FEBRUARI 2022
BORÅS ENERGI OCH MILJÖ AB

DAGVATTENUTREDNING

KYLLARED, SVENSGÄRDE 3:1

COWI

ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00
WWW cowi.se

FEBRUARI 2022
BORÅS ENERGI OCH MILJÖ AB

DAGVATTENUTREDNING

KYLLARED, SVENSGÄRDE 3:1

PROJEKTNR.

A133622

VERSION	UTGIVNINGSDATUM	BESKRIVNING	UTARBETAD	GRANSKAD	GODKÄND
3.0	2022-02-18	Dagvattenutredning	Kristina Lundgren Maria Lytra Ulf Clevfors	Kajsa Enhörning	Fredrik Sernerup

INNEHÅLL

1	Inledning	3
2	Underlag	4
3	Planerad bebyggelse	5
4	Förutsättningar	6
4.1	Fördröjnings- och reningskrav	6
4.2	Natur- och kulturintressen	6
4.3	Geologi	7
4.4	Hydrogeologiska förhållanden	7
4.5	Avrinning och recipient	9
4.6	Befintligt VA-system	11
4.7	Övriga ledningssystem	12
5	Dimensionering och fördröjningsbehov	13
5.1	Dimensionerande flöden och fördröjningsvolym för planområdet	13
5.2	Dimensionerande flöden från uppströmsliggande områden	14
5.3	Kapacitetsberäkning Kronängsbäckens trummor	16
5.4	Dimensionering av ny kulvert	17
5.5	Dimensionering och utformning nytt dike	19
6	Översvämningsrisker och hantering	21
6.1	Risker vid skyfall	21
6.2	Risker vid höga flöden i Kronängsbäcken	22
6.3	Hantering av översvämningsrisker	23
7	Föreslagen dagvattenhantering	24
7.1	Beskrivning av föreslagna lösningar	24

8 Föroreningsbelastning 27
8.1 Föroreningsbelastning och rimlig rening 28

9 Diskussion 30
9.1 Osäkerheter och antaganden vid beräkning av inflöden och analys av översvämningsrisk 30

10 Slutsatser och rekommendationer 31

11 Referenser 32

Bilagor

Bilaga 1 – Systemlösning dagvatten och mark

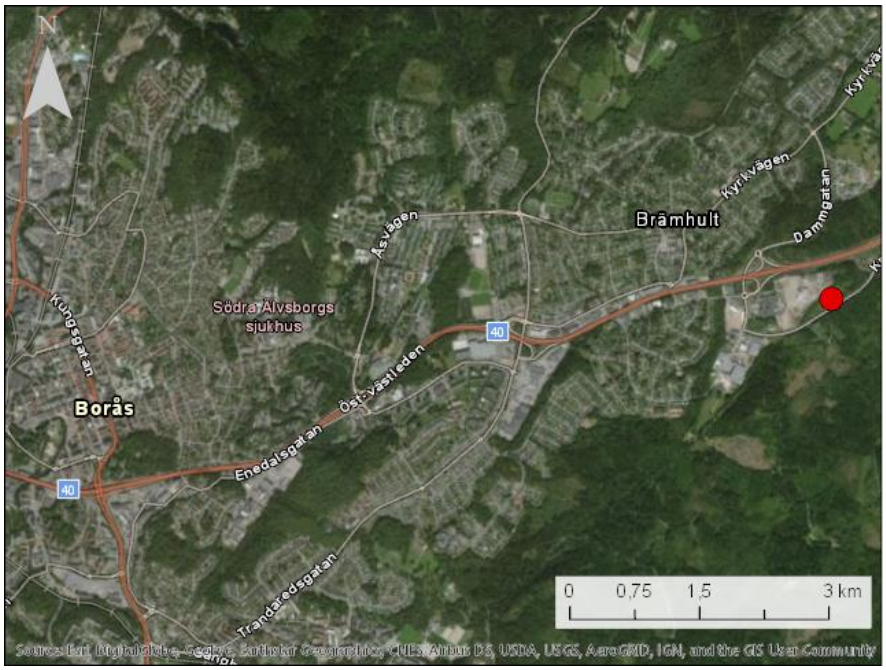
Bilaga 2 – Sektioner A-A – D-D

1 Inledning

COWI Sverige AB har fått i uppdrag av Borås Energi och Miljö AB (BEM) att ta fram en dagvattenutredning och skyfallsanalys för del av Svensgärde 3:1 i samband med upprättande av detaljplan för industrimark. Uppdraget har även innefattat en miljöteknisk markundersökning, undersökning av hydrogeologiska förhållanden på platsen samt undersökning av de geotekniska förhållandena. Den Miljötekniska markundersökningen och den geotekniska undersökningen redovisas i separata rapporter.

Svensgärde 3:1 ligger i Kyllared i Borås och utgörs i dagsläget dels av upplag för jord och grus och del av naturmark.

Planområdet är ca 4,16 ha stort och ligger ca 4 km öster om centrala Borås (se Figur 1). Området avgränsas av Kronängsbäcken i norr och Kyllareds väg i söder. Under Kyllareds väg finns ett antal vägkulvertar som, via planområdet, avleder vägdagvatten och viss naturmarksavrinning mot Kronängsbäcken.



Figur 1. Översiktskarta som visar planområdet (röd prick) i förhållande till omgivningen.

2 Underlag

Det underlag som legat till grund för denna utredning är:

- Planskiss från Krook & Tjäder, erhållet 2021-10-29
- Ledningsunderlag från Ledningskollen [pdf]
- VA-ledningsunderlag [dwg]
- Vägledande dokument "Dagvatten i planärenden v2", erhållet 2020-02-23
- Geoteknisk utredning PM Planeringsunderlag, Planprogram för del av Brämhult, del av Kyllared 1:156 m fl. Kyllareds industriområde. WSP daterad 2007-10-31.
- Naturvårdsverkets naturvårdsregister: https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/
- Skogsstyrelsens samlade karta för kultur- och naturhänsyn: https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/
- Länsstyrelsernas geodatakatalog: https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/
- Naturvärdesinventering (NVI), Svensk Naturförvaltning AB (2020-03-06), erhållen 2020-03-23.
- Naturvärdesinventering (NVI), Svensk Naturförvaltning AB (2020-04-29), erhållen 2020-10-08

Genomgående i denna utredning har koordinatsystem SWEREF 99 12 00 och höjdsystem RH 2000 använts.

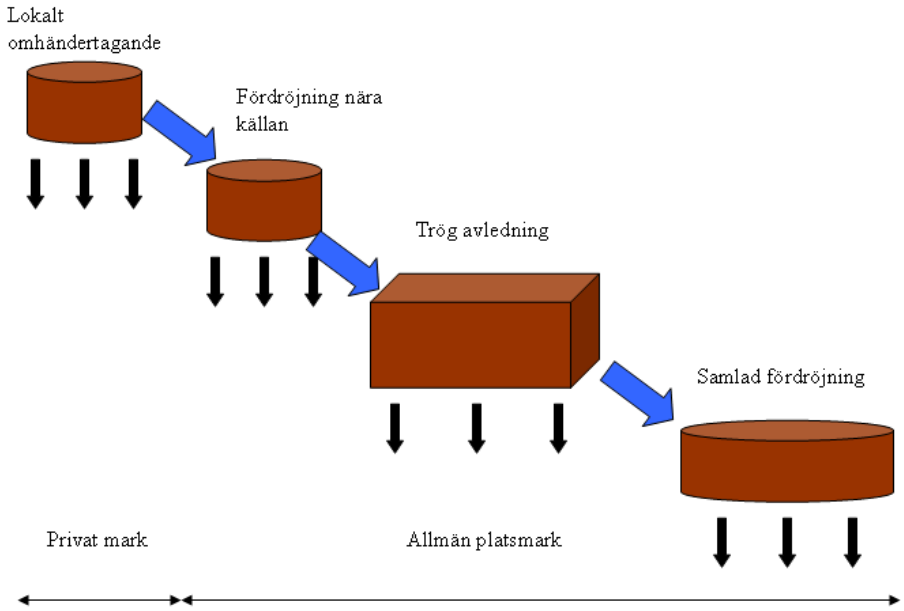
3 Planerad bebyggelse

Området planeras användas för industri och aktuellt bebyggelseförslag ses i Figur 2. Illustrationen är ett exempel på hur fastigheten kan komma att bebyggas. Exemplet skulle innebära att tre byggnader med tillhörande parkeringar byggs i området. Befintlig infart flyttas något åt öster och ytterligare en anslutning till befintlig väg skapas. Enligt förslag från naturvärdesinventeringen av området sparas en 10–15 m bred kantzon för Kronängsbäcken och de allra nordöstra delarna av planområdet lämnas orörda (se Figur 2).

Figur 2. Skiss som visar bebyggelseförslag för området (Krook & Tjäder)

4 Förutsättningar

Från BEM har erhållits ett instruktionsdokument som vägleder konsulter vid dagvattenutredningar. I detta dokument anges att utredningen skall följa Svenskt Vatten P105 och tillämpa en hållbar dagvattenhantering som i största möjliga mån tillämpar principen som beskrivs i Figur 3.



Figur 3. Princip över hållbar dagvattenhantering (från vägledande dokument, BEM).

4.1 Fördröjnings- och reningskrav

I instruktionsdokumentet från BEM anges att om den hårdgjorda ytan inom planområdet överstiger 2500 m² skall fördröjningsåtgärder vidtas. 3 m³ per 1000 m² hårdgjord yta skall anläggas. Det anges även att ledningar, diken och anläggningar inom utredningsområdet skall dimensioneras efter ett 50-årsregn.

Som reningskrav tillämpas en icke-försämringsprincip, dvs. att varken föroreningshalter eller -mängder skall öka från planområdet efter exploatering. Detta reningskrav har satts tillsammans med BEM (via Filip Ström).

4.2 Natur- och kulturintressen

Inga skyddade områden eller fornlämningar finns inom eller i närheten av planområdet enligt naturvårdsverkets naturvårdsregister och Skogsstyrelsens karta *Skogens pärlor*. Mer information om naturen inom området finns i de naturvärdesinventeringar som utförts av Svensk Naturförvaltning AB under februari 2020 samt senare under våren 2020.

4.3 Geologi

Naturligt avsatta jordlager inom fastigheten utgörs till stor del av isälvsmaterial bestående av sorterade fraktioner av i huvudsak sand och grus. Inom de östra delarna av fastigheten samt i omgivningarna uppströms fastigheten utgörs marklagren av morän på berg. Inom delar av fastigheten finns en större mängd fyllnadsmassor som överlagrar isälvsmaterialet. Fyllnadsmassorna utgörs av en blandning av sand, grus och silt samt enstaka block blandat med mulljord, torv och annat organiskt material i form av stubbar och rötter (WSP 2007). Fyllnadsmassorna är upplagda i en ca 3 meter hög "limpform" inom fastigheten. Enligt WSP:s utredning uppgår isälvsavlagringens mäktighet inom fastigheten till ca 5–10 meter eller mer. I lågpartier närmast Kronängsbäcken förekommer områden med organiska jordar bestående av ytlig torv och gyttjig silt. SGU:s Jordartskarta redovisas i den hydrogeologiska kartan i Figur 4.

COWI har utfört både en miljöteknisk markundersökning (2020) och en geoteknisk undersökning (2021) i området. Resultat från dessa redovisas i rapport för respektive undersökning.

4.4 Hydrogeologiska förhållanden

Inom isälvsavlagringen är förutsättningarna för transport och lagring av grundvatten goda. Materialet i omkringliggande moränmark antas vara betydligt tätare och ha sämre förutsättningar för grundvattenflöde. Grundvattenmagasinet är inte en utpekad grundvattenförekomst och bedöms inte vara av betydelse för lokal eller regional vattenförsörjning.

Inom isälvsavlagringen förekommer generellt ett öppet grundvattenmagasin. I anslutning till Kronängsbäcken överlagras dock isälvsmaterialet av silt och organiska jordarter som lokalt bedöms vara relativt täta. Även de fyllnadsmassor som lagts inom fastigheten utgörs delvis av finkorniga och organiska material vilket lokalt bedöms utgöra ett hinder för infiltration och grundvattentransport.

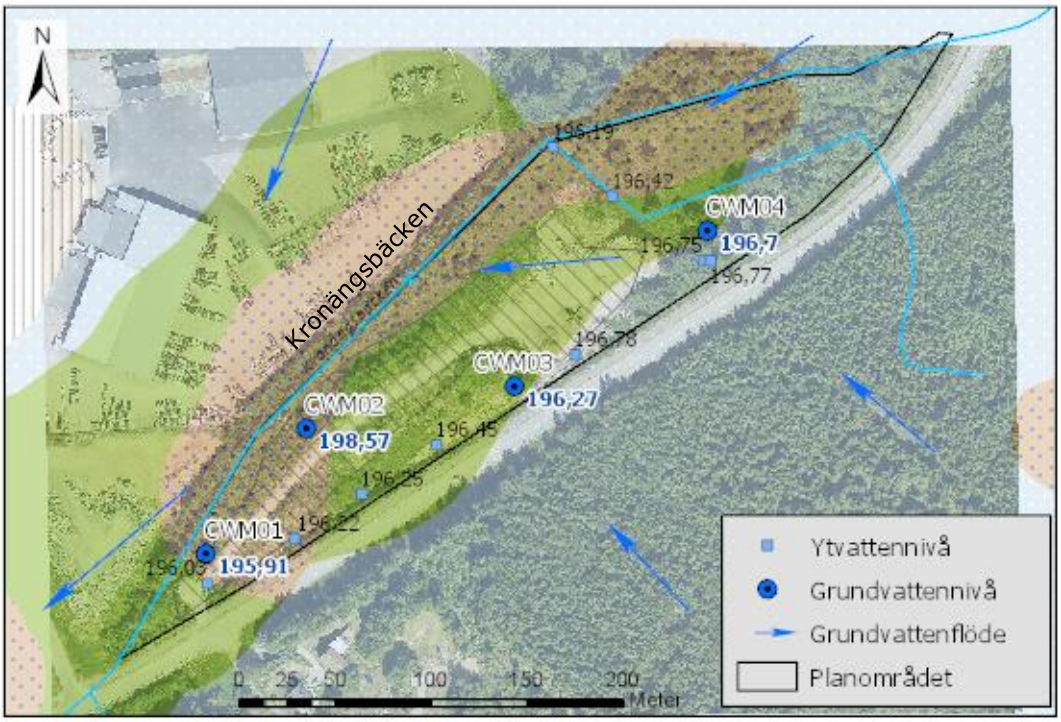
Det grundvatten som tillförs området bedöms bildas genom infiltrerande nederbörd inom hela tillströmningsområdet för ytavrinning, se Figur 6. Grundvattenflödet inom grundvattenmagasinet i isälvsavlagringen följer i stort topografin längs lågpartier i terrängen och har en transportriktning västerut mot Kyllared och därefter söderut mot Laggarebo.

Inom fastigheten har fyra grundvattenrör installerats. Grundvattennivån har avlästs vid två tillfällen mellan slutet av februari och mitten av mars, se Tabell 1. Grundvattenrörens placering och högst uppmätt grundvattennivå redovisas i Figur 4.

Tabell 1: Grundvattennivåmätningar presenterat som meter under rörkant (m.u.rök) och meter under markytan (m.um.my) tillsammans med nivåerna för markyta och rörkant (RH2000).

			Grundvattennivåmätning			
Mätpunkt	**Markyta** ´+nivå	**r.ö.k.** ´+nivå	**Datum**	**Nedmätning** m.u. rök.	**Grundvattennivå** ´+nivå	m.u.my.
CWM01	196,61	197,55	2020-02-26	1,64	195,91	0,70
			2020-03-10	1,69	195,86	0,75
CWM02	198,73	199,71	2020-02-26	1,92	197,79	0,94
			2020-03-10	1,14	198,57	0,16
CWM03	197,3	197,82	2020-02-26	1,58	196,24	1,06
			2020-03-10	1,55	196,26	1,04
CWM04	197,09	197,81	2020-02-26	1,60	196,21	0,88
			2020-03-10	1,11	196,70	0,39

Inom diken och utgrävda partier av fastigheten förekommer öppna vattenytor. I Figur 4 redovisas uppmätta ytvattennivåer (inmätning utförd 2020-02-26).



Figur 4. Hydrogeologisk karta redovisande grund-och ytvattennivå, SGU:s jordartskarta och bedömd strömningsriktning för grundvattenflöde. Grönt=isälvsmaterial, brunt och blåprickigt=organisk jord, ljusblått=morän, rastrerat=ungefärligt läge för fyllnadsmassor. Uppmätta ytvattennivåer redovisas med svarta siffror. Högst uppmätta grundvattennivåredovisas med blå siffror.

Mätning av grundvattennivåer har utförts under en mycket nederbördsrik period med väl fyllda grundvattenmagasin och förhållandevis högt liggande grundvattennivåer. Under torrare perioder förväntas yt- och grundvattennivåer generellt ligga lägre än nu uppmätta.

Grundvattennivån har påträffats mellan ca 0–1 meter under markytan. I mätpunkter installerade i naturligt avsatta jordar (CWM01, CWM03, CWM04) har högst uppmätt grundvattennivå påträffats mellan +196,7 - +195,9.

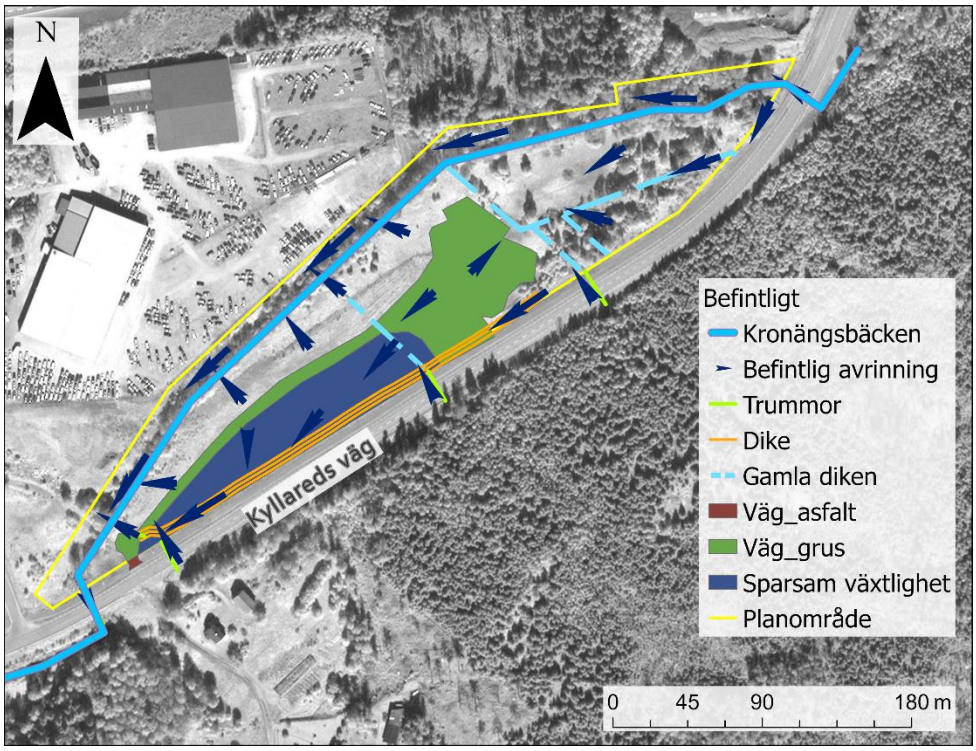
Grundvattnets gradient och huvudsakliga strömningsriktning är riktad västerut och lokalt mot Kronängsbäcken som avvattnar området.

Grundvattennivån i grundvattenrör CWM02 bedöms representera grundvattnets trycknivå i ett mycket litet och lokalt avgränsat område inom de fyllnadsmassor som lagts upp inom delar av fastigheten. Spetsen på grundvattenröret är installerat nära den ursprungliga/naturliga marknivån. Grundvattennivån har i mätpunkten uppmätts till ca +197,8 - +198,6 (0,15 - 0,93 m under markytan). Den höga trycknivån i mätpunkten indikerar att fyllnadsmassorna vid platsen utgörs av relativt finkorniga och täta jordmassor vilket antyder att infiltrationskapaciteten inom delar av de nu upplagda fyllnadsmassorna är låg. Grundvattnets trycknivå i fyllnadsmassorna antas dock sjunka till betydligt lägre nivåer under mer nederbördsfattiga perioder.

För att erhålla ett bättre och säkrare underlag kring grundvattennivåns variation över året rekommenderas fortsatta grundvattennivåmätningar inom fastigheten.

4.5 Avrinning och recipient

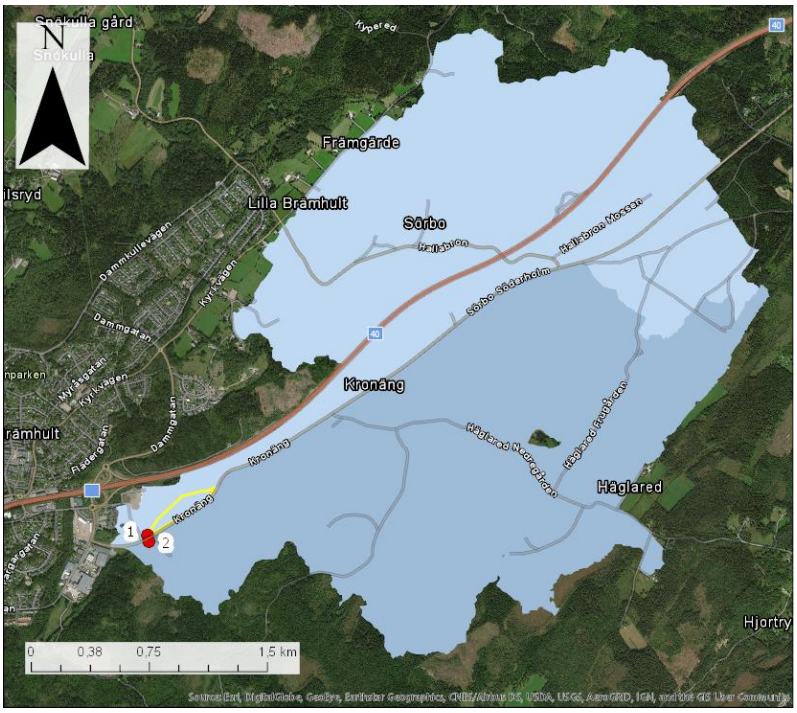
Några markavvattningsföretag finns inte registrerade i eller i närheten av planområdet (kontroll av data i Länsstyrelsernas geodatabas). Men det går diken genom planområdet som avvattnar Kyllareds väg samt avleder viss naturmarksavrinning från områden söder om Kyllareds väg. Dessa beskrivs i nästa avsnitt och ses i Figur 5.



Figur 5. Karta som med rinnpilar visar befintliga lokal avrinning inom planområdet. Även befintlig markanvändning och diken och kulvertar visas. Baseras på analys i SCALGO Live.

Hela planområdet ligger lägre än Kyllareds väg. Generellt sluttar området mot Kronängsbäcken och från nordöst till sydväst. Mitt på området finns även liten upphöjning. Planområdet avvattnas därför ned mot Kronängsbäcken via de rinnvägar som redovisas i Figur 5. Avrinningsområdet som planområdet ingår i ses i Figur 6 och är ca 9,25 km² stort (analys i SCALGO Live).

Dagvatten rinner in i planområdet både ytligt från Kyllareds väg och från områden öster och söder om planområdet via kulvertar (se figur 4 och 5). Dessa flöden har uppskattats och beskrivs i avsnitt 5.2.



Figur 6. Karta som visar avrinningsområde till planområdet. Det ljusblå avrinningsområdet rinner till punkt 1 (i planområdets sydvästra gräns) medan det något mörkare blå området rinner till punkt två som ligger precis på andra sidan vägen om planområdets sydvästra gräns. Då kulvertar går under Kyllareds väg kommer det faktiska avrinningsområdet till planområdet vara ungefär så stort som de båda områdena tillsammans.

Kronängsbäcken bedöms i naturvärdesinventeringen ha högt naturvärde då den har naturlig sträckning, låg antropogen påverkan och är fiskförande (Svensk Naturförvaltning, 2020). År 2002 utfördes provfiske i Kronängsbäcken (i den rapporten kallad Myråsbäcken 3 övre) i anslutning till planområdet och då fångades både öring och bäckröding. Detta innebär att det är viktigt att en god rening av dagvattnet erhålls så att bäckens vattenkvalitet inte försämras.

Kronängsbäcken[1] finns endast med som "övrigt vatten" i VISS och har därmed inga MKN (miljökvalitetsnormer). Närmsta vattenförekomst med MKN är Lillån

[1] I VISS benämns Kronängsbäcken som "Kransån" (https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA65539806)

(till centrala Borås). Denna vattenförekomst har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status enligt VISS (2017).

För den ekologiska statusen är det kvalitetsfaktorerna fisk och näringsämnen som avgjort bedömningen. Fiskars vandringsmöjlighet är negativt påverkad vilket gör att denna faktor klassas som måttlig. Övergödningen är klassad som måttlig baserad på en påverkansanalys och är därför osäker. Den kemiska statusen begränsas av bromerad difenyleter och kvicksilver vilka överskrids i samtliga vattenförekomster i Sverige.

4.6 Befintligt VA-system

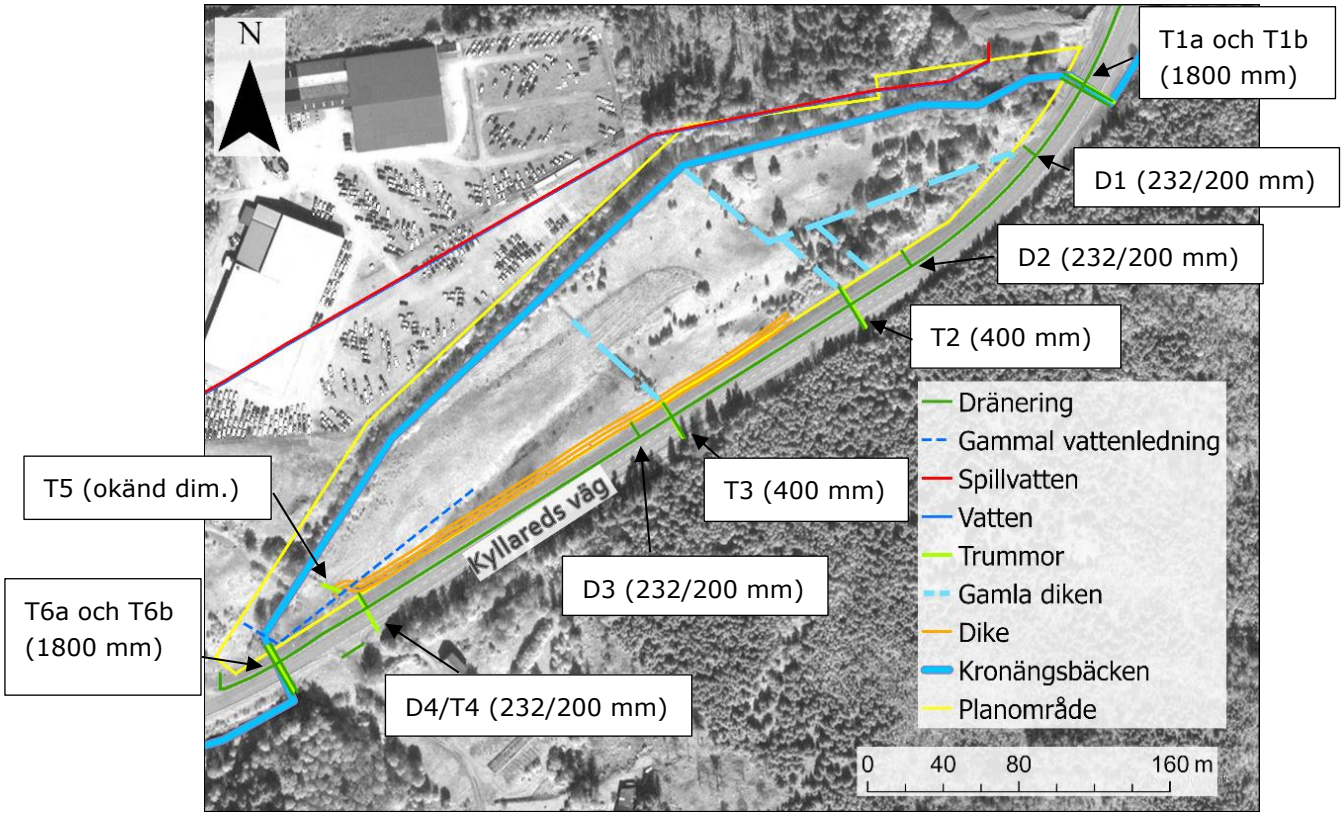
Befintliga VA-ledningar ses i Figur 7. För att förenkla hänvisningen till olika trummor och utlopp från dränering så har dessa namngetts i figuren.

I den sydvästra delen, vid befintlig väg in till området finns en gammal vattenledning som i underlaget uppges inte lägre vara i bruk. I lågstråket mellan vägen och cykelvägen går dräneringsledningar. Dräneringen har utlopp till diket i planområdets kant på fyra ställen (se D1 till D4 i Figur 7). Angivna dimensioner för utloppen är 232/200 mm. Utöver dessa finns tre kulvertar under Kyllareds väg som tillåter vatten från det södra diket om Kyllareds väg att rinna över till det norra diket, som sträcker sig i kanten av planområdet. Den norra och mellersta kulverten har dimension 400 mm medan den södra delar ledning med en utloppsledning från dräneringen och har dimension[2] 232/200 mm (se T4/D4 i Figur 7). Vägdiket inom planområdet rinner via kulvert (okänd dimension, T5) under infartsvägen till Kronängsbäcken i sydväst.

Kulvertar finns även för att tillåta Kronängsbäcken att gå igenom planområdet. I norr släpper två kulvertar (T1a och T1b) med dimension 1800 mm igenom bäcken och i söder finns två lika stora kulvertar (T6a och T6b) som avleder bäcken ut från området (se Figur 7).

Tidigare fanns ytterligare diken som gick igenom områdets nordliga delar men dessa har delvis eller helt fyllts igen för att göra plats för grusupplag och inkörsväg (Figur 7). I naturvärdesinventeringen pekas dessa avstickare från diket ut som naturvärdesklass 3 (påtagligt naturvärde).

[2] Denna förbindelse mellan de två dikena om Kyllareds väg observerades i fält. I underlaget som erhållits syns bara en dräneringsledning.



Figur 7. Karta som visar befintliga VA-ledningar i närheten av området samt diken och kulvertar. De gamla dikena (ljusblått, streckat) är i dagsläget helt eller delvis utfyllda. De stora 1800 kulvertarna ligger längst norrut, precis i området kant samt i områdets södra kant.

4.7 Övriga ledningssystem

Enligt ledningskoll som gjordes i början av februari 2020 gick inga övriga ledningar igenom planområdet. Elkablar finns dock i anslutning till Kyllareds väg.

5 Dimensionering och fördröjningsbehov

För att bestämma de dimensionerande flödena från planområdet vid befintlig och framtida situation användes rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110, se ekvation 1.

$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf$ (ekvation 1)

där

Q_{dim} = dagvattenflöde från området [l/s]

A = Avrinningsområdets (ytans) area [ha]

φ = Avrinningskoefficient

i(tr) = Dimensionerande regnintensitet [l/s · ha]

tr = Regnets varaktighet (rinntid) [minuter]

kf = Klimatfaktor

$i(t_r) = 190 \cdot \sqrt[3]{Å} \cdot \frac{\ln(t_r)}{t_r^{0,92}} + 2$

där

Å = återkomsttid [månader]

5.1 Dimensionerande flöden och fördröjningsvolym för planområdet

En markkartering har utförts utifrån flygfoton och erhållna ritningar över området för att bestämma avrinningskoefficienter. Markanvändning med respektive avrinningskoefficient ses i Tabell 2. Områdets rinntid har beräknats till ca 30 min för befintlig situation och till ca 10 min efter exploatering.

Tabell 2. Markanvändning med respektive avrinningskoefficient för både befintlig och framtida situation.

Markanvändning	Area (ha)	Avrinnings-koefficient (-)	Reducerad area (ha)
Befintligt			
Naturmark	2,92	0,1	0,29
Grus (upplag och väg)	0,64	0,4	0,26
Sparsam växtlighet	0,59	0,2	0,12
Asfalt	0,004	0,8	0,003
Totalt	**4,16**	**0,2**	**0,67**
Framtida			
Tak	0,69	0,9	0,62
Körytor	0,60	0,8	0,48
Parkering	0,03	0,8	0,02
Övrigt, antar naturmark	2,84	0,1	0,28
Totalt	**4,16**	**0,3**	**1,41**

Med en klimatfaktor på 1,0 för befintlig situation och 1,25 för framtida situation beräknades de dimensionerande flödena för ett 50-åsrregn till 130 l/s för befintlig markanvändning. För planerad framtida markanvändning beräknades flödena till 680 l/s. Gällande fördröjning ska 3 m^3 per 1000 m^2 hårdgjord yta anläggas vilket i detta fall uppgår till en erforderlig volym på **42 m^3**.

5.2 Dimensionerande flöden från uppströmsliggande områden

Eftersom avrinningsområdet till planområdet och Kronängsbäcken är stort har flöden från uppströmsliggande områden uppskattats. Dessa flöden jämförs i avsnittet nedan med kapaciteten på de kulvertar som släpper ut Kronängsbäcken från planområdet, för att avgöra hur flödena kan påverka planområdet.

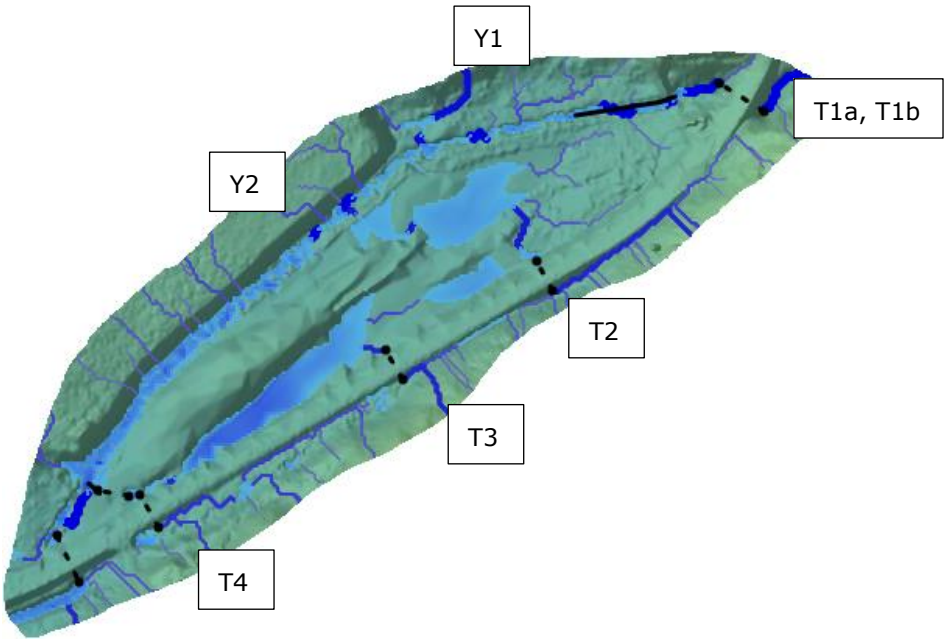
Flödena har beräknats för ett 50-årsregn eftersom det anges i det vägledande dokumentet från BEM att ledningar, diken och anläggningar inom utredningsområdet ska dimensioneras för denna återkomsttid. Denna återkomsttid motsvarar också sannolikt den som vägens kulvertar har dimensionerats efter.

Sex inflöden från uppströmsliggande områden har beräknats, se Figur 8:

- De två norra trummorna (1a och 1b) som släpper igenom Kronängsbäcken
- Tre trummor som sammankopplar vägdikena på östra och västra sidan av Kyllareds väg (T2, T3 och T4)
- Ytavrinning från nordväst (Y1) samt flöde från industriområdet på andra sidan Kronängsbäcken (Y2)[3]

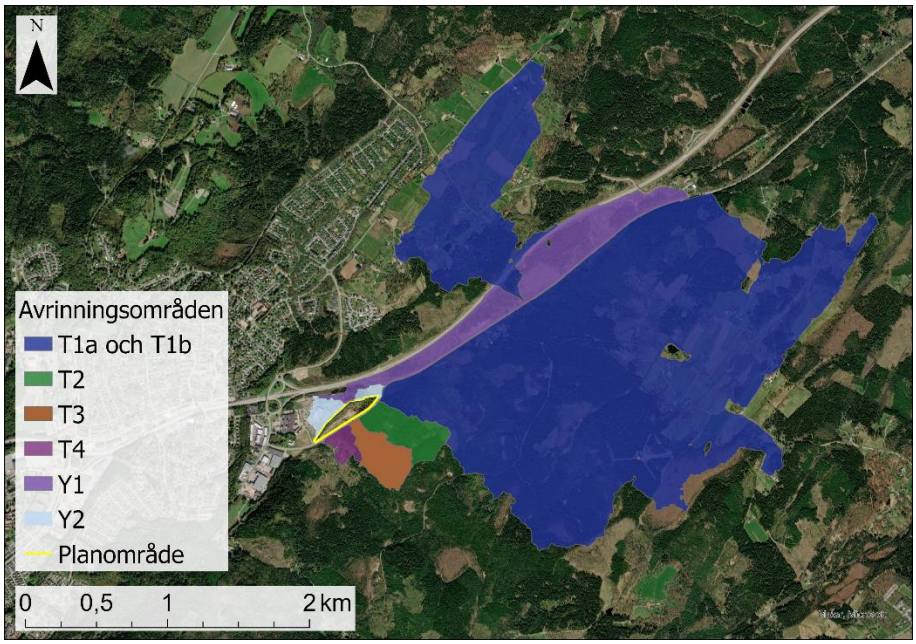
Därtill har ytavrinning från Kyllareds väg och GC-väg längst med planområdet beräknats, då även dagvatten från dessa ytor rinner in mot planområdet dels genom ytavrinning, dels genom dräneringsledningarna.

[3] Y1 och Y2 i Figur 8 visar ungefärliga rinnvägar in mot bäcken. För avrinningsområdet som Y2 representerar sker avrinningen egentligen via många små rinnvägar.



Figur 8. Karta som visar beräkningspunkterna för flöden från uppströmsliggande områden.

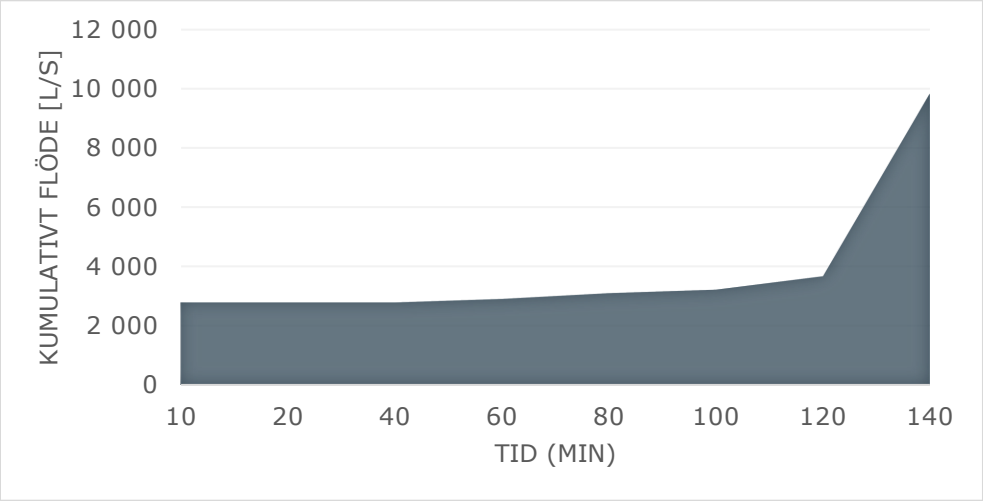
Med hjälp av SCALGO Live har avrinningsområdet till respektive beräkningspunkt tagit fram (se Figur 9). SCALGO anger även en uppskattning av markanvändning vilket har använts för att skatta en avrinningskoefficient. Rinntiden uppskattades genom att i SCALGO Live mäta den längsta rinnvägen och hur lång sträcka som vattnet rinner över mark, hårdgjorda ytor eller i Kronängsbäcken. Utifrån detta har dimensionerande flöde från varje delområde tagits fram, se Tabell 3. I Figur 10 ses det kumulativa flödet till området, som uppgår till knappt 10 000 l/s. Observera att detta flöde inte har tagit hänsyn till om trummorna har kapacitet nog att leda flödena. En diskussion av beräkningarnas osäkerheter finns i avsnitt 9.1.



Figur 9. Avrinningsområden uppströms planområdet.

Tabell 3. Tabell som visar indata för beräkning av dimensionerande flöde från respektive delområde, se Figur 8, samt resulterande flöde för 50-årsregn.

Delområde	Area (ha)	Avrinnings-koefficient (-)	Reducerad area (ha)	Beräknad rinntid (min)	Dim. flöde (l/s)
T1a och t1b	513	0,15	79	140	6174
T2	14	0,13	1,8	70	200
T3	12	0,12	1,3	100	120
T4	4	0,20	0,8	60	120
Y1	46	0,20	9,8	110	450
Y2	5	0,73	3,8	10	1843
Kyllareds väg och GC-väg	0,66	0,8	0,53	10	255



Figur 10. Graf som visar det kumulativa flödet in till planområdet. Även flödet från själva planområdet inkluderas (vid tid 10 min).

5.3 Kapacitetsberäkning Kronängsbäckens trummor

Kronängsbäcken rinner genom området genom fyra trummor med en dimension på Ø1800 som går under Kyllaredsvägen: två in i området och två ut ur området (Trumma T1a och T1b respektive T6a och T6b, se Figur 7). I uppströmsänden har de en betydligt högre kapacitet än i nedströmsänden. Utöver detta flöde så ska kulvertarna i nedströmsänden även hantera flöden från alla andra avrinningsområden samlat. Colebrooks formel ger att kulvertarna i uppströmsänden har en kapacitet på drygt 30 000 l/s (ej medräknat förluster) med ekvivalent sandråhet på 1,2 mm och lutningen 19 ‰. Motsvarande

teoretiska kapacitet i nedströmsänden är dryga 13 000 l/s vid lutningen 3,5 ‰, vilket är mer än det kumulativa flöde som beräknades i ovanstående avsnitt.

Ofta är det främst möjligheten att dämma upp vid inloppet som bestämmer. I regel är bäckar och diken så uppdämda att strömningen genom en kulvert vid stora dimensionerande flöden kommer att ske i helt dämt tillstånd. En annan bestämmande parameter är givetvis tillgänglig nivåskillnad på vattenytorna vid kulvertens inlopp/utlopp. Flödeshastigheten i en bäck, speciellt med högt manningstal, är relativt låg jämfört med hastigheten vid strömningen genom kulverten. Därför behövs det normalt bara tas hänsyn till vattennivåer vid kulvertens inlopp och utlopp för att beräkna kapaciteten vid sådana tillstånd.

Energiekvationen ger då

$$h_u = h_n + (k_i + k_u) \cdot \frac{v^2}{2g} + f \cdot \frac{L}{d} \cdot \frac{v^2}{2g}$$

hu = vattennivå uppströms
hn = vattennivå nedströms
ki = inströmningskoefficient
ku = utströmningskoefficient
v = hastighet
f = friktionsfaktor
L = Kulvertens längd
d = Kulvertens diameter

Flödet genom Ø1800 kulvertarna kan då uppskattas till drygt 10 m³/s, vilket innebär att vattennivån i bäcken uppströms kulvertarna kan stiga till 0,35 m över trummans hjässa vid det dimensionerande flödets värstafallscenario. Detta förutsatt ett helt dämt tillstånd där bäcken på nedströmssidan stiger till en nivå 0,4 m över hjässa.

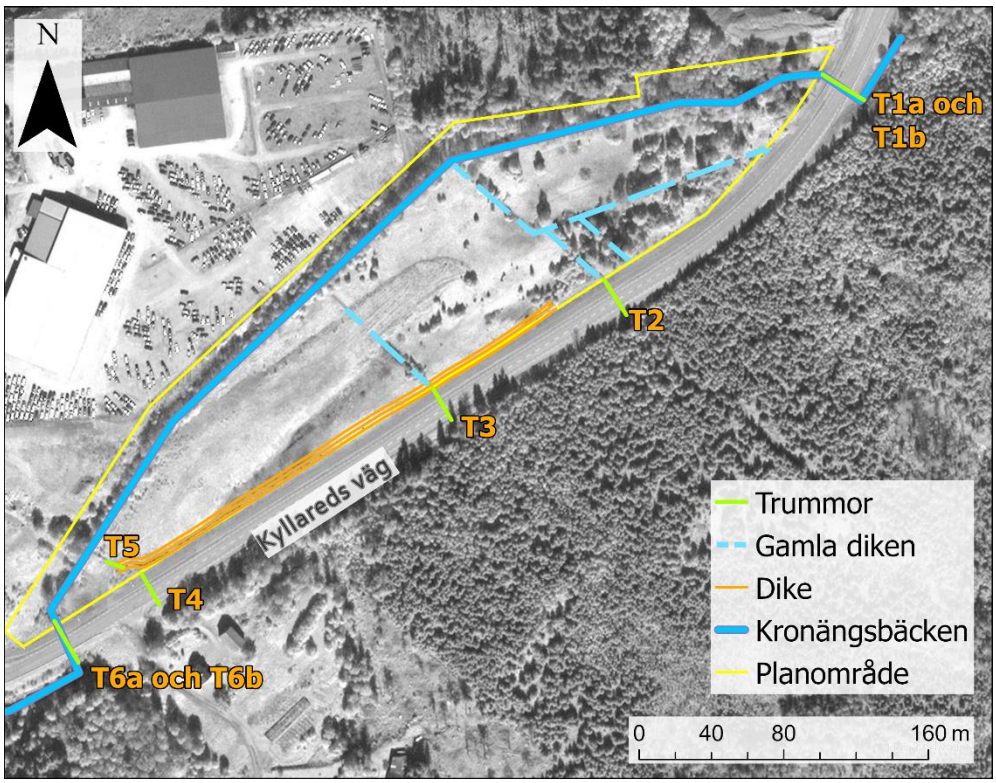
5.4 Dimensionering av ny kulvert

För att inte blanda planområdet dagvatten med vatten från vägdräneringen och naturmarken så planeras befintligt vägdike mellan planområdet och Kyllareds väg kulverteras. Kulverten behöver ta emot vatten från trummorna under Kyllareds väg och från delar av vägdräneringen. Flödet från vägdräneringen beräknas som dimensionerande dagvattenflöde från aktuell del av vägen. Dagvatten från GC-vägen förutsätts rinna in till nytt dike som anläggs ovan kulverten (se avsnitt 5.5).

5.4.1 Kapaciteten hos trummorna under Kyllareds väg

Det finns tre trummor som förbinder de två vägdikena på vardera sida om Kyllareds väg. Dessa benämndes ovan som trumma 2, 3 och 4 (se Figur 8, se även Figur 11 nedan). Trumma 2 kommer inte att ansluta till den nya kulverten och därmed beräknas inte dennas kapacitet. Trumma 4 bedöms vara en förlängning av den vägdränering som finns i samma läge.

Flödeskapaciteten har beräknats med hjälp av Colebrook-diagram. Först beräknades kapaciteten utifrån trummans lutning. För trumma 3 översteg denna kapacitet det förväntade inflödet. För trumma 4 gjordes ytterligare en beräkning med trycklinjen baserad på det östra vägdikets släntkrön för att se flödeskapaciteten vid fyllt dike på den östra sidan av Kyllareds väg. Resultaten ses i Tabell 4.



Figur 11. Karta som visar trummorna i området.

Tabell 4. Indata och resulterande flödeskapacitet för trummorna under Kyllaredsväg som mynnar i diket i planområdet. Röd markering indikerar att flödeskapaciteten inte är tillräcklig för det beräknade inflödet.

ID*	k	Lutning (‰)	Beräknat inflöde vid 50-årsregn (l/s)**	Flödeskapacitet (l/s)	Förväntat utflöde från trumma till dike vid 50-årsregn (l/s)
T3	1	17	120	291	120
T4	1	72	120	95	95

*Överensstämmer med benämning i Figur 8 i tidigare avsnitt och Figur 11

**Från Tabell 3

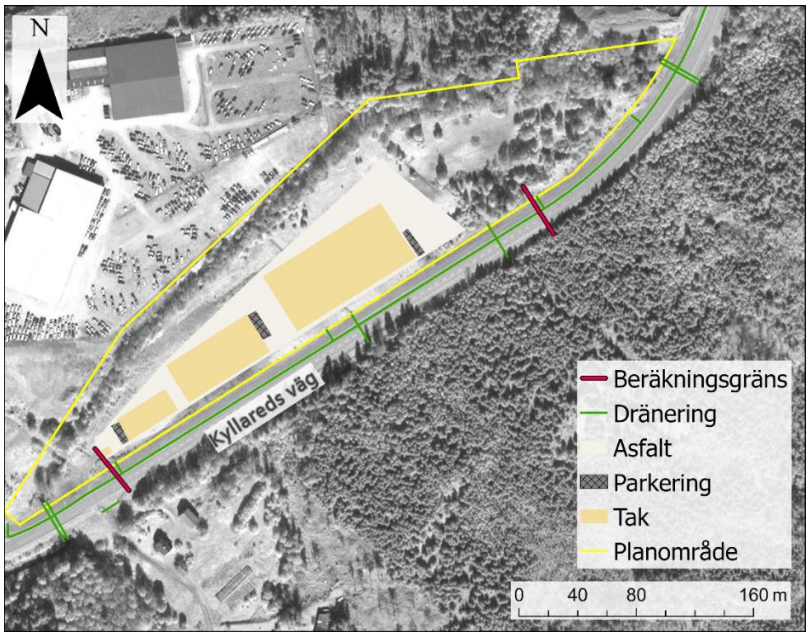
Jämfört med de förväntade inflödena till trummorna vid ett 50-årsregn så har trumma 3 mer än tillräcklig kapacitet medan trumma 4 inte har det. Vid ett 50-årsregn är det därför flödena i den högra kolumnen i Tabell 4 som kommer att nå den nya kulverten, totalt 215 l/s.

5.4.2 Flöde från vägdräneringen

Flödet från vägdräneringen approximeras som dimensionerande dagvattenflöden från vägen (ej GC-vägen). Den del av vägen som avses visas i Figur 12 nedan och är ytan på vägen mellan två utlopp för dräneringen. Flödet har beräknats med rationella metoden till ca 125 l/s utifrån indata i Tabell 5.

Tabell 5. Indata till beräkning av dimensionerande flöde för väg.

Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Reducerad area(ha)
Väg	0,32	0,8	0,26



Figur 12. Karta som visar den del av vägen vars dagvattenflöde beräknas. Röda linjer avgränsar sträckningen.

5.4.3 Föreslagen utformning på ny kulvert

Den nya kulverten som ska ersätta vägdiket behöver enligt ovanstående beräkningar klara totalt ca 340 l/s (=215+125l/s). En säkerhetsfaktor på 1,2 inkluderades även vilket gav flödet 408 l/s. Enligt Colebrook-diagram klarar en 600 mm BTG[4] ledning 456 l/s om ledningen antas ha en lutning på 0,5%. Därmed valdes denna dimension.

5.5 Dimensionering och utformning nytt dike

Ovanpå den nya kulverten ska ett nytt dike anläggas för att omhänderta planområdet dagvatten. Diket behöver även omhänderta dagvatten från del av

[4] Antagen k=1,0 mm.

GC-vägen (samma sträckning som i Figur 12 ovan). Dimensionerande flöde har beräknats med rationella metoden till 40 l/s utifrån indata i Tabell 6.

Tabell 6. Indata till beräkning av dimensionerande flöde för GC-väg.

Markanvändning	Area (ha)	Avrinningskoefficient (-)	Reducerad area (ha)
GC-väg	0,11	0,8	0,08

Totalt dimensionerande flöde för det nya diket blir därmed 720 l/s (680 l/s från planområdet och 40 l/s från GC-vägen). För att få till tillräcklig flödeskapacitet föreslås diket ha den utformning som sammanfattas i Tabell 7 nedan.

Tabell 7. Föreslagen utformning på svackdike.

Svackdike	
Bottenbredd	1,4 m
Djup	0,35 m
Slänt	1:4
Bredd (släntkrön)	4,2 m
Lutning	0,5 %

6 Översvämningsrisker och hantering

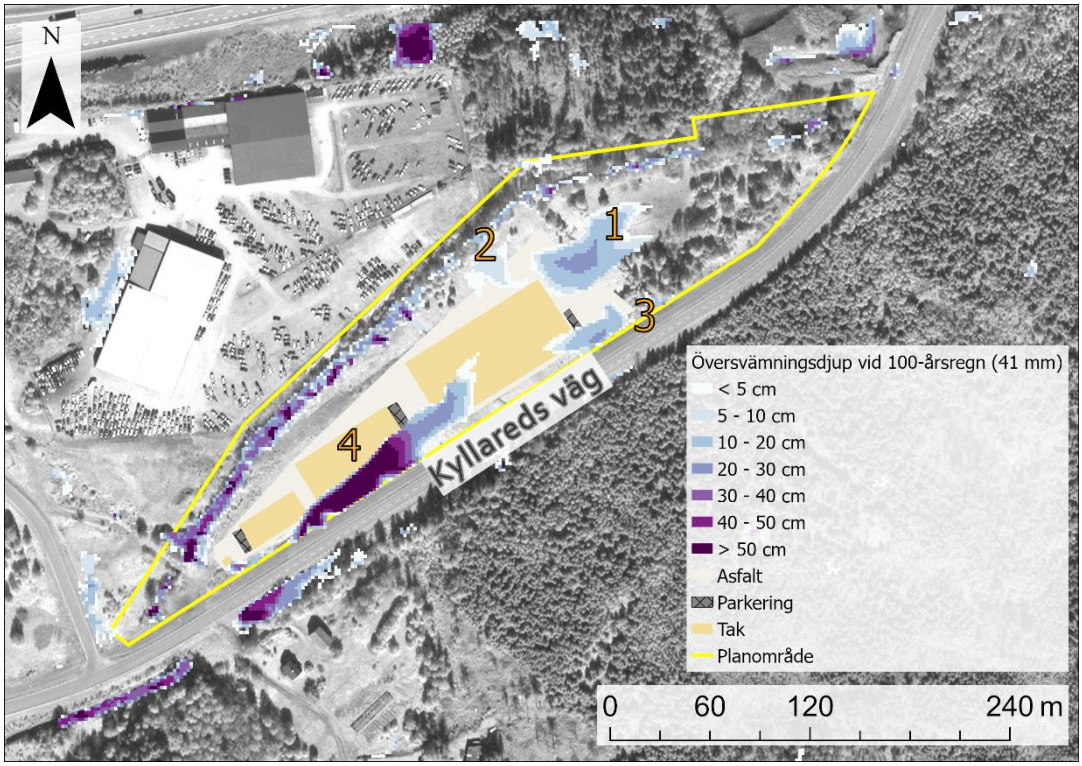
6.1 Risker vid skyfall

För att se vad som sker i och omkring planområdet vid skyfall utfördes en analys i SCALGO Live. SCALGO Live är ett webbaserat beräkningsverktyg som används för att kartlägga, förstå och förebygga översvämningar. Verktygets terrängmodell baseras på den nationella höjdmodellen från Lantmäteriet med en upplösning på 2x2 m. I detta fall har ytterligare höjder importerats i modellen utifrån det kartunderlag med marknivåer som erhållits. Terrängmodellen har även justerats genom att lägga till kända kulvertar in till och ut genom området. På dessa kulvertar anges dock ingen dimension utan tillåter obegränsat flöde, vilket gör att det fortfarande är en grov uppskattning. I övrigt tar SCALGO Live inte hänsyn till några andra ledningssystem eller kulvertar.

Programmet används med fördel i tidiga skeden för att göra översiktliga analyser av rinnvägar, lågpunkter och potentiellt översvämningskänsliga områden i samband med skyfall. En begränsning i programmet är att det inte tar hänsyn till någon tidsaspekt, dvs. programmet antar att allt regn hamnar på marken omedelbart i stället för att regnmängden successivt nås över tid.

Ett skyfall har en intensitet på minst 1 mm/minut vilket motsvarar mer än 50 mm/timme (SMHI, 2021). Denna utredning har studerat ett 100-årsegn som faller på 30 minuter, vilket motsvarar 44 mm (MSB, 2017). I MSB:s vägledning för skyfallskartering uppskattas att ca 60 – 75 % av ett 100-årsregn avrinner ytligt vid skyfall, beroende på andel hårdgjorda ytor med ledningsnät och andel genomsläppliga ytor (MSB, 2017). För analysen antogs därmed att 75% avrinner vilket motsvarar rekommenderat antagande för genomsläppliga ytor. Med klimatfaktor 1,25 gav det regndjupet 41 mm som därmed användes i analysen.

I Figur 13 ses ungefärliga översvämningsområden inom planen baserat på befintliga marknivåer. I figuren visas även planerad bebyggelse. Resultaten avser endast översvämning från ett skyfall och inte från höga flöden i Kronängsbäcken. Fyra översvämningsytor skapas vid skyfall och har markerats ut i Figur 13. Samtliga ytor skulle skada den planerade bebyggelsen om markens nivåer inte justeras. Yta 1 har ett maximalt djup på närmare 25 cm medan djupet vid yta 2 endast uppgår till knappa 10 cm (Figur 13). Yta 3 får ett djup på ca 20 cm och vid yta 4 fås ett djup upp emot 70 cm djup, men detta är då kopplat till diket som ju har ett visst djup (Figur 13). I avsnitt 6.3 nedan redovisas förslag på hantering av översvämningsriskerna.



Figur 13. Karta som visar översvämningsdjup inom området vid skyfall motsvarande 100-åsrregn som faller på 30 minuter. I rött ses bebyggelseförslag A. Analysen är baserad på ***befintliga*** *marknivåer.*

6.2 Risker vid höga flöden i Kronängsbäcken

Det finns i dagsläget inga flödesdata för Kronängsbäcken, vare sig för medelflöde eller höga flöden. För att ta reda på det krävs en modellering av vattendraget baserat på dess sektioner och vattennivåer. Det går dock att föra ett resonemang kring riskerna vid höga flöden.

Enligt kapacitetsberäkningarna på trummorna för Kronängsbäcken i avsnitt 5.3 har trummorna som släpper in bäcken till planområdet större kapacitet än de trummor som leder bäcken ut ur området. Det innebär att vattnet kan dämma bakåt vid trummorna nedströms (trummor med markering nr.7 i Figur 11). Baserat på föreslagen dagvattenhantering och höjdsättning i Bilaga 1 så påverkar höga nivåer i Kronängsbäcken området i följande ordning:

1 Vatten från ån trycker bakåt i ledningssystemet och upp i våtmarken

2 Vattnet fortsätter i ledningssystemet upp i diket bredvid Kyllareds väg och upp på mark inom planområdet

3 Vatten rinner över Kyllareds väg i höjd med utlopp för ån där marknivån är ca +197,9

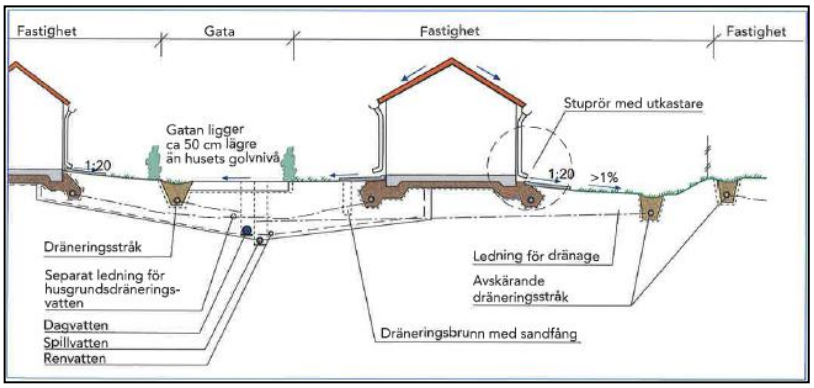
4 Vatten når ny bebyggelse inom planområdet

Det går inte att säga vid vilket flöde i ån respektive punkt ovan skulle kunna hända, om det någonsin händer. Men baserat på ett värstafallscenario vore det lämpligt att färdigt golv låg över +197,9 så att vattnet rinner över Kyllareds väg innan det kan skada bebyggelsen.

6.3 Hantering av översvämningsrisker

Baserat på analysen i SCALGO Live kan konstateras att områdets marknivåer behöver justeras för att hantera översvämningsriskerna vid skyfall om byggnaderna ska stå som planerat. Marken behöver jämnas ut och höjdsättas så att säkra avrinningsstråk mot diket skapas.

Generellt bör all höjdsättning ske enligt de riktlinjer som föreslås i Svenskt Vattens publikation P105 (se Figur 14).



Figur 14. Illustration av höjdsättningsrekommendationer (Svenskt Vatten P105, 2011).

Föreslagen höjdsättning och dimensionering av nytt dike längst med Kyllareds väg innebär att när dikets kapacitet överskrids så översvämmas först en del av planområdet och därefter GC-vägen vid Kyllareds väg (se bilaga 1 och 2). Detta kommer endast att förekomma vid extrema regnhändelser som överskrider dimensionerande återkomsttid 50 år.

Nivån på backkrönet som ligger intill planerad bebyggelse i den norra änden ligger enligt höjdmodellen på +197. Generellt kan man konstatera att det inte är rekommenderat att ha en marknivå som är lägre än krönet på Kronängsbäcken. Därtill konstaterades i föregående avsnitt att vid ett värstafallscenario skulle vatten, rent teoretiskt, kunna dämma upp till +197,9 (nivå för Kyllareds väg). Den föreslagna höjdsättningen av planområdet ses i bilaga 1. Marknivåerna ligger på ca +197,4 strax öster om våtmarken så färdigt golv bedöms kunna planeras på nivåer över +197,9 vilket skulle vara lämpligt. Detta kan eventuellt inarbetas i planbestämmelserna.

7 Föreslagen dagvattenhantering

Eftersom planområdet ligger så nära Kronängsbäcken finns inget direkt behov av att fördröja flödet från planområdet. Men reningen av vattnet är desto viktigare. För att rena dagvattnet föreslås att ett svackdike och en våtmark anläggs. Föreslagen placering av dessa samt beskrivning av önskad avrinning ses i Bilaga 1. Dagvattensystemet behöver även förses med avstängningsfunktion, till exempel ventil/sandsäckar/skibord, för att skydda Kronängsbäcken vid eventuella olyckor, se förslag i Bilaga 1.

För att hantera de flöden som kommer in i planområdet via vägtrummorna och vägdräneringen kommer befintligt dike att kulverteras och det nya svackdiket för planområdets dagvatten kommer att anläggas ovan (se bilaga 1 och bilaga 2). Kulverten föreslås mynna i ett mindre dike söder om föreslagen våtmark för att leda vattnet till Kronängsbäcken.

Det är viktigt att ansvaret för dagvattenanläggningarna är tydliga. Förslagsvis tar BEM ansvar för dike och våtmark om det blir flera fastigheter inom detaljplanen. Om det endast blir en stor fastighet så är det i stället lämpligare att fastighetsägaren tar ansvaret. Ansvaret för ny kulvert för avledning av naturvatten bör ligga på exploatören eller vara ett gemensamt ansvar genom att det bildas en gemensamhetsanläggning.

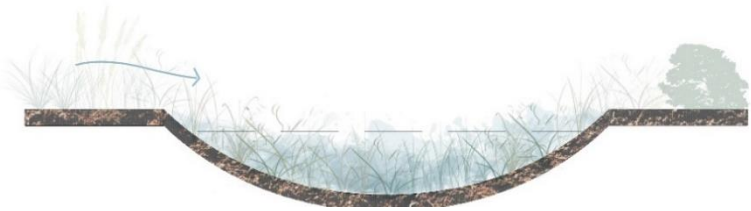
7.1 Beskrivning av föreslagna lösningar

Nedan beskrivs de föreslagna reningsanläggningarnas funktion och underhållsbehov.

7.1.1 Svackdike

För att säkert avleda dagvattnet mot våtmarken i sydväst föreslås att ett svackdike anläggs, se Figur 15. Svackdiket kommer även att ta emot dagvatten från GC-vägen, utanför planområdet. Föreslagen utformning baserat på dimensionerande flöden presenterades i avsnitt 5.5 (se Tabell 7) och i Figur 15 ses en principskiss. Alternativa utformningar är möjliga och kan studeras i det fortsatta arbetet. I detta förslag har dikets förmåga att fördröja dagvatten inte räknats in. Rening sker i första hand genom sedimentation och fastläggning.

Diket kräver en måttlig skötselinsats. Främst handlar det om att kontrollera brunnar, klippa diket samt åtgärda eventuella erosionsskador.



Figur 15. Skiss av svackdike.

7.1.2 Våtmark

I naturvärdesinventeringen (2020) rekommenderas att en dagvattendamm anläggs för att kompensera för de förlorade vattenmiljöer som exploateringen innebär. Dock ligger grundvattenytan högt i området vilket gör att en våtmark är bättre lämpad eftersom en våtmark inte har lika stort permanent vattendjup. I Figur 16 ses en inspirationsbild för hur en våtmark kan utformas.

Figur 16. Inspirationsbild för vegetation i våtmark.

Våtmarken behöver fördröja 42 m³ dagvatten. Föreslagen våtmark i Bilaga 1 kan dock fördröja upp emot 73 m³. Utbredningen av föreslagen våtmark ses i Bilaga 1 och 2. Antagna dimensioner redovisas även i Tabell 8. Även våtmarken kan utformas på andra sätt och bör studeras vidare i det fortsatta arbetet.

Inloppet till våtmarken föreslås bestå dels av en 800 mm BTG med lutning 0,28% följt av en 600 mm BTG med lutning 1,6% (för att klara inflödet 720 l/s). Utloppet föreslås vara en 400 mm BTG med lutning 5,4% som ansluter direkt till Kronängsbäcken (för att klara utflödet 400 l/s)[5]. Se Bilaga 1.

Tabell 8. Beskrivning av föreslagen utformning av våtmark.

Våtmark	
Permanentdjup	0,5 m
Reglerdjup	0,5 m
Släntlutning	1:3
Längd:bredd- förhållande	2,7
Total yta (vid fylld våtmark)	**100 m²**

I en våtmark sker rening genom sedimentering, växtupptag och andra biologiska processer (SVOA, 2017). En våtmark bör vara långsmal för att erhålla en god rening och för att underlätta skötsel. Skötsel består i regelbunden kontroll av in- och utlopp, kontroll av vegetationsutvecklingen och eventuella erosionsskador och avlägsnande av bottensediment (hur ofta beror på föroreningsbelastningen) (SVOA, 2017).

[5] Med föreslagen utformning av våtmark blir tillgänglig fördröjningsvolym 73 m³ vilket gör att utflödet kan strypas till ca 400 l/s.

7.1.3 Kulvert för naturmarksavrinning

Föreslagen utformning på kulvert är en 600 mm BTG, se beskrivning i avsnitt 5.4.3. Som ses i Bilaga 1 föreslås kulverten gå strax förbi inkörsväg till planområdet och därefter öppna upp i ett dike som leder vattnet sista biten till Kronängsbäcken. Dikets utformning beskrivs i Tabell 9 nedan. Ett dike föredras i detta område för att minimera ingrepp i naturområdet.

Tabell 9. Beskrivning av föreslagen utformning av dike att leda naturmarksavrinnings från ny kulvert till Kronängsbäcken.

Dike	
Bottenbredd	0,3 m
Djup	0,35 m
Slänt	1:4
Bredd (släntkrön)	3,1 m
Lutning	0,5%

Diket kräver en måttlig skötselinsats. Främst handlar det om att kontrollera inloppet till diket, klippa vegetation för att bibehålla flödeskapacitet samt åtgärda eventuella erosionsskador.

8 Föroreningsbelastning

För att säkerställa att dagvattnet renas tillräckligt har föroreningsberäkningar utförts i beräkningsverktyget StormTac (version 21.4.2). StormTac använder schablonvärden för olika markanvändning i sina simuleringar vilket innebär att resultaten är en uppskattning av verkligheten och därmed bör tolkas som indikationer snarare än exakta värden. Verkliga halter och mängder kan endast fås efter konstruktion genom provtagning av utgående vatten från planområdet.

En årlig medelnederbörd har satts till ca 1171 mm/år utifrån SMHI:s uppmätta årsmedelnederbörd (för perioden 1991–2020) för mätstation *Borås* med korrektionsfaktor 7% för att ta hänsyn till mätfel (standardvärde i StormTac) (SMHI, 2021 och 2003).

Beräkningar har gjorts för befintlig situation, framtida situation samt framtida situation med införda föreslagna åtgärder. Klassningen av ytorna i StormTac ses i Tabell 10.

Tabell 10. Markanvändning och klassning i StormTac vid befintlig och framtida situation.

Markanvändning	Yta [ha]	Klassning i StormTac
Befintligt		
Naturmark	2,92	Gräs
Grus (upplag och väg)	0,64	Grus
Sparsam växtlighet	0,59	Grus
Asfalt	0,004	Asfalt
Framtida		
Tak	0,69	Industrimark, mindre förorenad*
Körytor och väg	0,60	Industrimark, mindre förorenad
Parkering	0,03	Industrimark, mindre förorenad
Övrigt, antag naturmark	2,84	Gräs

*Denna markanvändning har valts eftersom det är sannolikt att modern, nybyggd industrimark ger upphov till mindre mängd föroreningar än andra industriområden.

Eftersom flödet från området ökar på grund av mer hårdgjorda ytor så är det rimligast att studera föroreningsmängder snarare än halter, eftersom mängder kan bli högre även om halterna skulle vara ungefär samma som i dagsläget. Därmed redovisas beräknade föroreningsmängder från planområdet. För att rena dagvattnet användes ca 1180 m² svackdike följt av en ca 100 m² stor våtmark (beräknat vid permanent vattenyta) enligt föreslagen hantering. De föroreningar som har studerats är StormTacs 10 standardämnen samt

kvicksilver och olja som bedömts intressanta att studera med tanke på framtida markanvändning. Resultaten ses nedan i Tabell 11.

Tabell 11. Beräknade föroreningsmängder (kg/år) från planområdet. Röda rutor anger att mängden överstiger befintlig belastning medan gula anger en förändring som är <10% och gröna anger att mängderna har minskat.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida utan rening (kg/år)	Framtida med svackdike och våtmark (kg/år)
P	2,1	4,1	1,2
N	31	32	13
Pb	0,045	0,21	0,029
Cu	0,22	0,41	0,097
Zn	0,5	1,9	0,23
Cd	0,0022	0,0093	0,0015
Cr	0,029	0,09	0,017
Ni	0,026	0,11	0,028
Hg	0,00024	0,00062	0,00028
SS	310	840	160
Oil	2,5	14	0,7
BaP	0,00011	0,00088	0,00013

8.1 Föroreningsbelastning och rimlig rening

Efter planerad exploatering förväntas ökade mängder av samtliga föroreningar förutom kväve, enligt schablonberäkningar[6] i StormTac (se Tabell 11). Framför allt förklaras detta av att markanvändningen ändras till en markanvändning med högre föroreningsbelastning. Med rening visar beräkningarna i StormTac att det finns risk för en ökning av kvicksilver (Hg) och benso(a)pyren (BaP).

Insatsen för rening bör vara rimlig i förhållande till kostnad och det faktum att planområdet endast är en liten del i det stora avrinningsområdet till recipienten. En god tumregel är att fokusera på de föroreningar som är viktigast för recipienten och eftersom recipienten har problem med övergödning har fokus lagts på att se till att planområdets bidrag till fosfor och kväve minskar. Utöver detta bör reningsanläggningen som väljs vara känd för att kunna ta hand om

[6] Schablonhalterna för valda markanvändningar har låg säkerhet enligt StormTac och därmed bör resultat tolkas med extra försiktighet. Låg säkerhet kan bero på begränsad mängd data eller på stora skillnader i tillgängliga data.

tungmetaller, eftersom dessa är kopplade till ökad trafikbelastning vilket väntas vid exploatering. Med rening i först svackdike och därefter våtmark, går det att få ner föroreningsmängderna för de allra flesta ämnen (Tabell 11) och näringsmängderna kan även bli lägre än befintlig belastning. Med reningsåtgärder bedöms därför exploateringen inte påverka MKN för recipienten negativt.

Då området ligger väldigt nära Kronängsbäcken är det viktigt att det finns skyddsåtgärder för att minska risker för till exempel oljespill och att det finns avstängningsmöjligheter i dagvattenanläggningarna för att hindra spridning om spill ändå sker.

9 Diskussion

9.1 Osäkerheter och antaganden vid beräkning av inflöden och analys av översvämningsrisk

Det ska poängteras att beräkningarna på inflöden till området från det övriga avrinningsområdet är grova och ska ses som uppskattningar snarare än exakta värden. För att få en mer detaljerad bild av situation behövs en regelrätt modellering av avrinningsområdet. Nedan diskuteras några av osäkerheterna och vad de innebär för resultaten.

Först bör det lyftas att beräkningarna har gjorts med rationella metoden även för områden som kan sägas vara naturmark. Flöden från naturmark kan överskattas med denna metod, men det ansågs bättre att analysera påverkan från ett värstafallscenario. Med rationella metoden påverkas flödesresultatet dels på markens avrinningskoefficient, dels på rinntiden.

Markens beskaffenhet inhämtades från SCALGO Live och är därmed mer osäker än om en markkartering från till exempel platsbesök hade utförts. Rinntiden uppskattades också genom att i SCALGO Live utgå från de längsta rinnvägarna och uppskatta rinnhastigheten utifrån markanvändning. Detta blir förstås en grov uppskattning, men det baseras ändå på verkligheten. Om en rinntid överskattas innebär det att ett lägre dimensionerande flöde beräknas men denna eventuella underskattning av flöde kan tänkas vägas upp av att naturmarken kan tänkas infiltrera mer än vad som antagits.

Det dimensionerande flödet från ett område avgörs även av hur stor del av området som bidrar till flödet vid en given tidpunkt. I dessa beräkningar antogs att områdena var så pass homogena att den bidragande ytan ökade konstant – dvs. efter halva rinntiden bidrog halva området. Detta anses som en god approximation av verkligheten.

En brist i SCALGO Live är att avrinningsvägar och därmed även avrinningsområden baseras på 2x2 m höjddata och att kulvertar inte alltid räknas in.

10 Slutsatser och rekommendationer

Nedan sammanfattas föreslagen dagvattenhantering från planområdet samt från uppströmsliggande områden.

- För att reducera flöden och föroreningar från planområdets dagvatten föreslås att dagvattnet renas och fördröjs i ett svackdike och en våtmark. Totalt ska 42 m^3 dagvatten fördröjas. Föreslagen hantering ger ca 73 m^3 fördröjning i våtmark. Detta kan justeras i senare skede när utformningen av lösningarna studeras i detalj.
  - Med 73 m^3 fördröjning stryps utflödet till ca 400 l/s. Detta är en flödesökning jämfört med idag, men då kapaciteten i utloppstrummorna (2 st 1800 BTG) är ca 10 m^3/s bedöms ökningen inte skapa några problem.
  - Den föreslagna våtmarkens botten är strax under grundvattennivån. Men permanentvattenytan är över grundvattennivån. Detta innebär att grundvattnet kommer att hjälpa till att behålla en vattenyta i dammen och bedöms inte utgöra ett problem.
- Planområdet föreslås avvattnas i riktning mot svackdike i områdets sydöstra kant, mot Kyllareds väg. Diket avvattnas i sin tur i sydvästlig riktning mot våtmarken (se Bilaga 1) innan dagvattnet släpps ut i Kronängsbäcken.
- För att skydda planområdet från dagvattenflöden som kommer från uppströmsliggande områden (från sydöstra och södra sidan av Kyllareds väg) föreslås att befintligt dike i planområdets sydöstra kant ersätts av en kulvert, se Bilaga 1 och Bilaga 2.
- Enligt avsnitt 6.3 och ett värstafallscenario för höga vattennivåer i bäcken, bör färdigt golv ligga över +197,9 så att vattnet från bäcken kan rinna över Kyllareds väg innan vattnet börjar skada ny bebyggelse inom planområdet.
- Byggnader och byggnadsfunktioner vid nyanläggning bör ha 0,5 meters marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion vid ett skyfall med en återkomsttid på 100 år. Detta bör tillämpas inom hela planområdet.
- Jordlagrens höga vattenförande förmåga tillsammans ett mycket stort tillströmningsområde av vatten innebär svårigheter att sänka grundvattennivån i samband med eventuellt anläggande och drift av konstruktioner under grundvattennivån. Anläggande av källare eller andra undermarkkonstruktioner som understiger grundvattennivån bör undvikas.

11 Referenser

COWI (2020). *Miljöteknisk markundersökning av Svensgärde 3:1, Borås kommun.*

COWI (2021). *Detaljplan för Kyllared, Svensgärde 3:1, Borås stad – Markteknisk undersökningsrapport (MUR) geoteknik.*

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T. (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer: Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer.*

Myndigheten för samhällsskydd och beredskap (MSB) (2017). *Vägledning för skyfallskartering: Tips för genomförande och exempel på användning*. Tillgänglig: https://www.msb.se/RibData/Filer/pdf/28389.pdf. [2020-01-24]

SMHI (2021). *Nederbördsintensitet*. Tillgänglig: https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbordsintensitet-1.19163 [2021-11-22].

SMHI (2021). *Dataserier med normalvärden för perioden 1991–2020*. Tillgänglig: https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775?l=null [2021-11-22]

SMHI (2003). *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik.* Tillgänglig: https://www.smhi.se/publikationer/korrektion-av-nederbord-enligt-enkel-klimatologisk-metodik-1.2329 [2021-11-22]

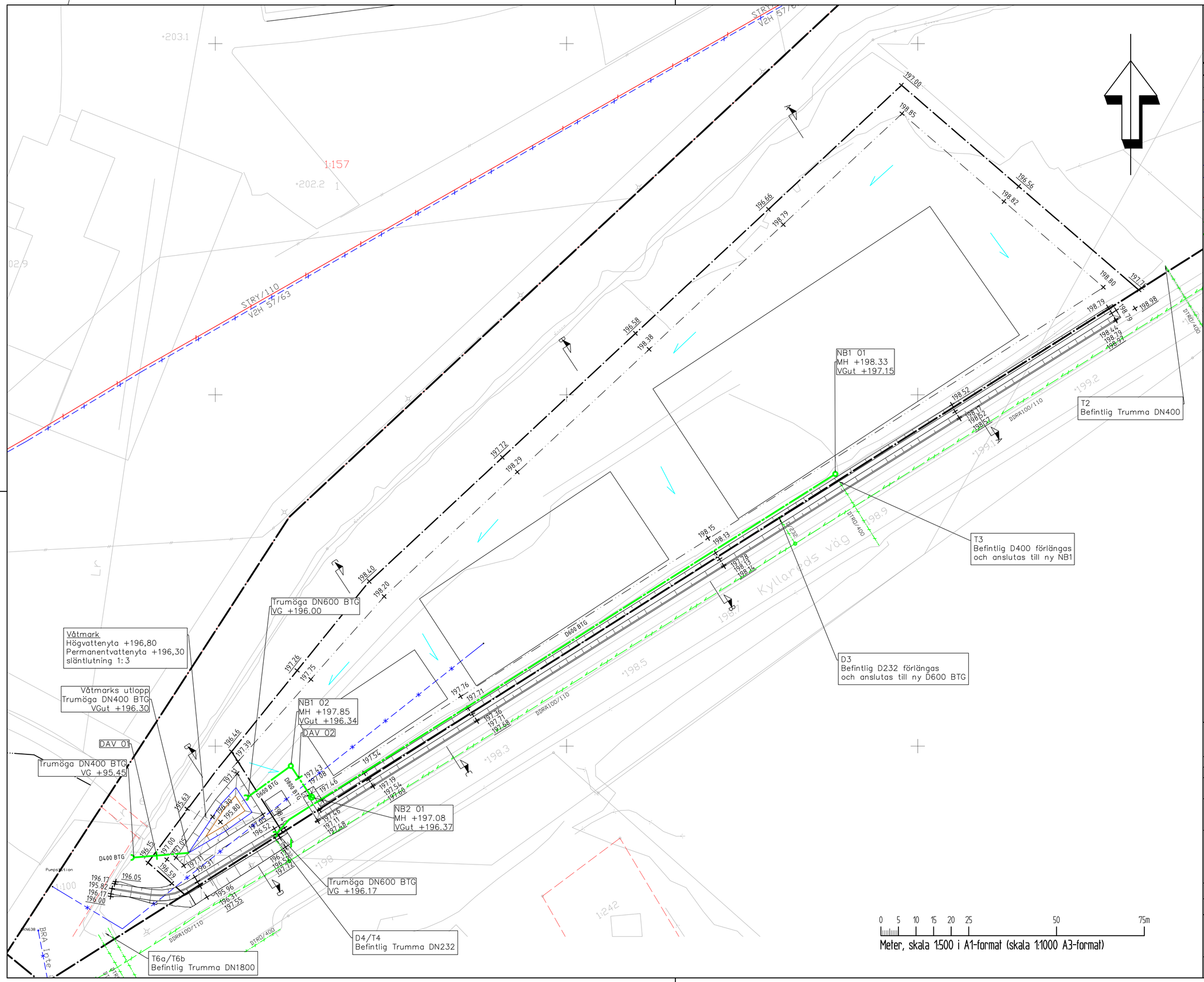
Stockholm Vatten och Avfall (2019). *Nedsänkt växtbädd*. Tillgänglig: https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf [2020-03-23].

Svenskt Vatten (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, Publikation P110.

Svenskt Vatten (2011). Hållbar dag- och dränvattenhantering: råd vid planering och utformning, Publikation P105.

Stockholm Vatten och Avfall (SVOA). *Dammar och våtmarker.* Tillgänglig: https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-stadens-allmanplats/oppna-anlaggningar/ [2021-02-10]

VISS (2020). *Bäck via Gånghester in till centrala Borås*. Tillgänglig: https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA34522509. [2020-02-18]



TECKENFÖRKLARING

- FASTIGHETSGRÄNS
- DETALJPLANEGRÄNS
- ANVÄNDNINGSGRÄNS
- EGENSKAPSGRÄNS
- VÅTMARKSBOTTEN
- PERMANENTVATTENYTA
- 00.00 NY MARKHÖJD
- 00.00 BEFINTLIG MARKHÖJD
- BEF. VATTENLEDNING
- BEF. VATTENLEDNING, UR BRUK
- BEF. SPILLVATTENLEDNING
- BEF. DAGVATTENLEDNING
- BEF. DRÄNERINGSLEDNING
- NY DAGVATTENLEDNING
- NB1 XX NY NEDSTIGNINGSBRUNN DAGVATTEN ø1000
- NB2 XX NY NEDSTIGNINGSBRUNN DAGVATTEN ø1000 MED KUPOLSIL
- DAV XX AVSTÄNGNINGSVENTIL, DAGVATTEN
- RINNPIL

ANVISNINGAR

FÖR SEKTIONER SE BILAGA 2

KOORDINATSYSTEM

SWEREF 99 12 00
RH 2000

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

DAGVATTENUTREDNING

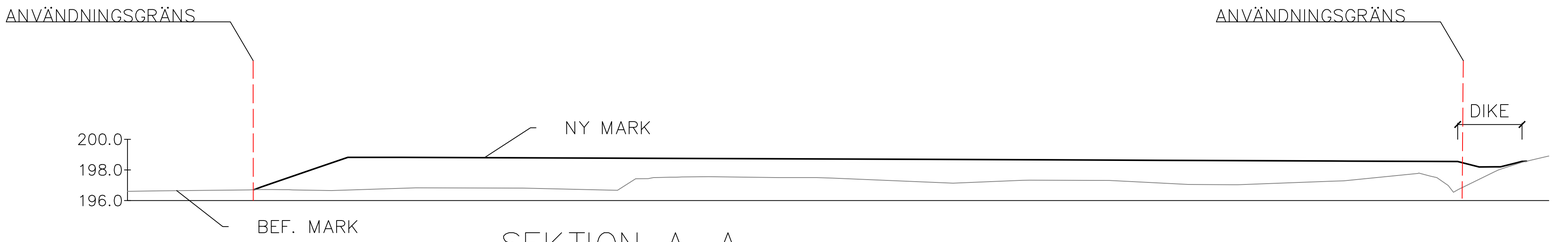
KYLLARED, SVENSGÄRDE 3:1, BORÅS

COWI
COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076 Göteborg
010-850 10 00
www.cowi.se

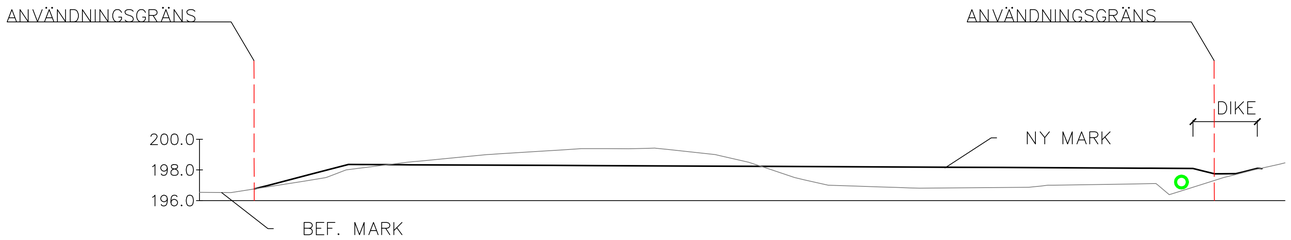
UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
A218261	M. LYTRA	M. LYTRA
DATUM	ANSVARIG	
2022-02-18	F. SERNERUP	

SYSTEMLÖSNING DAGVATTEN OCH MARK

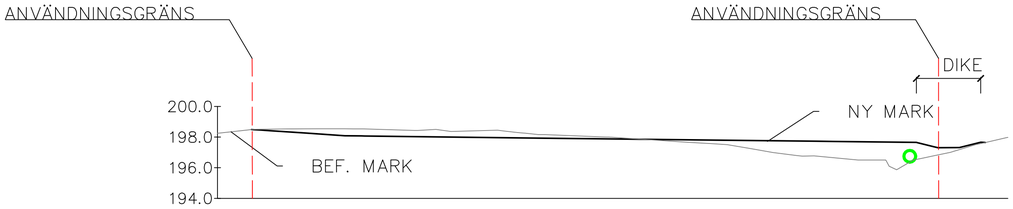
SKALA	NUMMER	BET
1:500	BILAGA 1	



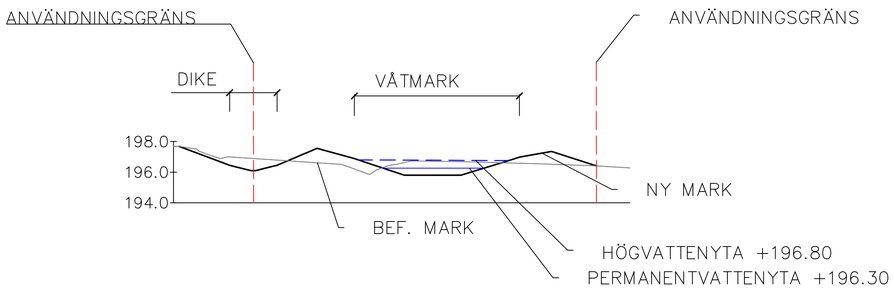
SEKTION A–A



SEKTION B–B



SEKTION C–C



SEKTION D–D

Meter, skala 1:200 i A1-format (skala 1:400 A3-format)

KOORDINATSYSTEM
SWEREF 99 12 00
RH 2000

BET	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

DAGVATTENUTREDNING

KYLLARED, SVENSGÄRDE 3:1, BORÅS

COWI

COWI AB
Skärgårdsgatan 1
Box 12076 Göteborg
010-850 10 00
www.cowi.se

UPPDRAG NR	RITAD/KONSTR AV	HANDLÄGGARE
A218261	M. LYTRA	M. LYTRA
DATUM	ANSVARIG	
2022-02-18	F. SERNERUP	

SEKTIONER A-A, B-B, C-C OCH D-D

SKALA	NUMMER	BET
1:200	BILAGA 2	