

2021-04-19
ALINGSÅS KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING

VERKSAMHETSOMRÅDE NORR, ETAPP 1 (BÄLINGE 6:16)



ADRESS COWI AB
Skärgårdsgatan 1
414 58 Göteborg

TEL 010 850 23 00

FAX 010 850 23 10

WWW cowi.se

2021-04-19
ALINGSÅS KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING

VERKSAMHETSOMRÅDE NORR, ETAPP 1 (BÄLINGE 6:16)

PROJEKTNR.

A224788

DOKUMENTNR.

A224788-4-02-UTR-001

VERSION

1.1

UTGIVNINGSDATUM

2021-04-19

BESKRIVNING

Dagvattenutredning

UTARBETAD

Maria Lytra,
Kristina Lundgren

GRANSKAD

Rebecka Jenryd

GODKÄND

Hanna Lundquist

INNEHÅLL

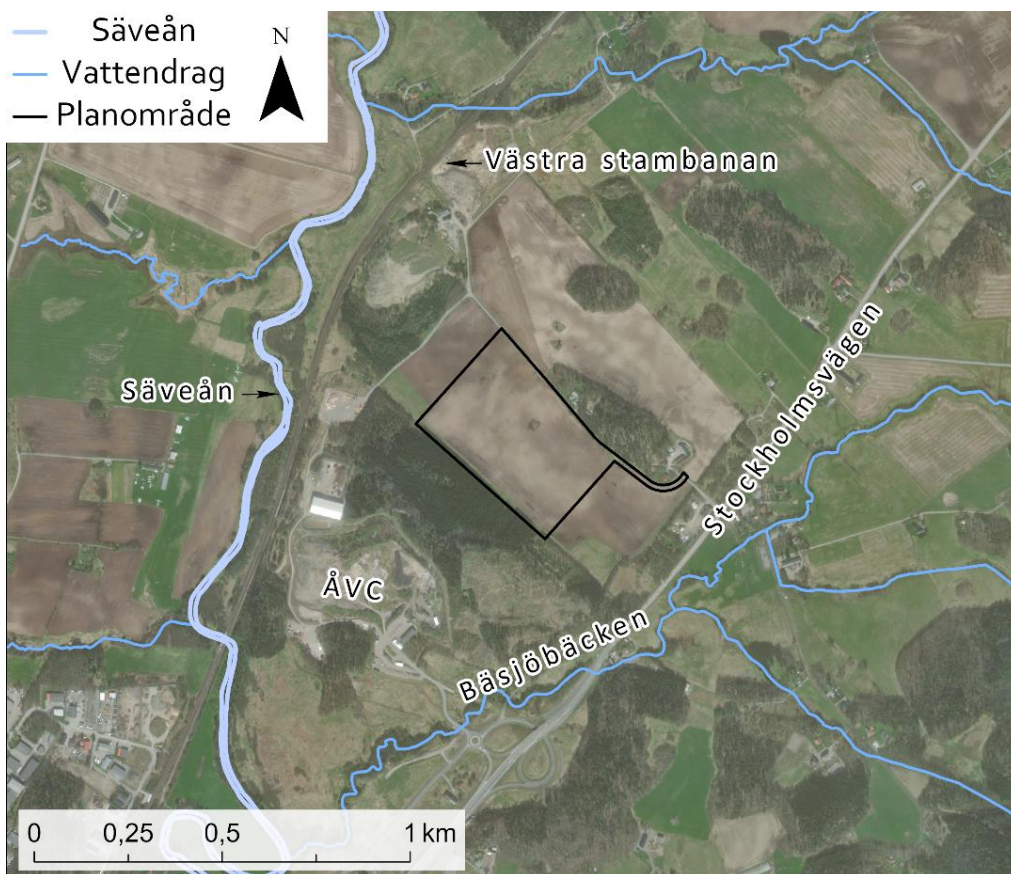
1	Inledning	7
1.1	Underlag	8
2	Framtida förhållanden	9
2.1	Planområdets föreslagna utformning	9
3	Förutsättningar	11
3.1	Dimensionerings- och fördröjningskrav	12
3.2	Reningskrav	12
4	Befintliga förhållanden	13
4.1	Områdesbeskrivning	13
4.2	Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö	13
4.3	Natur- och kulturintressen	14
4.4	Recipienter	14
4.5	Befintliga avrinningsförhållanden	17
4.6	Befintliga ledningssystem	19
5	Kapacitetsberäkningar	21
5.1	Befintligt dike	21
5.2	Befintliga trummor	21
6	Dimensionering och fördröjningsbehov	23
6.1	Dimensionerande flöden	23
6.2	Föreslagna fördröjningsvolym	25
7	Konsekvenser av extrem nederbörd och skyfall	27
7.1	Analys av översvämningsrisker	27
7.2	Hantering av översvämningsrisker	28

8	Rening av dagvatten	29
8.1	Föroreningsberäkning	29
8.2	Resultat av föroreningsberäkningar	31
8.3	Påverkan på recipient och ytterligare åtgärder	34
9	Föreslagen dagvattenhantering	35
9.1	Lösningar inom allmän platsmark	38
9.2	Lösningar inom kvartersmark	42
9.3	Diskussion om planbestämmelser gällande dagvattenhantering	44
10	Slutsatser och rekommendationer	45
11	Fortsatt arbete	47
12	Referenser	48
13	Appendix	50
13.1	Mätdata Bäsjöbäcken	50
13.2	Dikessektioner	51
13.3	Befintliga flöden till trumma 3	53
13.4	Bedömning av föreslagen dagvattenhantering jämfört med mål och riktlinjer	53
14	Bilagor	57
14.1	Bilaga 1 –Dagvattenhantering	57
14.2	Bilaga 2 –Våtmark och diken	57
14.3	Bilaga 3 - Gestaltningförslag	57

1 Inledning

COWI AB har fått i uppdrag av Alingsås kommun att ta fram en dagvattenutredning i samband med framtagande av detaljplan för Verksamhetsområde Norr, etapp 1 (Bälinge 6:16). Planens syfte är att pröva möjligheten för byggnation av verksamheter och industri inom del av fastigheten Bälinge 6:16 som i dagsläget består av jordbruksmark. Utredningsområdet är ca 14,7 ha stort och ligger norr om Alingsås tätort mellan Stockholmsvägen (gamla E20) och Säreån (se Figur 1).

Syftet med denna dagvattenutredning är att utreda behov och förutsättningar för att hantera dagvatten och skyfall samt föreslå lösningar för dagvatten- och skyfallshantering i samband med nybyggnation inom detaljplaneområdet. Utredningen ska föreslå en helhetslösning för dagvattenhantering för utredningsområdet



Figur 1, Översiktsbild som visar detaljplanegränsen och viktiga hållpunkter i närheten.

1.1 Underlag

Det underlag som legat till grund för denna utredning är:

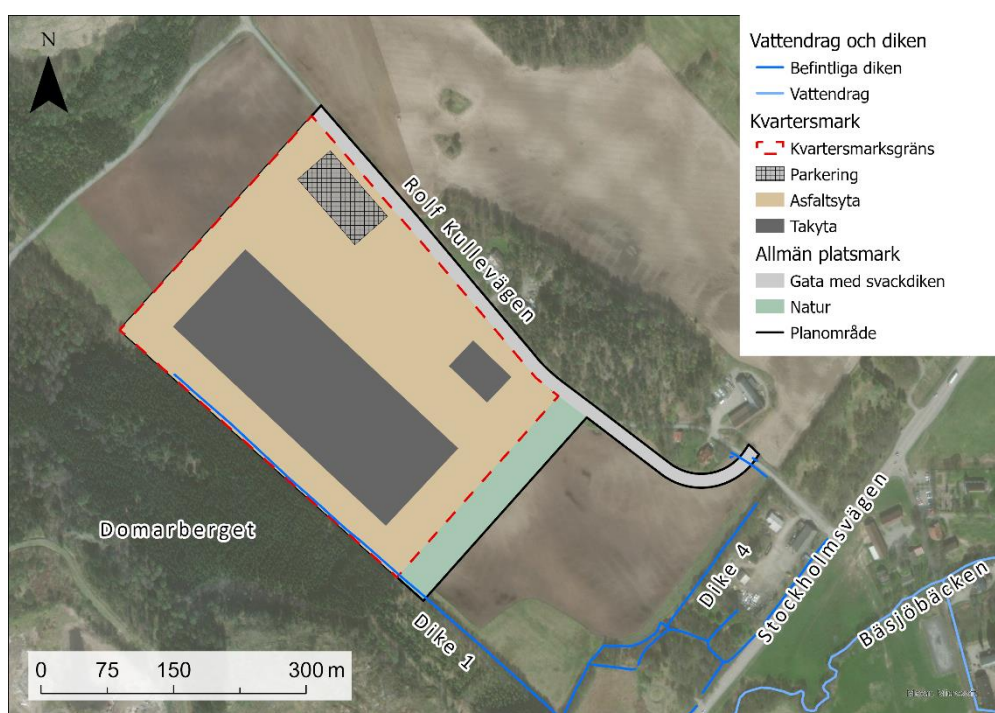
- > Dagvattenstrategi, mål, strategier och ansvar iför dagvatten inom Alingsås kommun, (Alingsås kommun, 2020a)
- > Riktlinjer, krav och vägledning för dagvattenhantering i Alingsås kommun [EJ BESLUTAT, FÖRHANDBESKED] (Alingsås kommun, u.å)
- > Recipientkontroll 2019 Vattenövervakning, (Alingsås kommun, 2019)
- > Planbeskrivning, detaljplan för Alingsås, Verksamhetsområde Norr, etapp 1 (del av Bälunge 6:16), (Alingsås kommun, 2020b)
- > Naturvärdesinventering, Verksamhetsområde Norr, Alingsås kommun, (Calluna, 2019)
- > Analysrapporter för recipientkontroll 2020 Trulsabäcken, (SYNLAB, 2020)
- > Plangräns [dwg]
- > Illustrationskarta över framtida bebyggelse [pdf]

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

2 Framtida förhållanden

2.1 Planområdets föreslagna utformning

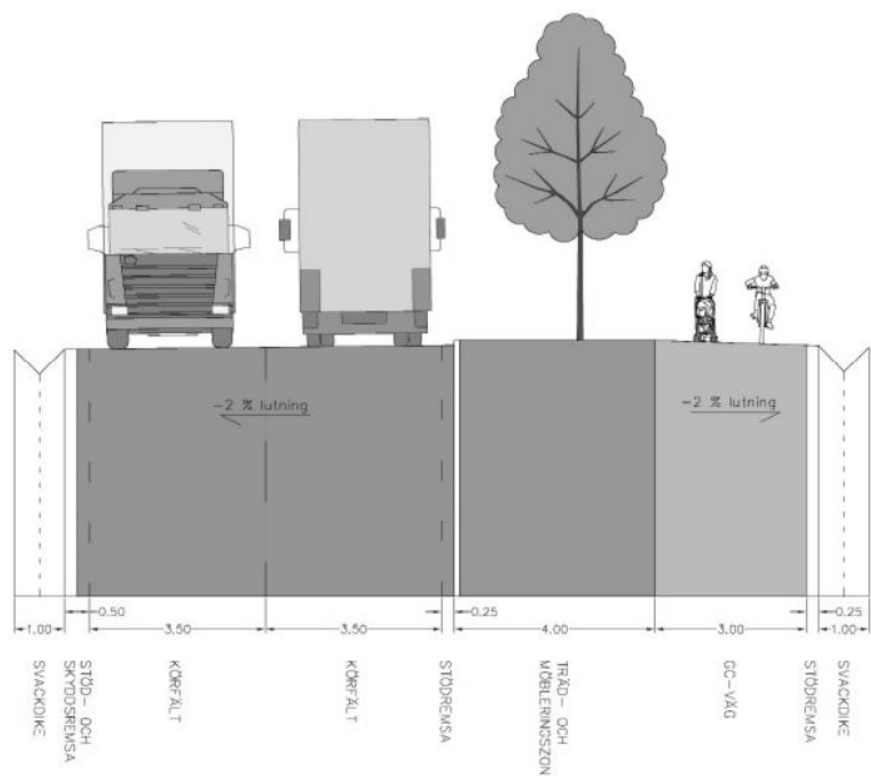
Planområdet ligger cirka 5 km nordost om Alingsås centrum och väster om Stockholmsvägen och består av kvartersmark och allmän platsmark. Enligt planförslaget är maximalt 60% av fastigheten tillåten att bebyggas (Alingsås kommun, 2020b) men i denna utredning antas att hela kvarteret hårdgörs. Utformningsförslaget ses i Figur 2 nedan, där kvartersmarken består av en avlång byggnad cirka 330 m lång och 120m bred parkering och asfalterade ytor. Längs med Rolfs Kullevägen får byggnaden inte uppföras närmare än 10 m från gränsen (Alingsås kommun, 2020b).



Figur 2. Planerad framtida markanvändning uppdelat på kvartersmark och allmän platsmark.

Dagvattnet från kvartersmarken kommer att ledas till befintligt dike i sydvästra hörnet av kvarteret via ett öppet dagvattensystem inom naturområdet. Gatuområdet kommer att avvattnas via ett dike längs gatan som ska ansluta till befintligt dike nära det sydöstra hörnet av planområdet. Befintliga dagvattensystemets kapacitet kommer att vara avgörande för planområdets utflödeskrav.

Eftersom kvarteret kommer att användas som verksamhetsområde (till exempel industri eller handel), kommer Rolfs Kullevägen att få ökad trafik, främst på grund av lastbilar. En ny utformning av Rolfs Kullevägen är förslagen för att göra vägen lämplig för den ökade belastningen (se Figur 3). Även en ny korsning föreslås, där Rolfs Kullevägen ansluter till Stockholmsvägen mitt emot Bälänge Kyrkvägs utfart (Alingsåskommun, 2020b).



Figur 3. Förslag på sektionsritning för Rolfs kullevägen (Alingsåskommun, 2020b).

3 Förutsättningar

För Alingsås kommun finns en dagvattenstrategi och riktlinjer för dagvatten. Dagvattenstrategin (Alingsåskommun, 2020a) innehåller dagvattenmål och strategier för att uppnå respektive mål. Huvudstrategin är att "bevara och skapa plats för vattnet, samt nyttja vattnets möjligheter för att skapa en god livsmiljö". Nedan följer dagvattenstrategis mål:

- > Minimera uppkomst av översvämningar och motverka skador och kostnader för de översvämningar som inte kan undvikas.
- > Begränsa och så långt som möjligt förhindra uttorkning av vattendrag samt påverkan på grundvattnets nivå till följd av dagvattenhantering.
- > Bidra till att kommunens yt- och grundvattenskvalitet kan uppnå god vattenstatus eller motsvarande vattenkvalitet.
- > Alingsås dagvattensystem är säkra, långsiktigt funktionella och bidrar till estetiska, hälsofrämjande livsmiljöer, samt till biologisk mångfald i både stad och natur.

Riktlinjerna (Alingsåskommun, u.å) innehåller bland annat krav vid dimensionering, fördröjning och rening. Krav på dagvatten- och skyfallshantering är följande:

- > Dagvatten ska i första hand omhändertas i hållbara dagvattenanläggningar som möjliggör infiltration, rening, fördröjning och trög avledning.
- > Anläggningar som krävs för att säkra funktionen i VA-huvudmannens dagvattensystem ska förläggas på kommunal mark.
- > Nya dagvattensystem ska dimensioneras utifrån funktionskraven i svenskt vattens publikation P110.
- > Ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett klimatkompenserat 100-årsregn.
- > Vid ny- och större ombyggnation ska fastighetsägare omhänderta 12 mm nederbörd i dagvattenhanteringar som möjliggör rening och fördröjning.
- > Vid ny- och större ombyggnationer ställs krav på särskild rening beroende på dagvattnets förmodade föroreningsinnehåll och recipientens känslighet.
- > Dagvatten ska nyttjas som en resurs för området.
- > Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och vid behov säkerställas.

3.1 Dimensionerings- och fördröjningskrav

Riktlinjerna för dagvatten anger fördröjningskravet på 12 mm/hårdgjord yta både inom kvartersmark och allmän platsmark. Enligt det kravet och befintligt dagvattensystemets kapacitet beräknas erforderlig fördröjningsvolym och utflöde i avsnitt 6.2. Dikena och fördröjningslösning dimensioneras för 20-årsregn som motsvarar minimikravet på återkomsttid för trycklinje i marknivå för dimensionering av nya dagvattensystem, enligt P110. Återkomsttider 5 och 100 år är också av intresse eftersom 5-års regn motsvarar regn vid fylld ledning och 100-årsregn används vid skyfall. Vidare rekommenderas i P110 att klimatfaktorn 1,25 används.

3.2 Reningskrav

Enligt kommunens riktlinjer om dagvattenhantering ska fördröjningen av dagvatten ske i anläggningar som även möjliggör rening. Riktlinjerna anger även att "vid ny- och större ombyggnationer ställs krav på särskild rening beroende på dagvattnets förmodade föroreningsinnehåll och recipientens känslighet".

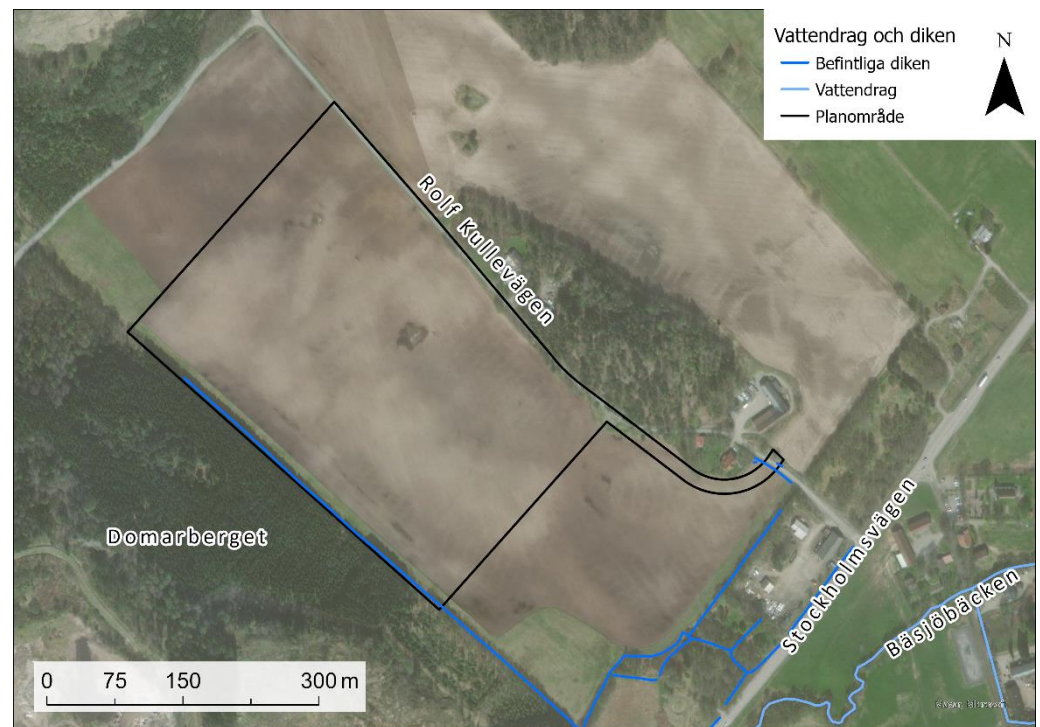
Dessa riktlinjer syftar till att medverka till att miljökvalitetsnormen (MKN) för recipient uppnås. MKN har fastställts för alla Sveriges yt-, grund- och kustvatten i enlighet med EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG). Enligt Weserdomen (mål C461/13 från EU-domstolen, meddelades 1 juli 2015) är medlemsstaterna skyldiga att inte meddela tillstånd till verksamheter som riskerar att orsaka en försämring av status eller när uppnående av god ekologisk eller kemisk status äventyras.

För att säkerställa att exploateringen inte påverkar recipienten och dess MKN negativt kommer föroreningsberäkningar att utföras. Målet är att utgående mängder från planområdet ska motsvara befintliga mängder eller helst lägre. Särskilt viktiga ämnen för recipienterna nämns i avsnitt 4.4.

4 Befintliga förhållanden

4.1 Områdesbeskrivning

Den nya detaljplanen utgör en del av fastigheten Bälinge 6:16 och markanvändningen består i dagsläget av åkermark samt en befintlig grusväg (Rolfs Kullevägen). Planområdet är ca 14,7 ha stort och avgränsas av Rolfs Kullevägen i nordost (Figur 4) och av en skogsbeklädd kulle (Domarberget) i sydväst. Planområdet omges i övrigt av mer åkermark.



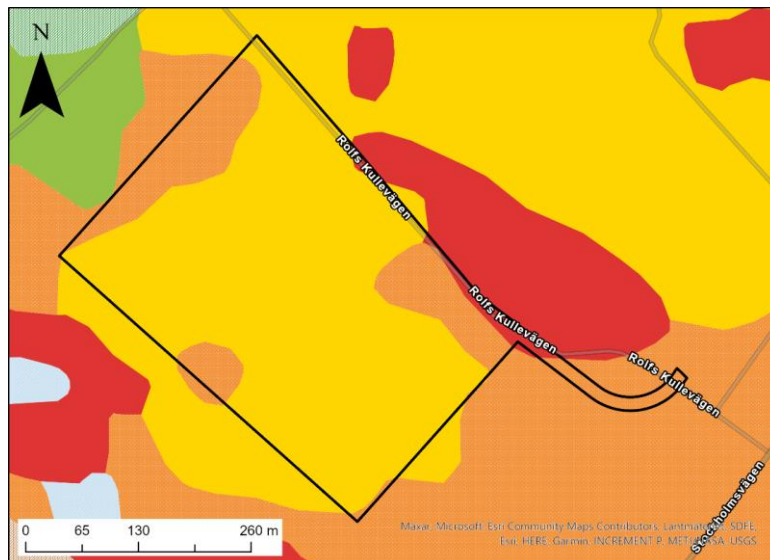
Figur 4. Karta som visar befintlig markanvändning inom planområdet.

4.2 Hydrogeologi, geotekniska förhållanden och markmiljö

Parallellt med denna dagvattenutredning tar COWI fram en geoteknisk utredning, så i detta avsnitt beskrivs geotekniken och hydrogeologin endast övergripande. Enligt SGU:s jordartskarta består området främst av glacial lera och postglacial sand (se Figur 5). I de geotekniska undersökningarna påträffades ingen sand inom planområdet. Eftersom lera dominerar i området är infiltrationsmöjligheterna i området begränsade. Därmed föreslås att dagvattenhanteringen främst utgår ifrån fördröjning och avledning av dagvatten snarare än infiltration ner till grundvattnet.

Grundvattennivån har inte kunnat mätas och behöver därför undersökas i det fortsatta arbetet.

Det finns ingen information om något potentiellt förorenat område inom planområdet. Enligt historiska kartor (hos lantmäteriet) har området endast använts som jordbruksmark och därmed förväntas inga särskilda markföroreningar i området.



Figur 5. Jordarter inom planområdet (SGU:s jordartskarta). Grön är isälvssediment, orange är postglacial sand, gul är glacial lera och röd är urberg.

4.3 Natur- och kulturintressen

Enligt en naturinventering i området från 2019 (Calluna) finns ingen särskild skyddsvärd natur eller skyddsvärda träd inom planområdet. Fornminne har hittats norr om planområdet gräns. Planområdets utbredning har tagit hänsyn till denna.

4.4 Recipienter

Öster om planområdet rinner Bäsjöbäcken (även känd som Trulsabäcken) vilken är områdets huvudsakliga recipient i dagsläget. Bäsjöbäcken ansluter till Sävån vid Tokebacka efter att ha korsat Stockholmsvägen (Figur 6). I bäcken finns öring vilket gör bäcken känslig för föroreningar.

Vattendraget omfattas av den recipientkontroll som miljöskyddskontoret utför två gånger per år. Syftet med kontrollen är att "beskriva tillståndet hos de bäckar i kommunen som har högst belastning med avseende på näringsinnehåll och förekomst av *E.coli*-bakterier. Målsättningen är att kunna spåra de källor som ligger bakom de höga föroreningsnivåerna i vissa av bäckarna." (Alingsås kommun, 2019). Mätning av fosfor har under 2000-talet varierat mellan 20-60 µg/l vilket kan jämföras med Naturvårdsverkets bedömningsgrunder för

miljökvalitet (rapport 4913, från 1999¹) där 25- 50 µg/l är hög halt. Under 2020 var fosforhalten 32 µg/l på våren och 20 µg/l på hösten (SYNLAB, 2020), så halterna var då höga till måttliga (enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder).

Kvävekoncentrationerna under 2000-talet har legat mellan 500- 2500 µg/l vilket kan jämföras med Naturvårdsverkets bedömningsgrund där 625-1250 µg/l räknas som hög halt. Under 2020 var kvävehalten 590 µg/l vid vårmätningen och 110 µg/l vid hösten (SYNLAB, 2020) vilket är måttlig halt enligt Naturvårdsverkets bedömningsgrunder (30-625 µg/l). Även Trafikverket har provtagit vattnet i Bäsjobäcken och fått liknande värden för kväve, men något lägre värde för fosfor (se Tabell 17 i appendix, avsnitt 13.1).

Det kan därmed konstateras att både kväve- och fosforkoncentrationer har minskat i Bäsjobäcken under 2000-talet. Halterna ses dock som måttliga eller höga och det är därmed önskvärt att halterna minskar ytterligare.



Figur 6, Bäsjobäcken ses i ljusblått och Sävån i mörkblått, utsnitt från VISS vattenkarta. Planområdets ungefärliga läge har markerats med röd-sträckad ruta.

Höjdsättningen av den vägen innebär att en del av dagvattnet i dagsläget och i framtiden kan behöva rinna i nordöstlig riktning mot recipient Galtaledsbäcken. Denna ansluter till Sävån nordväst om Rolfs kulle (se Figur 15).

¹ Detta dokument är nyligen ersatt, men då halterna endast används för jämförelse har inga beräkningar enligt nya bedömningsgrunder gjorts. Dessa kräver nämligen beräkning av referensvärde (se punkt två under Fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer i sjöar och vattendrag här: [Bedömningsgrunder för ytvattenförekomster - Vattenförvaltning - Planering, förvaltning och samverkan - Havs- och vattenmyndigheten \(havochvatten.se\)](#))



Figur 7 Galtaledsbäcken ses i ljusblått och Sävån i mörkblått, utsnitt från VISS vattenkarta.

Varken Bäsjöbäcken eller Galtaledsbäcken är vattenförekomster i VISS. Närmsta vattenförekomst är Sävån som mynnar i sjön Mjörn. Det är viktigt att studera föroreningsmängder, inte bara halter, eftersom föroreningarna kommer att ansamlas i Mjörn. Öring vandrar upp i Sävån till Källafors och laxfiske sker nedströms Hedefors.

I VISS anges vattenförekomsten Sävån-Alingsås centrum till Vårgårda ha måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status (Figur 8). MKN är god ekologisk status till 2021 och god kemisk status (med undantag för kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter). För den ekologiska statusen är det kvalitetsfaktorn fisk är utslagsgivande för bedömningen. Detta beror på att fiskar inte kan vandra naturligt i vattensystemet. Fosforhalten bedöms som god och är därmed inte ett särskilt problem för Sävån. Den kemiska statusen är ej god på grund av kvicksilver och kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter. Några andra ämnen finns inte klassade.

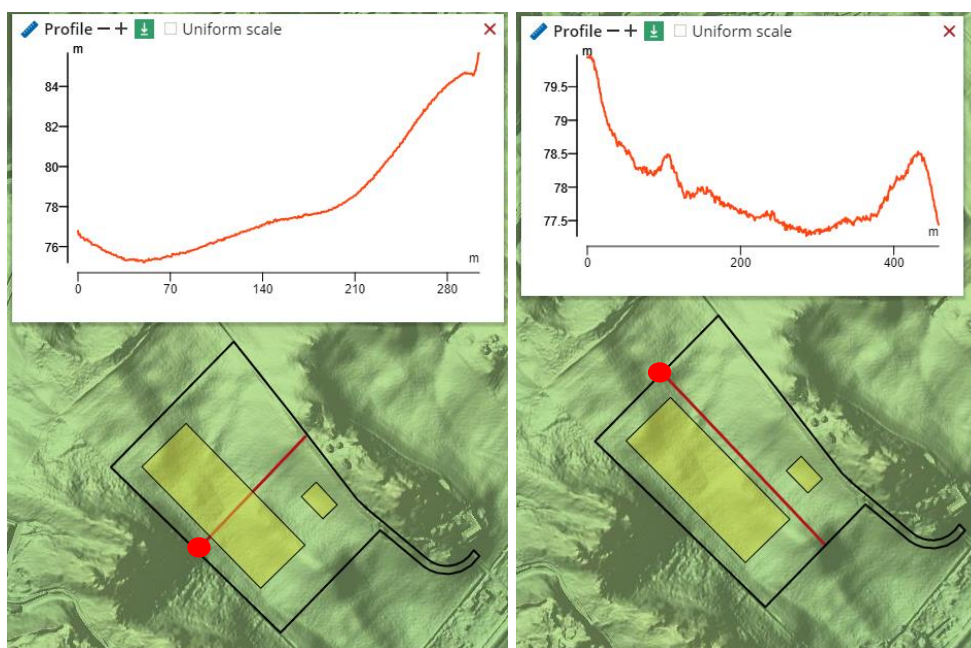


Figur 8, Sävån - Alingsås centrum till Vårgårda, utsnitt från VISS vattenkarta. Planområdet har markerats ut med röd ring och sjö Mjörn ses i figurens vänstra hörn.

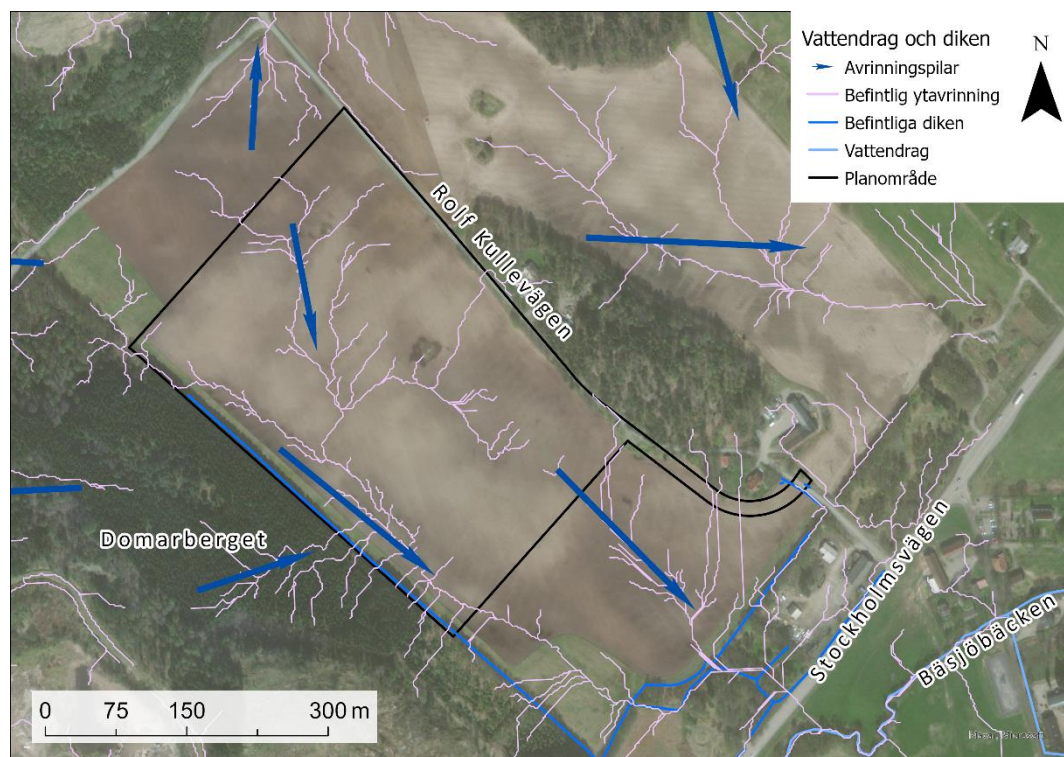
Sammanfattningsvis kan sägas att föroreningsbelastningen bör minska främst med hänsyn till att vattnet transporteras till Mjörn. Näringsämnesbelastningen behöver minska i Bäsjöbäcken och med tanke på öring så bör fokus vara på att inte öka suspenderat material då grumling av vatten försvårar möjligheten att hitta mat och kan förstöra eventuella lekplatser.

4.5 Befintliga avrinningsförhållanden

Marken i området är svagt kuperad med en böljande karaktär. Markytans nivå varierar från ca +86 mitt på Rolf Kullevägen till ca +74 i områdets södra hörn (RH2000). Generellt lutar marken från nordväst mot sydost men även från Rolf Kullevägen som ligger något högre än befintlig åkermark (Figur 9). I områdets södra del finns en höjdrygg som gör att avrinningen viker av något i riktning mot Domarberget (se Figur 9 och Figur 10). Marken norr om planområdets gräns avrinner i riktning mot Rolf Kullevägen och i nordväst utanför planområdet lutar marken i riktning mot Järnvägen (Figur 10).



Figur 9. Sektion över planområdet med befintlig mark (lantmäteriet 2x2 m höjdmodell) med framtida byggnader som referens. Röd prick anger var profilen börjar (Urklipp från SCALGO Live).

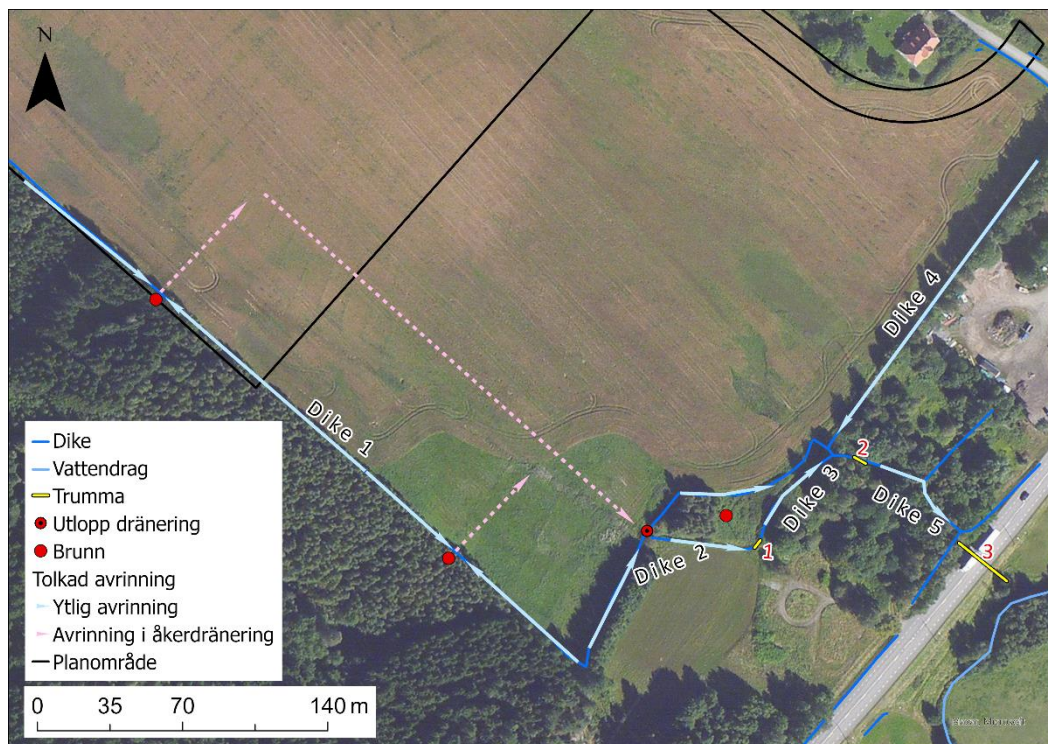


Figur 10. Karta som visar avrinningen i planområdet i dagsläget.

Det dagvatten som i dagsläget uppstår inom planområdet avrinner mot diken längst med Rolf Kullevägen och längst med skogsbrynet i sydväst (Figur 10). Rinnstråken i Figur 10 tar inte hänsyn till befintligt dike eftersom det är för litet för att synas i 2x2 m data. Om dagvattnet når diket i sydväst så rinner det inte rakt ner mot de övriga diken intill Stockholmsvägen utan tycks istället rinna till brunnar och ut i åkerdränering som i sin tur sannolikt mynnar i dessa diken. I Figur 11 ses tolkningen av befintlig avrinning i diket och i dräneringen. Innan vattnet når fram till Stockholmsvägen passerar det två trummor som sammankopplar diken i söder. Dessa trummors dimension och kapacitet beskrivs vidare i avsnitt 5.2. Slutligen väntas dagvattnet nå Bäsjöbäcken på andra sidan Stockholmsvägen.

Trots att infiltrationsmöjligheterna är små i området så bör vanliga regn till stor del tas upp av marken och växtligheten. Åkerdräneringen som sannolikt finns i området har till uppgift att reglera grundvattennivån/markvattenhalten men påverkar även dagvattnet eftersom vatten som infiltrerar tas upp i dräneringsledningarna och snabbare leds mot bäck/å än vad som skulle varit fallet om det infiltrerat till grundvattnet och sedan transporterats mot bäck/å.

Avrinning från delar av skogspartiet i väst kan tänkas nå planområdet vid extrema regn (se avrinning i Figur 10). Detta vatten fångas sannolikt upp av det befintliga diket i kanten på åkern.

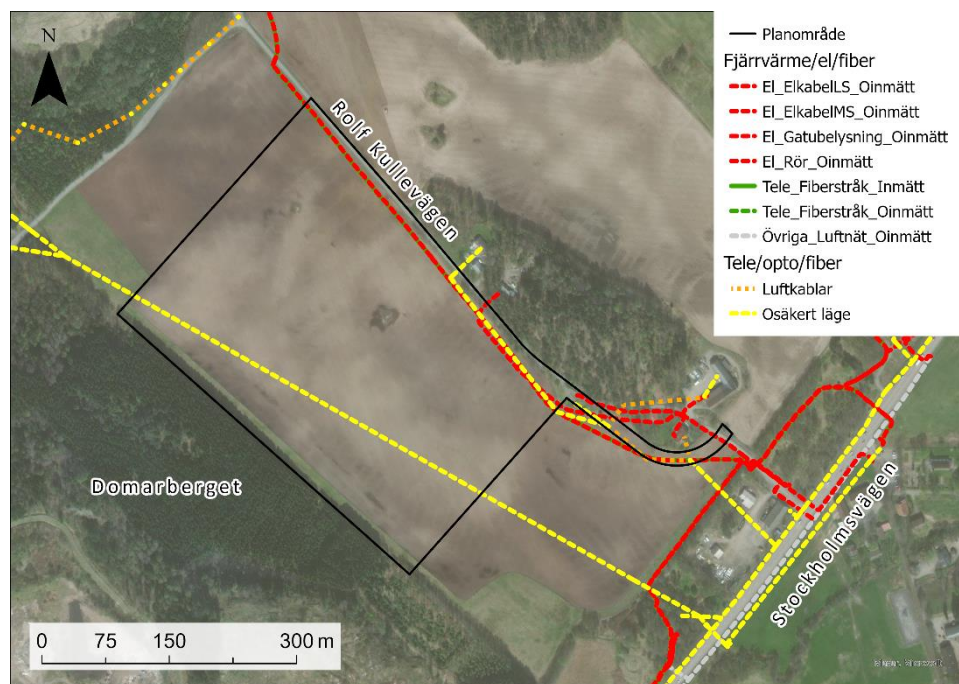


Figur 11. Tolkad avrinning i befintliga diken. Brunnar och troligt utlopp för åkerdräneringen har observerats i fält.

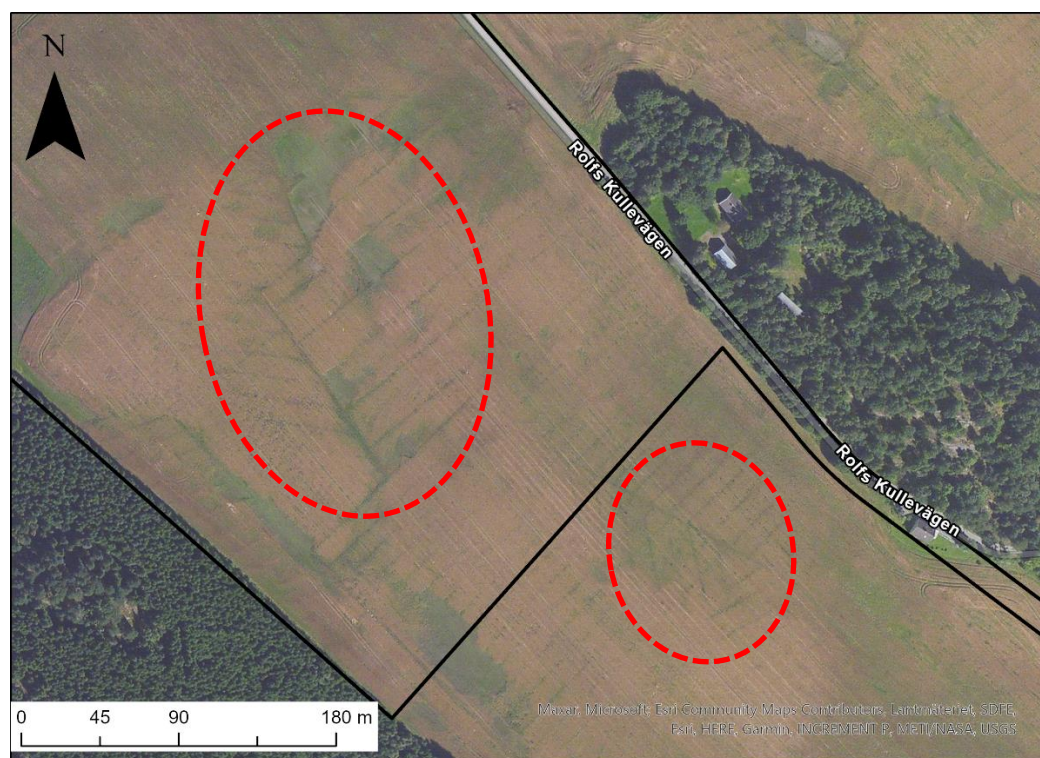
4.6 Befintliga ledningssystem

Inom och omkring planområdet finns flera befintliga ledningar (se Figur 12). Till stor del följer dessa Rolf Kullevägen, men det går även tele/opto/fiber tvärs över planområdets västra delar. Utöver de ledningar som visas i Figur 12 finns även dränering på områdets åkrar. Detta baseras på observationer vid fältbesök gjorda av kommunen och av COWI i samband med geotekniska undersökningar samt på flygfoton (se Figur 13). Dessa ledningar finns inte i Länsstyrelsens databas för markavvattningsföretag eller i vattenarkivet. Skick och läge bör studeras i fortsatt arbete.

Några befintliga VA-ledningar finns inte i eller i närheten av planområdet.



Figur 12. Karta som visar befintliga ledningar i och runt planområdet.



Figur 13. Flygfoto där åkerdränning syns.

5 Kapacitetsberäkningar

5.1 Befintligt dike

Dagvattnet från planområdet kommer främst att ledas till Bäsjöbäcken via de befintliga diken. I Figur 10 i avsnitt 4.5 ses befintlig avrinning och även dikesnamn.

Flödeskapacitet för diken beräknas utifrån Manningsformel (Ekvation 1) nedan.

$$q = A \times R^{2/3} \times M \times \sqrt{S_0} \quad (\text{Ekvation 1})$$

där, q (m^3) är flöde, A (m^2) är tvärsnittsarea, P (m) är våta perimetern, $R = A/P$ (m) är hydraulisk radie, M är Manningstal och S_0 är bottenlutning (P110, 2016). Resulterande flödeskapacitet presenteras i Tabell 1 nedan. Manningstal på 20 har använts för beräkningar. Eftersom bottenlutning och hydraulisk radie inte är konstant längs med diken, beräknades flödeskapacitet för flera sektioner i varje dike. Nedan presenteras hur flödeskapaciteten varierar för respektive dike. I avsnittet 13.2 presenteras sektioner för varje dike samt flödeskapacitet för varje sektion.

Tabell 1. Manningstal och resulterande flödeskapacitet per dike (l/s).

Dike	Manningstal	Q_{kap} (l/s)
2	20	228–832
3	20	2908–8490
4	20	192–1248
5	20	5041–16976

Flödeskapaciteten är beräknad för alla diken utom dike 1. Anledningen till detta är att befintlig lutning i dike 1 inte möjliggör en avrinning till dike 2 och därför behöver justeras oavsett dikets kapacitet.

5.2 Befintliga trummor

Det finns i dagsläget tre trummor som dagvattnet från planområdet måste passera innan det når Bäsjöbäcken på den östra sidan om Stockholmsvägen. De två första trummorna sammankopplar diken i söder medan den tredje trumman än under Stockholmsvägen. Uppskattning av trummornas flödeskapacitet har gjorts med Colebrook-diagram enligt de antaganden som ses i Tabell 2. Trummornas lutning har uppskattats från dikesbotten vid in- och utlopp. Samtliga trummor har antagits vara i betong med k -värde 1 mm.

Tabell 2. Antaganden för kapacitetsberäkningar samt resulterande flödeskapacitet.

Trumma	Dimension (m)	Lutning (m/m)	k (m)	Q _{kap} (l/s)
1	0,35	0,018	0,001	208
2	1	0,041	0,001	5039
3	1	0,007	0,001	2034

Trummorna ligger relativt nära varandra vilket innebär att flödet som når trummorna är ungefär lika stora. Eftersom den första trumman har en mindre dimension än de två andra så blir den begränsande för flödet. De resulterande flödena i Tabell 2 är dock sannolikt i underkant med den verkliga kapaciteten eftersom flödeskapaciteten ökar när vattennivån vid inloppet stiger. En begränsad flödeskapacitet på ca 208 l/s har därmed en inbyggd säkerhetsmarginal.

I dagsläget uppskattas flödet till trumma 3 uppgå till ca 210 l/s vid ett 20-årsregn (se beräkningar och antaganden i Tabell 20 i Appendix avsnitt 13.1). Detta flöde kommer från planområdet men även från skogsområdet i väst samt åkermark både söder och sydöst om planområdet. De flesta befintliga diken och trummor har mer än nog kapacitet för detta flöde, men trumma 1 har begränsningen ca 208 l/s (se Tabell 2). Denna trumma klarar alltså endast det befintliga dimensionerande flödet.

6 Dimensionering och fördröjningsbehov

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 2 nedan (från P110, Svenskt Vatten, 2016).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \quad (\text{Ekvation 2})$$

där q_{dim} är dimensionerande flöde (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficient (-), $i(t_r)$ är dimensionerande regnintensitet [l/s · ha], t_r är regnets varaktighet/rinntid (min) och kf är klimatfaktor (-).

Avrinningskoefficienten anger hur stor del av nederbörden som avrinner från en yta. Denna multiplicerat med arean benämns som reducerad area.

Koncentrations/rinntiden avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten. Rinntiden beräknas enligt P110².

Klimatfaktor 1,25 används både innan och efter exploatering för att ta hänsyn till ökad regnintensitet på grund av pågående klimatförändringar som sker oavsett ökad bebyggelse eller ej.

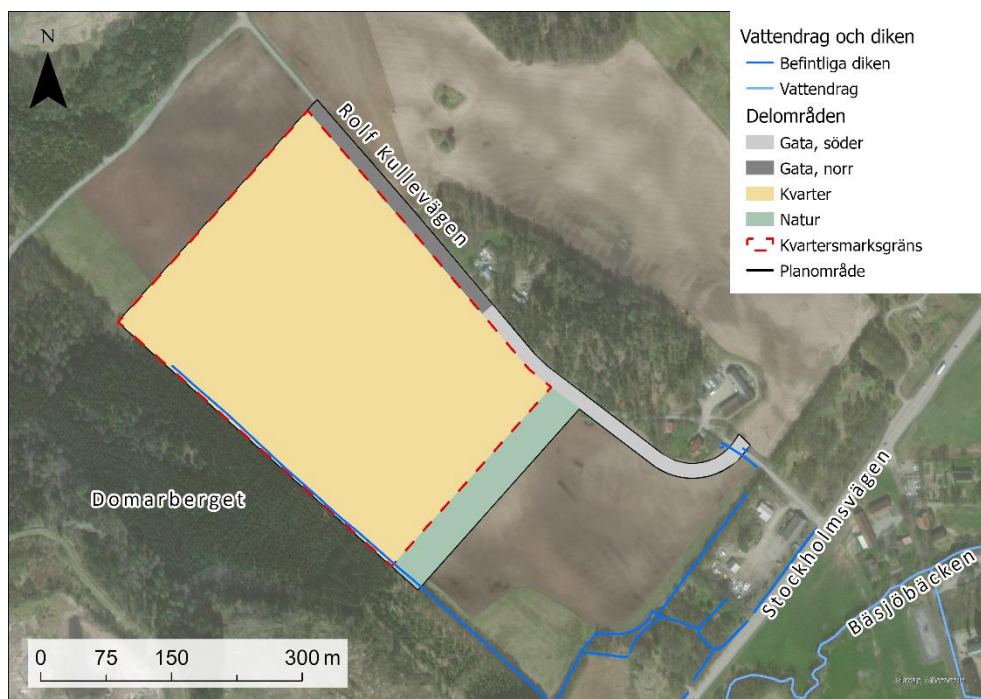
6.1 Dimensionerande flöden

Beräkningarna av dimensionerade flöden har utförts för den framtida markanvändningen, som ses i Tabell 3, tillsammans med antagen avrinningskoefficient. Som nämndes i avsnittet 2.1, består planområdet av kvartersmark och allmän platsmark. Kvartersmarken omfattar kvarter i Figur 14, medan den allmänna platsmarken omfattar naturen och gatan i samma figur. Gata har delats upp i två baserat på hur dagvattnet kommer att rinna: norrut och söderut.

För den framtida markanvändningen har kvartersmarksområde delats upp i tak och asfalt (se Figur 2), medan naturområde och gatuområde beräknas som grönyta respektive asfaltsyta. För den befintliga markanvändningen har kvartersmarksområde och naturområde antagits bestå av åkermark och gatuområde av åkermark och grusväg³ (se Tabell 3).

² För framtida markanvändning inom kvarteret, beräknas rinntiden med hastighet för ledning i allmänhet som är 1,5 m/s, medan inom område natur och gata beräknas med hastighet 0,5 för dike och rännsten, och för befintlig markanvändning beräknas med hastighet för mark som är 0,1 m/s inom hela planområdet.

³ Avrinningskoefficient på 0,2 har använts för befintligt gatuområde, eftersom den största delen av det delområdet består av åkermark och bara en liten del är grusvägen.



Figur 14. Karta som visar indelningen i delområden som används i dimensionerings- och fördröjningsberäkningarna. Dagvattnet från kvarter och natur förväntas avrinna mot dike 1 medan dagvattnet från gata förväntas rinna mot dike 4.

Tabell 3. Befintlig och framtida markanvändning, avrinningskoefficienter och resulterande reducerad area.

Område	A (ha)	ϕ (-)	Areducerad (ha)
Kvartersmark, befintlig	12,5	0,1	1,25
Allmän platsmark, befintlig			
Natur	1,1	0,1	0,11
Gata, norr	0,5	0,2	0,1
Gata, söder	0,6	0,2	0,12
Kvartersmark, framtida			
Takyta	4,2	0,9	3,8
Asfalt	8,3	0,8	6,7
Totalt	12,5	0,8	10,4
Allmän platsmark, framtida			
Natur	1,1	0,1	0,1
Gata, norr	0,5	0,8	0,40
Gata, söder	0,6	0,8	0,48

Dimensionerade flöden för varje delområde är beräknat med rationella metoden för återkomsttiderna 5-årsregn, 20-årsregn och 100-årsregn enligt avsnitt 3.1. I Tabell 4 nedan presenteras de resulterande flödena.

Tabell 4. Uppskattad rinntid och Dimensionerade flöden vid 5-årsregn, 20-årsregn och 100-årsregn för befintlig respektive framtida markanvändning med klimatfaktor 1,25.

	Befintlig markanvändning				Framtida markanvändning			
Delområde	Rinntid (min)	$Q_{dim, 5-årsregn}$	$Q_{dim, 20-årsregn}$	$Q_{dim, 100-årsregn}$	Rinntid (min)	$Q_{dim, 5-årsregn}$	$Q_{dim, 20-årsregn}$	$Q_{dim, 100-årsregn}$
Kvarter	60	89	140	237	10	2364	3738	6373
Allmän plats								
Natur	40	10	16	28	10	25	40	68
Gata, norr	50	8	13	19	10	60	95	162
Gata, söder	60	8	13	26	10	72	113	192

Vid ett 20-årsregn förväntas flödet från planområdet öka från ca 182 l/s till 3986 l/s. Detta beror främst på att hårdgjordheten ökar vid exploatering.

6.2 Föreslagna fördröjningsvolym

Fördröjningskravet anger att 12 mm regn/m² hårdgjord yta ska fördröjas. Fördröjningsbehovet är beräknat enligt Ekvation 3 nedan.

$$V_{födröj} = A_{red} \times h_{regn} \times 10 \quad (\text{Ekvation 3})$$

där $V_{födröj}$ (m³) är erforderliga fördröjningsvolym, A_{red} (ha) är reducerad area (dvs. hårdgjordyta), h_{regn} (mm) är regndjup och 10 är en omvandlingsfaktor för att få rätt enhet. h_{regn} sätts till 12 mm och reducerad area enligt Tabell 3.

I Tabell 5 nedan presenteras fördröjningsbehovet för varje delområde samt utflöde som motsvarar detta fördröjningsbehov.

Tabell 5. Fördröjningsbehov (m³) och utflödeskrav (l/s) beräknat för fördröjningskravet på 12 mm regn/m² hårdgjordyta och dimensionerade flöde för 20-årsregn.

Delområde	Fördröjningsbehov (m ³)	$Q_{dim, 20årsregn}$ (l/s), framtida situation	Utflöde (l/s)
Kvartersmark	1252	3738	1652
Allmän plats			
Natur	13	40	18
Gata, norr	48	95	64
Gata, söder	57	113	76

Dagvattnet från planområdet rinner inte mot en och samma riktning. Dagvattnet från gatuområdet rinner dels mot det sydöstra hörnet av planområdet, dels mot det nordöstra. Dagvatten från naturområde samt dagvatten från kvartersmark kommer att rinna mot det sydvästra hörnet.

Nedströms gatuområdet ligger befintlig trumma 2 som har flödeskapacitet på 5039 l/s, vilket är större än utflödet från den södra delen av gatan efter fördröjning (76 l/s, se Tabell 5). Detta innebär att utflödeskrav för gatuområde avgörs av fördröjningskravet på 12 mm/m² hårdgjordyta. Befintliga diken norrut behöver kunna klara ca 95 l/s för att kunna leda 20-årsregnet från gatuområdet. Det förutsätts att befintliga diken har denna kapacitet eller kommer att justeras för att erhålla denna.

Nedströms kvarters- och naturområdet finns befintlig trumma 1 med flödeskapacitet 208 l/s som är mycket mindre än det beräknade utflödet efter fördröjning (se Tabell 5). Därmed är det befintlig trumma som begränsar utflödet från område kvarter & natur. Det bedöms rimligt att tillåta ett utflöde motsvarande det befintliga utflödet från planområdet⁴. För att erhålla detta krävs ytterligare fördröjningsvolym.

Befintligt flöde för 20-årsregn för område kvarter & natur är ca 156 l/s (se befintlig markanvändning i Tabell 4 ovan) och med rationella metoden beräknas erforderlig fördröjningsvolym till 4150 m³. Eftersom 1252 m³ redan ska fördröjas inom kvartersmark är det den återstående volymen: 2661 m³ som behöver erhållas utanför kvartersmarken. Utflödeskrav presenteras i Tabell 6 nedan.

Tabell 6. Erforderlig fördröjningsvolym (m³) och utflödeskrav (l/s)

Delområde	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)	Utflödeskrav (l/s)
Kvarter + natur	3913	156
Gata, norr	48	64
Gata, söder	57	76

⁴ Beslut har tagits i samråd med Alingsås kommun att i detta skede anta att trumman inte byts ut till större dimension.

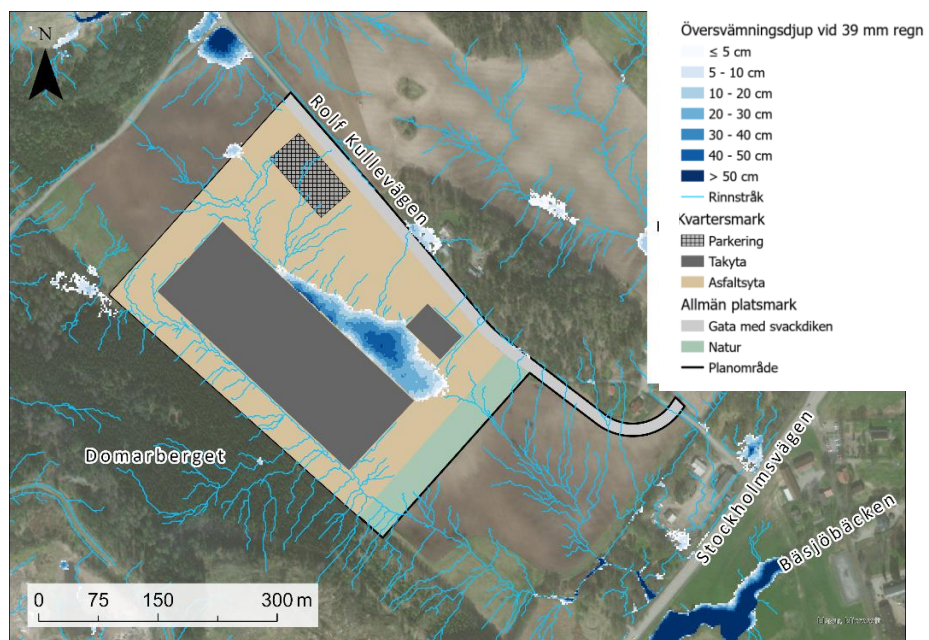
7 Konsekvenser av extrem nederbörd och skyfall

7.1 Analys av översvämningsrisker

För att studera hur planerad bebyggelse kan tänkas påverka översvämningsrisker har en analys utförts i SCALGO Live. SCALGO Live är ett webbaserat beräkningsverktyg som används för att kartlägga, förstå och förebygga översvämningar, särskilt kopplat till skyfall. Verktøjets terrängmodell baseras på den nationella höjdmodellen från Lantmäteriet med en upplösning på 2x2 m. Programmet tar inte hänsyn till någon infiltration eller ledningsnät, men effekten av dessa kan till viss del tas i beaktande genom att reducera det regndjup som studeras, om så önskas.

Enligt P110 bör dagvattenhanteringen (detta inkluderar höjdsättningen av området) medföra att ingen skada på bebyggelse sker vid ett 100-årsregn. Denna utredning har studerat ett 100-årsregn som faller på 30 minuter. I MSB:s vägledning för skyfallskartering uppskattas att ca 60-75 % av ett 100-årsregn avrinner ytligt vid skyfall beroende på om ytan är hårdgjorda ytor med ledningssystem eller om det är naturmark (MSB, 2017). För analysen antogs att 70% avrinner vilket med klimatfaktor 1,25 gav regndjupet 39 mm för 100-årsregnet.

I analysen har planerade byggnader lagts in på befintliga marknivåer (lantmäteriets 2x2 m data) för att se var åtgärder i höjdsättning behöver göras. Resultatet av analysen ses i Figur 15.



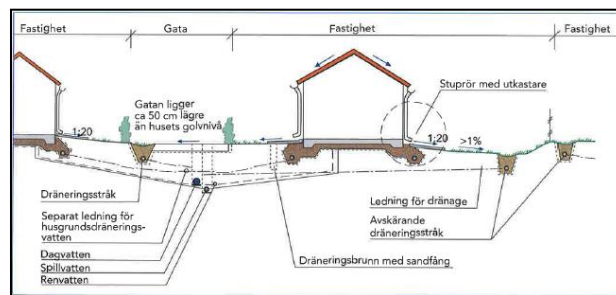
Figur 15. Resultat av skyfallsanalys i området baserat på befintliga marknivåer och framtida byggnader.

Som ses i Figur 15 så blir vatten stående intill byggnaden mitt på området. Vattendjupet i översvämningsytan uppgår till maximalt 50 cm (se Figur 15).

7.2 Hantering av översvämningsrisker

Eftersom befintlig höjdsättning av marken skulle orsaka skador på planerad bebyggelse behöver marknivåerna ändras i området. Önskade framtida rinnstråk beskrivs i föreslagen dagvattenhantering i avsnitt 9 och kan ligga till grund för höjdsättningen av området.

Höjdsättningen bör följa de generella principer som beskrivs i P105 (se Figur 16). I detta fall kan det vara svårt att få tomtmarken att ligga högre än gatan då befintliga nivåskillnader är stora. Höjdsättningen av området intill byggnaderna blir extra viktig för att säkerställa att byggnaderna inte översvämmas vid skyfall. Marken närmast huset ska slutta från byggnaden. Färdigt golv ska vara minst 0,5 m över marknivån i förbindelsepunkt för VA ledningar. Förbindelsepunkten påverkar därmed också höjdsättningen av huset.



Figur 16. Sektion med föreslagna marklutningar (Svenskt Vatten P105, 2011).

8 Rening av dagvatten

8.1 Föroreningsberäkning

För att avgöra hur dagvattenhanteringen bör se ut för att inte påverka recipienten negativt har föroreningsberäkningar utförts i StormTac (version v20.2.2). StormTac är ett webbaserat verktyg som bland annat kan användas för att uppskatta föroreningstransport och effekter av dagvattenanläggningar.

För att beräkna dagvattnets halter och mängder av näringsämnen och föroreningar utnyttjar modellen schablonhalter. Endast mätvärden som baseras på långvarig (oftast flera år, ibland flera månader) flödesproportionell provtagning används som underlag till schablondata, och uppdateras kontinuerligt.

Som indata kräver StormTac markanvändning och årsmedelnederbörd. Därtill kan reningsanläggningar modelleras antingen ensamma eller i serie. I detta fall användes årsmedelnederbörden 956 mm baserat på normalvärde för perioden 1991-2020 för station Alingsås D från SMHI inklusive korrektionsfaktor på 1,07 (SMHI, 2003). I Figur 14 i tidigare avsnitt visades de tre olika delområdena: kvartersmark, natur och väg. I föroreningsanalysen har kvartersmark och natur analyserats tillsammans eftersom dagvattnet förväntas ledas samma väg. Dagvattnet från vägområdet kommer istället att omhändertas i vägdiken och därmed genomgå en annan typ av rening. Dagvattnet från vägområde kommer att rinna vidare i dike 4 i sydost eller rinna vidare i befintliga diken i nordost (detta då det finns en höjdrygg ungefär mitt på vägen). Vägen modelleras dock som ett område då reningstekniken är samma. Markanvändningen för de två analyserna ses i Tabell 7 och Tabell 8 nedan.

Tabell 7. Markanvändning för föroreningsanalys 1: inom framtida kvarters- och naturmark.

Markanvändning för framtida kvarters- och naturmark	Yta (ha)
Befintligt	
Jordbruksmark	13,6
Framtida	
Industriområde, mindre förorenat	13,6

Tabell 8. Markanvändning för föroreningsanalys 2: inom framtida vägområde.

Markanvändning för framtida vägområde	Yta (ha)
Befintligt	
Jordbruksmark	0,9
Väg*, ÅDT <1000 fordon/dygn	0,2
Framtida	
Väg, ÅDT 1765 fordon/dygn	1,1

*Avrinningskoefficient har reducerats för att motsvara grusväg: 0,4.

För rening har flera reningsanläggningar modellerats. Framtida verksamhet antas klassas som industrimark utan miljöfarlig verksamhet och faller då inom kategorin "Yta med medelhög belastning" enligt kommunens riktlinjer (Alingsås kommun, 2021). Då recipienten anses vara mycket känslig krävs då enligt riktlinjerna rening i exempelvis nedsänkta växtbäddar, dagvattendamm, våtmark eller infiltration i grönytor. Baserat på detta har följande anläggningar modellerats:

För att hantera fördröjningen av 12 mm/hårdgjordyta inom kvartersmark antas att en 2600 m² stor torrdamm anläggs inom kvartersmarken. Denna anläggning blir det första steget. Därefter har en våtmark i två delar modellerats: en djupzon ("fördamm") och en huvudvåtmark. Fördammen har antagits vara ca 670 m² stor⁵ och huvuddammen 5300 m² stor, vilka tillsammans uppfyller det totala fördröjningsbehovet 2661 m³ (enligt antaganden som beskrivs vidare i avsnitt 9).

För vägen har rening i skelettjordar studerats. Totalt ca 500 m² skelettjord har antagits, vilket uppfyller fördröjningsbehovet om ca 105 m³ med antaganden som beskrivs vidare i avsnitt 9.

⁵ Ytor anges här eftersom ytan är en av de viktigaste parametrarna för StormTac i reningsberäkningen. Andra faktorer spelar dock roll, exempelvis längd:bredd-förhållandet, då en långsmal damm ger bättre rening än en rund.

8.2 Resultat av föroreningsberäkningar

8.2.1 Kvartersmark och naturyta

Resultaten av föroreningsberäkningarna för kvartersmark och naturyta presenteras i Tabell 9 och Tabell 10 nedan.

Tabell 9. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för område kvarter och natur vid befintlig och framtida situation, med och utan rening. Röda celler indikerar en ökning jämfört med befintliga halter medan gröna celler indikerar en minskning.

Ämne	Befintligt	Framtid	Framtid med rening
P	130	260	28
N	3200	1600	570
Pb	7,5	21	1,1
Cu	12	30	3,1
Zn	20	190	9,4
Cd	0,1	0,92	0,087
Cr	2	8,2	0,41
Ni	1,3	11	0,56
Susp	100 000	69 000	3500
BaP	0,0055	0,09	0,005

Tabell 10. Föroreningsmängder (kg/år) från område kvarter och natur vid befintlig och framtida situation, med och utan rening. Röda celler indikerar en ökning jämfört med befintliga halter medan gröna celler indikerar en minskning.

Ämne	Befintligt	Framtid	Framtid med rening
P	8,7	26	2,9
N	220	160	59
Pb	0,5	2,2	0,11
Cu	0,84	3,1	0,31
Zn	1,3	19	0,97
Cd	0,0067	0,095	0,0089
Cr	0,13	0,84	0,042
Ni	0,084	1,1	0,057
Susp	6700	7100	360
BaP	0,00037	0,0093	0,00051

Genom rening i först torrdamm sedan våtmark (i två delar) kan generellt en god rening uppnås (se Tabell 9 och Tabell 10). Föroreningshalterna förväntas minska jämfört med befintlig situation med då hårdgjordheten ökar fås en ökning i flöden vilket innebär att det volymen förorenat dagvatten ökar. Det kan därmed leda till en mängdökning för vissa ämnen (se Tabell 10). Viktigt att notera är att näringsämnen och suspenderat material förväntas minska med god marginal, vilket är positivt för Bäsjöbäcken då dessa är problemämnena i dagsläget.

8.2.2 Vägområde

Resultaten av föroreningsberäkningarna för vägområdet ses i Tabell 11 och Tabell 12 nedan.

Tabell 11. Föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$) för vägområdet vid befintlig och framtida situation, med och utan rening. Röda celler indikerar en ökning jämfört med befintliga halter medan gröna celler indikerar en minskning.

Ämne	Befintligt	Framtid	Framtid med rening
P	130	140	73
N	2900	1900	720
Pb	6,3	4	1,4
Cu	14	22	5,6
Zn	21	26	6,8
Cd	0,12	0,26	0,074
Cr	2,8	6,8	1,5
Ni	2,3	5,8	1,5
Susp	90 000	71 000	17 000
BaP	0,0061	0,012	0,005

Tabell 12. Föroreningsmängder (kg/år) från vägområdet vid befintlig och framtida situation, med och utan rening. Röda celler indikerar en ökning jämfört med befintliga halter medan gröna celler indikerar en minskning.

Ämne	Befintligt	Framtid	Framtid med rening
P	0,71	1,3	0,68
N	16	18	6,7
Pb	0,036	0,038	0,013
Cu	0,077	0,2	0,053
Zn	0,12	0,24	0,064
Cd	0,00066	0,0024	0,0007
Cr	0,015	0,064	0,014
Ni	0,012	0,054	0,014
Susp	510	670	160
BaP	0,000034	0,00011	0,000047

Om skelettjordar anläggs längs med gatan för omhändertagande och rening av dagvatten förväntas vägdagvattnet renas till halter motsvarande befintliga, eller lägre (se Tabell 11). Men, eftersom avrinningen kommer öka kan en marginell ökning i av mängden kadmium, nickel och benso(a)pyren ske (Tabell 12). Precis som för kvarters- och naturmarken förväntas dock en förbättring för Bäsjöbäcken med avseende på dess problemämnen: näringsämnena och suspenderat material.

8.3 Påverkan på recipient och ytterligare åtgärder

Reningsresultaten ovan tyder på att exploateringen, trots föreslagna åtgärder, kan ge viss en ökning i föroreningsmängd med avseende på kadmium, nickel och benso(a)pyren (BaP). Resultaten ska dock tolkas med försiktighet då de baseras på schablonhalter.

Huvudsakliga källor till kadmium och nickel är bildäck, galvaniserad plåt och biltvätt. För benso(a)pyren, som är en PAH, är det fordon, trafik och andra förbränningsprocesser som utgör de främsta källorna (SVU, 2019). Beroende på vilken verksamhet som kommer etableras inom planområdet kan därmed dessa ämnen minska jämfört med schablonvärdena i StormTac vilket då skulle kunna ge en positiv påverkan på förväntad föroreningsgrad i dagvattnet. Lika så har beräkningarna för vägområdet baserats på förenklingen att hela ytan utgör väg trots att planen är att ha en GC-bana och en träd- och möbleringszon (se Figur 3 i avsnitt 2.1), vilket innebär att den verkliga föroreningsbelastningen troligen kommer vara lägre.

Beräkningarna utgår från ett relativt hårdgjort område vilket ger större risk för ökning i föroreningsmängder trots låga halter. Om kvartersmark och även vägområde förses med grönytor kommer föroreningsmängderna att minska.

Alternativa reningsåtgärder på kvartersmark kan också påverka dagvattenkvaliteten. I dessa beräkningar antogs rening och fördröjning i en torrdamm och reningen på kvartersmark kan därför både bli bättre och sämre beroende på vilken/vilka dagvattenanläggningar som anläggs.

En enkel ytterligare åtgärd som kan förbättra dagvattenkvaliteten är användande av biokol i skelettjordarna. Om icke-näringsberikad biokol används kan biokolen binda in näringsämnena och andra föroreningar från dagvattnet vilket därmed minskar föroreningshalterna i utgående vatten. Näringsämnena kan sedan tas upp av växtligheten (till exempel träd) som planterats i skelettjorden.

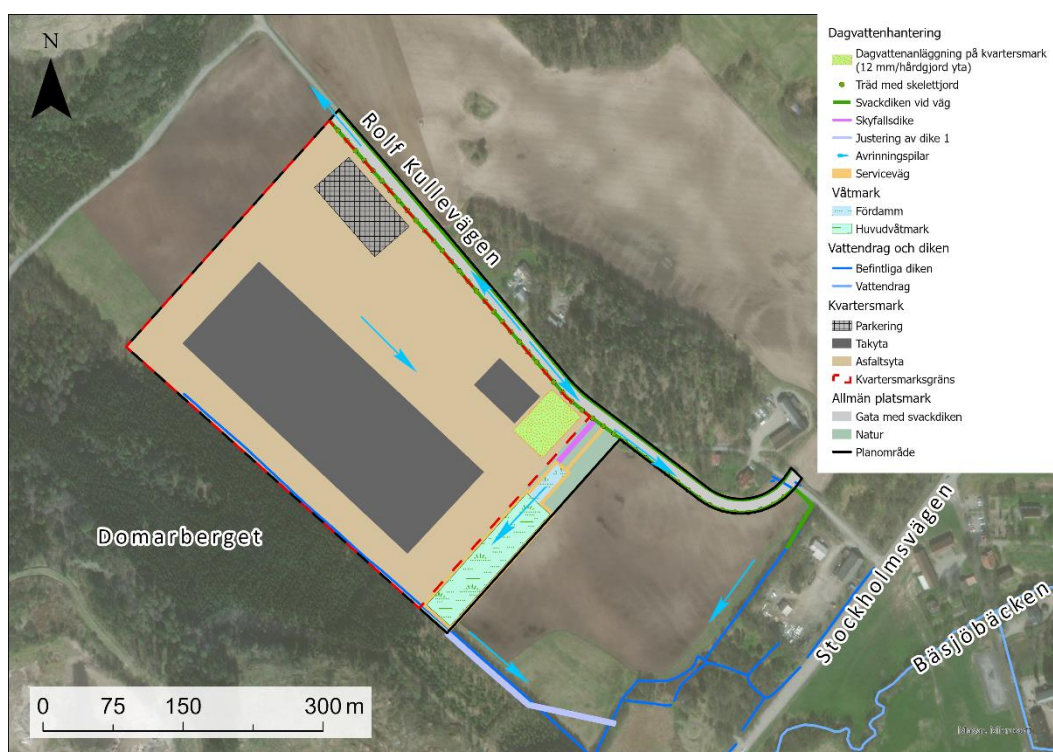
För recipienten är det särskilt näringsämnena och suspenderat material som är viktiga att reducera då det skulle minska problemen med övergödning samt förbättra lekmiljöerna för öring i recipienterna. Med tanke på att föreslagna lösningar förväntas ge lägre mängder än befintlig situation med avseende på kväve, fosfor och suspenderat material bör exploateringen kunna leda till en positiv inverkan på recipientens vattenkvalitet. Därmed bör föreslagna lösningar ses som rimliga insatser för dagvattenhanteringen.

9 Föreslagen dagvattenhantering

Föreslagen dagvattenhantering baseras på kommunens dagvattenstrategi och riktlinjer. I appendix ses en bedömning av hur föreslagen hantering uppfyller målen och riktlinjerna (se Tabell 21 i avsnitt 13.4). Den föreslagna dagvatten- och skyfallshanteringen beskrivs i Figur 17 (samt i Bilaga 1 och 2) och innebär att recipient fortsatt blir Bäsjöbäcken men även Galtaledsbäcken och i förlängningen Sävån. Det bedöms inte möjligt att skapa en utsläppspunkt direkt mot Sävån (något mindre känslig recipient än Bäsjöbäcken) då befintliga marknivåer skulle behöva justeras avsevärt för att få till en avrinning i rätt riktning. Föreslagen höjdsättning ses i Bilaga 1 och 2. Denna utgår ifrån att all mulljord tas bort (ca 0,3-0,4m) och innebär att ca 130 m³ massor behöver tillföras området.

Då utformningen av kvartersmarken inte är satt ges heller ingen rekommendation kring placeringen av dagvattenanläggning för kvartersmarken. Den yta som ses i Figur 17 föreslås inte, utan är inkluderad i figuren för att visa på ett ungefärligt ytbehov.

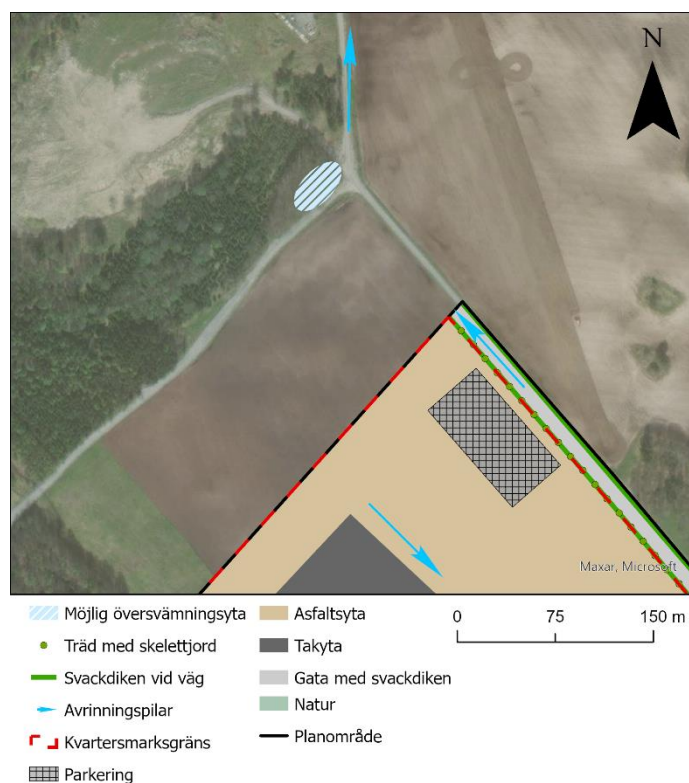
Nedan beskrivs de övergripande principerna och i kommande avsnitt beskrivs de enskilda lösningarna mer.



Figur 17. Figur som visar föreslagen dagvatten- och skyfallshantering.

Dagvattnet från vägområdet kommer att omhändertas separat från kvarters- och naturmarken i resten av planområdet. Ursprunglig plan för hantering av vägdagvattnet var två diken på vardera sida om vägen (se sektion i Figur 3 i avsnitt 2.1) men tidiga reningsberäkningar visade på att de inte skulle ge tillräcklig rening. Vägdagvattnet föreslås istället omhändertas i skelettjordar (ev.

med biokol) som anläggs främst i vägens västra kant. Det föreslås att skelettjordarna anläggs i kombination med ett svackdike som kan leda vatten vid skyfall (och vid regn som överstiger 12 mm). Dagvattnet från GC-bana föreslås omhändertas i svackdike på östra sidan vägen. Vägdagvattnet från den södra halvan av vägen släpps sedan ut till dike 4 (se Figur 17) som leder det renade dagvattnet vidare mot Bäsjöbäcken. Viss justering av dike 4 kan komma att behövas för att erhålla tillräcklig kapacitet i början på diket. Detta behov beror dock på var koppling till diket görs och bör därför studeras vidare i det fortsatta arbetet. Vägdagvattnet från den norra halvan av vägen behöver kunna rinna vidare längst med befintliga eller nya vägdiken vid befintliga grusvägar för att slutligen kunna ansluta till Galtaledsbäcken. En tillfällig eller alternativ lösning vore att skapa en översvämningsyta strax norr om planområdet på andra sidan av den befintliga grusvägen (Figur 18). Denna behöver dock kunna tömmas genom att leda vattnet vidare eftersom det sannolikt är lera i området och därmed låg infiltrationskapacitet.



Figur 18. Figur som visar möjlig översvämningsyta i norr samt hur avrinning för norra delen av vägen behöver gå.

Inom kvarteretsmark kan dagvattenrening och fördröjning exempelvis ske genom gröna tak, genomsläpplig beläggning och torrdamm. Efter hantering inom kvarteretsmark föreslås dagvattnet fördröjas och renas ytterligare i en våtmark (se uppskattat ytbehov i Figur 17). Våtmarken föreslås vara uppdelad i två: en fördamm/djupzon samt en efterföljande huvudvåtmark. Gestaltungs-förslag för våtmarken presenteras i Bilaga 3.

Efter våtmarken leds dagvattnet ut till dike 1 som ska leda vattnet vidare mot Bäsjöbäcken. För att detta ska vara möjligt krävs dock justering av dike 1 och delvis dike 2 så att dikesbotten i dike 1 får en jämn lutning söderut samt

ansluter till dike 2 (i dagsläget har dike 1 flera lågpunkter och ansluter till åkerdräneringen). Åkerdräneringen behöver också tas bort.

Skyfallshanteringens består främst i att skapa säkra rinnstråk genom höjdsättning av området. För att säkerställa att vatten vid skyfall inte rinner in till eventuell framtida grannfastighet söder om planområdet föreslås ett avskärande dike anläggas i planområdets kant (diket ses intill serviceväg i Figur 17). Våtmarken uppfyller också denna avskärande funktion, så diket behöver endast sträcka sig en bit.

Marken närmast föreslagen våtmark är inte lämplig att bygga på då våtmarken vid extremflöden kommer att översvämma. Våtmarken bör dock utformas så att översvämning främst sker mot dike 1 snarare än in mot kvarteretsmark. Skyfallshanteringens vid väg sker genom de föreslagna svackdikena på båda sidor av vägen. Föreslagen utformning (se avsnitt 9.1.2) förväntas kunna leda flöde motsvarande ungefär ett 100-årsregn.

Eftersom gröna och öppna lösningar föreslås erhålls en tröghet i systemet som ger mer tid att agera vid olyckor/utsläpp. Generellt rekommenderas att någon typ av oljeavskiljande funktion finns hos våtmarken, exempelvis nedsänkt utlopp eller oljeskärm. Om verksamheten hanterar miljöfarliga ämnen bör interna skyddsåtgärder upprättas.

Nedan har en sammanställning av för- och nackdelar med föreslagen hantering sammanfattats i Tabell 13.

Tabell 13. Sammanställning och för- och nackdelar med föreslagen dagvatten- och skyfallshantering.

Fördelar	Nackdelar
+ Föreslagna lösningar kan bidra med biologisk mångfald och vackra, gröna ytor	- Jämfört med konventionella lösningar (exempelvis underjordiskt magasin) krävs mer underhåll
+ Öppna lösningar innebär att det är lättare att se när underhåll krävs vilket minskar risken för att dagvattenlösningarna med tiden förlorar sin funktion	
+ Öppna lösningar ger bättre möjlighet att styra vilka ytor som översvämmas vid extrema regn	- Föreslagen hantering kan innebära viss ökning av dagvattenflödet (via vägen). Vilket i teorin kan vara negativt för recipienten, om denna är erosionskänslig.
+ Omhändertagande nära källan, vilket är enligt dagvattenplan samt innebär att ytterligare exploatering inom samma avrinningsområde får bättre möjligheter för sin dagvattenhantering.	

9.1 Lösningar inom allmän platsmark

Nedan beskrivs föreslagna lösningar inom allmän platsmark. Föreslagna dimensioner kan ändras i det fortsatta arbetet så länge tilltänkt funktion uppfylls.

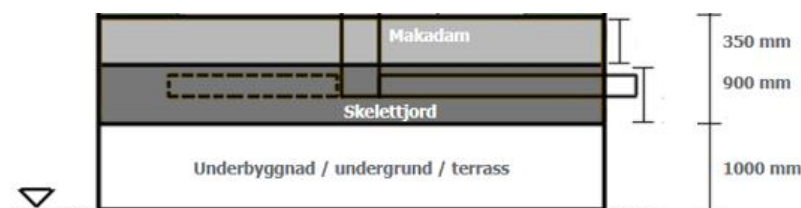
9.1.1 Skelettjord

Skelettjordar föreslås placeras längst den nya gatan för att rena och fördröja dagvattnet (se princip i Figur 19). Icke-näringsberikat biokol kan användas i skelettjordarna för att förbättra reningspotentialen ytterligare.

Totalt föreslås ca 500 m² skelettjord, vilket motsvarar en fördröjningsvolym om ca 105 m³. Hur mycket fördröjningsvolym som skapas i en skelettjord beror dock mycket på dess utformning. Ytan 500 m² skelettjord baseras på antagande om en uppbyggnad enligt Figur 20 nedan där makadamlaget antagits ha 30 % porvolym och skelettjorden ha en porvolym på 12 % (standardvärde i StormTac). Enligt Stockholm stads handbok (2017) för skelettjordar kan dock porvolymen i bästa fall uppgå till 30 % i skelettjorden, vilket då skulle ge ett mycket mindre ytbehov.



Figur 19. Principskiss av skelettjord.



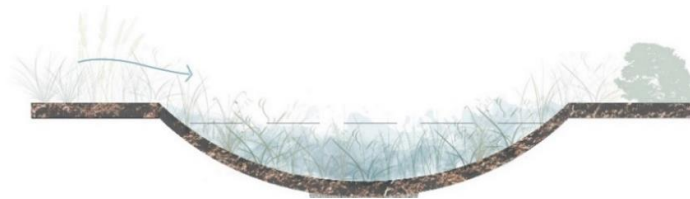
Figur 20. Antagen uppbyggnad av skelettjord (urklipp från StormTac).

Ett träd behöver ca 15 m³ skelettjord för att trivas (Stockholm stad, 2017). Under antagande att porvolymen är 15 % skulle då totalt ca 47 träd behöva planteras längst gatan. Det är därför vad som illustrerats i Figur 17 ovan. Det går dock självklart att göra större skelettjordar med större mellanrum. Huvudsaken är att de anläggs med relativt jämna mellanrum och så att vatten kan rinna in till dem. Det är viktigt att deras funktion för dagvattenhantering inte glöms bort i den fortsatta projekteringen.

Skötsel och underhåll av skelettjordar består i att regelbundet rensa brunnar för att säkerställa vatten- och syretillförseln till skelettjorden (SVOA, 2017a). Detta är extra viktigt om skelettjorden ligger under tät beläggning. Sedimenterade partiklar kan sätta igen porerna och reducera infiltrationskapaciteten och därigenom skelettjordens fördröjnings- och reningskapacitet. Därför kan, om föroreningsbelastningen är hög, hela eller delar av skelettjorden behöva bytas ut.

9.1.2 Svackdiken

För att skapa säkra skyfallsleder längst med gatan föreslås att svackdiken anläggs på vardera sida vägen. Ett svackdike är ett gräsbeklätt dike med flacka slänter, se Figur 21.



Figur 21. Principskiss för ett svackdike.

På den östra sidan ska svackdiket alltså kombineras med skelettjordarna. Det föreslås att svackdikena dimensioneras så att de har tillräcklig kapacitet att leda ett 100-årsflöde. Exempel på dimensioner visas i Tabell 14 nedan. Observera att vägdikena kommer att luta åt två håll: norrut eller söderut (enligt Figur 17). Totalt krävs ca 4 m av vägsektionen för dikena med den föreslagna utformningen. Den andel grönyta som redovisades i föreslagen vägsektion i Figur 3 i avsnitt 2.1 bedöms därmed som rimlig, men fördelningen behöver justeras om så att större andel av grönytan förläggs i östra respektive västra kanten av vägområdet istället för mellan väg och GC-bana. Föreslagen utformning av dikena kan mer än nog leda ett 100-årsregn så det finns möjlighet i senare skede att minska dikenas storlek. Utformningen bör studeras vidare i det fortsatta arbetet.

Tabell 14. Föreslagna dimensioner på svackdikena vid den nya vägen.

	Vägdike – västra sidan	Vägdike – östra sidan
Djup	0,25 m	0,25 m
Bottenbredd	0,5 m	0,5 m
Släntlutning	1:3	1:3
Bredd dikeskrön	2 m	2 m
Lutning	5 ‰	5 ‰
Flödeskapacitet	Ca 190 l/s *	Ca 190 l/s **

*Behöver klara ca 1/3 av det dimensionerande 100-årsflödet: ca 54 l/s norrut och ca 64 l/s söderut

** Behöver klara ca 2/3 av det dimensionerande flödet: ca 108 l/s norrut och ca 128 l/s söderut.

Ett förslag på utformning av dike 1 för anges i Tabell 15 nedan och ses i Figur 17. Flödeskapaciteten i det föreslagna diket motsvarar inte ett 100-årsflöde från kvarteretsmark och naturyta, men våtmarken kommer att fördröja flödet så denna kapacitet bedöms som tillräcklig. I Tabell 15 ses även ett förslag på utformning för det avskärande skyfallsdiket. Skyfallsdiket har nu utformats för lutning 6%, detta skulle innebära att det kan behövas erosionsskydd i kanten mot servicevägen. Båda dessa diken kan dock utformas på andra sätt, vilket bör studeras i det fortsatta arbetet.

Tabell 15. Föreslagna dimensioner på det avskärande skyfallsdiket som leder till våtmarken samt på dike 1 för att säkerställa avvattningen från våtmarken.

	Avskärande dike för skyfall	Dike 1
Djup	0,4 m	0,5 m
Bottenbredd	1 m	1 m
Släntlutning	1:3	1:3
Bredd dikeskrön	3,4 m	4 m
Lutning	Ca 6 ‰	Ca 1 ‰
Flödeskapacitet	2562 l/s	Ca 1682 l/s

Skötsel och underhåll av svackdiken innefattar gräsklippning, sedimentrensning, kontroll av erosionsskador samt kontroll av in- och utlopp (SVOA, 2017b). Efter sedimentrensning kan det finnas behov av att återetablera vegetation i delar av diket.

9.1.3 Våtmark

För att fördröja dagvattnet från kvartersmarken och från natuerytan till befintligt flöde (med hänsyn till trumma 1) föreslås att en våtmark anläggs intill kvartersmarken i planområdets södra kant. Våtmarken kommer att behöva anläggas delvis utanför planområdet och kommer helt ligga på allmän platsmark. Ytbehovet som redovisades i Figur 17 baseras på de dimensioner som ses i Tabell 16 nedan. Gestaltungs-förslag för våtmarken presenteras i Bilaga 3. Exakt utformning av våtmarken bör studeras i det fortsatta arbetet. De viktigaste parametrarna för reningen är längd:bredd-förhållandet samt den totala ytan. Det rekommenderas att det vid utloppet finns någon typ av bräddningsfunktion så att extrema regn snabbare kan ta sig vidare bort från planområdet.

Tabell 16. Föreslagna dimensioner på våtmarkens två delar.

	Fördamm/Djupzon	Huvudvåtmark
Längd:bredd-förhållande	1:2,5	1:5
Permanentdjup	0,8 m	0,5 m
Reglerdjup	0,5 m	0,5 m
Släntlutning	1:3	1:3
Yta vid fylld våtmark (slänkrön)	670 m ²	5300 m ²

En våtmark kräver regelbunden kontroll och skötsel för att upprätthålla sin fördröjnings- och reningsfunktion (SVOA, 2017c). Framförallt bör in- och utlopp kontrolleras och vid behov renas från skräp och sediment. Vegetationsutveckling, erosionsskador och bottensedimentets djup bör också kontrolleras. Den sistnämnda kontrollen är viktig för att avgöra när bottensedimentet behöver avlägsnas då detta beror på föroreningsbelastningen (SVOA, 2017c).

9.2 Lösningar inom kvartersmark

Nedan beskrivs några förslag på dagvattenlösningar som kan vara lämpliga att använda inom kvartersmark. Även andra lösningar kan vara möjliga så länge rening och fördröjning av 12 mm per hårdgjord yta erhålls.

Ur både renings- och flödessynpunkt är alla åtgärder som ökar grönytor och minskar hårdgjordheten positiv. Genomsläpplig beläggning på parkeringsplatser, gräsremsor mellan parkeringsplatser, gröna tak, torrdammar mm. kan alla vara lämpliga lösningar.

9.2.1 Torrdamm

Torra dammar, även kallade översvämningssytor, är nedsänkta grönytor som tillfälligt tillåts översvämmas för att skapa en fördröjning av dagvattenflödena (SVOA, 2017d, se Figur 22). En tillfällig vattenspiegel bildas genom att utloppet stryps. Dessa ytor kan bidra med rening av framförallt partikelbundna föroreningar. Det är viktigt att marken vid torrdammen täcks med vegetation så att erosion inte uppstår (SVOA, 2017d). Skötsel av gräsklädda torra dammar innefattar att gräs slås minst en gång per säsong och att skrymmande växtlighet (träd och buskar) inte tillåts växa på ytan (detta för att säkerställa att tillräcklig fördröjningsvolym för vatten finns).



Figur 22. Två foton på torrdammar: till vänster en vattenfylld (Boverket, 2019) och till höger en tom damm (Uppsala Vatten, u.å.).

9.2.2 Gröna tak

Ett grönt tak, det vill säga ett tak med vegetation, kan hjälpa till att reducera mängden dagvatten som uppstår inom kvartersmark. De kan utformas på många olika sätt och kan därmed bidra med flera positiva effekter utöver dagvattenhantering, bland annat öka biologisk mångfald, isolera mot kyla/värme samt bidra med grönska (se exempel i Figur 23). Beroende på vilken typ av vegetation som önskas på taket krävs olika substratdjup. Minsta djup för ett tak med *sedum* är 30 mm medan ett tak med örter och gräs, liknande en äng, kräver runt 100 mm (Pettersson Skog et al., 2017). Ett djupare substrat minskar behovet av gödsling, vilket annars tenderar att öka mängder näringsämnen, zink och kvicksilver i avrinningen från ett grönt tak. Ett tunt grönt tak (*sedum*-tak) kan sägas fördröja ca 5 mm nederbörd medan ett djupare substrat (mer än 15 cm tjockt) kan fördröja upp emot 20 mm (SVOA, 2017e). Genom att anlägga tillräckligt tjockt grönt tak kan fördröjningskravet

om 12 mm per m² hårdgjord yta uppnås för takytorna utan att ytterligare ytor behöver tas i anspråk.

Underhåll av ett grönt tak innefattar att vid behov ta bort grenar eller liknande, laga kala fläckar samt eventuellt bevattna och gödsla taket (Lindfors et al., 2014). Det är därför viktigt att det går att nå taket på ett säkert sätt.



Figur 23. Foto på grönt sedumtak. Källa: Haninge kommun.

9.2.3 Genomsläpplig beläggning

Stället för att använda asfalt på exempelvis parkeringsytor kan genomsläpplig beläggning vara ett alternativ för att minska avrinningen. Det finns olika typer, bland annat: vanligt grus, hålstensbeläggning, stensättning med genomsläppliga fogar, genomsläpplig asfalt, se exempel i Figur 24. Genom att välja en beläggning som har högre genomsläpplighet minskar avrinningen från ytan, vilket i sin tur minskar fördröjnings- och reningsbehovet. Någon infiltration ner till grundvattnet förväntas dock inte.

Viss reducering av föroreningar i dagvattnet kan erhållas, upp mot 50-90 % av partikelbundna och lösta föroreningar (SVOA, 2017f). Reningskapaciteten beror på materialet och dess genomsläpplighet och bärlager. Därmed minskar reningen med tiden då genomsläppligheten minskar.

Genomsläpplig beläggning passar särskilt på ytor som främst ska användas för gångtrafik men går även utmärkt att anlägga på ytor med högre belastning om bärlager och eventuellt även förstärkningslager anläggs i botten (SVOA, 2017f).

Beroende på beläggningstyp behövs olika typ av underhåll. Om hålstensbeläggning med gräs har anlagts krävs viss gräsklippning och om grus har lagts så krävs ogräsrensning (SVOA, 2017f). Genomsläpplig asfalt behöver högtryckspolning och vakuumsugning och rent generellt krävs ibland byte av fogmaterial som satt igen eller lagning om någon yta gått sönder.

Under vintern finns risk för isbildning som kan minska infiltrationskapaciteten och reningseffekten. Sandning bör inte ske med nollfraktion då det riskerar att

täppa igen hålrummen i beläggningen. Även saltning kan påverka infiltrationskapaciteten negativt då det försämrar markstrukturen och kan leda till igenslamning. Snöröjning kan också behöva ske särskilt varsamt för att inte förstöra beläggning med genomsläppliga fogar.



Figur 24. Exempel på betongraster med gräs på parkeringsplats (Vinnova, 2014)

9.3 Diskussion om planbestämmelser gällande dagvattenhantering

För att minska fördröjnings- och reningsbehovet inom och utanför kvartersmark kan andel hårdgjord yta minskas. Planbestämmelse för hårdgöringsgrad eller grönytefaktor kan användas för att uppmuntra till detta. Nedan visas ett räkneexempel för effekten av grönytefaktor på erforderliga fördröjningsvolym.

Exempel: Grönytefaktor 0,1

Grönytefaktorn är, enligt Boverket: "kvoten mellan den "ekoeffektiva ytan" och hela tomtens eller fastighetens yta" (2020). För mark och gräs är det funktionella värdet 0,4. Det vill säga, om gräsytan är 10 m² är den ekoeffektiva ytan 10x0,4=0,4 m².

Under antagande att grönytefaktorn enbart uppnås genom att ersätta del av den asfalterade ytan med gräsytor krävs ca 3,1 ha för att erhålla grönytefaktor 0,1 inom kvartersmarken. Baserat på detta fås en ny reducerad yta inom kvartersmark på 8,26 ha (jämfört med 10,4 utan grönyta). Det innebär att fördröjningsbehovet inom kvartersmark blir 991 m³, vilket är 261 m³ mindre än utan grönytefaktor. Fördröjningsbehovet utanför kvartersmark (i våtmarken) minskar till 1876 m³.

Alltså, genom att ha grönytefaktor 0,1 minskar fördröjningsbehovet inom kvartersmark med ca 20 % och fördröjningsbehovet utanför kvartersmark minskar med ca 30 %.

Utöver grönytefaktor rekommenderas att byggnad inte uppförs precis bredvid våtmarken. Detta för att skydda bebyggelsen mot översvämning när dimensionerande regn överskrids.

10 Slutsatser och rekommendationer

Denna utredning kan sammanfattas med följande slutsatser och rekommendationer:

- > För att klara renings- och fördröjningskravet om 12 mm fördröjning per m² hårdgjord yta behöver 1252 m³ fördröjas inom kvartersmark. Det kan exempelvis uppnås genom att anlägga en torrdamm, gröna tak och genomsläpplig beläggning.
- > Kapacitetskontroll av befintliga diken och trummor visade att:
 - > Det krävs justering av dike 1 för att leda dagvattnet från planområdet till de övriga befintliga diken
 - > Det kan krävas viss justering av dike 4 för att leda dagvatten från vägområdet.
 - > Trumma 1 med flödeskapacitet på ca 208 l/s begränsar utflödet från kvartersmark och naturområde. Det innebär att ytterligare fördröjning krävs inom allmän plats för dagvattnet från dessa ytor.
 - > För att fördröja dagvattnet tillräcklig för att inte överbelasta trumma 1 föreslås att en våtmark anläggs i kanten på planområdet. Utflödet från denna ska vara 156 l/s (motsvarar befintligt dimensionerade 20-årsflöde). Föreslaget läge innebär att en del av marken utanför plangräns kommer att tas i anspråk. Våtmarken ska inte ligga på kvartersmark.
- > För att hantera dagvatten från vägområdet föreslås fördröjning och rening i skelettjor dar motsvarande 105 m³ (enligt 12mm-kravet). Därtill föreslås att svackdiken placeras på vardera sida om vägen, främst för att avleda vatten vid skyfall. Vägområdet föreslås avvattnas dels till dike 4, dels till befintliga diken i norr. Avledningen norrut behöver studeras vidare.
- > Följande åtgärder föreslås för hantering av skyfall:
 - > Befintligt dike i kanten mot Domarberget föreslås behållas för att skydda planområdet mot skyfallsvatten från skogspartiet vid extrema regn.
 - > Ett avskärande dike föreslås finnas i kvartersmarkens/naturytans kant mot framtida grannfastighet (där inte redan våtmark avskärmar) för att inte skapa översvämningsproblem på denna fastighet (kallas för skyfallsdike i Bilaga 1 och 2).
 - > Utformningen av dike 1 har med föreslagen utformning flödeskapacitet om ca 2562 l/s. Detta är mindre än dimensionerande 100-årsregn från kvarter och naturområdet, men flödet vid ett 100-årsregn kommer även att avta genom fördröjning i våtmark. Dike 1 kan dock utökas, särskilt om det är sannolikt att ytterligare områden i framtiden kommer att avvattnas via diket.

- > Föreslagna svackdiken vid vägen klarar att leda ett dimensionerande 100-årsregn.
- > Föroreningsanalysen tyder på att föreslagen hantering ger möjlighet till god rening. Men för att förbättra föroreningssituationen ytterligare rekommenderas att den hårdgjorda ytan inom kvartersmark reduceras. Det skulle ge upphov till mindre mängd förorenat vatten.
- > Det är viktigt att majoriteten av dagvattnet från området kan rinna in via djupzonen till våtmarken. Detta innebär att det kan vara en fördel att uppföra byggnader i den västra kanten, likt skiss som visats i denna utredning. Dagvatten som uppkommer bakom byggnaden skulle då sannolikt inte vara lika smutsigt som det vatten som uppkommer på exempelvis parkeringsytor, och därmed skulle det vara mindre allvarligt om detta dagvatten skulle behöva rinna in i våtmarken längre ner än vid djupzonen.

11 Fortsatt arbete

I det fortsatta arbetet finns det ett antal punkter som är viktiga att jobba vidare med:

- > Täckdikning/åkerdränering behöver tas hänsyn till eller tas bort.
- > Grundvattennivån bör undersökas för att säkerställa lämpligt djup på våtmark och andra dagvattenlösningar.
- > Utformning och justering av diken behöver studeras i detalj:
 - > Anslutningen mellan våtmark och dike 1
 - > Anslutning mellan dike 1 och dike 2
 - > Utformning av vägdiken och hur de kombineras med skelettjor
 - > Anslutning mellan vägdike och dike 4 samt eventuell justering av dike 4
 - > Eventuell justering av befintliga diken i norr för att leda vägdagvatten mot Galtaledsbäcken
 - > Utformning av skyfallsdiket med hänsyn till slutlig höjdsättning.
- > Eventuell uppdimensionering av trumma 1 kan ses över i det fortsatta arbetet. Hänsyn bör tas till eventuell erosionskänslighet i Bäsjöbäcken. Denna känslighet är inte undersökt i dagsläget.
- > Fortsatt arbete bör även beröra våtmarkens utformning och val av lämpliga växter till denna.
- > Det är viktigt med ett nära samarbete med exploatörerna för att få en bra dagvattenhantering. Kvartersmarkens hårdgjordhet påverkar behovet av fördröjning på kvartersmark och i föreslagen våtmark samt påverkar den totala föroreningsbelastningen. Grönytor och genomsläppliga material minskar föroreningsmängderna.
- > Flytt av befintlig ledning behöver diskuteras (Skanova, se Figur 12).
- > Skötselplan med ansvarsfördelning rekommenderas tas fram för dagvattenanläggningarna i området.

12 Referenser

Boverket (2019). *Exempel på gröna lösningar för klimatanpassning i städer*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/praktiken/klimatanpassningar/exempel/> [2021-03-19]

Boverket (2020). *Grönytefaktor – räkna med ekosystemtjänster*. Tillgänglig: <https://www.boverket.se/sv/PBL-kunskapsbanken/Allmant-om-PBL/teman/ekosystemtjanster/verktyg/gronytefaktor/> [2021-03-25]

Haninge kommun (u.å.). *Hållbar dagvattenhantering: Råd, tips och inspiration för byggentreprenörer och ägare av småhus*. Tillgänglig: https://www.haninge.se/globalassets/forvaltningsspecifikt-globalt-innehall/stadsbyggnadsforvaltningen/dagvatten/slutversion_haninge_kommun_i_od_broschyr_a4_web.pdf [2021-03-19]

Havs- och vattenmyndigheten, Följder av Weserdomen Analys av rättsläget med sammanställning av domer, rapport 2016:30, 2016.

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

Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., (2017). *Grönatakhåndboken: Växtbädd och vegetation*. Tillgänglig: <http://gronatakhandboken.se/wp-content/uploads/2017/02/Gronatakhandboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf>. [2021-03-19]

SMHI (2003). *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*, Appendix 3.

Stockholm stad (2017). *Växtbäddar i Stockholms stad – en handbok 2017*.

Stockholm vatten och avfall (SVOA) (2017a). *Skelettjord*. Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/tradplanteringar/#!/skelettjord> [2021-03-25]

Stockholm vatten och avfall (SVOA) (2017b). *Svackdike*. Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/svackdike> [2021-03-25]

Stockholm vatten och avfall (SVOA) (2017c). *Dammar och våtmarker*. Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-stadens-allmanplats/oppna-anlaggningar/#!/dammar-och-vatmarker> [2021-03-25]

Stockholm vatten och Avfall (SVOA) (2017d). *Överdämningsytor/torra dammar*. Tillgänglig:

http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf [2021-03-19]

Stockholm vatten och avfall (SVAO) (2017e). *Vegetationsklädda tak*. Tillgänglig: <http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/tak/> [2021-03-29]

Stockholm vatten och avfall (SVOA) (2017f). *Genomsläpplig beläggning*. Tillgänglig: <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/gb.pdf> [2021-03-19]

Svenskt vatten (2011). *Hållbar dag- och dränvattenhantering*. Publikation P105.

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

Svenskt Vatten Utveckling (SVU) (2019). *Kunskapssammanställning Dagvattenkvalitet*. Tillgänglig: <http://vav.griffel.net/filer/svu-rapport-2019-02.pdf> [2021-03-15].

Trafikverket (2019). *PM Referensprovtagning i Bäckar. Väg E20, delen Bälinge-Vårgårda*.

Uppsala Vatten (u.å). *Dagvattenhantering, en exempelsamling*. Tillgänglig: https://www.uppsalavatten.se/globalassets/dokument/om-oss/verksamhet-och-drift/dagvatten_exempelsamling.pdf [2020-09-22]

Vinnova (2014). *Grågröna systemlösningar för hållbara städer. Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*.

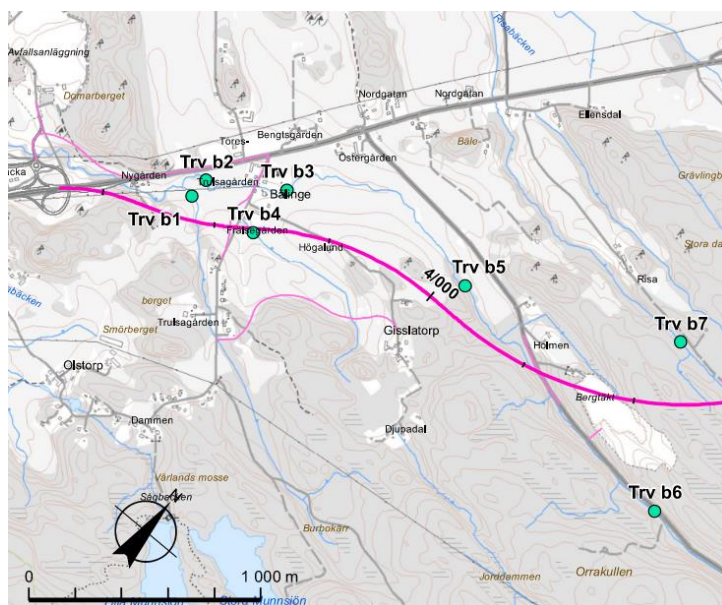
13 Appendix

13.1 Mätdata Bäsjöbäcken

Nedan i Tabell 17 presenteras en sammanställning av föroreningshalter uppmätta av Trafikverket i Bäsjöbäcken (se punkter i Figur 25). Stickproven togs under 2016 och 2017 samt enstaka prov under 2018. Fullständig redovisning av mätresultat finns i Trafikverkets rapport (2019).

Tabell 17. Sammanställning av mätdata från Trafikverkets mätningar i sex punkter i Bäsjöbäcken uppströms planområdet.

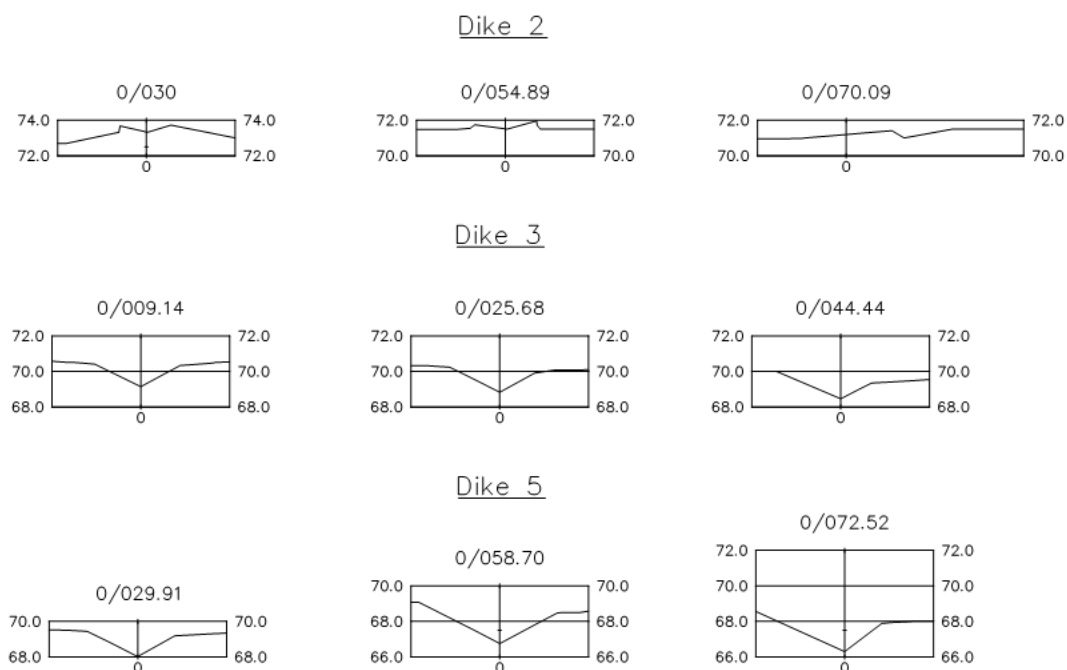
Ämnen	Enhet	Median Bäsjöbäcken
Suspenderade	mg/l	7
Fosfor	ug/l	27
Kväve	ug/l	696
Bly,	ug/l	0,2
Kadmium,	µg/l	0,02
Koppar,	µg/l	0,9
Krom,	µg/l	0,3
Nickel,	µg/l	0,6
Zink,	µg/l	3
Benso(a)pyren	mg/l	0,0001



Figur 25. Översikt av provpunkter i Bäsjöbäcken. Provpunkt Trv1 – Trv6 ingår i sammanställningen i Tabell 17. (Urklipp från Trafikverket, 2019)

13.2 Dikessektioner

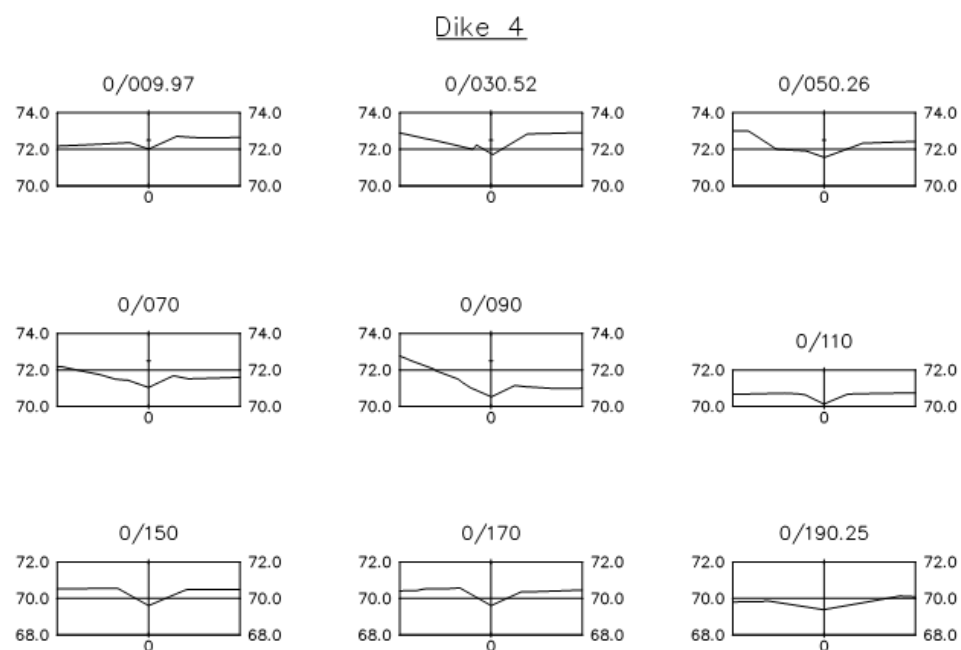
Befintlig dikekapaciteten är beräknad med Manningsformel för olika sektioner per dike. Nedan presenteras sektioner (Figur 26 och Figur 27) samt beräkningar (Tabell 18 och Tabell 19).



Figur 26. Sektioner längs med dike 2, 3 och 5.

Tabell 18. Flödeskapacitetberäkningar till dike 1, 3 och 5 enligt sektioner i Figur 26..

	Dike 2			Dike 3			Dike 5		
Sektion	30	55	70	10	25	45	30	59	45
P (m)	2,67	2,73	3,09	5,22	4,54	4,21	4,99	7,49	6,49
A(m ²)	0,48	0,32	0,61	2,75	2,13	1,69	2,58	5,75	4,46
R (m)	0,18	0,12	0,20	0,53	0,47	0,40	0,52	0,77	0,69
S	0,074	0,128	0,003	0,056	0,023	0,025	0,023	0,031	0,034
M	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Q (l/s)	832	548	228	8490	3901	2908	5041	16976	12808



Figur 27. Sektioner längs med dike 4

Tabell 19. Dikeskapacitetsberäkningar till dike 4 enligt sektioner i Figur 27.

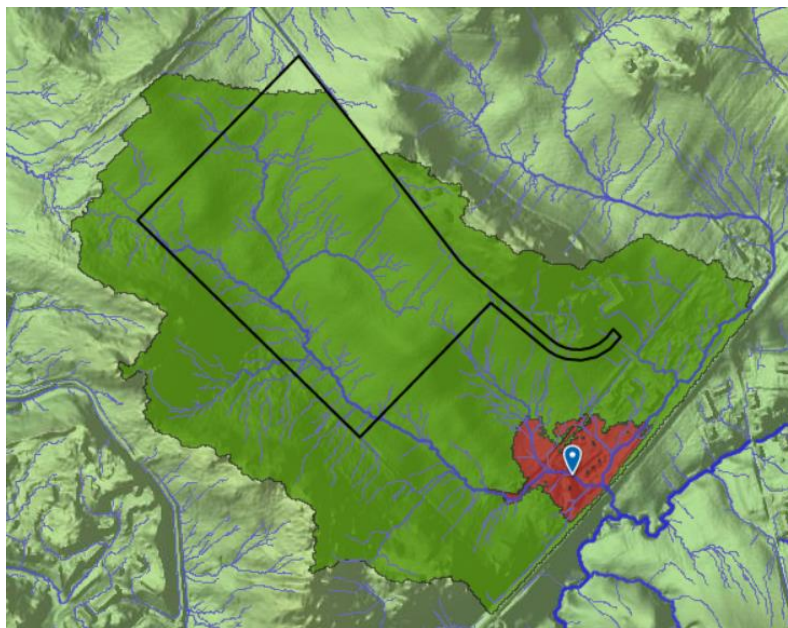
	Dike 4								
Sektion	10	30	50	70	90	110	150	170	190
P (m)	1,93	2,06	2,04	2,07	2,37	2,46	3,79	3,32	5,83
A(m ²)	0,31	0,47	0,33	0,37	0,53	0,57	1,4	1,10	1,37
R (m)	0,16	0,23	0,16	0,18	0,22	0,23	0,37	0,33	0,23
S	0,01 1	0,013	0,019	0,023	0,028	0,015	0,007	0,001	0,049
M	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Q (l/s)	192	400	270	356	653	527	527	380	2312

13.3 Befintliga flöden till trumma 3

Det befintliga flödet till trumma 3 från dess befintliga avrinningsområde beräknades med rationella metoden (som beskrevs i avsnitt 6). Avrinningsområdet erhöles från analys i SCALGO Live och approximerades som grönyta (se Figur 28). Indata och resultat ses i Tabell 20 nedan.

Tabell 20. Indata för beräkning av befintligt flöde till trumma 3 samt resulterande dimensionerande flöde.

Storlek på avrinningsområdet (ha)	44
Antagen markanvändning	Grönyta
Avrinningskoefficient	0,1
Uppskattad rinntid (min)	140
Beräknat dimensionerande flöde vid 20-årsregn (l/s)	210



Figur 28. Befintligt avrinningsområde till trumma 3.

13.4 Bedömning av föreslagen dagvattenhantering jämfört med mål och riktlinjer

I Tabell 21 nedan sammanställs bedömning av hur väl föreslagen hantering uppfyller riktlinjer och mål satta av Alingsås kommun.

Tabell 21. Bedömning av hur förslaget uppfyller mål, strategier, riktlinjer och krav enligt Alingsås dagvattenplan.

Riktlinje/Mål	Bedömning av föreslagen hantering
Alingsås dagvattenhantering är långsiktigt hållbar och bidrar till rena och livskraftiga sjöar och vattendrag, samt berikar Alingsås boende- och livsmiljöer	Gröna lösningar med god reningskapacitet bidrar till detta övergripande mål
Minimera uppkomst av översvämningar och motverka skador och kostnader för de översvämningar som inte kan undvikas.	Öppna lösningar ger bättre möjlighet för säker översvämning. Höjdsättning av området och våtmark blir dock avgörande.
Begränsa och så långt som möjligt förhindra uttorkning av vattendrag samt påverkan på grundvattnets nivå till följd av dagvattenhantering.	Hanteringen har ett fortsatt utflöde till samma recipient. Grundvattenbildningen kan eventuellt påverkas negativt då stora ytor kommer att hårdgöras. Men befintlig grundvattenbildning är sannolikt inte heller hög då området utgörs av lermark och dessutom har åkerdränering.
Bidra till att kommunens yt- och grundvattenskvalitet kan uppnå god vattenstatus eller motsvarade vattenkvalitet.	Dagvattenhanteringen möjliggör god rening och för vissa ämnen potentiell förbättring jämfört med dagsläget.
Alingsås dagvattensystem är säkra, långsiktigt funktionella och bidrar till estetiska, hälsofrämjande livsmiljöer, samt till biologisk mångfald i både stad och natur.	Föreslagen hantering ger möjlighet att gynna biologisk mångfald och skapa vackra lösningar. Natur och grönytor är också kopplat till psykisk hälsa.
Dagvatten ska i första hand omhändertas i hållbara dagvattenanläggningar som möjliggör infiltration, rening, fördröjning och trög avledning.	Infiltration ej möjlig men lösningarna möjliggör både rening, fördröjning och trög avledning
Anläggningar som krävs för att säkra funktionen i VA-huvudmannens dagvattensystem ska förläggas på kommunal mark.	Ja
Nya dagvattensystem ska dimensioneras utifrån funktionskraven i svenskt vattens publikation P110.	Ja
Ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett klimatkompenserat 100-årsregn.	Säkerställs genom höjdsättning samt genom öppna lösningar som kan översvämmas. Öppna diken har också god flödeskapacitet och föreslagna diken vid väg kan avleda ett dimensionerande 100-årsregn
Vid ny- och större ombyggnation ska fastighetsägare omhänderta 12 mm nederbörd i dagvattenhanteringar som möjliggör rening och fördröjning.	Volym har beräknats och exempel på lösningar har beskrivits (torrdamm, genomsläpplig beläggning, grönt tak).
Vid ny-och större ombyggnationer ställs krav på särskild rening beroende på dagvattnets förmodade föroreningsinnehåll och recipientens känslighet.	Föreslagen hantering ger rening enligt tabell 7.2 och 7.3 i kommunens riktlinjer.
Dagvatten ska nyttjas som en resurs för området.	Hanteringen innebär att dagvattnet kan nyttjas för biologisk mångfald och trivsel. Näringsämnen i dagvattnet kan nyttjas av växtlighet istället för att skapa problem i recipient.
Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och vid behov säkerställas.	Framkomlighet vid skyfall säkerställs genom höjdsättning.

14 Bilagor

14.1 Bilaga 1 –Dagvattenhantering

14.2 Bilaga 2 –Våtmark och diken

14.3 Bilaga 3 - Gestaltungsförslag



Bilaga 1: Föreslagen dagvattenhantering

Teckenförklaring

Höjdsättning

0.00 Befintliga höjder

0.00 Framtida höjder

Dagvattenhantering

Dagvattenanläggning på kvartersmark (12 mm/hårdgjord yta)

Träd med skelettjord

Svackdiken vid väg

Skyfallsdike

Justering av dike 1

Avrinningspilar

Serviceväg

Våtmark

Fördamm

Huvudvåtmark

Inlopp/utlopp

Vattendrag och diken

Befintliga diken

Vattendrag

Kvartersmark

Parkering

Asfaltsyta

Takyta

Kvartersmarksgräns

Allmän platsmark

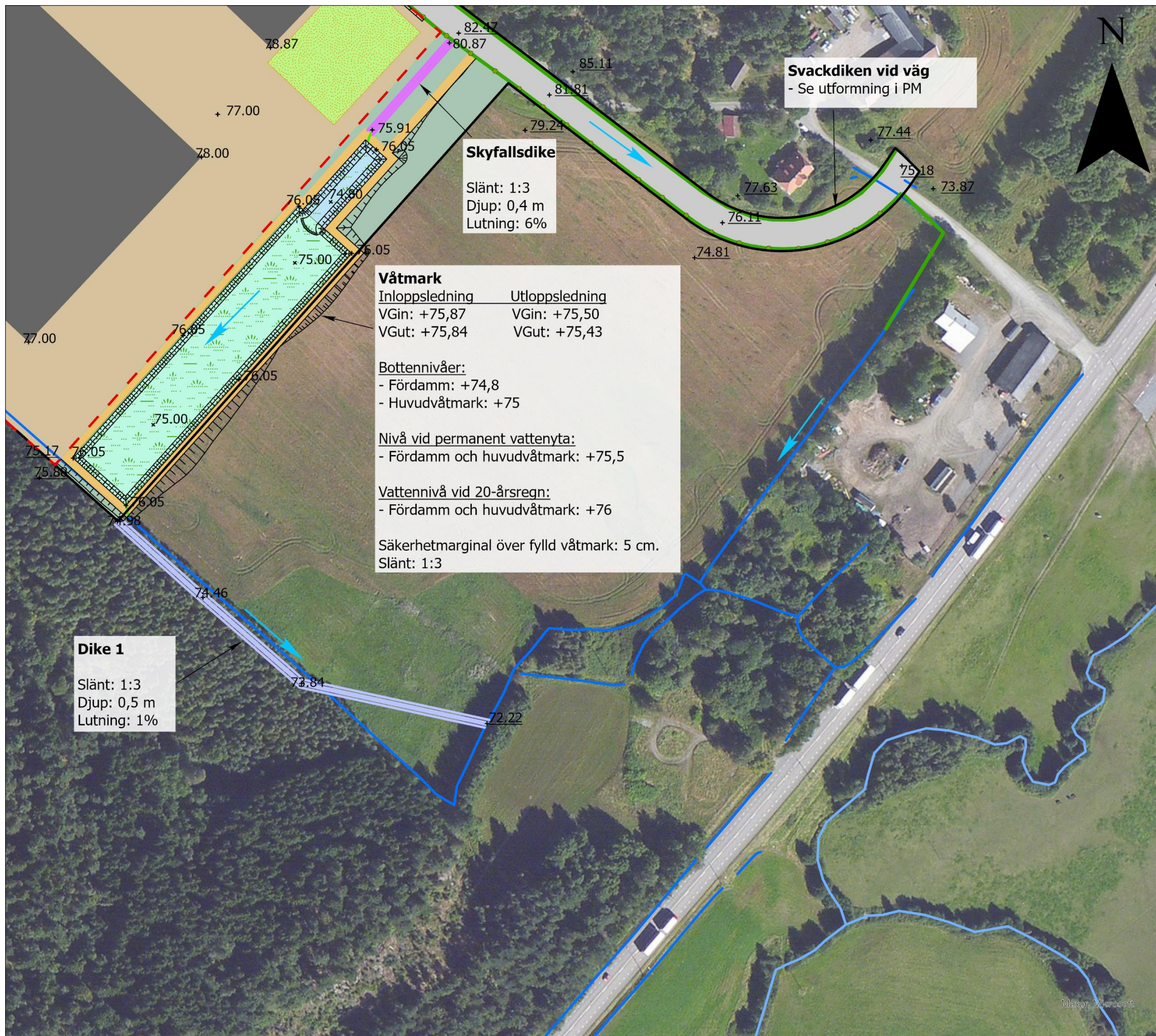
Gata med svackdiken

Natur

Planområde

För mer detaljer kring våtmarken se Bilaga 2

COWI



Bilaga 2: Våtmark och diken

Teckenförklaring

Höjdsättning

0.00 Befintliga höjder

0.00 Framtida höjder

Dagvattenhantering

Dagvattenanläggning på kvartersmark
(12 mm/hårdgjord yta)

Träd med skelettjord

Svackdiken vid väg

Skyfallsdike

Justering av dike 1

Avrinningspilar

Serviceväg

Våtmark

Fördamm

Huvudvåtmark

Inlopp/utlopp

Vattendrag och diken

Befintliga diken

Vattendrag

Kvartersmark

Parkering

Asfaltsyta

Takyta

Kvartersmarksgräns

Allmän platsmark

Gata med svackdiken

Natur

Planområde

COWI

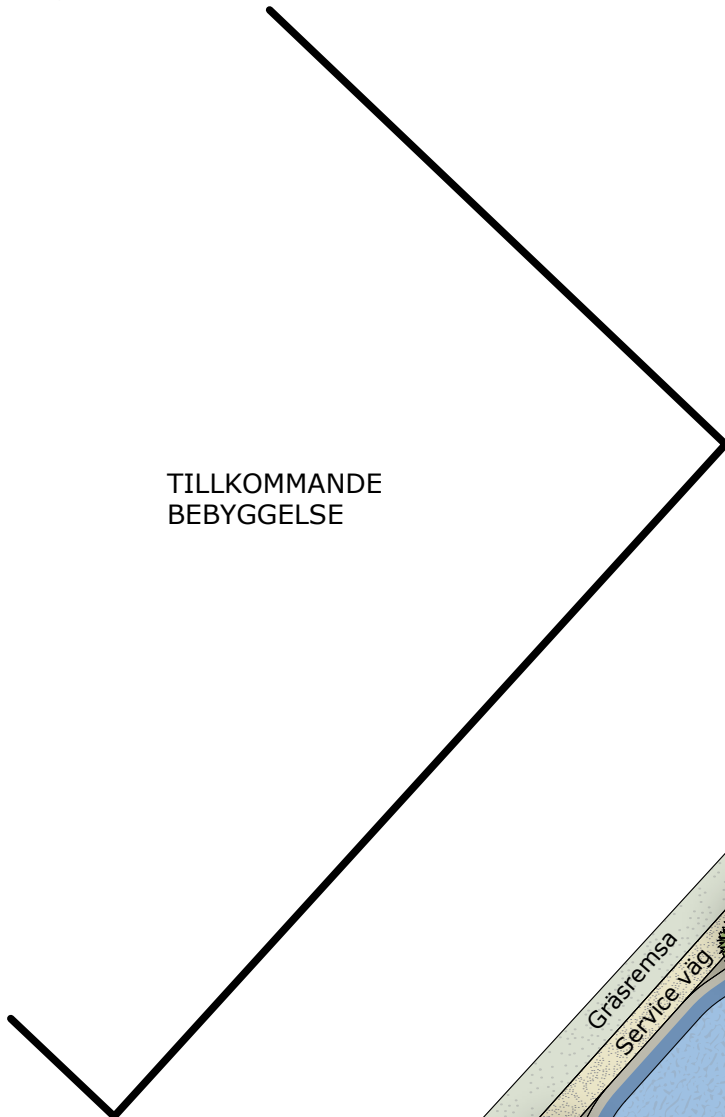


Norr

TILLKOMMANDE
BEBYGGELSE

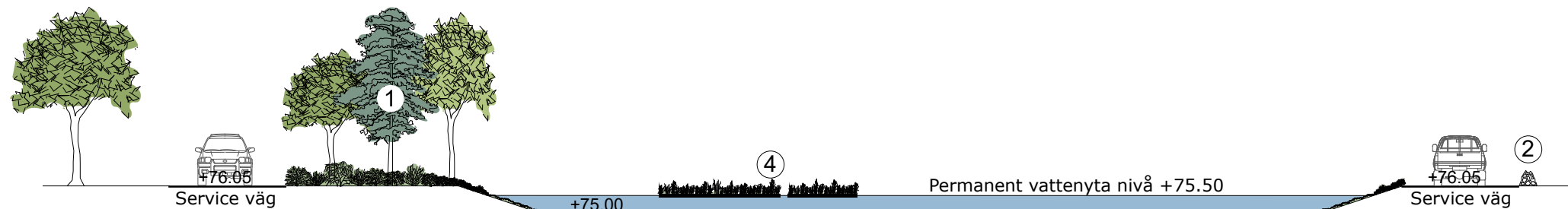
TILLKOMMANDE
BEBYGGELSE

BEFINTLIG
JORDBRUKSMARK



Illustrationsplan
Skala 1:1000

Sektion A-A
Skala 1:200



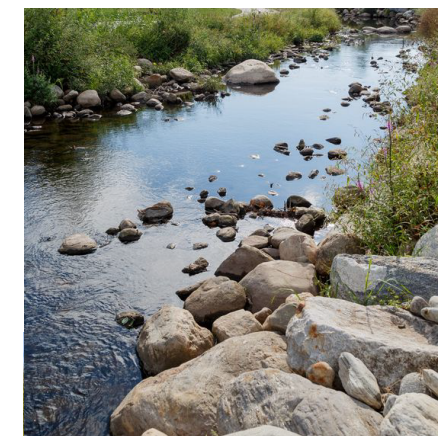
Bilaga 3 - Gestaltungsförslag Bälinge 6:16



1. Vattenbiotop



2. Stengärdsgård



3. Grupp av stenar



4. Flytande ekosystem