

Skövde Kommun

Norra Ryd Etapp 2 och 3

Dagvattenutredning till detaljplan



Uppdragsnr: 1060276 **Version:** 2
2021-09-17

Uppdragsgivare: Skövde Kommun
Uppdragsgivarens kontaktperson: Ingemar Frid
Konsult: Norconsult AB
Uppdragsledare: Malin Törnberg
Handläggare: Adam Dahlin
Kvalitetsgranskare: Herman Andersson

2	2021-09-17		Adam Dahlin	Malin Törnberg	Malin Törnberg
1	2019-11-15		Adam Dahlin	Malin Törnberg, Herman Andersson	Malin Törnberg, Herman Andersson
Granskningshandling	2019-04-08		Adam Dahlin	Malin Törnberg, Herman Andersson	Herman Andersson
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

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

Begreppsförklaring

Avrinningskoefficient: mått på hur stor del av ett område som bidrar till avrinning

Avrinningsområde: område från vilket vatten kan avledas genom självfall eller pumpning till en och samma punkt

Bräddning: alternativ avledning av vatten när ordinarie systems kapacitet överskrids

Dagvatten: ytligt avrinnande regn- och smältvatten

Dikningsföretag: en samfällighet som bildats för att förbättra markavvattning och vattenavledning, ofta för att skapa ny jordbruksmark

Dimensionerande varaktighet: en vald tid i minuter under vilken ett regn med en bestämd återkomsttid pågår, används för beräkningar och modelleringar

Dränvatten: vatten som avleds genom dränering

Dämning: avsiktlig eller oavsiktlig höjning av yt- eller grundvattennivå

Förbindelsepunkt: punkt där fastighetens ledningar kopplas till den allmänna anläggningen

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

Instängt område: Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall

LOD: Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD). En förkortning, som historiskt använts som ett samlingsnamn för olika typer av lokal hantering av dagvatten

Recipient: mottagare av dagvatten

Rinntid: Den maximala tid det tar för regn som faller inom avrinningsområdet att rinna till den punkt där allt dagvatten från området avleds. Rinntidens längd är en kombination av den sträcka det avrinnande vattnet skall tillryggälägga samt den hastighet vattnet har

Skibord/överfall: nivåreglerande konstruktion, där vatten rinner över en kant. Ett effektivt sätt att kunna reglera vattenytan uppströms

Återkomsttid: tidsintervall mellan regn- och avrinningstillfällen för viss given intensitet och varaktighet

10 mm fördröjning per reducerad ytenhet: Den volym som krävs för att fördröja 10 mm regnvatten över den yta som förväntas bidra med ytavrinning

Sammanfattning

Ett verksamhetsområde planeras i Norra Ryd, ungefär 6 km norr om Skövde centrum. Utvecklingsområdet är den andra och tredje etappen för Norra Ryd, varav den första etappen är utbyggd. Området planeras att omvandlas från ca 40 ha åker- och skogsmark till högexploaterade ytor med högre föroreningsbelastningar. Skövde kommun har tagit fram en övergripande strukturplan inför detaljplanering av utvecklingsområdet. Recipient för dagvattenavledning är Luttran.

Idag hanteras dagvattnet naturligt genom infiltration och avrinning till flera bäckar som finns inom planområdena. Jordlager inom planområdena består främst av sorterat friktionsmaterial. Bäckarna har stora avrinningsområden och kan vid kraftiga regn generera stora flöden. Inom delar av planområdena finns konstruerad dikning och markavvattning.

Förbehandling av dagvatten på kvartersmark rekommenderas om höga föroreningshalter riskeras. Enligt uppgift från Skövde kommun ska ett framtida 2-årsregn fördröjas på kvartersmark till motsvarande ett befintligt 10-årsregn på befintlig mark, motsvarande ca 10 mm på hårdgjord yta.

Avlednings föreslås att ske genom en kombination av dagvattenledningar och öppna diken. Den föreslagna lösningen inkluderar fyra våta dagvattendammar, varav en är planerad för etapp 2, och en torrdamm/infiltrationsdamm. För etapp 2 krävs en total fördröjningsvolym om 1400 m³ på allmän platsmark, och inom etapp 3 krävs 2150 m³. På grund av att slänterna kan vara lätteroederade intill bäckarna, främst i den norra delen av etapp 3 enligt uppgift från Skövde kommun, bör diken eller översilningsremsor anläggas på fastighetsmark och erhålla lutning mot bäckarna. Funktionen är att fördela yttlig avrinning från fastighetsmark till bäcken vid kraftiga regn. Ytterligare rekommenderas att samtliga utlopp till bäcken utformas med spridarfunktion eller erosionsskydd, exempelvis natursten.

Naturmarksavrinningen inom etapp 2, som med nuvarande höjdsättning avrinner genom planområdet, rekommenderas att avledas öster om planområdet om föreslagen planstruktur ska vara hållbar. En av bäckarna och ett dike inom etapp 3 behöver ledas om.

Genom att grovt uppskatta självfallsförhållanden inom planområdena och ange lägsta rekommenderade vattengångsnivåer bedöms flera kvarter kräva markuppfyllnad.

Innehåll

1	Inledning	1
1.1	Planerad exploatering/planförslag	1
1.2	Underlag	2
1.3	Dagvattenstrategi	3
2	Orientering	4
2.1	Recipienter	4
2.2	Skyddsvärda intressen	4
2.3	Geoteknik	5
2.4	Markavvattning	6
3	Befintlig dagvattenhantering	8
3.1	Befintliga dagvattenflöden	8
4	Föreslagen dagvattenhantering	10
4.1	Framtida dagvattenflöden	10
4.2	Erforderlig fördröjningsvolym	11
4.3	Principlösningar för dagvattenhantering	11
4.3.1	Avledning	11
4.3.2	Permeabla ytor	13
4.3.3	Fördröjningsdammar	14
4.3.4	Regnrabatt	16
4.3.5	Gröna tak	18
4.3.6	Översilningsytor	19
4.3.7	Slutna magasin	20
4.4	Föreslaget dagvattensystem	21
4.5	Föroreningsbelastning	22
4.6	Skyfall	23
4.6.1	Höjdsättning	25
5	Slutsats	26
6	Litteraturförteckning	27

Bilaga 1 Avrinningsområden och avrinningsvägar

Bilaga 2 Lösningförslag etapp 2

Bilaga 3 Lösningförslag etapp 3 norr

Bilaga 4 Lösningförslag etapp 3 syd

Bilaga 5 Skyfallskartering

Bilaga 6 Information om foton från platsbesök

Bilaga 7 Foton från platsbesök

1 Inledning

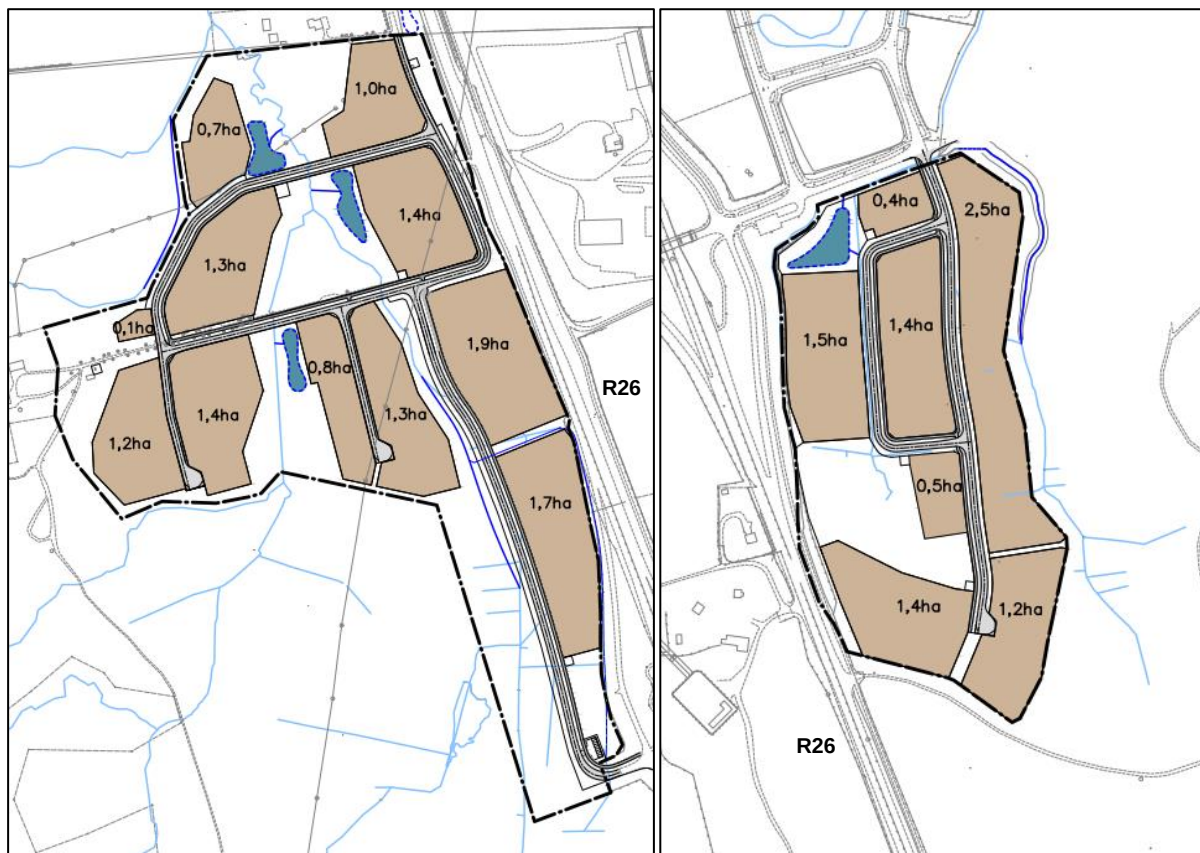
Ett verksamhetsområde planeras att upplåtas i Norra Ryd, ungefär 6 km norr om Skövde centrum, se Figur 1. Projektet är indelat i tre etapper varav infrastrukturen (bestående av vägar, ledningsstråk och höjdsättning) för etapp 1 är utbyggd. Då området kommer omvandlas från naturmark till högexploaterad verksamhetsmark med högre föroreningsbelastning, krävs rening och fördröjning av dagvattnet för att uppfylla Skövde kommuns riktlinjer angående dagvattenhantering. Föreliggande dagvattenutredning har klargjort befintliga och framtida dagvattenförhållanden, inklusive avrinningsområden, maxflöden och fördröjningsvolymerna för etapp 2 och 3. Förslag på lösningar har framtagits för att uppfylla riktlinjer och främja en hållbar dagvattenhantering.



Figur 1. Karta över utredningsområdet. Planområdena är markerade i rött (Skövdekartan, 2019).

1.1 Planerad exploatering/planförslag

Skövde kommun har tagit fram en övergripande strukturbild för etapp 2 och 3 inom utvecklingsområdet, se Figur 2. Etapp 2 och 3 är belägna öster respektive väster om R26 som går genom det framtida verksamhetsområdet i nordlig riktning.



Figur 2. Strukturplan framtagen av Skövde kommun.

1.2 Underlag

- Höjddata DEM (TIF), mottaget 2016-12-15
- Höjddata DEM (ASC), mottaget 2019-02-14
- Ortofoto (TIF), mottaget 2019-03-19
- Grundkarta (DWG), mottaget 2019-01-11
- Höjdkurvor (DWG), mottaget 2019-01-11
- Elledning (DWG), mottaget 2019-02-11
- Information angående markavvattnings, kommunikation mellan Länsstyrelsen och Skövde kommun via e-post, mottaget 2019-02-11
- Planskiss och plangräns (DWG), 2021-05-11
- Höjdmodell gata och kvartersmark (XML), mottaget 2021-05-17
- Höjddata (XML), mottaget 2021-05-24

1.3 Dagvattenstrategi

Skövde kommun har utvecklat riktlinjer för hur dagvattnet ska hanteras inom kommunen (Skövde kommun, 2011). Vid exploatering ska inte dagvattnets kvalitet påverka människan eller naturen negativt. Föroreningar ska därmed begränsas i så stor omfattning som möjligt. Hänsyn måste tas till vattenbalansen så att inte grundvattennivåer riskerar att drastiskt förändras. För att uppnå ovannämnda mål ska dagvatten hanteras så nära källan som möjligt, med betoning på LOD-tekniker (lokalt omhändertagande av dagvatten). Valet av LOD-tekniker ska ta hänsyn till samtliga förutsättningar för optimal dagvattenhantering. Följaktligen strävar Skövde kommun efter utförlig och regelbunden skötsel av gator, parkeringar, parker och dagvattenanläggningar för att uppnå en god miljö och effektiv drift av dagvattensystem. Framtidsvisionen inkluderar att dagvattnet ska utgöra en resurs vid kommunens byggande och att närhet till naturen eftersträvas. Om markförhållanden eller andra förutsättningar inte förhindrar LOD-teknik vid nyexploatering bör inte dagvatten avledas i ledningar. Är LOD inte möjligt att applicera ska dagvattnet avledas i öppna lösningar och inkludera fördröjning.

Skövde kommun har framtagit en bedömningsmatris som väger markanvändning mot recipientens känslighet, och som rekommenderar hur omfattande rening som krävs, se Tabell 1.

Tabell 1. Bedömningsmatris för behandling av dagvatten till recipienter (Skövde kommun, 2011).

Markanvändning	Mycket känsliga recipienter	Känsliga recipienter	Mindre känsliga recipienter
<u>Låga föroreningshalter</u> Villaområden och parker, naturmark och mindre P-platser med liten omsättning.	Ej behandling	Ej behandling	Ej behandling
<u>Måttliga föroreningshalter</u> Bostadsområden (flerfamiljshus) samt verksamhetsområden med liten miljöpåverkan	Viss behandling	Ej behandling	Ej behandling
Trafikytor utom huvudvägnätet	Viss behandling	Viss behandling	Ej behandling
P-ytor ca: > 50 P-platser med liten omsättning	Behandling	Viss behandling	Viss behandling
<u>Höga föroreningshalter</u> Genomfarter/Huvudvägnät	Behandling/ oljeavskiljning	Behandling	Viss behandling
P-ytor > 50 P-platser med stor omsättning samt verksamhetsområden med stor miljöpåverkan	Behandling/ oljeavskiljning	Behandling/ Oljeavskiljning	Behandling

Skövde kommuns dagvattenriktlinjer anger om behandling, viss behandling eller ingen behandling krävs till recipienter med varierande känsligheter. Då dagvattenriktlinjerna ej ger information om recipienter, känsligheter eller vad som klassas som behandling och viss behandling har en platsspecifik bedömning utförts, se kapitel 4.5.

2 Orientering

2.1 Recipienter

Utvecklingsområdet i Norra Ryd avvattnas idag genom naturlig infiltration och ytlig avrinning samt genom konstruerad avvattningsbäck till bäckar i nordlig riktning. Bäckarna sammankopplas nedströms och ansluter till recipienten Luttran. Luttran flödar i en nordöstlig riktning och ansluter slutligen med Ösan.

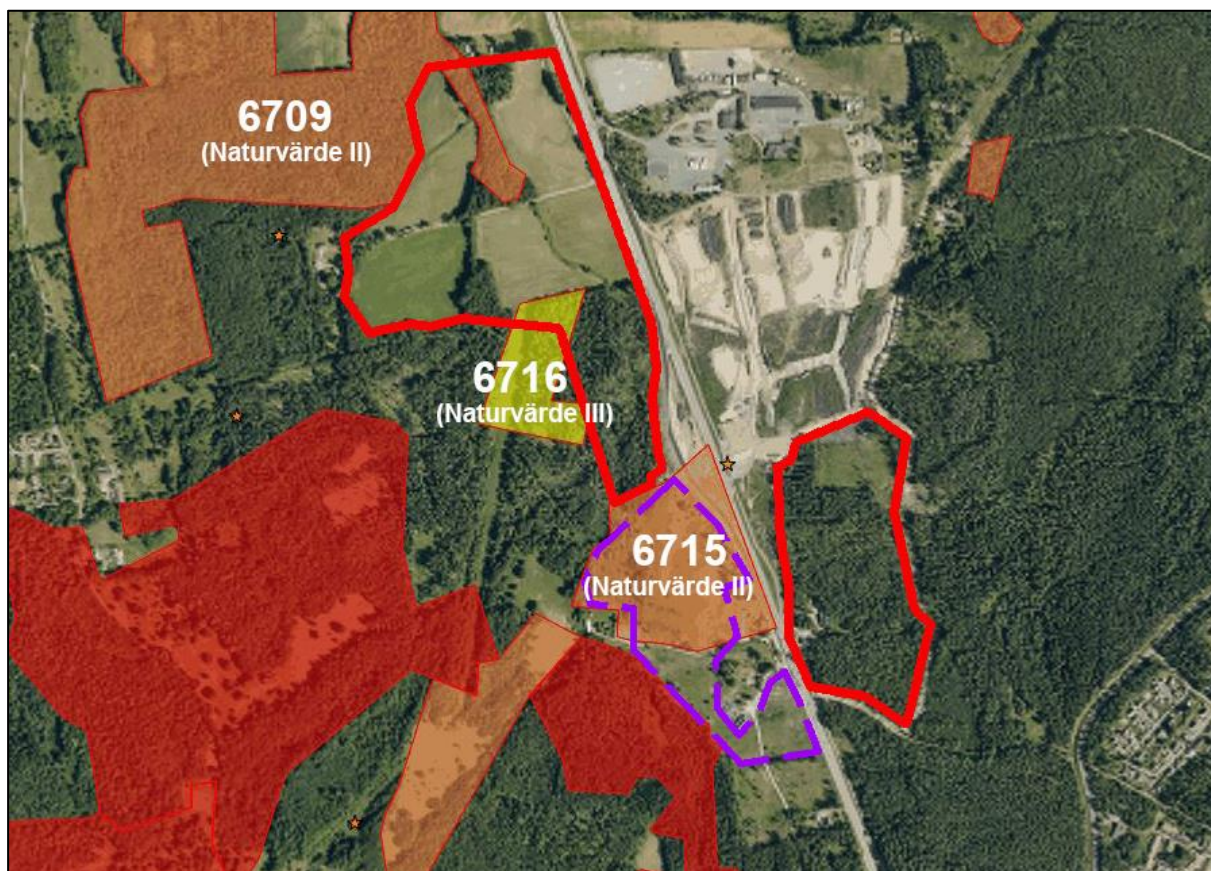
År 2000 införde Europaparlamentet ramdirektivet för vatten (2000/60/EC), även kallat Vattendirektivet, med målsättningen att uppnå vattenkvalitet av god status inom hela EU. För att uppnå god vattenstatus sätts kvalitetsmål i form av s.k. Miljökvalitetsnormer (MKN) för vattenförekomster.

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

Enligt Vatteninformationssystem Sverige (VISS, 2019-01-22) är den ekologiska statusen i Luttran klassad som måttlig och målet är att uppnå god ekologisk status 2021. Konnektiviteten har fått tidsundantag till 2021 på grund av att dammar och andra hinder hindrar organismer från att vandra i vattensystemet. I dagsläget är kostnaderna för att lösa detta problem orimliga och administrativa resurser är otillräckliga. Recipienten har naturliga nivåer angående näringsämnen och en hög förurningsstandard. Den kemiska statusen uppnår ej kravet om god kvalitet. Undantag med mindre stränga krav har satts för den kemiska statusen angående kvicksilver och bromerad difenyleter på grund av atmosfärisk deposition. Det anses vara tekniskt omöjligt att sänka dessa halter med lokala åtgärder. Den kemiska statusen, exklusive kvicksilver och bromerad difenyleter, är ej klassad.

2.2 Skyddsvärda intressen

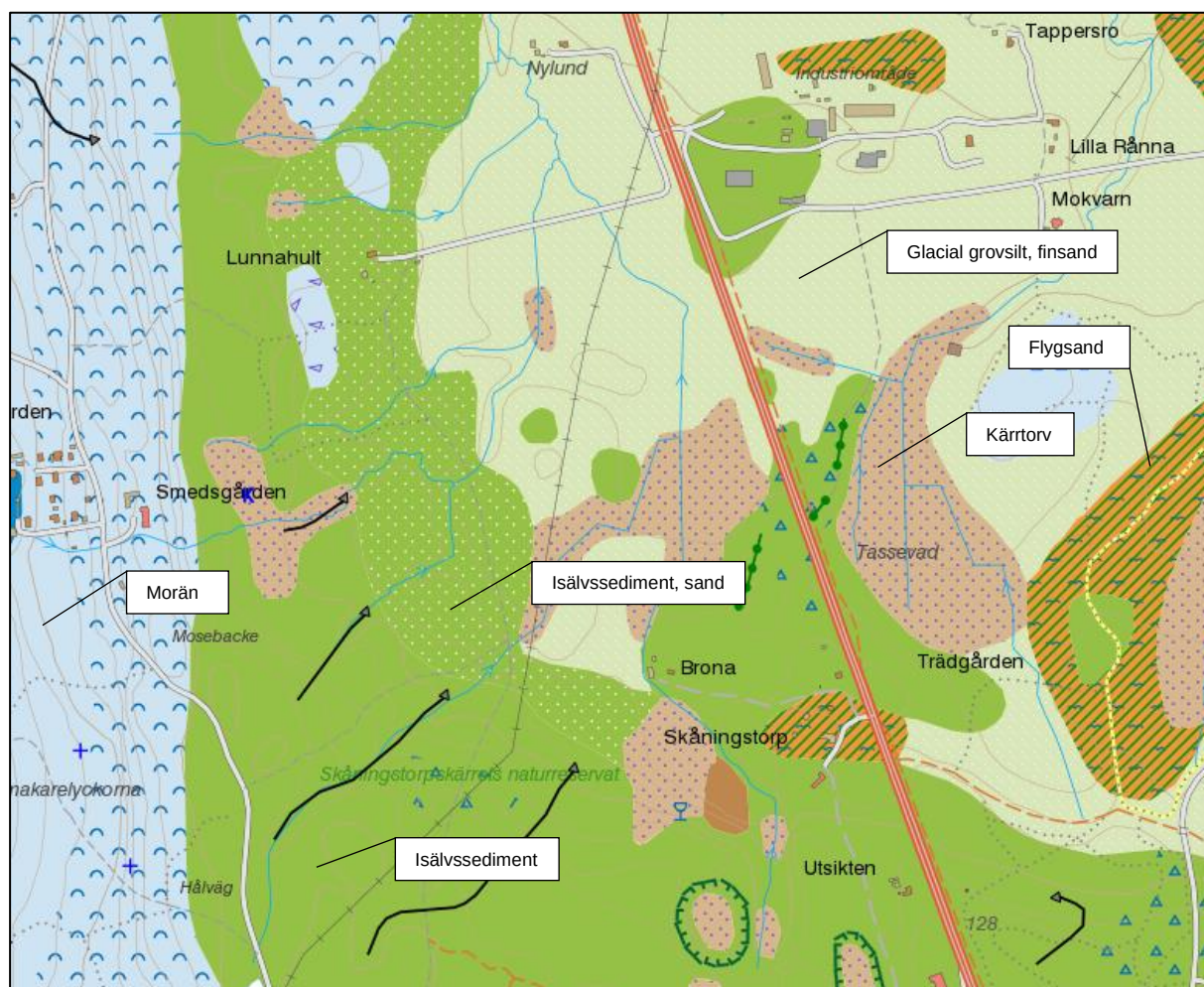
Områden med höga naturvärden har inventerats och ingår i naturvårdsprogrammet för Skövde kommun, se Figur 3. Inom och i angränsning till planområdet för etapp 2 och 3 har tre naturvärden observerats. Naturvärde 6709 består av lövmarker med rik markflora. Genom området rinner ett par bäckar och stundtals finns källor. Naturvärde 6716 utgörs av tidigare gammal åkermark på sandiga jordlager som med tiden har utvecklats till ljunghedsmark och torrbackar. Naturvärde 6715 består av två åkermarker på sandig mark. De öppna delarna är rika på torrängsväxter och i de södra och nordöstra utkanterna finns lundartade partier.



Figur 3. Översikt på områdena i naturvårdsprogrammet inom och i angränsning till planområdena för etapp 2 och 3. Levererad av Skövde kommun.

2.3 Geoteknik

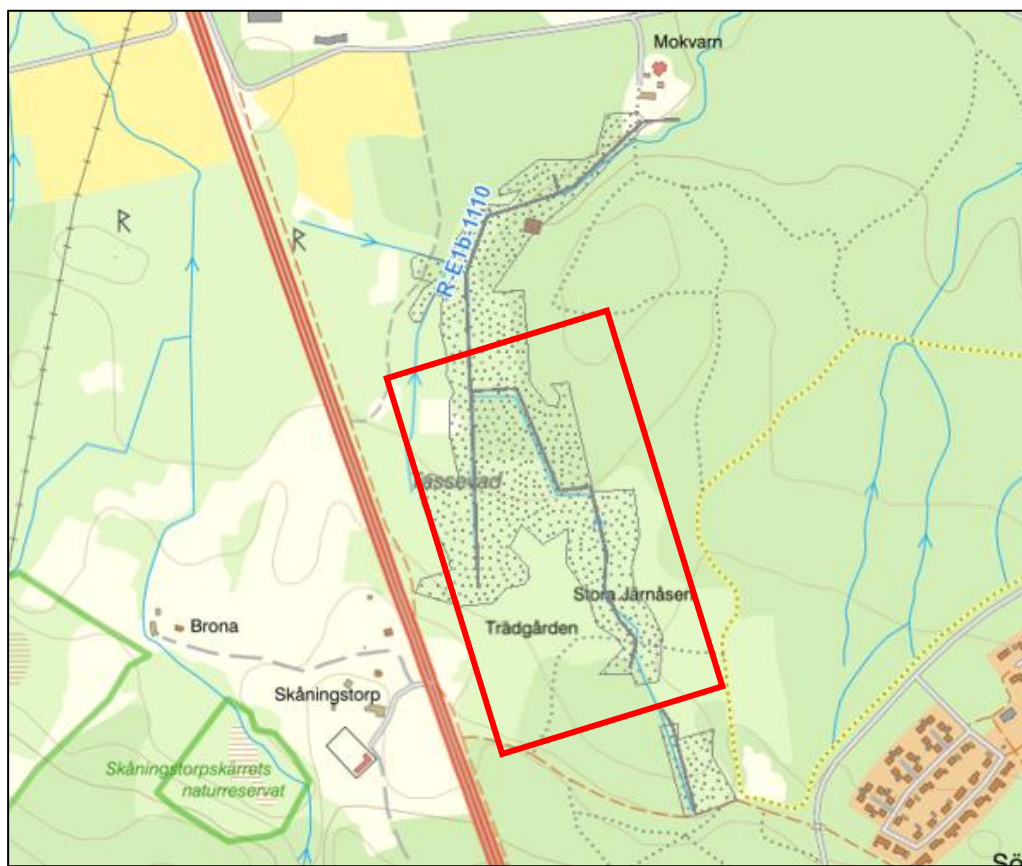
Organisationen Sveriges geologiska undersökning har en databas som inkluderar sex provtagningspunkter för jordlagerföljd inom utbredningsområdena för etapp 1 och etapp 2, se Bilaga 1. Observationerna är utförda genom sonderingar och skärningar (spadgrävd provgrop). Samtliga provpunkter har ett ytlager med högre halt organiskt material följt av friktionsmaterial. Resultaten tyder på att friktionsmaterialet är sorterat med grövre fraktioner ytligt, grus och sand, och finare kornstorlekar vid 1-3 m djup, bestående av silt. Sonderingspunkten BMW052314 visade ett 0,6 m mäktigt lerlager vid 6 m djup. De två djupaste sonderingarna visade att det sorterade materialet underlagras av ytterligare ett friktionslager, bestående av sand och block. Skövde kommun har gett ett utlåtande om att slänterna intill bäckarna kan vara lätteroderade, med högst risk i den norra delen av etapp 3. Jordarna i den norra delen av etapp 3 är mycket kalkrika enligt Skövde kommuns naturvårdsprogram.



Figur 4. Jordartskarta (SGU,2019)

2.4 Markavvattning

Enligt Länsstyrelsens kartverktyg finns ett dikningsföretag inom utredningsområdet, Trädgårdens DF av år 1945, se Figur 5. Dikningsföretaget har avvecklats och påverkar inte längre planområdet (Vänersborgs tingsrätt, 2017). Inga ytterligare kända markavvattnings- eller dikningsföretag är belägna inom eller i närheten av planområdena. Planstrukturen innebär exploatering på utdikade områden.



Figur 5. Trädgårdens DF markerat med grå linje, båtnadsområdet prickmarkerat. Röd rektangel markerar ungefärligt planområdet etapp 2 (Länsstyrelsen, 2019).

3 Befintlig dagvattenhantering

Detaljplanen för etapp 2 och 3 omfattar ca 13 ha respektive 26 ha naturmark. Utvecklingsområdet avvattnas idag genom naturlig infiltration och ytlig avrinning till bäckar som flödar i nordlig riktning. Inom båda planområdena finns även konstruerade avvattningsdiken. Avrinningsområdena som idag avrinner genom etapp 2 och etapp 3 illustreras i Bilaga 1 och utgörs av ca 25 respektive 365 ha naturmark. Stora områden utgörs av mark med kraftig lutning.

Ett fältbesök 2019-03-06 klargjorde flera lokala osäkerheter, exempelvis hur blöt marken är och höjdskillnader. Det snöade och temperaturen var 0 °C. Innan platsbesöket var det en period av minusgrader vilket kan ha orsakat tjäle. Foton från fältbesöket redovisas i Bilaga 7 och Bilaga 6 illustrerar var bilderna är tagna. Nedanstående beskrivning hänvisar till bilder i Bilaga 7.

Avrinningsområdet till etapp 2 avleds genom en 600 mm betong trumma (Bild 3). Ett markerat högspänningsledningsstråk observerades (Bild 5) och avgränsar den östra och södra delen av etappen. Marken i Bild 6 och 7 var vattenmättad vid platsbesöket och upplevdes som en våtmark. Längs med den östra avgränsningen, där flera avrinningsvägar sammanfaller, finns en lågpunkt som har ackumulerat vatten (Bild 9 och Bild 10). Nedanför den kraftigare slänten inom planområdet, i nordlig riktning, observerades en oregistrerad brunn som tre bäckar avrinner till (Bild 11 och Bild 12). En dagvattenledning antas vara anlagd längs med den nordliga avrinningsvägen för att avtappa lågpunkten som är belägen vid brunnen. Längden på ledningssträckan är okänd. Vattennivån i brunnen antas därmed överensstämma med nivån i bäcken norr om brunnen (Bild 13).

Vägtrumman i den östra bäckfåran inom etapp 3 mättes i fält till 650 mm (Bild 19). I den västra bäckfåran observerades 4 vägtrummor, anlagda på olika höjder. Vägtrumman med lägst vattengång mättes till 300 mm. Hela trumman var belägen under vattenytan och halva trumman var fylld med sediment. Även en bräddningsvägtrumma med dimensionen 400 mm hade under platsbesöket ett flöde. Ytterligare två parallella bräddningstrummor med dimensionerna 300 mm är belägna på en högre nivå och erhöll inget flöde. Samtliga vägtrummor är plastledningar. Vattennivån vid utloppet var vid platsbesöket ca 0,3 m lägre än de parallella vägtrummornas vattengång. Efter att de två bäckfåror ansluter erhåller bäcken en meandrande form (Bild 20). Bäcken som ansluter nedströms vägtrumorna hade vid platsbesöket ett betydligt lägre flöde, vilket grovt uppskattat överensstämde med storleken på avrinningsområdena, se avrinningsområde D i Bilaga 1. Avrinningsområde B erhöll ett lägre flöde än avrinningsområde C vid vägtrumorna, vilket kan förklaras av en damm som är belägen uppströms bäcken inom avrinningsområde B. En vägtrumma under riksväg 26 observerades och illustreras i Bild 26.

All åkermark var blöt under platsbesöket och visade egenskaper som trög avrinning och hög ytlagringskapacitet. Mest sannolikt en konsekvens av tjäle från den kalla natten innan platsbesöket och begränsad infiltrationskapacitet.

3.1 Befintliga dagvattenflöden

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

$$Q = A\varphi i \quad (\text{Ekvation 1})$$

q = flöde [l/s]

A = avrinningsområdets totala yta [ha]

φ = avrinningskoefficient [–]

i = dimensionerande regnintensitet [l/(s, ha)]

Det dimensionerande flödet från respektive avrinningsområde erhålls då hela området bidrar med avrinning, d.v.s. då den mest avlägsna punkten inom avrinningsområdet bidrar med avrinning. Den yta som bidrar till avrinning kallas den reducerade arean och erhålls genom att en avrinningskoefficient multipliceras med den totala ytan. Avrinningskoefficienten uttrycker hur stor del av nederbörden som avrinner på ytan efter infiltration och ytvattenlagring etc. Svenskt vatten rekommenderar en avrinningskoefficient mellan 0 och 0,1 för skogsmark. På grund av mark med hög lutning mot planområdena, och en antagen högre grundvattennivå, har avrinningskoefficienten 0,1 använts för flöden på skogsmark/åkermark inom planområdena.

Den dimensionerande rinntiden inom varje område sätts lika med regnvaraktigheten, varvid det dimensionerande flödet (Q) erhålls. Rinntiderna har uppskattats genom Svenskt Vattens publikation P110 rekommenderade vattenhastigheter i olika ledningssystem och Mannings ekvation, se nedan.

$$v = MR^{2/3} \sqrt{S/1000} \quad (\text{Ekvation 2})$$

v = hastighet [m/s]

M = konstant för ytmaterial

R = vattendjup (0,005) [m]

S = lutning [‰]

Dagvattnet inom etapp 2 och 3 rekommenderas att fördröjas i flera dammar vilket erfordrar olika rinntider för respektive damm. Befintliga flöden är därmed baserade på delområden till föreslagna dammar, vilka redovisas i Bilaga 2 och Bilaga 3. I föreliggande utredningen har etapperna indelats i kvarter för enklare benämning. Delområden redovisas i Tabell 2. Kvarteren illustreras i Bilaga 2–4. Uträknade flöden vid ett 10-årsregn och respektive delområde redovisas i Tabell 3.

Tabell 2. Ingående kvarter i respektive etapp och avrinningsområde.

Delområde	Etapp	Kvarter
1	2	1–7
2	3	1–3
3	3	5–8
4	3	5
5	3	4

Tabell 3. Maxflöden från respektive delområde, se Tabell 2. Maxflödena gäller för ett 10-årsregn.

Delområde	Områdestyp	Area [ha]	k	Reducerad area [ha]	Rinntid [min]	Intensitet [l/s ha]	Maxflöde [l/s]
1	Naturmark	12,6	0,1	1,26	50	81	102
2	Naturmark	5,7	0,1	0,57	50	81	46
3	Naturmark	6,3	0,1	0,63	40	95	60
4	Naturmark	1,5	0,1	0,15	25	131	20
5	Naturmark	2,5	0,1	0,25	20	151	38

4 Föreslagen dagvattenhantering

Föreliggande exploateringsförslag kommer leda till förändrade dagvattenflöden. I framtiden väntas även klimatförändringar leda till förändrade dagvattenflöden, varför det också bör beaktas vid dimensionering av framtida dagvattensystem. En faktor för klimatförändringen om 1,2, enligt överenskommelse med Skövde kommun, har multiplicerats med regnintensiteten. Nedan följer förslag till en hållbar dagvattenhantering med hänsyn till de framtida förutsättningarna.

Enligt överenskommelse med Skövde kommun baseras flödesberäkningar på ett framtida 10-årsregn och fördröjningsvolymen har dimensionerats för att fördröja ett framtida 10-årsregn till ett 10-årsregn på befintlig åker- eller skogsmark. Ett framtida 2-årsregn ska fördröjas till motsvarande ett 10-årsregn på befintlig åker- eller skogsmark inom tomtgräns.

4.1 Framtida dagvattenflöden

Beräkningen av framtida dagvattenflöden följde samma metod som beskrivs i kapitel 3. Avrinningskoefficienter har baserats på en föreslagen strukturplan, framtagen av Skövde kommun, se kapitel 1.1. Framtida dagvattenflöden redovisas i Tabell 4 och har avgränsats enligt Tabell 2. Se även Bilaga 2–4.

Tabell 4. Dimensionerande flöden från respektive framtida delområde. Flödena är beräknade med ett framtida 10-årsregn.

Delområde	Områdestyp	Area [ha]	k	Reducerad area [ha]	Regnvaraktighet [min]	Intensitet [l/s ha]	Maxflöde [l/s]
1	Verksamhet	10,8	0,7	7,6	20	181	1370
	Naturmark	1,8	0,1	0,2	20	181	33
							1402
2	Verksamhet	5,7	0,7	4,0	15	217	865
3	Verksamhet	7,1	0,7	5,0	15	217	1078
4	Verksamhet	0,7	0,7	0,5	10	274	134
5	Verksamhet	2,5	0,7	1,8	10	274	480

Bäckarna som rinner genom planområdena har stora avrinningsområden och följaktligen stora flöden. Flöden i bäckarna vid ett befintligt 10-årsregn respektive 100-årsregn redovisas i Tabell 5.

Regnintensiteterna som har använts är enligt Figur 4.4 i Svenskt Vattens publikation P110 och avser större avrinningsområden av blandad naturmark. Avrinningsområde A avser naturmarksområdet i etapp 2 och avrinningsområde B, C och D avser naturmarksområdena i etapp 3. Avrinningsområden och rinnvägar illustreras i Bilaga 1.

Tabell 5. Naturmarksflöden genom planområdena vid ett 10-årsregn och 100-årsregn enligt Figur 4.4 i Svenskt Vattens publikation P110.

Avrinnings- område	Area [ha]	Intensitet 10-årsregn [l/s ha]	Flöde 10-årsregn [l/s]	Intensitet 100-årsregn [l/s ha]	Flöde 100-årsregn [l/s]
A	25	18	450	43	1075
B	205	5	1025	13	2665
C	145	6	870	18	2610
D	15	28	420	53	795

4.2 Erforderlig fördröjningsvolym

För att inte överbelasta dagvattensystem nedströms måste ökade dagvattenflöden fördröjas. Fördröjningsvolymerna är beräknade genom att ett framtida 10-årsregn begränsas till ett befintligt 10-årsregn. Redovisade fördröjningsvolymerna i Tabell 6 förutsätter att ett framtida 2-årsregn fördröjs till ett befintligt 10-årsregn (Tabell 3) på kvartersmark, motsvarande ca 10 mm på hårdgjord yta.

Tabell 6. Beräknade fördröjningsvolymerna. Framtida 10-årsregn till befintligt 10-årsregn.

Damm	Dimensionerande regnvaraktighet [min]	Avtappningstid [min]	Fördröjningsvolym [m ³]
1	420	240	1400
2	480	290	770
3	480	275	950
4	85	60	65
5	210	135	290

Damm 4 planeras att utformas som en torr infiltrationsdamm, se Bilaga 3, och en större volym krävs då anläggningen ej avtappas genom flödesreglering. Tömning sker långsamt genom infiltration. Ett alternativt magasineringskriterium är att 20 mm nederbörd magasineras, vilket motsvarar ca 140 m³.

4.3 Principlösningar för dagvattenhantering

Vid ombyggnad eller nyexploatering ska följande lösningar övervägas för att avleda, fördröja och rena dagvattnet. Hantering av dagvatten på kvartersmark innan avledning på allmän platsmark kan således utgöras av de exempel som är angivna nedan för att uppfylla kravet om fördröjning av ett framtida 2-årsregn på exploaterad yta till ett befintligt 10-årsregn på nuvarande åker- och skogsmark.

4.3.1 Avledning

Avledning av dagvatten kan ske ytligt och under markytan. Vilken funktion området har och befintliga marknivåer dikterar vanligtvis vilka avledningsmetoder som är lämpliga. Om marknivåer tillåter, kan öppen avledning av dagvatten ske i öppna diken, rännalar, kanaler eller linjeavvattnings.

Markförhållanden som ej möjliggör ytlig avledning kan hanteras genom rännstensbrunnar och djupare anlagda dagvattenledningar. Vanligen konstrueras diken vid sidan av större vägar, medan exempelvis öppna kanaler och linjeavvattnings kan vara lämpliga avledningsmetoder för centrumområden och öppna ytor med hög exploateringsgrad.

Svackdiken är en effektiv åtgärd för både magasinering och avledning om ett strypt utflöde erfordras. Med svackdike avses ett brett vegetationsklätt dike med svag släntlutning, se Figur 6. Dikena är beklädda med vattentåligt gräs eller våtmarksväxter och karaktäriseras av en stor bredd och en svag längsgående lutning. Svackdiken bör ha en släntlutning på 1:3 eller flackare med hänsyn till skötsel samt lekande barn. Diket bör också ha en liten nedsänkning längs vägkanten för att förhindra uppdämningar vid stora vattenmängder.

Ett svackdike kräver underhåll i form av gräsklippning för att flödet ska bibehållas. Eftersom svackdiken i princip är självgödslande på grund av näringsämnen som kommer med dagvattnet så krävs ingen ytterligare gödsling. För Sveriges kalla klimat är svackdiken utmärkta för snölagring och omhändertagande av smältvatten. Däremot måste det kontrolleras att det inte bildats någon is kring inlopp, utlopp samt ledningar.



Figur 6. Exempel på svackdike i Kronsberg. (Foto: Norconsult)

Med öppna diken avses i detta fall diken med brantare släntlutning än svackdikena beskrivna ovan. Inte heller behöver den längsgående lutningen vara lika flack. En betydande fördel med dessa diken jämfört med svackdiken är att de inte kräver lika stor yta och därmed är fördelaktiga att använda utmed lokalgator etc., där utrymmet är begränsat. Nackdelen med öppna vägdiken jämfört med svackdiken är att reningseffekten inte är lika god. Rätt utförda och utnyttjade kan dock öppna vägdiken fungera som goda reningsanläggningar för förorenat dagvatten.

Ett alternativ till öppna vägdiken är makadamfyllda diken. En fördel med makadamdiken är att de kan anläggas under t.ex. gräs- eller asfaltsytor. Utformningen av makadamdiken kan således varieras, se Figur 7.



Figur 7. Exempel på makadamdiken (Foto: Norconsult)

Den fria volymen, det vill säga magasinerings- eller utjämningsvolymen, i diket utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflöde från makadamdikena sker antingen genom att vattnet från magasinet perkolerar ut i omgivande marklager eller genom en kontrollerad avtappning via ett anlagt dräneringssystem. För områden där möjligheterna för infiltration är små, föreslås makadamdike anläggas med dräneringsledning i botten.

Makadamdiken har främst en fördröjande förmåga men de har även viss renande effekt. Nackdelen är dock att makadamdiken normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom de kan sätta igen. Genom att makadamdikena förses med en geotextil, som omsluter diket, ökar dikets livslängd. Med sådan utformning krävs endast omgrävning av det översta skiktet vid en eventuell igensättning. Geotextilen bör ungefärligen placeras 10 cm under dikets ovkant.

4.3.2 Permeabla ytor

Permeabla beläggningar reducerar och renar dagvattenflöden genom infiltration och magasinering i de porösa underliggande lagren. Systemen kan utformas med oändligt stor variation i olika material, kornfraktioner och mäktigheter. Några grundexempel av ytbeläggning är genomsläppliga fogar, armering samt porös genomsläpplig asfalt. För en väl fungerande design måste materialvalet för magasinerings- och ytlagret vara anpassat med hänsyn till bärighet, porvolym och funktion. Ett torg bör exempelvis utformas med ett ytlager som är enkelt att gå på, medan en parkeringsplats kan rustas med hålrum och armering för maximal infiltration.

Geotextil kan användas för att bevara separationen mellan lager i systemet. Användningen av geotextil kan ge upphov till igensättning på grund av partiklar i dagvattnet, vilket följaktligen reducerar genomsläppligheten samtidigt som reningsgraden ökar (Gulliver et al., 2015). Avvattningen i magasineringslagret kan ske genom infiltration till underliggande jordlager, eller genom avtappning i en dräneringsledning. Permeabla dräneringssystem fungerar även bra under kalla väderförhållanden då luftfyllda porer isolerar och förhindrar att det magasinerade vattnet fryser. Exempel på genomsläppliga beläggningar illustreras i Figur 8–Figur 9.



Figur 8. Infiltration genom permeabel asfalt (Magazine.ogind.com, 2018).



Figur 9. Parkeringsyta med genomsläpplig beläggning. (Foto: Norconsult)

4.3.3 Fördröjningsdammar

Fördröjningsdammar är en bra behandling av stora vattenvolymer med dagvatten och har, korrekt konstruerad och underhållen, en god reningsgrad. Dammar kan anläggas som en del av parkytor eller inom tomtmark om utrymme finns, se Figur 10. Genom att förse dessa anläggningar med ströpta eller

reglerade utlopp kan det utgående flödet begränsas och resterande dagvatten magasineras i dammen. När avrinningen till dammen har minskat töms dammen successivt samtidigt som föroreningar sedimenterar. Vid inloppet använder man vanligtvis ett grövre material för att undvika erosion.

Dammarna kan utformas som våta eller torra beroende på om de alltid skall ha en synlig vattenspiegel eller inte. Våta dammar har generellt bättre reningseffekt eftersom uppehållstiden i en våt damm är längre än i en torr damm, vilket gynnar förutsättningarna för sedimentering.

Fördelar med fördröjningsdammar är att man effektivt kan ta hand om stora mängder dagvatten samtidigt som de kan ha god reningseffekt. Dammen kan också leverera ekosystemtjänster. En nackdel är att de kräver stort utrymme. Dessutom måste skötsel i form av gräsklippning etc. genomföras regelbundet för att de skall fungera tillfredsställande.

Ett vanligt problem med dagvattendammar är att in- och utlopp sätts igen och att det uppstår oönskad vegetationsutbredning om dammen inte underhålls. Vid vintertid i Sverige kan också isen och saltet på vägarna påverka reningseffekten. Enligt en studie av Roseen et al. (2009) är dock påverkan marginell. Dammar är inte effektiva på att avskilja kväve och lösta metaller, därför är denna metod inte att rekommendera om dessa ämnen är prioriterade. Detta beror på att kväve och lösta metaller inte är partikelbundet och är därför svåra att sedimentera.

En studie av Pettersson (1999) visar att avskiljningskapaciteten i en damm i stor grad styrs av dammens specifika yta. Dammens specifika yta uttrycks i dammareal (m^2) per avrinningsområdets reducerade area (ha). Optimal avskiljningskapacitet, omkring 80 % för metaller och närsalter, uppnås då dammens specifika yta uppgår till omkring 250 m^2/ha . En ökning av dammens specifika yta därutöver bidrar endast till en marginell ökning av avskiljningskapaciteten. Vidare är även dammens längd-breddförhållande en avgörande faktor. Långsträckta dammar med ett längd-breddförhållande över 3:1 har visat sig vara fördelaktigt vid avskiljning av föroreningar, då det ger en jämnare hastighetsfördelning.



Figur 10. Exempel på dagvattendamm i Trönninge i Varberg. (Foto: Norconsult)

4.3.4 Regnrabatt

En regnrabatt är en typ av dagvattenbiofilter som är som ett bevuxet svackdike eller en sänka med ett underliggande filterlager. Huvudsyftet med denna typ av biofilter är att rena och fördröja dagvatten, se exempel i Figur 11. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en regnrabatt att ha en synlig vattenspegel. Denna synliga vattenyta kommer då fungera som en tillfällig magasinering.

Regnrabatter byggs upp med en väldränerad bädd med växter som klarar perioder av både torka och höga vattennivåer, anpassade till klimatet i den region där den anläggs. De kan bestå av ett naturligt jordmaterial eller ett konstgjort medium och nyttjar en kombination av kemiska, biologiska och fysiska processer genom vegetation och biofilm för att avlägsna föroreningar. Växterna bidrar med att stabilisera filtermaterialet för att förhindra erosion samt för reningsprocessen genom upptag av näringsämnen, metaller och samtidigt ha ett estetiskt värde. Uppbyggnaden bör vara mellan 700-900 mm djup och omfatta en area motsvarande 2–6 % av avrinningsområdets hårdgjorda ytor.



Figur 11. Illustration av en nyanlagd regnrabatt intill byggnad och i kombination med dike. (Foton: Norconsult)

En regnrabatt och andra typer av dagvattenbiofilter infiltrerar genom planterad filteryta och sedan genom ett filtermaterial. I filtret kvarstår sedan föroreningar. Genom ett samarbete mellan Norconsult och Chalmers Tekniska Högskola har reningseffektiviteten hos regnrabatter studerats. Resultaten visar på att reningsgraden kan uppgå till omkring 80 % för suspenderad substans, omkring 50 % för kväve, 70–80 % för zink, bly, koppar och krom samt 50–60 % för kadmium och nickel.

Dock kan konflikter mellan estetik och funktion uppstå, exempelvis om en hög halt av organiska arter önskas gynnas genom extra tillsättning av gödsel. Annars är utformningen av en regnrabatt väldigt flexibel. Detta möjliggör installationer på de flesta platser som gator, parkeringar och andra publika områden.

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

För att säkerställa en långsiktig funktion erfordras skötsel. Utformningen av anläggningen kan anpassas så att skötseln underlättas. Vid utformning av anläggningen bör till exempel inlopp, kantstöd, försedimentering beaktas med avseende på erosionsskador, snöröjning etc. Anläggningen erfordrar skötsel ca 2 gånger per år. Under skötseltillfällena sker rensning från ogräs, skräp och sediment. Större och sammanhängande anläggningar torde vara lättare och billigare att sköta.

4.3.5 Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med gröna tak, se exempel i Figur 12. Det kan vara bra att tillämpa för att fördröja vattnet om risk för översvämningar i dagvattennätet föreligger.



Figur 12. Exempel på ett grönt tak, AC Marriott Hotel, Chapel Hill (Living Roofs, 2018).

Ett grönt tak består av flera lager, vegetation, jordlager, dräneringslager och ett tätskikt. Det finns två typer av gröna tak, extensiva och intensiva, där skillnaden är jordens tjocklek.

Den intensiva taktypen kräver en starkare konstruktion, har en högre kostnad men kan hålla mer vatten och har ett betydligt större utbud av växter än ett extensivt tak. Det extensiva taket kan bara ha små sedumväxter men kräver mindre bevattning och underhåll än ett intensivt grönt tak. Ett extensivt tak är inte tjockare än 150 mm. Under Sveriges vinterhalvår minskar kapaciteten eftersom vegetationen är mindre under dessa perioder. Tunna gröna tak, med t.ex. sedum, kan minska den totala avrunna mängden dagvatten på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasineras enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom kan gröna tak magasinera upp till 10 mm nederbörd vid enskilda regntillfällen. Förutom detta har sedum, till skillnad från vanligt gräs, den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut. Tunna sedumtak (30 mm) kan magasinera upp till 20 l/m² medan tjockare kombinationstak med sedum och gräs (120 mm) kan magasinera upp till 60 l/m². Vegetationsskiktet bör ej bli för djupt då detta kan medföra att oönskade arter etablerar sig. Avrinningskoefficienten för gröna tak kan variera mellan 0,6 och 0,7.

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

Vidare kan gröna tak ha en ljud- och värmeisolerande verkan, vilket kan bidra till en bättre inomhusmiljö samt reducera hushållens energibehov för uppvärmning. Det kan också bidra till bättre luftkvalitéer och gynna ekosystemtjänster. Dessa tak kräver dock skötsel i form av gödsling och bevattning för att bibehålla sin funktion och karaktär särskilt under etableringsfasen. Gödsel och näringsämnen kan därför också orsaka föroreningar av vattnet som avrinner från taken. Däremot är mängden vatten inte särskilt stor då det mesta absorberas av jorden och växterna på taket. Dessutom påverkar också valet av växter hur mycket gödsel som behövs. Det finns även studier som visar på att gröna tak bidrar till en minskning av sura utsläpp till naturliga vattenrecipienter. Genom att integrera odlingar eller parkmiljöer med gröna tak kan en social hållbarhet främjas.

4.3.6 Översilningsytor

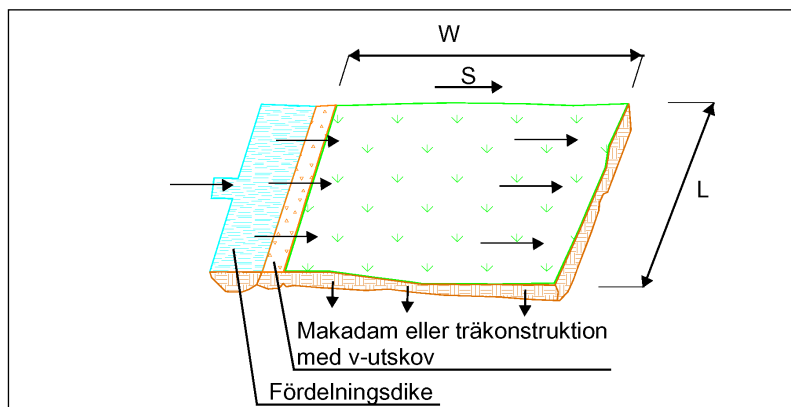
Genom att avleda vatten från tak och andra hårdgjorda ytor till s.k. översilningsytor finns möjlighet till såväl utjämning som rening av dagvatten. Översilningsytor är permeabla vegetationsytor i relativt svag lutning, maximalt omkring 15 %, där vattnet bromsas upp och infiltreras till underliggande mark. Sådana ytor kan utgöras av grönytor eller mer skogslik terräng och anläggs med fördel så nära källan som möjligt.

För bästa effekt bör dagvattnet spridas ut över en översilningsyta, hellre än att släppas i en enda punkt. Spridningen kan ske med hjälp av en spridningsledning, genom makadam eller med hjälp av en träkonstruktion med v-utskov. För att ytterligare reducera risken för erosion vid höga flöden kan översilningsytor förses med erosionsskydd, t.ex. kokosnät som vegetationen kan etableras i.

Direkt nedströms en översilningsyta bör ett avskärande dike anläggas, för omhändertagande av dagvatten som inte infiltrerat. Översilningsytor kan även seriekopplas med avskärande diken med jämna mellanrum för uppbromsning och fördelning av dagvatten innan nästkommande yta.

Rening uppnås genom att partiklar ackumuleras på växtligheten samt sedimenteras på ytan. Reningsprocesserna påverkas av kontakttiden mellan dagvattnet och vegetationsytan, ytans storlek samt markens infiltrationsegenskaper.

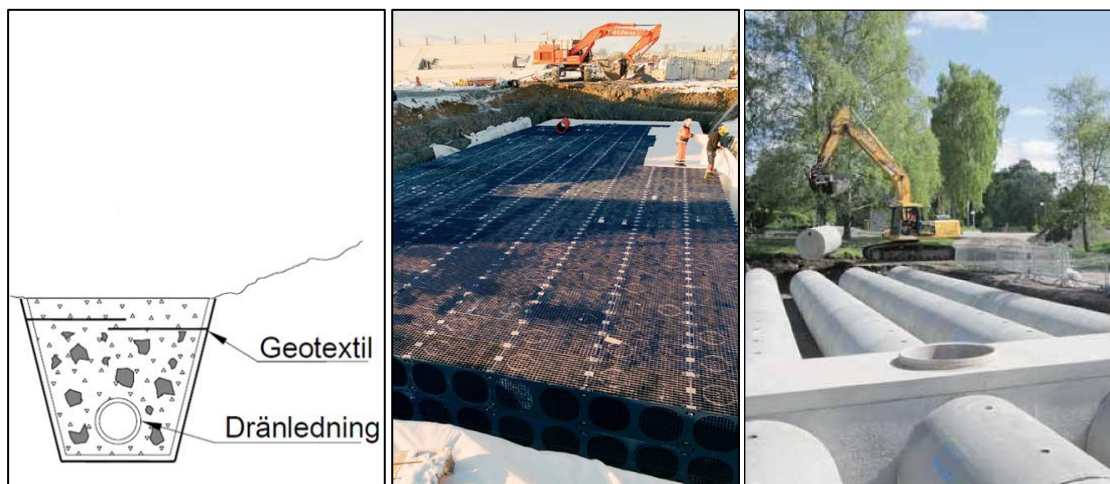
Med rätt utformning kan översilningsytor utgöra estetiska värden i ett område och jämfört med många andra system för utjämning av dagvatten är anläggningskostnaderna som förknippas med översilningsytor relativt låga. I Figur 13 visas en skiss över utformningen av en översilningsyta.



Figur 13. Översilningsyta (L = längd, W = bredd, S = längsgående lutning).

4.3.7 Slutna magasin

I områden där en öppen fördröjning inte kan anläggas kan underjordisk magasinering ske. Dock rekommenderas att allt dagvattnet i så stor omfattning som möjligt avleds till områden där ytlig fördröjning kan ske, inom exempelvis dammar och bäckar på allmän platsmark som även möjliggör översvämning utan att riskera skador på viktiga samhällsfunktioner. Magasinering kan ske i exempelvis makadammagasin, kassetmagasin eller rörmagasin, se Figur 14.



Figur 14. Exempel på makadammagasin (Foto: Norconsult), kassetmagasin (Foto: Wavin) och rörmagasin (Foto: Alfa Rör).

Vid anläggning av underjordiska magasin måste hänsyn tas till grundvattennivån. Om ett magasin inte utformas tätt kommer grundvattnet sänkas till i höjd med utloppet vid höga grundvattennivåer. Grundvattensänkningen kan leda till sättningar och stabilitetsproblem. Om magasinet är utformat tätt kan en hög grundvattennivå leda till att ett tomt magasin (fyllt med luft) trycks uppåt och skadar både magasinet och påkopplade ledningar på grund av densitetsskillnader. Risken för uppträckning kan minskas genom förankring till underliggande jordlager.

4.3.7.1 Makadammagasin

Makadammagasin av varierande fraktioner är vanligen typen av magasinering som används i samband med permeabla beläggningar. Dagvattnet fördröjs inom porvolymen av makadammassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflödet sker genom infiltration till underliggande jordlager eller till en dräneringsledning som är anlagd i botten av magasineringsvolymen.

Flödesrestriktionen kan exempelvis utgöras av flödesregulator, dräneringsledningens dimension eller om infiltrationshastigheten i makadamen eller det underliggande jordlagret är lägre än regnintensiteten.

4.3.7.2 Kassetmagasin

Fördröjningsmagasin kan även bestå av så kallade dagvattenkassetter. Magasin med dagvattenkassetter, liksom traditionella makadammagasin, fördröjer dagvatten och tillåter infiltration till underliggande mark. Kassetterna har en våtvolum på ca 96 %, vilket betyder att de är mycket utrymmeseffektiva i förhållande till volymen dagvatten som kan magasineras. Fördelar med dagvattenkassetter jämfört med makadammagasin är, förutom att kassetmagasinen inte kräver lika stor plats, att möjligheterna till inspektion, rensning och spolning är större.

4.3.7.3 Rörmagasin

Fördröjningsmagasin kan även bestå av s.k. rörpaket. Fördelarna med rörpaket är bland annat en lång livslängd och goda möjligheter till inspektion och sanering. Dock medges ingen möjlighet till infiltration och reningsmöjligheten av dagvattnet är minimal om inte rörmagasinet kombineras med exempelvis filter.

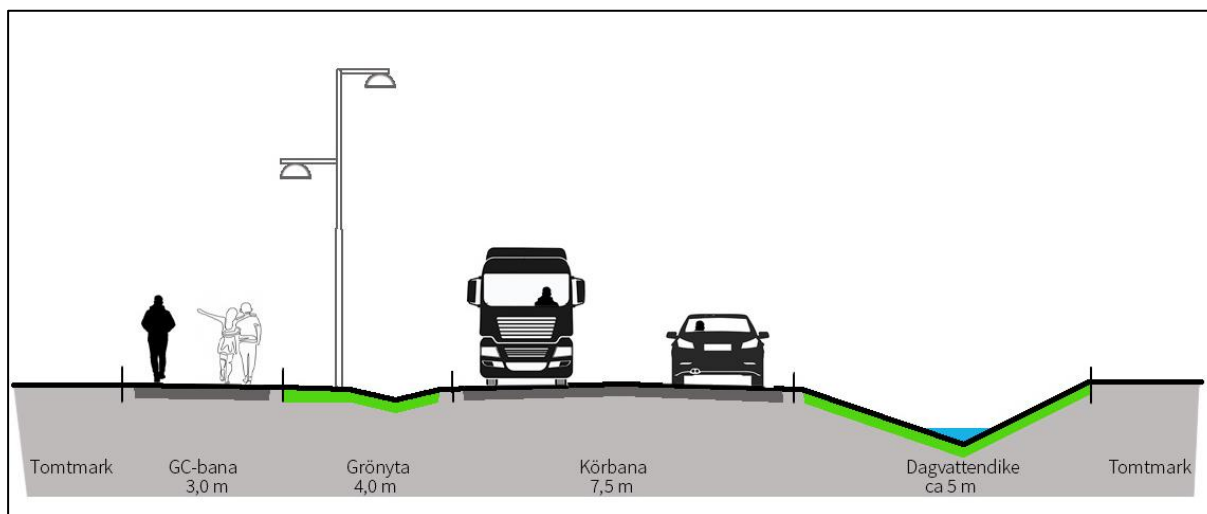
4.4 Föreslaget dagvattensystem

Åtgärder för att gynna en hållbar dagvattenhantering måste appliceras på kvartersmark och allmän platsmark. Ett ansvar faller på fastighetsägarna att vidta säkerhetsåtgärder för att minimera risk för olyckor och utsläpp av föroreningar. Miljövänliga materialval som ej riskerar att försämma kemisk eller biologisk status i vattendrag rekommenderas. Exempelvis rekommenderas ett krav på oljeavskiljare om en parkering planeras att anläggas (Tabell 1). Om risk för höga föroreningshalter råder i inflödet till anläggningar på allmän platsmark riskeras även överskridande halter i utflödet.

Det föreslagna dagvattensystemet för Norra Ryd har tagits fram med fokus på öppen dagvattenhantering, vilket ska prioriteras enligt Skövde kommuns dagvattenpolicy. I Bilaga 2–4 redovisas föreslagna dagvattensystem.

Inom etapp 2 rekommenderas att allt dagvattnet från fastigheter avleds i öppna diken till en dagvattendamm belägen i det nordvästra hörnet. Denna avledning inkluderar ytligt dagvatten och dräneringsvatten. Under fältbesöket observerades en vattensamling och blöt mark längs med den östra avgränsningen av etapp 2. Dagvattnet som ansamlas här, och idag avleds vidare genom planområdet (Bilaga 1), bör avledas öster om planområdet i nordlig riktning för att undvika höga vattennivåer och översvämning på fastighetsmark i samband med kraftiga regn. En förprojektering utfördes i samband med ansökan av vattenverksamhet, daterad 2019-11-19. Diket har sedan anlagts. Utloppet från planområdet, som sker genom en befintlig 600 mm betongledning, bedöms ha kapacitet att hantera dagvattnet från planområdet och det naturliga avrinningsområdet, se Bilaga 1. Från planområdet fördröjs dagvattnet till 102 l/s vid ett framtida 10-årsregn. När naturmarksavrinningen från resterande avrinningsområde är inkluderat uppskattas flödet uppgå till ca 550 l/s. Den befintliga vägtrumman har kapaciteten 340 l/s vid full ledning men klarar betydligt högre flöden när ledningen är trycksatt. Närliggande gata och kvartersmark förväntas vara minst 2,5 m högre än kulvertens vattengång. Det är okänt hur stort flöde som avrinner till vägtrumman från närliggande befintliga vägar.

Dagvatten inom etapp 3 föreslås fördröjas och renas i fyra separata dagvattendammar, innan utlopp till befintlig bäck. Damarna har placerats med hänsyn till Skövde kommuns önskemål, områden med förväntade höga naturvärden och möjliga avrinningsvägar. Naturmarksavrinningen från avrinningsområde D rekommenderas att avledas väster om planområdet om föreslagen planstruktur ska vara hållbar. Detta för att tillgängliggöra ytor för fördröjnings- och reningsanläggningar innan dagvattnet blandas med "rent" vatten från naturmark. Naturmarksavrinningen från avrinningsområde B rekommenderas att avledas väster om planområdet. Diken har förprojekterats i samband med ansökan av vattenverksamhet, daterad 2019-11-19. En illustrationsskiss på hur en gatusektion med diken kan se ut har framtagits av Skövde kommun, se Figur 15. På grund av att slänterna intill bäckarna kan vara lättroderade, med högst risk i den norra delen av etapp 3 enligt uppgift från Skövde kommun, bör diken eller översilningsremsor anläggas på fastighetsmark med lutning mot bäckarna. Funktionen är att fördela ytlig avrinning från fastighetsmark till bäcken vid kraftiga regn. Ytterligare rekommenderas att samtliga utlopp till bäcken utformas med spridarfunktion eller erosionsskydd, exempelvis natursten.



Figur 15. Principskiss för huvudgator inom etapp 3. Mottagen 2021-05-19, Skövde kommun.

Bäcken inom etapp 3 behöver kulverteras i tre lägen. Kulverteringarna föreslås dimensioneras för ett 10-årsregn vid full ledning. Kapacitet kommer vara högre i samband med översvämning då vattennivån stiger och kulverteringarna blir trycksatta. Kapacitet för olika dimensioner framgår av Tabell 7. Kapacitet för full ledning har beräknats med Colebrook-Whites ekvation och kapacitet för trycksatt ledning har beräknats med Bernoullis ekvation. På grund av höga naturvärden föreslås att kulverteringarna miljöanpassas och grävs ner 20 cm, följaktligen kommer kulverteringarna efterlikna befintligt dike/bäck med samma bottenmaterial. Kulvert B och C föreslås att utgöras av 800 BTG och kulvert D av 1000 BTG. Kulverteringarna kan alternativt vara ovala trummor med likvärd kapacitet vilka ger en bredare botten och lägre höjd. Benämning av kulverteringar illustreras i Bilaga 2-4. Genom föreslagen dimensionering bedöms endast bräddning ske över vägen för regn med högre än 100-års återkomsttid.

Tabell 7. Kapacitet i kulverteringar. Beräkningen förutsätter att kulverten anläggs med 5 % lutning. Kapacitet för trycksatt kulvert vid skyfall förutsätter en tryckskillnad om 1 m, dvs 1 m stående vatten över kulvertens hjässa innan bräddning över gata.

Dimension [mm]	Kapacitet full ledning [l/s]	Kapacitet (nedgrävd 20 cm) [l/s]	Kapacitet (nedgrävd 20 cm och trycksatt) [l/s]
600	460	345	1000
800	975	850	2000
1000	1750	1640	3250

4.5 Föroreningsbelastning

Verksamheterna förväntas ej vara tillståndspliktiga och främst utgöras av exempelvis logistik, service och lager. De föreslagna fördröjnings- och reningsanläggningarna utgörs av dagvattendammar då stora volymer dagvatten ska fördröjas. Dagvattendammar har, vilket även diskuteras i kapitel 4.3.3, god reningspotential om föroreningsrisken utgörs av främst partikelbundna föroreningar. Kväve förekommer ej partikelbundet utan genomgår mikrobiologiska transformationer. Andra föroreningar, exempelvis lösta metaller (joner) som ej ingår i partiklar men har potential att adsorberas till dem, kommer troligtvis ha en låg reningseffekt i en dagvattendamm. Andelen upplösta metalljoner i förhållande till mängden partikelbundna metaller är vanligtvis liten.

Fastigheter som utgör en föroreningsrisk av ämnen som ej har potential att erhålla en god reningsgrad i en dagvattendamm rekommenderas att renas på fastighetsmark. Detta berör exempelvis komposthantering som generellt innehåller höga koncentration av näringsämnen. Vid risk för höga koncentrationer av näringsämnen rekommenderas ytlig avledning från berörda ytor till regnrabatter.

Regnrabatter bidrar med, förutom god rening av partikelbundna föroreningar, viss rening av kväve genom fyto Remediering. Fyto Remediering sker främst i växternas rötter och ackumulerar föroreningar i växtens biomassa. I det översta jordlagret i regnrabatter, där jord interagerar med växters rötter, finns även mer mikrobiologisk aktivitet. Reningsgraden av kväve poleras ytterligare genom mikrobiologiska transformationer vilka bildar kvävgas.

Verksamheter som utgör en väldigt hög föroreningsrisk bör alltid inkludera förbehandling av dagvattnet som härstammar från de ytor som utgör störst risk. Här ingår exempelvis verksamheter som använder miljöfarliga kemikalier vid bearbetning eller framtagning av produkter. Oljeavskiljning bör alltid ske innan avledning till förbehandling eller behandling av dagvattnet om ytor riskerar höga nivåer av oljeprodukter.

Bäckarna avrinner till recipienten Luttran som har en måttlig ekologisk status, god standard angående näringsämnen och hög försurningsstandard. Skövde kommuns dagvattenriktlinjer specificerar ej Luttrans känslighet eller hur omfattande rening som krävs, se kapitel 1.3. På grund av höga naturvärden inom och i närheten av planområdena bedöms därmed recipienterna vara känsliga eller mycket känsliga. Göteborg Stad (Kretslopp och vatten) har, i samarbete med miljöförvaltningen, tagit fram riktvärden och klassat flera reningstekniker, se Tabell 8. Flera av reningsteknikerna beskrivs i kapitel 4.3. Då dagvatten renas i allmänna diken och dammar samt eventuella anläggningar på kvartermark förväntas en hög reningsgrad och dagvattnet från planområdet bedöms då ej ha en negativ påverkan för att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för Luttran.

Tabell 8. Exempel på reningstekniker och omfattning (Göteborg Stad, 2017)

Reningsgrad	Reningsteknik
Enklare rening	Översilningsytor, gräsdike, brunnfilter, torra dammar, magasin med sandfång
Rening	Krossdike, biofilter, magasin med filter
Omfattande rening	Avsättningsmagasin, våtmark, våt damm

4.6 Skyfall

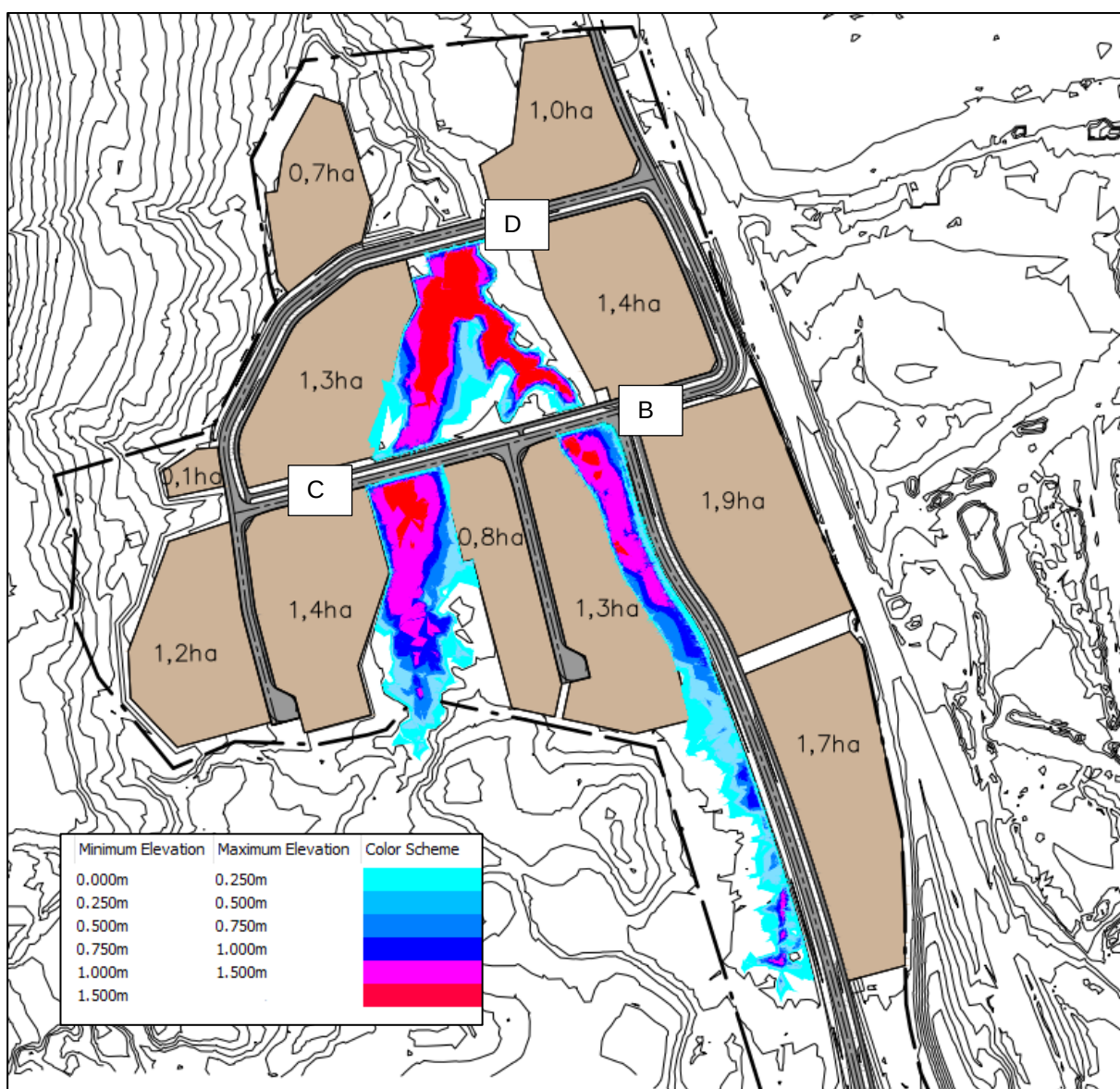
Vid extrem nederbörd har inte dagvattensystemet kapacitet att avleda dagvattnet ut från området. Som konsekvens uppstår höga vattennivåer och översvämningar.

Norconsult har tagit fram en skyfallskartering för Skövde kommun som omfattar Norra Ryd, se Bilaga 5. Skyfallskarteringen är uppdaterades 2021-06-29 och är gjord med befintliga förutsättningar.

Skyfallskarteringen visar, som konsekvens av ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet, vattendjup över 1 m inom etapp 2 längs med befintliga diken. Vattennivåerna längs med dikena uppstår på grund av dämning i befintlig 600 BTG och bräddning över vägen norr om etapp 2.

Till planområdet för etapp 3 avrinner ett väldigt stort område vilket leder till höga flöden. Avrinningsområde B och C avrinner och bildar två bäckar som flödar genom planområdet. Här visar skyfallskarteringen vattendjup över 1 m längs med bäckfåran. Båda bäckfåror resulterar i bräddning över den avskärande vägen. Även närliggande mark till bäckarna översvämmas med vattendjup upp mot 1 m. Efter exploatering, när avskärande vägar till bäcken ligger högre, kommer uppdamningen vid kraftiga regn ge högre vattennivåer. Det är därför viktigt att höjdsätta kvartersmark så att vatten kan brädda över vägarna utan att riskera kraftiga översvämningar av kvartersmarken.

I Figur 16 och Tabell 9 redovisas vilka översvämningsvolymerna som förväntas finnas tillgängliga vid respektive kulvert och som kan nyttjas i samband med skyfall innan bräddning sker över väg. Vid kulvert B och C är bräddnivån +103,6 m enligt framtagna höjdmödel av gator och kvartersmark. Vid kulvert D är bräddnivån +102,7 m.



Figur 16. Tillgängliga översvämningsvolymerna vid respektive kulvertering efter exploatering. Bilden är en lågpunktskartering som visar vattendjup innan bräddning över vägarna.

Tabell 9. Tillgängliga översvämningsvolymen vid respektive kulvertering efter exploatering.

Kulvert	Översvämningsnivå	Volym [m ³]
B	+103,6 m	6 500
C	+103,6 m	7 500
D	+102,7 m	12 500

Eftersom vägen vid kulvert B och C, samt ny väg vid kulvert D, höjs efter exploatering ges högre översvämningsvolymen. Detta förväntas minska översvämningsrisker nedströms planområdet vid extrema regn.

4.7 Höjdsättning

Höjdsättningen inom etapperna bör förhålla sig till två kriterier, att erhålla tillräckligt med fall till fördröjning och reningsanläggningar på allmän platsmark, samt att fastighetsmark ska höjdsättas så att bräddning över vägar vid kulverteringar sker på en lägre nivå i samband med kraftiga regn.

Vattengångsnivåer på diken och dagvattenledningar som redovisas i Bilaga 2-4 har uppskattats grovt utifrån självfallsförhållanden (ca 5 ‰) och en minsta rekommenderad täckning om 0,8 m enligt Skövde kommun. Höjdsättningen för etapp 2 och 3 är under framarbetning av Skövde kommun. De kvartersmarks- och väghöjder som framgår av Bilaga 2-4 är från höjdmodellen och har framarbetats med rekommenderade höjder från föreliggande utredning version 1.

Befintliga höjder på dikes- och bäckbottnar och föreslagna nivåer på dagvattenanläggningar framgår av Bilaga 2-4.

5 Slutsats

Planområdena för etapp 2 och etapp 3 kommer att omvandlas från åkermark till verksamhetsområden med hög exploateringsgrad och därmed öka dagvattenflödena till recipienterna. Föroreningsrisken är svår att bedöma då olika verksamheter kan etablera sig i framtiden. Dock förväntas verksamheterna ej vara tillståndspliktiga. Avledning rekommenderas att främst ske genom öppna vägdiken inom etapp 2 och genom en kombination av dagvattenledningar och öppna diken inom etapp 3. Vilka de etablerade verksamheterna är avgör om förbehandling krävs för att inte avleda dagvatten med för höga föroreningshalter till anläggningar på allmän platsmark. Fördröjning kommer att behöva ske i öppna dagvattenanläggningar på grund av stora volymer. Den föreslagna lösningen inkluderar fyra våta dagvattendammar, varav en är planerad för etapp 2, och en torrdamm. Dimensionerade fördröjningsvolymer på allmänna platsmark förutsätter att ett 2-årsregn är fördröjt på fastighetsmark.

Beräkning av vattengångsnivåer för avledning till anläggningar på allmän platsmark visar att flera fastigheter kommer att behöva fyllas. Det rekommenderas även att höjdsättning av vägar som bäckar och diken kommer att brädda över vid kraftiga regn är lägre än kringliggande fastighetsmark för att minska översvämningsrisken.

6 Litteraturförteckning

Dahlin, A. (2018) *Mechanisms behind grave soil leachate and remediation options for drainage water*. Göteborg: Chalmers University of Technology (Examensarbete - Institutionen för bygg- och miljöteknik, Chalmers tekniska högskola.

Göteborg Stad (2017). *Reningskrav för dagvatten*. Framtaget av Kretslopp och vatten i samarbete med miljöförvaltningen. 2017-03-02.

Hitta.se (2018). Hämtad: 2019-01-21
<https://www.hitta.se/kartan!~58.39577,13.84223,12.505208586978954z/tr!i=dPEBo2M4>

Länsstyrelsen i Västra Götalands län (2018). *Informationskartan Västra Götaland*. Hämtad: 2019-01-21
<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=023f6dde755f41c5a719b111ddfb80ed>

Miljö- och energidepartementet. *Miljöbalk (1998:808)*

Norconsult (2018). *Skyfallskartering Skövde*. 2018-02-26. Göteborg. Utfört på uppdrag av Skövde kommun.

Naturvårdsverket (2009). *Markavvattnings och rensnings Handbok för tillämpningen av bestämmelserna i 11 kapitlet i miljöbalken*, Handbok 2009:5

Pettersson, T. (1999). *Stormwater ponds for pollution reduction*. 1-42. Göteborg: Chalmers tekniska högskola.

SGU (2019). *Kartvisaren*. Hämtad: 2019-02-18

Skövde kommun (2011). *Riktlinjer för dagvattenhantering i Skövde kommun. Antagen av kommunstyrelsen 2011-02-14*.

Skövde kommun (2019). *Skövdekartan*. Hämtad: 2019-04-04
https://geodata.skovde.se/mapserver2016/fusion/templates/mapguide/gsvviewer_18_1/index.html?ApplicationDefinition=Library://Maps/Layout/GS18Skovdekartan.ApplicationDefinition

Svenskt Vatten. (2016). *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten.

VISS Vatteninformation Sverige (2019). *Vattenkartan*. Hämtad: 2019-01-22
<http://viss.lansstyrelsen.se/MapPage.aspx>

Vänersborgs tingsrätt (2017). *Domslut Mål nr M 497-17*. Mark och miljödomstolen. 2017-03-17.



PLANOMRÅDE

AVRINNINGSOMRÅDE A

AVRINNINGSOMRÅDE B

AVRINNINGSOMRÅDE C

AVRINNINGSOMRÅDE D

AVRINNINGSVÄG

SLOPAD AVRINNINGSVÄG

LÄNGSTA RINNVÄG

FÖRESLAGEN AVLEDNING

BORRHÅL (SGU)

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	SIGN	DATUM
-----	-----	-----------------	------	-------



NORRA RYD

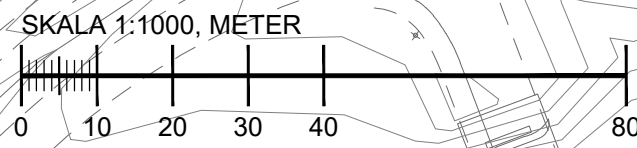
Norconsult 

www.norconsult.se

UPPDRAIG NR 1060276	RITAD AV ADAM DAHLIN	HANDLÄGGARE ADAM DAHLIN
DATUM 2021-09-17	ANSVARIG MALIN TÖRNBERG	

DAGVATTENUTREDNING
BEFINTLIGA OCH FÖRESLAGNA
AVRINNINGSVÄGAR

SKALA A1: 1:5000 A3: 1:10000	NUMBER BILAGA 1	BET 2
------------------------------------	---------------------------	-----------------

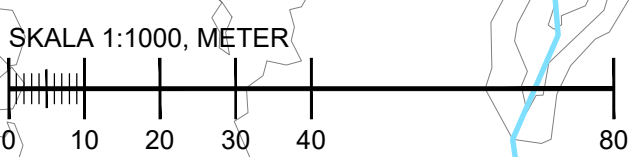


ANMÄRKNINGAR

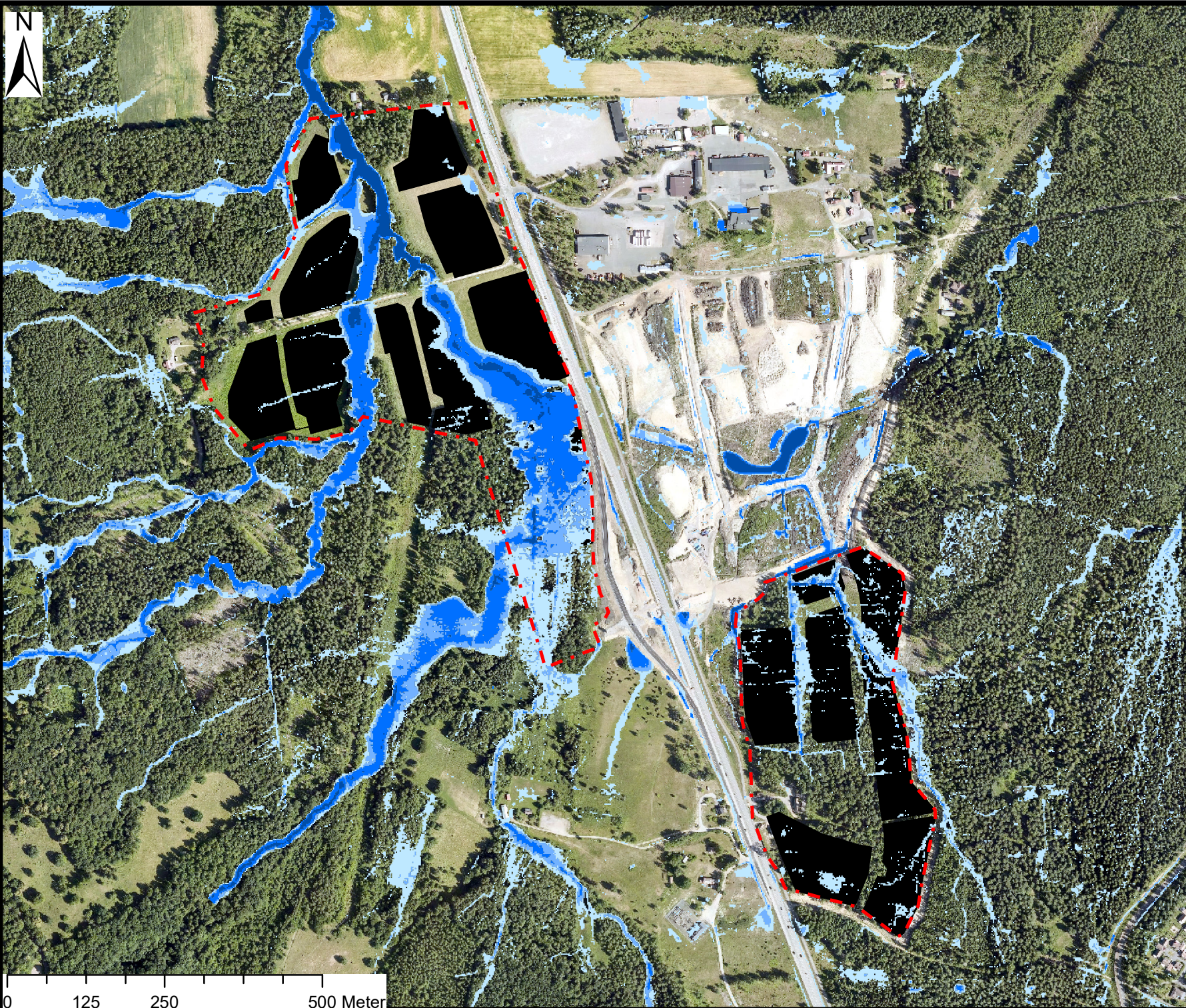
- ANGIVNA KVARTERSMARKSHÖJDER OCH GATUHÖJDER ÄR FRAMARBETADE MED SKÖVDE KOMMUN OCH KOMMER FRÅN MOTTAGEN HÖJDMODELL.

 SKÖVDE			
NORRA RYD			
Norconsult 			
www.norconsult.se			
UPPDRAK NR	RITAD AV	HANDLAGGARE	
1060276	ADAM DAHLIN	ADAM DAHLIN	
DATUM	ANSVARIG		
2021-09-17	MALIN TÖRNBERG		
DAGVATTENUTREDNING LÖSNINGSFÖRSLAG ETAPP 2			
SKALA	NUMMER		I BET
A1: 1:1000	BILAGA 2		2
A3: 1:2000			2





SKALA	NUMBER	BET
A1: 1:1000	BILAGA 4	2
A3: 1:2000		



BETECKNING

- Planområde
- Planerad kvartersmark
- Max vattendjup [m]
 - <0.1
 - 0.1 - 0.3
 - 0.3 - 0.5
 - 0.5 - 1.0
 - > 1.0

SKYFALLSKARTERING
NORCONSULT 2021-06-29

ORTOFOTO
SKÖVDE KOMMUN 2017

SKEDE		
 SKÖVDE		
Norconsult 		
Theres Svenssons gata 11 417 55 Göteborg		
Tfn: +46 10 141 80 00 www.norconsult.se		
UPPDRAG NR 1060276	RITAD/KONSTRUERAD AV A. DAHLIN	HANDLÄGGARE A. DAHLIN
DATUM 2021-09-17	Ansvarig M. TÖRNBERG	
SKYFALLSKARTERING 100-ÅRSREGN, 30 MIN VARAKTIGHET MAX VATTENDJUP		
SKALA A3: 1:8 000	NUMMER BILAGA 5	BET 2

Norra Ryd, dagvattenutredning till detaljplan, etapp 2-3

Bilaga 7 Foton från platsbesök

2	2021-09-17		Adam Dahlin		
Version	Datum	Beskrivning	Upprättat	Granskat	Godkänt

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



























