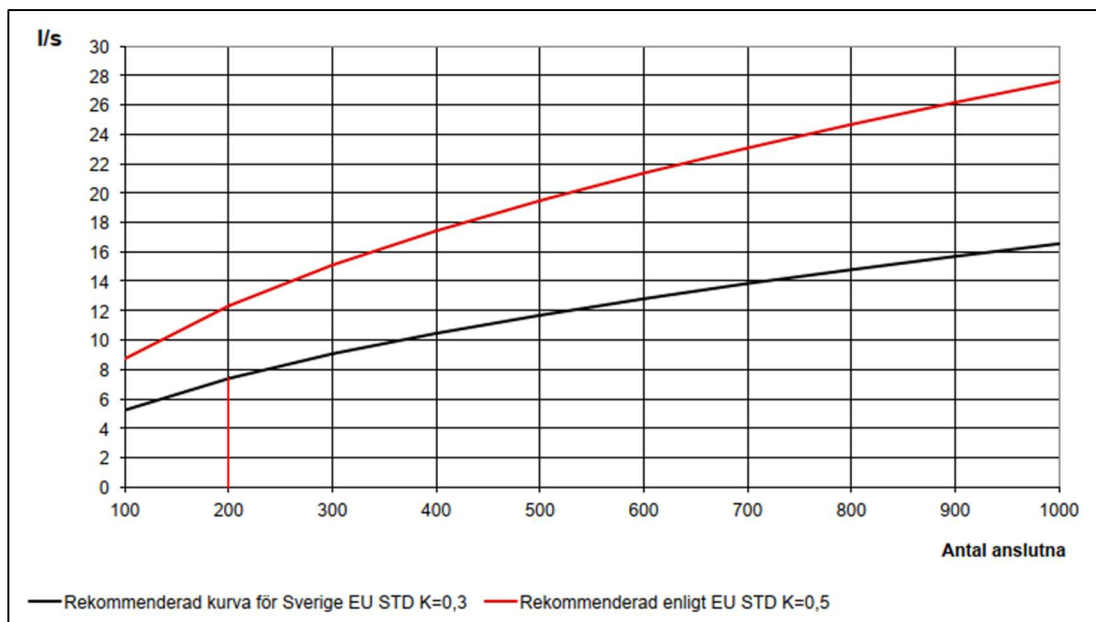
Tabell 6 Uppskattning av antalet anslutna personekvivalenter (PE) i de olika byggnaderna

	Lägenheter	Antal personer (PE)
Bovieran	54	108
Korttidsboende	46	92
Summa	100	200

5.1 Spillvattenflöden

De framtida tillkommande spillvattenflödena har översiktligt beräknats med hjälp av riktlinjerna i Svenskt Vatten P110. Resultaten sammanfattas i följande kapitel.

Vid beräkning av dimensionerande spillvattenflöde för planområdet har det antagits två personer per lägenhet. Det totala spillvattenflödet har blivit beräknat till ca 10,5 l/s. En säkerhetsfaktor på 1,5 har använts, vilket rekommenderas i områden där nya ledningar anläggs enligt Svenskt Vattens P110. Säkerhetsfaktorn används för att ta hänsyn till eventuella osäkerheter i dimensioneringsförutsättningar och även för att ta höjd för ytterligare framtida påkopplingar på ledningsnätet utöver planområdet. I Figur 8 visas den graf som används för flödesberäkningen.



Figur 8 Dimensionerande spillvattenflöde för 100–1000 anslutna personer (Svenskt Vatten, 2019)

Inläckage har ej inkluderats i spillvattenflödena, eftersom exploateringen kräver nya spillvattenledningssystem anses inte ha samma inläckage som äldre system. Detta förutsätter att de nya spillvattenledningarna är täta samt att inget dagvatten eller dräneringsvatten är påkopplat på nya spillvattenledningarna.

5.2 Föreslaget spillvattensystem

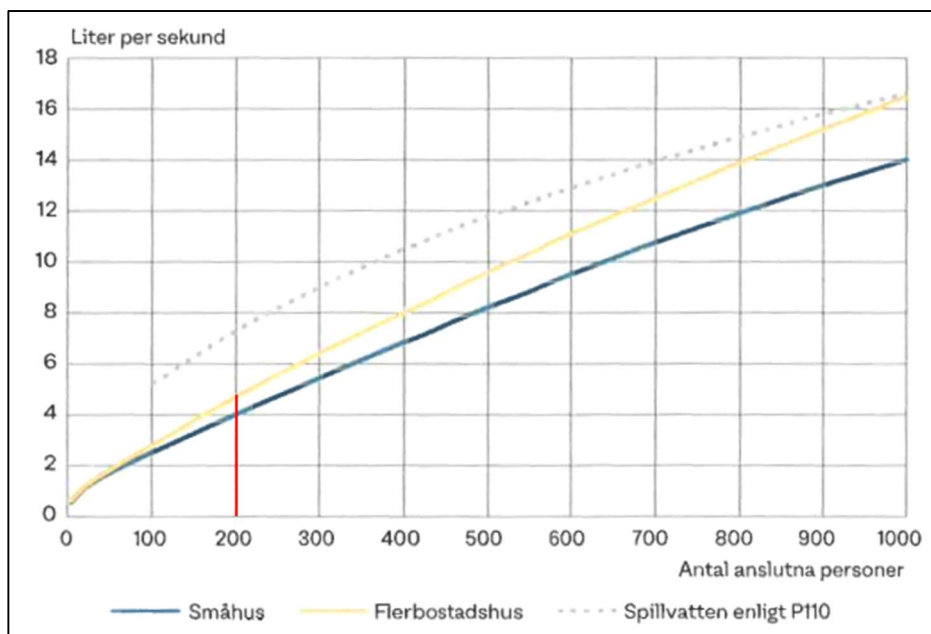
Ledningssystem för spillvatten utformas i enlighet med SWECOS projekterade förslag daterat 2021-09-23, se bilaga 1. Enligt förslaget förläggs en självfallsledning (500 mm PP) i planområdets västra del som ersätter befintlig ledning (500 mm BTG) som hamnar i konflikt med planerad bebyggelse.

5.3 Föreslagen dricksvattenförsörjning

En lämplig anslutningspunkt för framtida vattenförsörjningssystem har identifierats norr om planområdet, i befintlig GC-väg norr om Kastellegårdshallen. Enligt uppgift från Kungälv kommun är kapaciteten i befintligt vattenledningsnät tillräcklig för anslutning av tillkommande bebyggelse, men detta föreslås kontrolleras genom mätning av tryck och flöde inför detaljprojektering.

5.3.1 Dricksvattenförbrukning

För mindre försörjningsområden är tidsbasen en timme alltför lång och maxfaktorerna är normalt inte tillämpliga. Inom områden med färre än 500 brukare bestäms den dimensionerande vattenförbrukningen i stället som momentanförbrukning, bestämd av vatteninstallationernas summerade kapacitet och sannolikheten för samtidig tappning. Dimensionerande dricksvattenförbrukning tas ur Svenskt Vatten P114. Erforderlig dricksvattenförbrukning är ca 5 l/s, se Figur 9 (Svenskt Vatten P114, 2020).



Figur 9. Dimensionerande momentanflöde för 20–1000 personer (Svenskt Vatten, 2020).

5.3.2 Släckvattenförsörjning

Enligt (Svenskt Vatten P114, 2020) har bostadshus med högst tre våningar ett dimensionerande släckvattenflöde på 10 l/s. Vissa kritiska driftförhållanden har kort varaktighet, och sannolikheten för att dessa ska inträffa exakt samtidigt som den maximala förbrukningen är därför mycket liten. I samband med brandvattenuttag och andra kortvariga driftförhållanden rekommenderas att den dimensionerande samtliga förbrukningen beräknas som maximal timförbrukning under ett dygn med medelstor förbrukning. Detta värde benämns q_{dim0} , och beräknas med formeln:

$$q_{dim0} = \frac{P * q_{medel}}{3600 * 24} * C_{tmax}$$

q_{dim0} = maximal timförbrukning under ett dygn med medelstor förbrukning

P = Antal personer (boende, anställd, elev, sjukhusbädd etc.)

q_{medel} = Medelförbrukning (liter per person och dygn)

C_{tmax} = Maxtimfaktor

q_{medel} har ansats till 140 l/p/dygn enligt Figur 3.2 - och C_{tmax} har antagits till 2,8 enligt Figur 3,7 i Svenskt Vattens Publikation. Till detta adderas det dimensionerande flödet för brandvattenuttaget. Den totala dimensionerande förbrukningen för detta scenario är då:

$$q_{dim2} = q_{dim0} + q_{brandvatten}$$

Den maximala timförbrukningen under ett medeldygn har beräknats till 0,9 l/s och dimensionerande släckvattenförbrukning blir därmed 10,9 l/s.

6 Föreslagen dagvattenhantering

Planförslaget leder till förändrade dagvattenflöden och ett förändrat föroreningsinnehåll i dagvattnet. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. Nedan följer förslag till en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till de framtida förutsättningarna.

6.1 Framtida dagvattenflöde

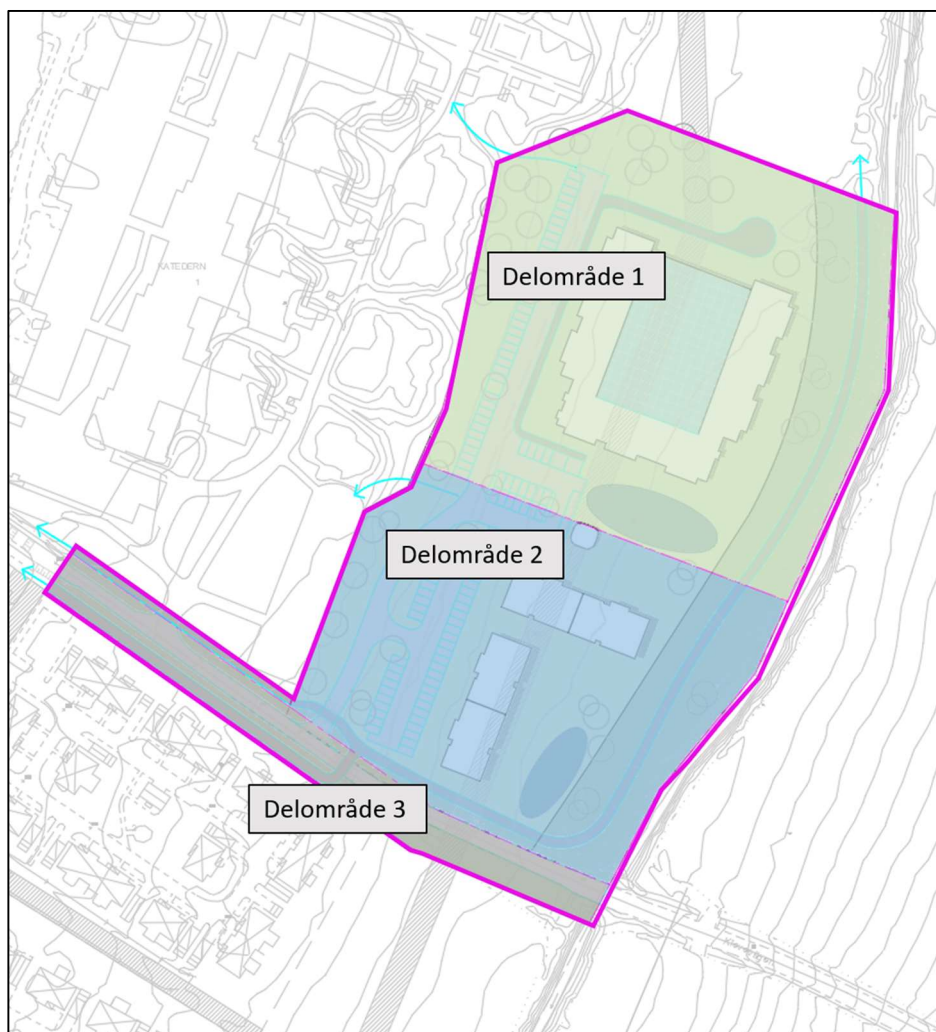
Precis som för det befintliga dagvattenflödet har det framtida dagvattenflödet utan föreslagna åtgärder beräknats med hjälp av rationella metoden. Markanvändningen för den planerade exploateringen skiljer sig betydligt från befintlig situation med större hårdgöringsgrad p.g.a. större takyta, vägar och parkering. Dimensionerande rinntid bedöms vara 10 minuter, d.v.s. halva den befintliga rinntiden. En klimatkfaktor på 1,25 har även inkluderats för att anpassa beräkningarna till förväntade ökade nederbördsmängder p.g.a. framtida klimatförändringar (Svenskt Vatten, 2019). Framtida dagvattenflöden för regn med 5-, 20 och 100 års återkomsttid redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Framtida dagvattenflöde

	Area [ha]	ϕ	Red area [ha]	Q ₅ -årsregn [l/s]	Q ₂₀ -årsregn [l/s]	Q ₁₀₀ -årsregn [l/s]
Takyta	0,45	0,90	0,41	92	146	249
GC-väg	0,16	0,80	0,13	29	47	79
Gräsyta	1,83	0,10	0,18	42	66	112
Parkering	0,41	0,80	0,33	74	117	200
Väg	0,10	0,80	0,08	18	28	48
Summa	2,95	-	1,13	255	404	688

6.2 Erforderlig fördröjningsvolym

För att säkerställa att dagvattenflödet från planområdet inte ökar och därmed överbelastar recipient eller skapar översvämningssproblem inom eller nedströms planområdet behöver dagvattnet fördröjas. Den erforderliga magasinvolymen och dimensionerande rinntid har beräknats enligt Svenskt Vattens Publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019). Beräkningarna baseras på rationella metoden samt intensitets-varaktighetsdiagram enligt Dahlström (2010). Den tillåtna avtappningen från planområdet har ansatts till det befintliga dagvattenflödet vid ett 10-årsregn, vilket beslutats i samråd med Kungälv kommun. Planområdet har delats upp i tre delområden, se Figur 10. Den erforderliga fördröjningsvolymen per område är dimensionerad för att hantera ett framtida 20-årsregn med en klimatkfaktor på 1,25, se Tabell 8.



Figur 10. Delområde 1–3.

Tabell 8. Erforderlig effektiv fördröjningsvolym för delområde 1–3

	Red area [ha]	Utflöde [l/s]	Dimensionerande regntid [min]	Erforderlig fördröjningsvolym [m ³]
Delområde 1	0,70	26,33	10	177
Delområde 2	0,33	13,54	10	80
Delområde 3	0,14	12,44	10	20

6.3 Principlösningar för dagvattenhantering

Det finns ett flertal olika lösningar för utjämning av dagvattenflöden. Dessa kan anläggas såväl på allmän plats som på kvartersmark. Dagvatten fördröjs med fördel så nära källan som möjligt för att på så vis minska de flöden som behöver omhändertas längre nedströms i systemet. I många dagvattenlösningar används naturliga reningsprocesser i mark och vatten, framför allt där dagvattnet tillåts passera och filtrera genom vegetation och jord.

Anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten kan anläggas såväl under som ovan jord. Anläggningar ovan jord kräver i regel att mer utrymme tas i anspråk men är ofta mer robusta och kan bidra med både ekologiska och sociala aspekter med en grönare stadsbild. Nedan följer olika principlösningar för dagvattenhantering som kan nyttjas för både rening och fördröjning.

6.3.1 Nedsänkta regnbäddar

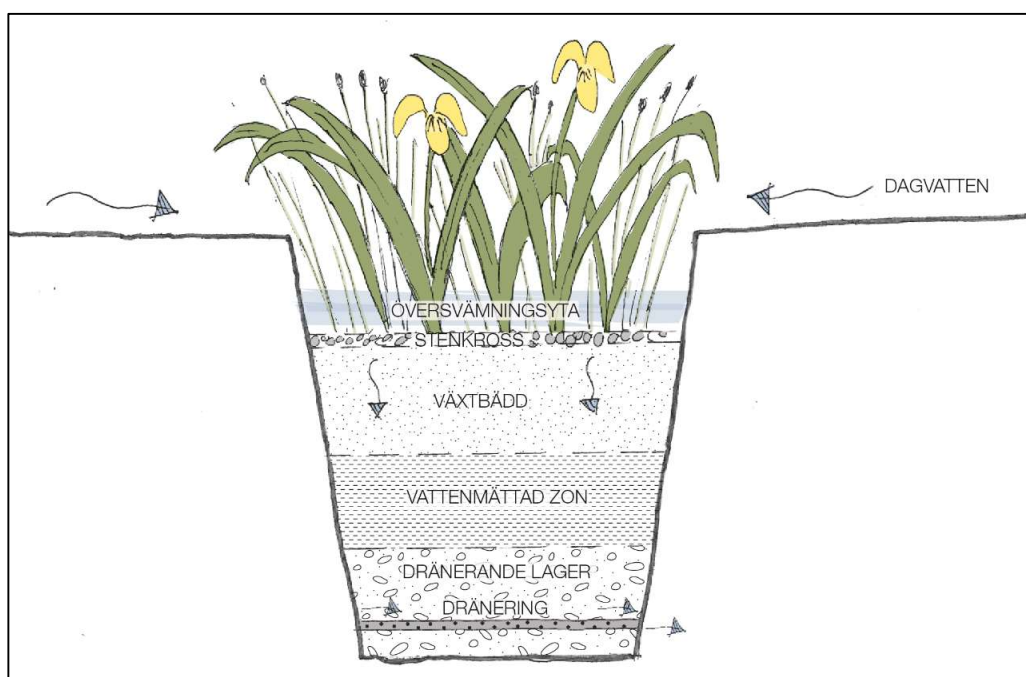
Regnbäddar kan beskrivas som planteringsytor för fördröjning och rening av dagvatten. Dessa kan anläggas inom exempelvis bostadsgårdar eller i anslutning till vägar och parkeringar där man vill få in ett estetiskt inslag i samband med dagvattenhantering. Lämpliga växter för regnbäddar kan vara fukt-tåliga gräsarter och örter men även mindre träd och buskar. Exempel på nedsänkta regnbäddar visas i figur 11.



Figur 11. Exempel på nedsänkta regnbäddar (Foton: Norconsult).

Utformning

Regnbädden utformas med en nedsänkning från omkringliggande marknivå samt ett underliggande filtermaterial. I botten anläggs en dräneringsledning. Minsta anläggningsdjup är vanligtvis cirka en meter. Regnbädden kan utformas med tät eller öppen botten beroende på underliggande marks infiltrationskapacitet samt eventuell risk för förorenings-spridning till grundvattnet. Dagvatten kan avledas till regnbädden ytligt via exempelvis rännदारar eller via brunnar. Figur 12 visar en principskiss för utformning av en regnbädd.



Figur 12. Principskiss för utformning av regnbädd (Norconsult).

Fördröjning och rening

Nedsänkningen samt det filtrerande materialet skapar en fördröjningsvolym. Fördröjningsvolymen är därmed beroende av nivån på nedsänkningen samt filtermaterialets porositet och infiltrationshastighet.

Rening av dagvatten sker främst när dagvatten passerar regnbäddens filtermaterial. Växtligheten bidrar även både till rening och till att upprätthålla infiltrationskapaciteten. Stora delar av de partikelbundna föroreningarna kan fångas upp i en regnbädd men även viss avskiljning av lösta föroreningar sker.

Drift och underhåll

En regnbädd behöver underhållas löpande med ogrärensning/växtskötsel samt rensning av inlopp och eventuellt bräddavlopp. Om regnbädden förses med ett sedimentfång före inloppet behöver detta tömmas regelbundet. Bäddens ytskikt behöver då och då bytas ut eller luckras upp för att bibehålla en god funktion. Vid torra kan stödbevattning behövas.

Hållbarhet och mervärden

En regnbädd kan bidra till mervärden både för miljön och människan. Mer växtlighet i städerna är estetiskt tilltalande och kan exempelvis bidra till att främja biologisk mångfald samt till bättre luftkvalitet. Anläggande av växtbäddar kan även bidra till att uppnå flera miljömål enligt agenda 2030 samt till ett antal ekosystemtjänster.

6.3.2 Dagvattendamm/våt damm

Från hårdgjorda ytor kommer i regel en större mängd vattenvolym som kan ansamlas i dagvattendamm. Föroreningar som följer med ytavrinningen kan hamna i en dagvattenanläggning och fördröjas, samlas upp samt renas på ett naturligt sätt innan det slutligen når recipienten. Det kan exempelvis vara i parkytor, bostadsområden, grönytor och torg (Simonsson, 2012). Se Figur 13.

Dagvattendammar kan delas in i våta eller torra anläggningar beroende på området förutsättningar. Våta anläggningar har tätslutande markmaterial och kan därav bevara den beständiga vattenspegeln bättre i jämförelse med torra anläggningar, som har markmaterial som är infiltrerande och därav saknar den ständiga vattenytan.



Figur 13. Till vänster dagvattendamm vid Augustenborg, till höger dagvattendamm i Trönninge i Varberg (Foto: Norconsult).

Utformning och underhåll

Anläggningar nära bostadsområden har som rekommendation att inte överstiga en meter i djup och djuphålorna placeras vid dammens inlopp. Detta görs för att minimera risken för att personer ska trilla i dammen samt minimera störning av de biologiska värden vid skötsel. Utformningen har en direkt påverkan på effektiviteten av dammens reningsverkan. Våta dammar har generellt sätt en bättre reningseffekt än torra dammar (Simonsson, 2012).

Avskiljningskapaciteten i en damm beror i hög grad av dammens specifika yta. Även dammens längdbreddförhållande är en avgörande faktor då långsträckta dammar är fördelaktiga vid avskiljning av föroreningar, eftersom sådana dammar ger en jämnare hastighetsfördelning. Cirkulära och

kvadratiska dammar samt stora in- och utbuktningar bidrar till döda zoner, vilket i sin tur bidrar till en sämre rening (Pettersson, 1999).

Reningseffekten i våta dammar påverkas av uppehållstiden då partiklarna behöver hinna sedimentera innan vattnet passerar ut ifrån dammen. För att uppnå hög effektivitet på sedimenteringen och rening behöver dammarna med jämna mellanrum rengöras så att inte föroreningshalterna blir för höga i dammen (Simonsson, 2012).

Ytterligare rening uppnås med hjälp av galler vid en damms in- och utlopp. Galler bör placeras så att det är enkelt för förvaltaren att rengöra gallret från partiklar. Vegetation kan också bidra till en del av reningen i dammen då det absorberar en del av föroreningarna och oljepartiklar kan fastna. Därför bör endast vegetationen skördas om det påverkar strömningen i dammen negativt (Pettersson, 1999).

Fördelarna med dagvattendammar är att det effektivt hanterar stora mängder dagvatten samtidigt som det kan hålla en bra reningseffekt (Simonsson, 2012).

Hållbarhet och mervärden

I huvudsak används dagvattendammar för att fördröja och rena vattnet. Därutöver kan de bidra till en intressantare landskapsbild, främja biologisk mångfald, förbättrad luftkvalité och flödesreglering.

6.3.3 Gröna tak

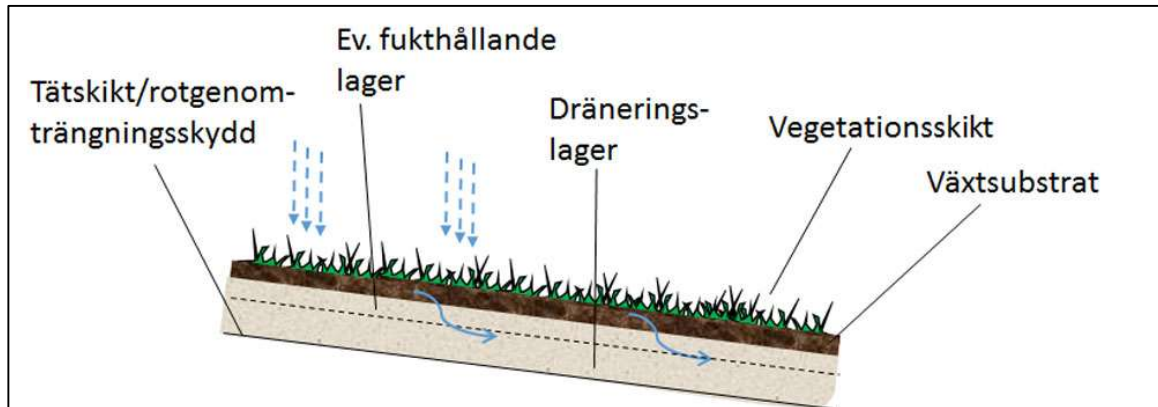
Gröna tak kan minska den totala avrinningen inom ett område jämfört med konventionella takytor. Genom att använda gröna tak reduceras hårdgörningsgraden och beroende på tjockleken av vegetationsskiktet kan avrinningskoefficienten variera mellan ca 0,4 och 0,7. Figur 14 visar exempel på grönt tak.



Figur 14. Exempel på grönt tak i Borås djurpark (Foto: Norconsult).

Utformning

Gröna tak består av flera lager med vegetation, jordlager, dräneringslager och tätskikt. Det finns två typer av gröna tak, extensiva som är något tunnare och ofta består av sedumväxter och intensiva som består av ett något tjockare lager som därför kan hålla mer vatten. En principskiss för gröna tak visas i Figur 15.



Figur 15. Illustrationsskiss som visar utformningen av gröna tak (Stockholm vatten och avfall, 2017).

Fördröjning och rening

Gröna tak används främst för att fördröja och reducera mängden dagvatten. Fördröjningen sker genom att jordlagren tar upp och magasinerar dagvatten. Gröna tak kan reducera den årliga avrinningen med 25 till 75 procent beroende på taklutning, växtlighet och tjocklek.

Drift och underhåll

Gröna tak kräver en del underhåll för att säkerställa att dess funktion bibehålls. Det kan finnas behov av bevattning, kompletterande sådd eller planering. Det är viktigt att se till att dött växtmaterial och vegetationsrester inte sätter igen och därför behövs regelbunden kontroll av dräneringsstrukturer, hängrännor och stuprör.

Hållbarhet och mervärden

Gröna tak kan bidra med mervärden både för människa och miljö. Med gröna tak ökar växtligheten i området vilket bidrar till en grönare stadsbild och ökar trivselen och välbefinnandet för människor. Vidare kan gröna tak ha en ljud- och värmeisolerande verkan, vilket kan bidra till en bättre inomhusmiljö samt reducera hushållens energibehov för uppvärmning. Genom att öka växtligheten gynnas även den biologiska mångfalden och på så sätt kan antalet ekosystemtjänster öka.

6.3.4 Genomsläpplig beläggning

För att minska avrinningen från hårdgjorda ytor kan markbeläggning utgöras av delvis genomsläppliga beläggningar istället för mer traditionella material, såsom asfalt och plattor. Mängden hårdgjorda ytor kan minskas betydligt om genomsläppliga material används som alternativ.

Exempel på genomsläppliga material är hålsten av betong, permeabel asfalt och grus eller en kombination av dessa, se Figur 16. I Figur 16 visas även en mindre gångstig utformad med gräs och ett fåtal gångplattor.

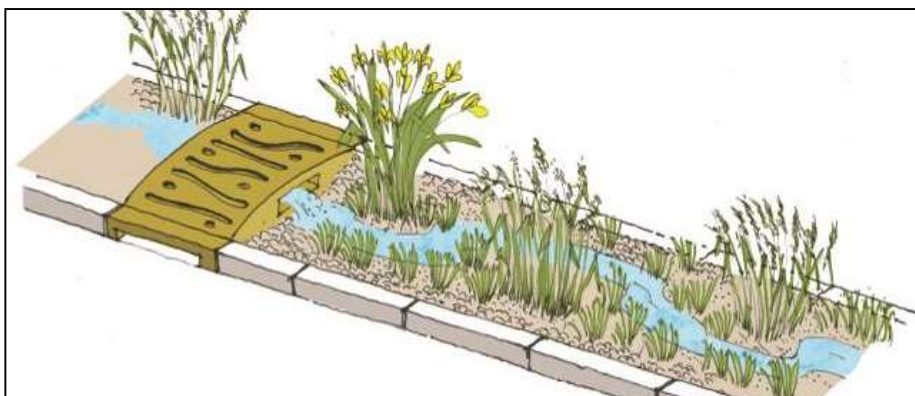


Figur 16. Yta med hålsten av betong, makadambelagd gång, samt gångstig med gräs och några gångplattor i betong (Foto: Norconsult).

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

6.3.5 Biofilterdiken

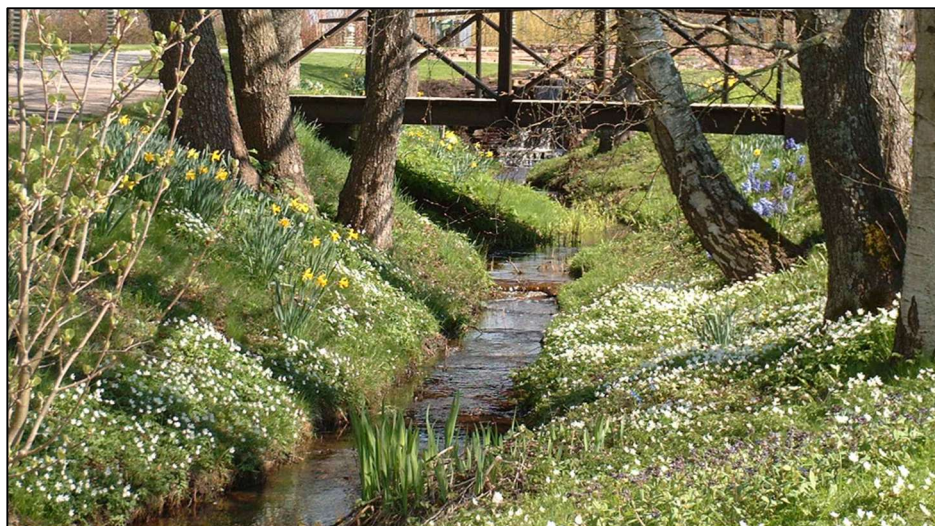
Biofilterdiken, se Figur 17, kan beskrivas som grunda diken med svag lutning. Dikena används för att samla upp, leda, rena och infiltrera dagvatten. Biofilterdike är ett samlingsnamn för alla typer av diken som uppfyller dessa krav och således kan ett svackdike räknas som en typ av biofilterdike. Reningen av dagvattnet är en central del av biodikets roll, vilken sker genom sedimentering, filtrering och växtupptag av föroreningar. Effektiviteten styrs av bland annat vattnets hastighet och uppehållstid i biodiket, vegetationens täthet och art samt jordens infiltrationsförmåga. Biofilterdiken erfordrar viss årlig skötsel, omgrävning kan komma att erfordras.



Figur 17. Biofilterdike (Illustration: Norconsult)

För att säkerställa den långsiktiga funktionen erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Vid utformning av anläggningen bör till exempel inlopp, kantstöd, försedimentering beaktas med avseende på erosionsskador, snöröjning etcetera. Anläggningen erfordrar skötsel ca två gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

Figur 18 nedan illustrerar ett dike upprättat av Svenska kyrkan i Lidköping.



Figur 18. Dike upprättat av Svenska kyrkan i Lidköping (Svenska kyrkan, 2022).

6.4 Föreslaget dagvattensystem

I de olika delområdena 1–3, se bilaga 1 och Figur 10. Delområde 1–3., föreslås olika lösningar för att omhänderta dagvattnet. I delområde 1 erfordras en fördröjningsvolym om 177 m³, vilket kan uppnås med en våt damm om ca 530 m², ett permanentvattendjup och reglerdjup på 0,5 m vardera samt en släntlutning på 1:4.

Vidare kan även en tank placeras under Bovieran för att kunna ta hand om dagvatten från taket som sedan kan användas till bevattning. Med hjälp av en sådan lösning skulle behovet av fördröjning i dagvattendammen reduceras.

I delområde 2 behövs en erforderlig fördröjningsvolym på 80 m³, vilket kan uppnås med ett makadamdike om 50 m², ett djup på 0,8 m och en släntlutning på 2:1 längs parkeringens östra kant. Även en våt damm föreslås i sydost om ca 315 m², ett permanentvattendjup och reglerdjup på 0,5 m vardera samt en släntlutning på 1:4.

I delområde 3 erfordras en fördröjningsvolym på 20 m³ vilket uppnås med ett öppet vägdike/svackdike som kan placeras mellan körbanan och GC-vägen. Vägsektionen tillåter ett öppet dike på 2 m väster om GC-passagen och 3 m öster om GC-passagen. Väster om GC-passagen kommer diket uppnå en total fördröjningsvolym på 73 m³ med djup 0,3 m och en släntlutning på 1:3. Öster om GC-passagen kommer diket uppnå en total fördröjningsvolym på 111 m³ med djup 0,5 m och en släntlutning på 1:3.

Om planområdet planeras innefatta mer än 50 parkeringsplatser, medför det att oljeavskiljare behövs inom parkeringsytan enligt gällande bestämmelser hos Kungälv kommun.

6.4.1 Föroreningsberäkningar

Den förändrade markanvändningen efter exploatering kommer att medföra en ökad föroreningsmängd i dagvattnet inom planområdet. Precis som för befintlig situation har föroreningsberäkningar utförts i StormTac uppdelat på de tre delområdena.

Resultatet från beräkningen av den framtida föroreningsbelastningen för hela planområdet kan ses i Tabell 9. De två första kolumnerna i tabellen visar koncentrationen och den årliga föroreningsmängd som alstras i området om ingen rening av dagvatten görs. Vidare redovisas föroreningsberäkningar vid implementering av föreslagna dagvattenlösningar, redovisat i **Fel! Hittar inte referenskälla.** och effekten de har på föroreningsinnehållet i dagvattnet. De tekniker som redovisas är våta dammar, makadamdike och svackdike.

Tabell 9. Framtida föroreningsbelastning före och efter rening för hela planområdet

Ämne	Före rening		Efter rening		
	Koncentration (µg/l)	Årlig mängd (g/år)	Koncentration (µg/l)	Riktvärde ¹ (µg/l)	Årlig mängd (g/år)
P	130	2 300	47	150	850
N	1 400	26 000	830	2 500	15 000
Pb	7	140	2	14	31
Cu	16	290	5	15	97
Zn	43	780	9	60	170
Cd	0,35	6,30	0,12	0,40	2,30
Cr	5	95	1	15	18
Ni	4,9	90	1,6	20	30
Hg	0,03	0,50	0,01	0,05	0,25
SS	42 000	780 000	8 500	40 000	150 000
Olja	300	5 500	36	1 000	650
PAH16	0,77	14	0,097	-	1,80
BaP	0,016	0,30	0,0050	-	0,09

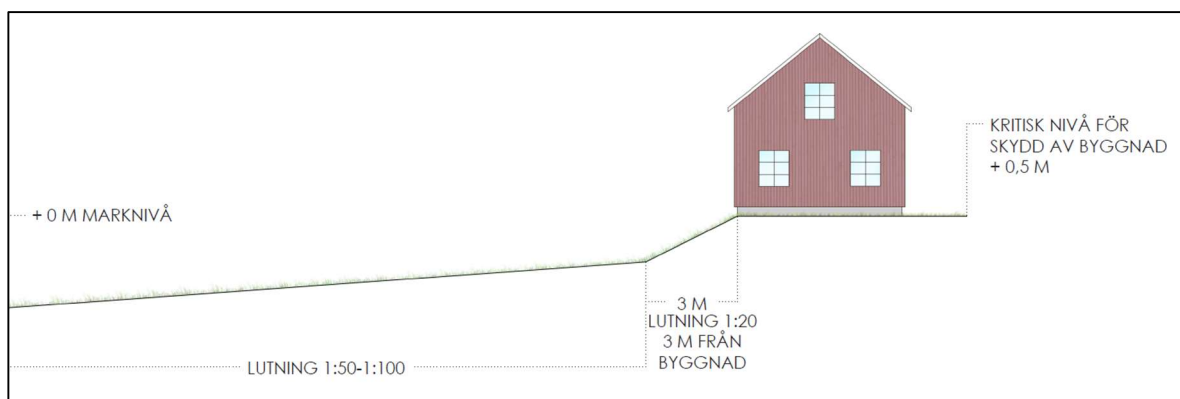
¹ Som riktvärde har Kungälv's Kommun riktlinjer angivits från 2017, med utsläpp av förorenat vatten till dagvattennät och recipient (Kungälv's Kommun, 2017)

Förändringen i markanvändning före och efter exploatering är stor då området idag är obebyggt och består av åkermark. Exploatering bidrar därför till att föroreningsbelastningen från området ökar, men med hjälp av föreslagna system för dagvattenhantering, se 6.4 *Föreslaget dagvattensystem*, så renas dagvattnet och föroreningshalterna reduceras. Samtliga föroreningskoncentrationer förväntas då hålla sig väl under riktvärdena för Kungälv's kommun.

Eftersom halterna av kväve och fosfor minskar jämfört med befintliga förhållanden bedöms förutsättningarna vara goda för att kunna uppnå MKN med avseende på ekologisk status i recipienten, som i första hand uppges vara utsatt för övergödning. Det som ligger till grund för kemisk statusklassning är kvicksilver och PBDE. Kviksilver är in princip oförändrat från befintlig situation och PBDE går inte att analysera i StormTac. Efter att föreslagna reningsanläggningar implementerats hamnar alla föroreningskoncentrationer under riktvärdet för Kungälv kommun och detaljplanens genomförande bedöms inte försvåra möjligheterna att uppnå MKN.

6.5 Höjdsättning

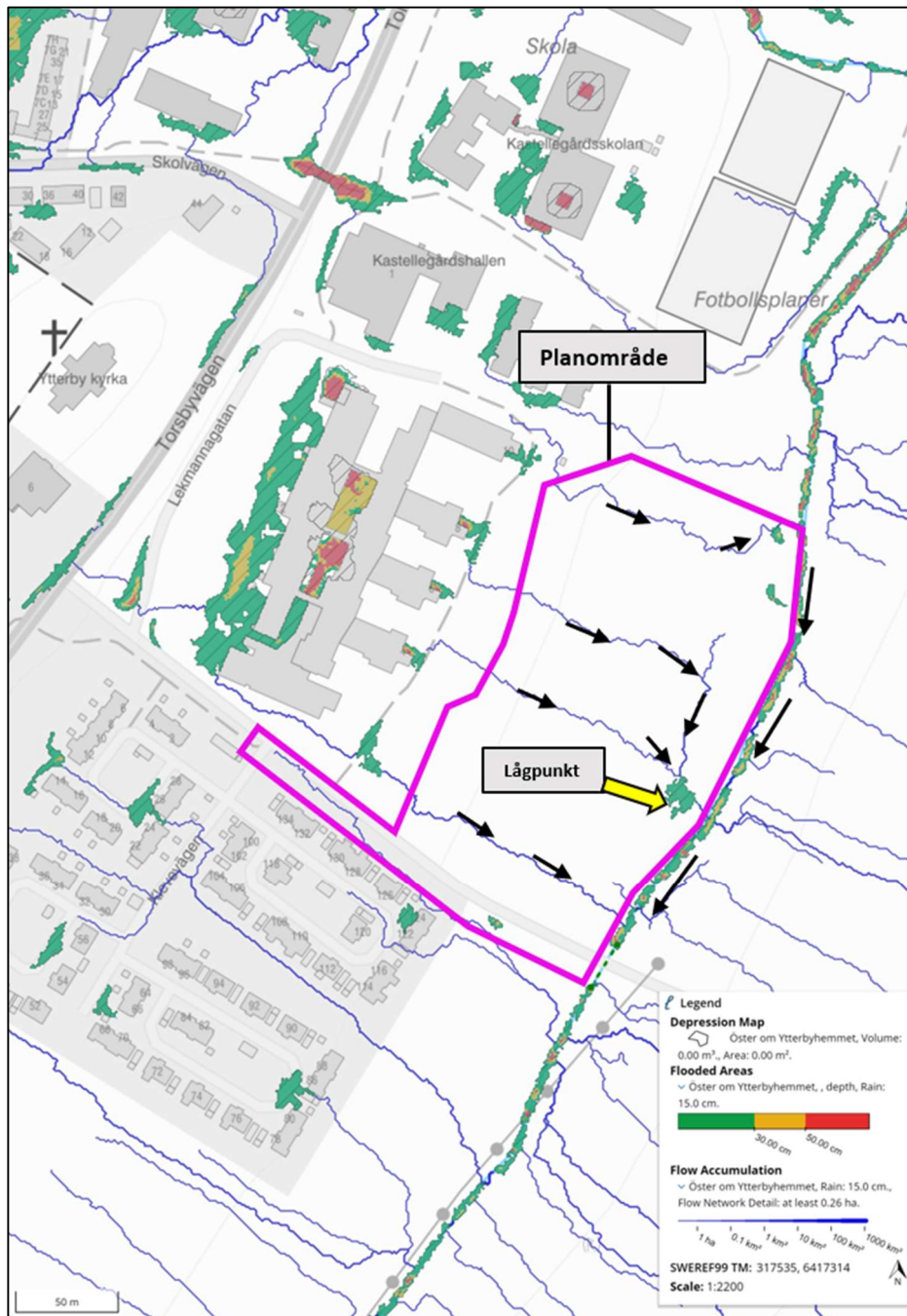
Höjdsättningen av planområdet är mycket viktig och bör ägnas stor omsorg för att inte skapa instängda områden. Området föreslås höjdsättas så att marköversvämning vid 100-årsregn inte skadar byggnader eller att instängda områden och lågpunkter skapas. Allmän plats- och kvartermark ska i möjligaste mån harmonisera med varandra. Tomtmark bör generellt höjdsättas till en högre nivå än anslutande gatumark för att en tillfredsställande avledning av yt- och dräneringsvatten samt spillvatten ska kunna erhållas, se Figur 19. Lägsta golvnivå föreslås inte understiga 0,5 m över marknivån vid förbindelsepunkt för dagvatten, i enlighet med Svenskt Vatten Publikation P105 (Svenskt Vatten, 2019).



Figur 19. Princip för höjdsättning (Illustration: Norconsult)

6.6 Avrinningsvägar vid extrem nederbörd

Vid exploatering är det viktigt att säkerställa att inte befintlig exploatering påverkas negativt samt att möjliggöra för ytterligare exploatering. En skyfallsanalys har gjorts för området med hjälp av verktyget Scalgo som översiktligt ger information om översvämningsrisker. Vid skyfall förutsätts att allt vatten kan rinna undan från planområdet vidare till Kyrkebäcken för att sedan transporteras till Nordre Älv och slutligen Nordre Älvs fjord. Analysen ger en indikation på var vatten ansamlas. Analysen har gjorts för ett regn på 150 mm. Figur 20 visar rinnvägar och vattendjup vid ett skyfall för befintlig situation.



Figur 20. Avrinningsvägar vid extremnederbörd (SCALGO LIVE, 2021).

7 Slutsats

Förutsättningarna för fördröjning av dagvatten inom planområdet är goda där föreslagna dagvattensystem både fördröjer och renar dagvattnet enligt föreliggande krav. Föreningshalterna i utgående dagvatten från området understiger, efter att föreslagna dagvattenåtgärder implementeras, Kungälvskommuns riktvärden.

Skyfallsanalyserna i Scalgo visar på goda förutsättningar att genomföra detaljplanen. Dock är det viktigt med höjdsättning av mark samt placering av byggnaderna så att skyfall inte åsamkar problem. Analysen är gjord i ett tidigt skede för att översiktligt undersöka hur planen påverkas.

I föreliggande utredning är förbrukning av dricksvatten och spillvatten beräknad utifrån antagna värden avseende personekvivalenter inom det aktuella planområdet. I samband med detaljprojektering bör det verifieras att kapaciteten hos befintliga ledningsnät är tillräcklig.

Norconsult AB
VA-teknik

Herman Andersson
herman.andersson@norconsult.com

Adam Dahlin
adam.dahlin@norconsult.com

Leo Köbbel
leo.kobbel@norconsult.com

Oscar Söderström Broman
oscar.soderstrom.broman@norconsult.com

8 Litteraturförteckning

- BOHUSGEO AB. (2021). *Kastellgården 1:380*.
- BOKAB . (2021). *Kastellegården 1:380* .
- BOKAB. (2022). *Informationsbrev till fastighetsägare som berörs av markavvattningsföretaget "CÅsttelgårdens torrlägningsföretag av år 1928"*.
- Geoteknologi. (2019-12-16). *PM Geoteknik, Floretten 1*.
- Jordbruksverket. (2021). *Vattenverksamhet och vattenanläggningar*.
- Kungälv Kommun. (2019). *Fördjupad Översiktsplan för Ytterby*.
- Kungälvs Kommun. (2017). *Del 1 - Dagvattenpolicy*. Kungälv.
- Kungälvs Kommun. (2017). *Del 2 - Dagvattenhandbok*. Kungälv: Kungälvs Kommun.
- Kungälvs Kommun. (2021). *ÖSTER OM YTTERBYHEMMET*. Kungälv.
- Kungälvs kommun. (2022). *Plankarta*.
- liljewall. (2018). *BOVIERAN YTTERBY Situationsplanskiss*.
- Länsstyrelsen . (2015). *Markavvattningsföretag*.
- Länsstyrelsen. (2021). *Länsstyrelsen i Västra Götalands Län*. Hämtat från Informationskartan Västra Götaland: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>
- Länsstyrelsen. (2021). *Länstyrelsen i Västra Götalands län*. Hämtat från Informationskartan Västra Götaland: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>
- Länsstyrelsen. (2022). *Informationskartan Västra Götaland*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>
- Pettersson, T. (1999). *Stormwater Ponds for Pollution Reduction*.
- SCALGO LIVE. (2021). *SCALGO LIVE*. Hämtat från SCALGO LIVE: <https://scalgo.com/live/sweden?res=1&ll=11.922586%2C57.860649&lrs=sweden%2Fsweden%3Aortho%3A3006%3A20210908%3Ase125%2Csweden%2Fsweden%3A3006%3Arain%3Aflash-flood-dep-vol%3Ase2017%2Csweden%2Fsweden%3A3006%3Arain%3Aflash-flood-depression%3Ase2017%2Csweden%2>
- SGU. (2021). *Sveriges geologiska undersökning*. Hämtat från Grundvattenmagasin: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvattenmagasin.html?zoom=315504.51620958623,6416384.626176912,319088.52337760053,6418245.229898119>
- SGU. (2021). *Sveriges geologiska undersökning*. Hämtat från Jordarter 1:25000 - 1:100000: https://scalgo.com/live/sweden?res=0.25&ll=11.925593%2C57.860179&lrs=lantmateriet_topo webb_nedtonad%2Csweden%2Fsweden%3Asgu_jordarter_inspire%3Ajordarter
- Simonsson, A. (2012). *Utformning av dagvattendammar genom tri-valent design*.
- Stockholm vatten och avfall. (2017). *Vegetationsklädda tak*.
- StormTac. (2022). Hämtat från http://www.stormtac.com/?page_id=2049

Svenska kyrkan. (2022). *Begravningsplatser*. Hämtat från Svenska kyrkan:
<https://www.svenskakyrkan.se/lidkoping/begravningsplatser>

Svenskt Vatten. (2019). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.

Svenskt Vatten. (2020). *P114*.

VISS. (2017). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Nordre Älv Vattenförekomst:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16775522>

VISS. (2019). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Nordre Älv vattenförekomst:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16775522>

VISS. (2020). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Nordre Älv Vattenförekomst:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16775522>

VISS. (2021). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Nordre Älv:
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA16775522>



TECKENFÖRKLARING

- PLANOMRÅDESGRÄNS
- BEFINTLIGT SYSTEM**
- x-x- SPILLVATTENLEDNING SLOPAD
- FÖRESLAGET SYSTEM**
- SPILLVATTENLEDNING
- VÅT DAMM
- MAKADAMDIKE
- VÄGDIKE/SVACKDIKE
- LEDNINGSRÄTT

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
VA-UTREDNING				
BILAGA 1				
www.norconsult.se				
UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLAGGARE		
1080554	LEO KÖBBEL	HERMAN ANDERSSON		
DATUM	ANSVARIG			
2022-12-16	HERMAN ANDERSSON			
FÖRESLAGNA VA-LÖSNINGAR				
SKALA	NUMMER	BET		
A1: 1:500 A3: 1:1000				

Skala: A1: 1:500, A3: 1:1000. S: Användningsområde: VA-utredning. Utvärdering: 2022-09-29. Utvärderingspaket: Svarstext, detaljplaner, 2222-fabwg.
 Projekterad av Leo Köbbel