REDERIAKTIEBOLAGET ECKERÖ

BYHOLMA 3:5

DAGVATTENUTREDNING

2023-11-13

BYHOLMA 3:5

Dagvattenutredning

Rederiaktiebolaget Eckerö

KONSULT

WSP
Samuel Permans gata 8
83131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Åsa Söderqvist, uppdragsansvarig WSP
asa.soderqvist@wsp.com 010 721 11 56

Emil Widén, dagvattenutredare och modellerare WSP
emil.widen@wsp.com 010 721 02 71

Mohit Jangid, modellerare WSP
mohit.jangid@wsp.com 010 721 01 39

Fia Lavemark, miljö WSP
fia.lavemark@wsp.com 010 722 79 19

UPPDRAGSNAMN
Byholma 3:5 Dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER
10336170

FÖRFATTARE
Åsa Söderqvist, Emil Widén, Fia Lavemark

DATUM
2023-11-13

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Kristina Wilén och Linda Hörnsten

GODKÄND AV
Åsa Söderqvist

INNEHÅLL

1 SAMMANFATTNING 5

2 BAKGRUND 6

2.1 SYFTE 6

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING 7

3.1 KOMMUNENS KRAV 7

3.2 DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR 7

3.3 PROJEKTSPECIFIKA KRAV 8

3.3.1 Planbeskedsutredning 8

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN 9

4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING 9

4.2 TOPOGRAFI 9

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN 10

4.4 FÖRORENAD MARK 11

4.5 HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN 11

4.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING 11

4.6.1 Avrinningsområde 11

4.6.2 Flödesvägar 14

4.6.3 Befintliga dagvattenledningar/trummor 14

4.6.4 Verksamhetsområde 16

4.7 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS 16

4.8 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG 17

4.9 OMRÅDESSKYDD 17

4.10 OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK 17

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN 18

5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR 18

5.2 FRAMTIDA KLIMAT – HAVS- OCH VATTENNIVÅER 18

6 BERÄKNINGAR 20

6.1 BEFINTLIG OCH FRAMTIDA MARKANVÄNDNING 20

6.2 DIMENSIONERANDE FLÖDEN 21

6.3 FÖRDRÖJNINGSVOLYM 22

6.4 KAPACITET PÅ BEFINTLIGA LEDNINGAR NEDSTRÖMS 22

6.5 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL 23

7 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING 25

7.1 SYSTEMLÖSNING 25

7.1.1 Hantering av dagvatten från planområdet 27

7.1.2 Hantering av flöden från avrinningsområde uppströms 31
7.1.3 Ansvarsfördelning 32
7.2 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER 32
7.2.1 Krossdike 32
7.2.2 Svackdike 32
7.2.3 Nedsänkt växtbädd 33
7.2.4 Torrdamm 34
7.3 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL EFTER RENING 34
7.4 DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL 35
8 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER 46
8.1.1 Påverkan på MKN 46
8.1.2 Påverkan på översvämningsrisker 46
8.1.3 Juridiska frågor 47
9 SLUTSATSER 49
10 REFERENSER 50
11 BILAGOR 51

1 SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag av Rederiaktiebolaget Eckerö AB att ta fram en dagvattenutredning i samband med framtagande av en detaljplan inom fastigheten Byholma 3:5 i Grisslehamn, Norrtälje kommun. Detaljplanens syfte är att utöka befintlig parkeringsyta för att ha tillräckligt många parkeringsplatser för Eckerölinjen och Hotell Havsbaden. Planområdet utgörs av i huvudsak skogsmark och ängsmark som generellt är lågt belägen i terrängen, inom vissa delar finns högre belägna bergsknallar.

Dagvattenutredningen ska redovisa hur planerad exploatering kan komma att påverka framtida dagvattenflöden samt visa på hur en hållbar dagvattenhantering ska kunna uppnås i samband med den tilltänkta exploateringen. Föreslagen dagvattenhantering ska följa gällande krav och riktlinjer enligt Norrtälje kommuns dagvattenstrategi.

Planerad byggnation beräknas medföra en ökad hårdgörandegrad och att dagvattenflödet vid ett 10-årsregn beräknas öka från 60 l/s (utan klimatfaktor) till 430 l/s (med klimatfaktor). För att fördröja flödet inom planområdet (20-årsregn inklusive klimatfaktor) till befintligt flöde (10-årsregn) krävs en fördröjningsvolym på 440 m^3.

Dagvattnet från parkeringen (befintlig och tillkommande) föreslås fördröjas och renas i krossdiken, svackdiken och/eller växtbäddar. Som komplement till dessa anläggningar kan även fördröjning uppnås i ett öppet förstärkningslager under parkeringen.

Flöden från uppströms beläget avrinningsområde föreslås ledas i en ledning under parkeringen till en torrdamm. Huvudsyftet med torrdammen är att hantera stora flöden från avrinningsområdet uppströms samt stora flöden från parkeringsytan (som överstiger dimensionerande regn), så att inte vattnet riskerar att orsaka skador på omkringliggande bebyggelse. Orenat vatten från parkeringen ska inte blandas med vattnet från avrinningsområdet uppströms.

Det rekommenderas att det kommunala verksamhetsområdet för dagvatten utökas för att innefatta planområdet.

Recipient för dagvattnet är vattenförekomsten Grisslehamn som är en del av Östersjön. Grisslehamn har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status. Den planerade exploateringen bedöms inte försämra möjligheterna att uppnå miljökvalitetsnormer för recipienten.

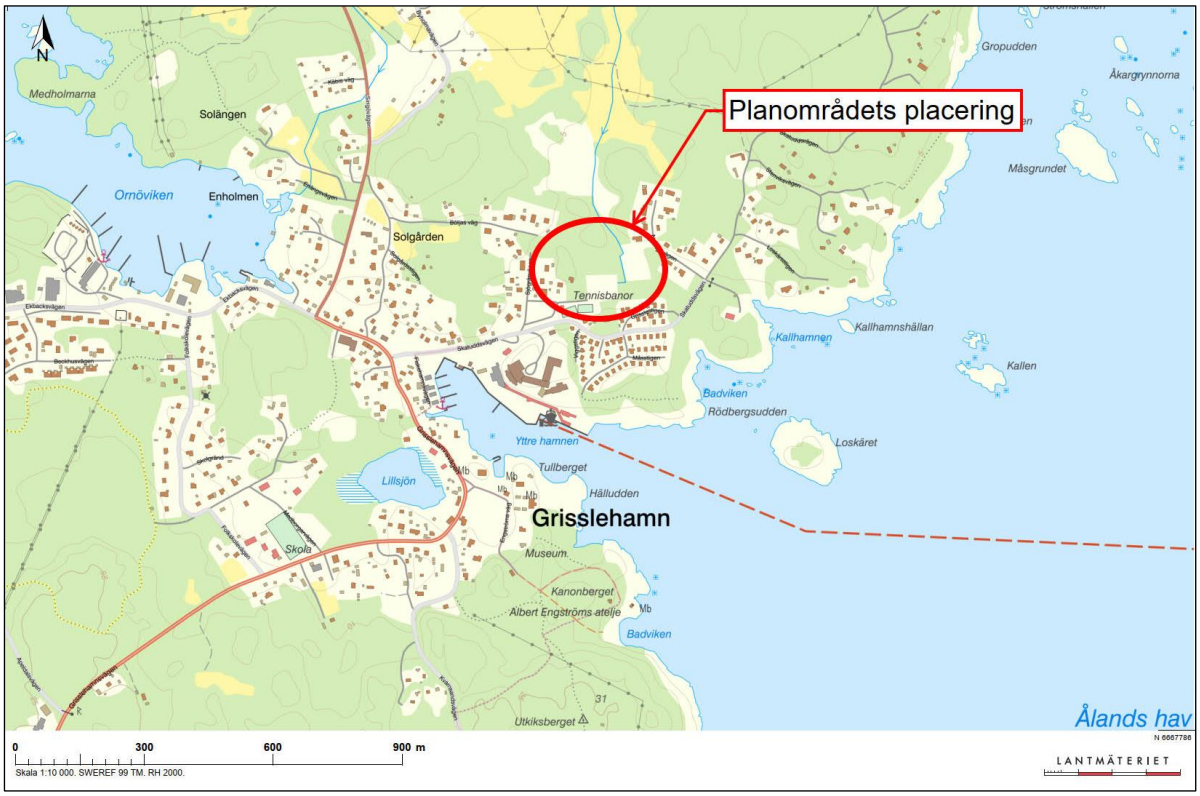
Hydrauliska modelleringar visar att planerad byggnation, med föreslagna åtgärder, inte förväntas riskera att orsaka skador på omkringliggande fastigheter vid 100-årsregn. Planerad byggnation bedöms inte heller orsaka någon dämning i diket uppströms.

När det finns resultat från planerad geoteknisk undersökning bör förutsättningar för infiltration och anläggning av dagvattenanläggningar utredas vidare (bl a kopplat till grundvattennivåer och stabilitet för anläggande av torrdamm). Även juridiska frågor kopplat till vattenverksamhet vid grundvattenpåverkan och markavvattning behöver utredas vidare i dialog med Länsstyrelsen.

2 BAKGRUND

Rederiaktiebolaget Eckerö avser att utvidga befintlig parkering för Eckerölinjen på fastigheten Byholma 3:5 vid hamnområdet i Grisslehamn, för att lösa parkeringsproblematik under högsommaren och helger. I dagsläget finns ca 150 parkeringsplatser och inom detaljplanen planeras för 450–550 stycken, dvs en utökning med ca 300–400 parkeringsplatser. Parkeringen kommer även nyttjas av Hotell Havsbaden och avser stödja verksamheternas utveckling. Inom detaljplanearbetet för detta parkeringsområde har WSP fått i uppdrag att ta fram en dagvattenutredning.

Planområdet är ca 2,7 ha stort och beläget i Grisslehamn ca 40 km norr om Norrtälje, se Figur 1. Det utgörs i dagsläget av den befintliga parkeringen samt skogsmark och ängsmark. Fastigheten ägs av en privat aktör.



Figur 1. Planområdets placering i Grisslehamn (Lantmäteriet, 2022).

2.1 SYFTE

Dagvattenutredningen är framtagen med syfte att säkerställa en hållbar dagvattenhantering inom planområdet, i enlighet med gällande krav och riktlinjer enligt kommunens dagvattenstrategi (Norrtälje kommun, 2017) och dagvattenpolicy (Norrtälje kommun, 2016).

Dimensionerande dagvattenflöden från området i befintlig och planerad situation ska beräknas enligt Svenskt vattens publikation P110 (Svenskt vatten, 2016). Föroreningshalter- och mängder i dagvattnet i befintlig och planerad situation ska beräknas, och en översiktlig bedömning av exploateringens påverkan på möjligheten att uppnå miljökvalitetsnormer (MKN) i recipienten ska utföras.

Dagvattenutredningen ska även kartlägga eventuella skyfallsrisker och föreslå åtgärder för att inte byggnader eller viktig infrastruktur skadas vid extrema regn.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

3.1 KOMMUNENS KRAV

Utredningen ska utgå från kommunens dagvattenstrategi (Norrtälje kommun, 2017) och dagvattenpolicy (Norrtälje kommun, 2016). Följande är Norrtälje kommuns riktlinjer för en hållbar dagvattenhantering (Norrtälje kommun, 2017):

1§ Planera i tidigt skede för långsiktigt hållbar och klimatsäker dagvattenhantering.

2§ Byggnader och samhällsviktiga anläggningar ska placeras och höjdsättas så att översvämningar inte orsakar betydande skador.

3§ Dagvatten ska i första hand omhändertas lokalt genom infiltration och i andra hand genom fördröjning inom tomtmark. Då kan avledning av dagvatten till annan plats/anläggning minimeras eller helt undvikas.

- Dagvatten ska fördröjas och renas så nära källan som möjligt. Kommunens ställningstagande är att 50 % av ett 10-minuters 20-årsregn ska fördröjas på fastighetsmark, motsvarande 85 $m^3/ha_{red\ area}$.
- Det finns dock lägen där det är olämpligt att infiltrera dagvatten. Detta gäller om:
  - marken är förorenad
  - dagvattnet är förorenat
  - marken har dålig genomsläpplighet eller ligger nära berg
  - grundvattenytan befinner sig nära markytan

4§ Dagvatten är en del av vattnets kretslopp i samhällen och ska användas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön. Träd- och växtplanteringar är redan idag en värdefull resurs i vilka dagvattnet nyttjas för bevattning och samtidigt bidrar till fördröjning.

5§ Vid större flöden än de som VA-huvudmannen ansvarar för (enligt Svenskt Vattens rekommendationer) krävs det att samhället planeras så att dagvattnet kan avrinna ytligt på mark. Dagvattenlösningar bör göras synliga och estetiskt tilltalande samt där det är möjligt integreras i parker och rekreationsområden.

6§ Användandet av byggnads- och anläggningsmaterial innehållande miljöstörande ämnen ska undvikas. Detta gäller material i utemiljön som exponeras för nederbörd.

7§ Dagvatten ska inte medföra att recipienters status eller ingående kvalitetsfaktorer försämras eller att gällande miljökvalitetsnormer för vatten inte uppnås.

8§ Dagvatten ska vid behov renas.

Utredningen ska även utgå från Norrtälje kommuns checklista för dagvattenutredningar och innehålla de punkter i denna som beslutades under möte med kommunen 2022-04-07.

3.2 DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Dagvattenflöden beräknas med beräkningssätt beskrivna i Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Svenskt Vatten har minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem och de dimensioneras i tre säkerhetsnivåer, se Tabell 1. Bebyggelsen inom planområdet kan utifrån dagvattensynpunkt klassas som gles bostadsbebyggelse. Detta medför en dimensionerande återkomsttid på 10 år för trycklinje i marknivå.

Tabell 1. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem i gles bostadsbebyggelse (Svenskt Vatten, 2016).

Säkerhetsnivå	***Ansvarig***	***Dimensionerande återkomsttid för planområdet (gles bostadsbebyggelse)***
1. Återkomsttid för fylld rörledning (hjässdimensionering)	VA-huvudmannen	**2 år**
2. Återkomsttid för trycklinje i marknivå (markdimensionering)	VA-huvudmannen	**10 år**
3. Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader	Kommunen	**> 100 år**

3.3 PROJEKTSPECIFIKA KRAV

Planområdet ligger längst nedströms i ett avrinningsområde som delvis består av utdikad åkermark. Flera av dessa diken leds till ett större dike som går in i planområdet norrifrån. Exploateringen inom planområdet får inte leda till att detta dike däms upp så att det påverkar förhållanden på åkermarken uppströms.

Vid stora regn kan höga flöden avrinna till planområdet från avrinningsområdet uppströms. Byggnationen behöver därför utföras så att dessa flöden kan avrinna på ett säkert sätt genom planområdet och vidare till recipienten.

3.3.1 Planbeskedsutredning

Enligt *Planbeskedsutredning för del av fastigheten Byholma 3:5 i Väddö församling* (Norrtälje kommun, 2020) är följande viktigt att ta hänsyn till ur ett dagvattenperspektiv:

- Hela området är översvämningsområde enligt Länsstyrelsen Stockholms länskarta.
- Fastigheten ligger intill verksamhetsområde för dricksvatten, spillvatten och dagvatten. Den preliminära bedömningen är att anläggandet av en parkering på fastigheten inte ger upphov till att det uppstår ett behov av kommunala VA-tjänster. Det finns en tidigare dagvattenledning sydväst om fastigheten, skulle det bli aktuellt med kommunalt huvudmannaskap för dagvatten måste kapaciteten i denna utredas och en dagvattenanläggning byggas.
- I och med det stora antalet parkeringsplatser så behövs reningsåtgärder för dagvattnet. Oljeavskiljande reningsåtgärd krävs.
- Jordarten är genomsläpplig sand vilket innebär att föroreningar snabbt går ned i grundvattnet. Detta medför högre krav på rening.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

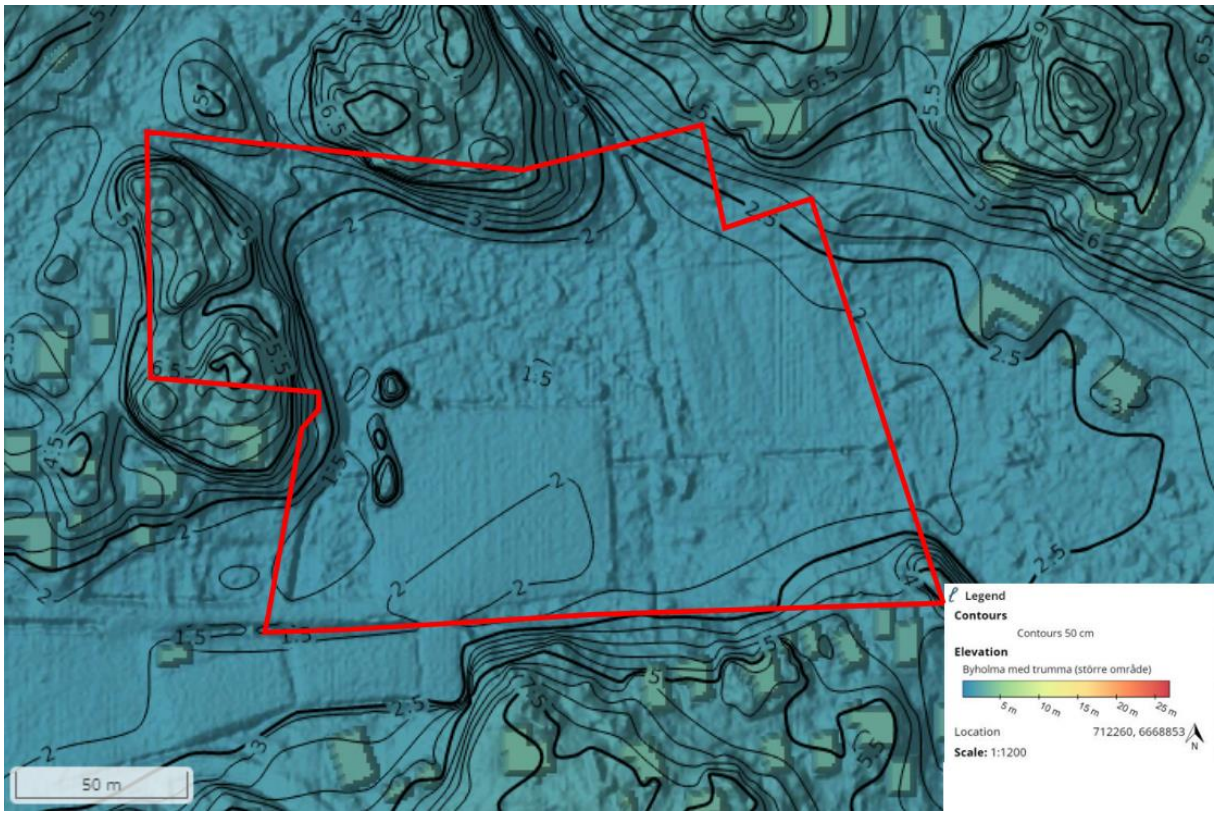
4.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Inom planområdet finns idag en parkeringsyta som används av Eckerölinjen samt skogsmark och ängsmark, se Figur 2. I den östra delen av planområdet finns ett område som tidigare har varit jordbruksmark. Intill planområdet söderut finns villatomter. Även mot nordväst och nordost finns villaområden och norrut ansluter planområdet mot ett skogsområde.

Figur 2. Befintlig markanvändning inom planområdet, vars gräns är ungefärligt markerad med röd linje (Scalgo Live, 2022).

4.2 TOPOGRAFI

I Figur 3 redovisas topografin inom planområdet. Marken är inom stora delar av området lågt belägen, på nivåer under +2 m (RH 2000). I den västra och norra delen finns högre partier med nivåer på upp till ca +7,5 m. I Figur 3 ses att det finns några diken inom planområdets norra och östra del samt ett större dike som rinner in i området norrifrån, se även Figur 7.



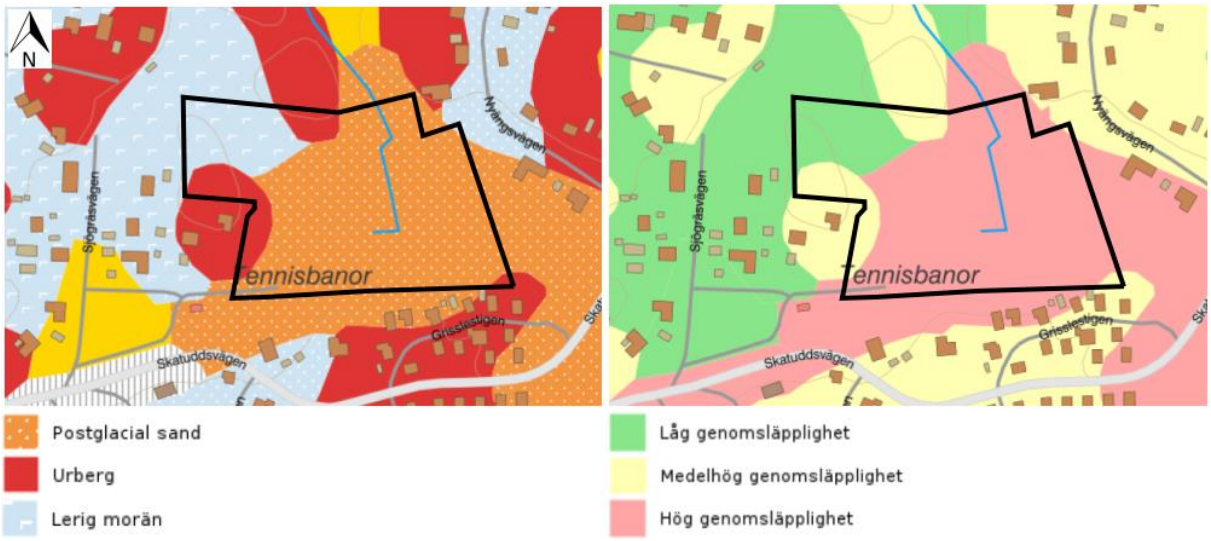
Figur 3. Topografi inom planområdet, vars gräns är ungefärligt markerad med röd linje (Scalgo Live, 2023).

4.3 GEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Ingen geoteknisk undersökning har utförts för planområdet ännu, men det kommer att göras inom kort. När resultat från den geotekniska undersökningen finns att tillgå kommer informationen om geotekniska förutsättningar och grundvattenförhållanden i denna utredning att uppdateras.

Enligt SGU:s jordartskarta (SGU, 2022a) består jordarterna främst av postglacial sand, se Figur 4. I den västra delen finns lerig morän och på höjdpartierna är det urberg.

Enligt Figur 4 är genomsläppligheten i marken hög där jordarten är postglacial sand och i områden med lerig morän är genomsläppligheten låg (SGU, 2022b). Jorddjupet bedöms vara mellan 1–3 m utanför områden med urberg (SGU, 2022c). Utifrån detta bedöms det finnas goda möjligheter till infiltration i stora delar av planområdet, men lämpligheten att infiltrera beskrivs senare i utredningen.



Figur 4. Jordartskarta och genomsläpplighetskarta över planområdet, vars gräns är ungefärligt markerad med svart linje (SGU, 2022a och SGU 2022b).

Det finns inga kända tidigare undersökningar avseende sulfidjord inom eller i närheten av planområdet. Det finns ingen lera inom planområdet (se Figur 4) och den lera som finns norr om området (gult i Figur 4) är glaciallera och inte gyttjelera. Enligt information från Norrtälje kommun (mail från Maria Resman, miljö- och hälsoskyddsinspektör, 2023-06-26) innebär detta en lägre risk för sulfidinnehåll och det bör inte finnas någon sulfidlera inom planområdet.

4.4 FÖRORENAD MARK

Enligt Länsstyrelsernas EBH-karta så finns inga identifierade potentiellt förorenade områden inom planområdet (Länsstyrelsen, 2022a).

4.5 HYDROLOGI OCH GRUNDVATTEN

Inga grundvattenmätningar har utförts inom detaljplanearbetet men det kommer utföras inom ramen för den geotekniska undersökning som planeras.

Information om eventuella tidigare uppmätta grundvattennivåer inom eller i närheten av planområdet har eftersökts hos kommunen, hos NVAA (Norrtälje Vatten och Avfall), inom WSP samt i tillgängliga kartverktyg från SGU, men ingen information om grundvattennivåer har kunnat hittas.

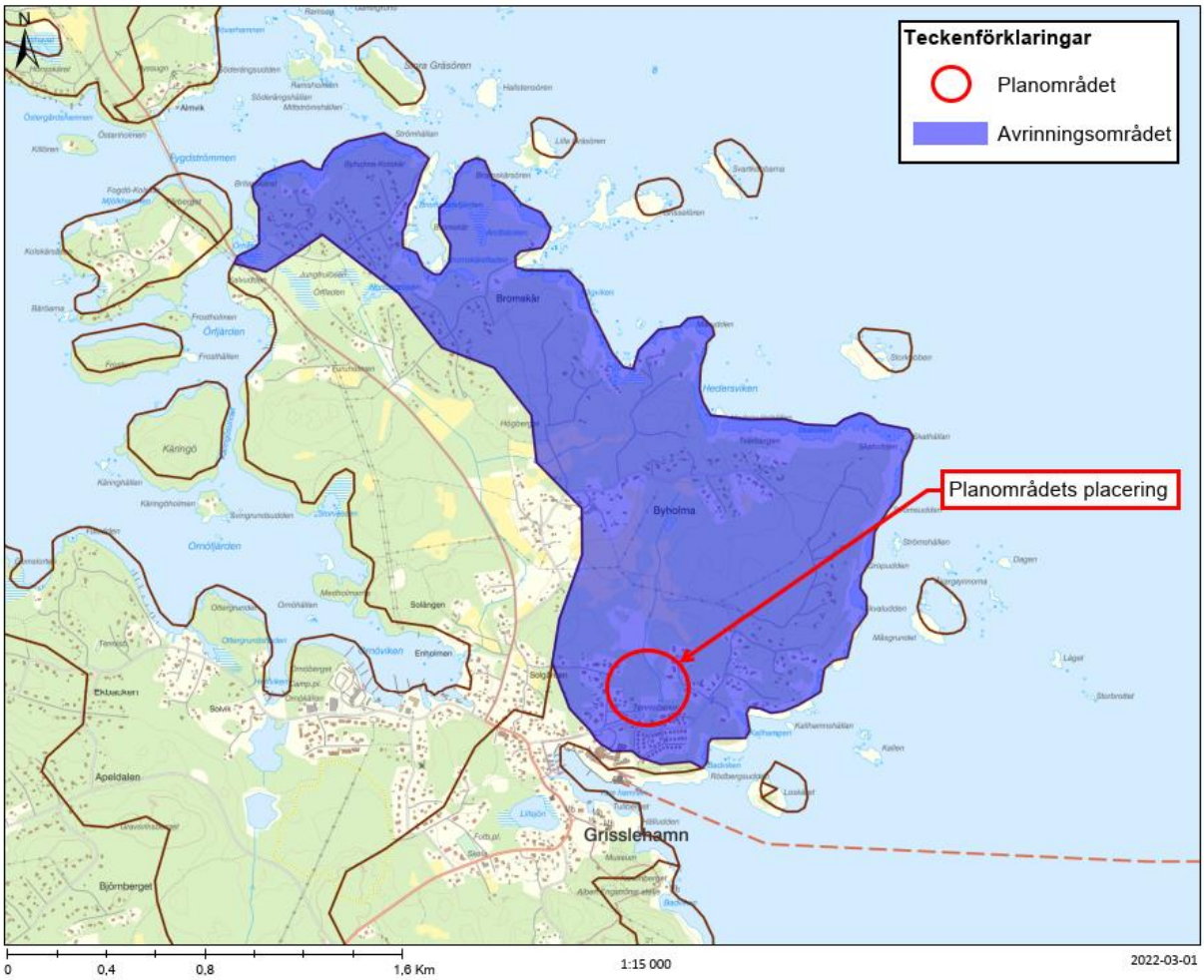
Att marken inom planområdet är lågt belägen (se Figur 3) i förhållande till omgivande mark pekar på att grundvattennivån inom området kan vara nära marknivån.

4.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

4.6.1 Avrinningsområde

Planområdet ligger enligt VISS, 2022a, inom delavrinningsområdet *Rinner mot Östhammars kustvatten* varifrån vatten avrinner ytligt till vattenförekomsten *Östhammars kustvatten,* se Figur 5. Avrinningsområdet är ca 2,5 km^2 stort och beläget strax norr om Grisslehamn.

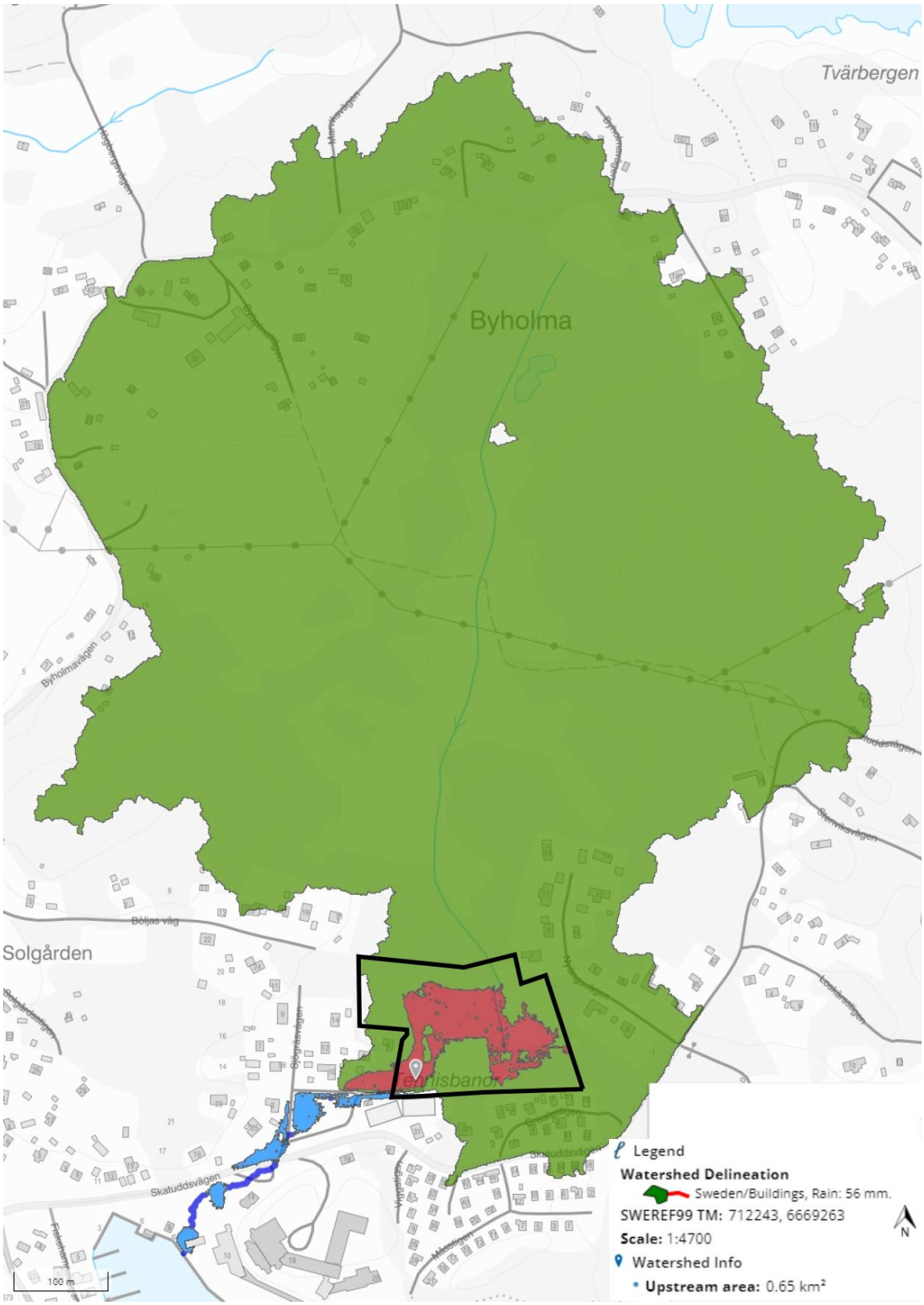
Även om planområdet rent topografiskt tillhör delavrinningsområdet *Rinner mot Östhammars kustvatten* så avvattnas det via dagvattenledningar till vattenförekomsten *Grisslehamn* (WA98361738), vilket också är en del av Östersjön.



Figur 5. Delavrinningsområdet som planområdet är beläget inom (*Rinner mot Östhammars kustvatten*) (VISS, 2022a).

Eftersom planområdet är beläget lågt i terrängen avrinner dagvatten dit från ett relativt stort område uppströms, se Figur 6. Figuren har tagits fram i Scalgo Live som visualiserar och beräknar flödesvägar och lågpunkter utifrån Lantmäteriets terrängmodeller. Programmet tar ingen hänsyn till infiltrationskapacitet, rinntid eller ledningsnät, vilket kan göra resultatet något överskattat. Nederbördsmängden som använts i denna analys är 56 mm, vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25 (Svenskt Vatten, 2016).

Avrinningsområdet (markerat med grönt) i Figur 6 är 0,65 km^2 till ytan och består av ca 60% skogsmark, 20% åkermark, 15% övrig öppen mark och 5% bebyggd mark. Det röda området i Figur 6 visar lågpunkter i anslutning till planområdet som beräknas kunna bli vattenfyllda vid ett 100-årsregn. Även vid mindre regn avrinner vatten från ett stort område uppströms, till exempel så avrinner vatten dit från ett område på 0,40 km^2 vid en nederbördsmängd på 5 mm. I Figur 6 ses att den ytliga avrinningsvägen vidare nedströms går över parkeringar och vägytor mot sydväst, varifrån det rinner ut i vattenförekomsten Grisslehamn i hamnområdet.

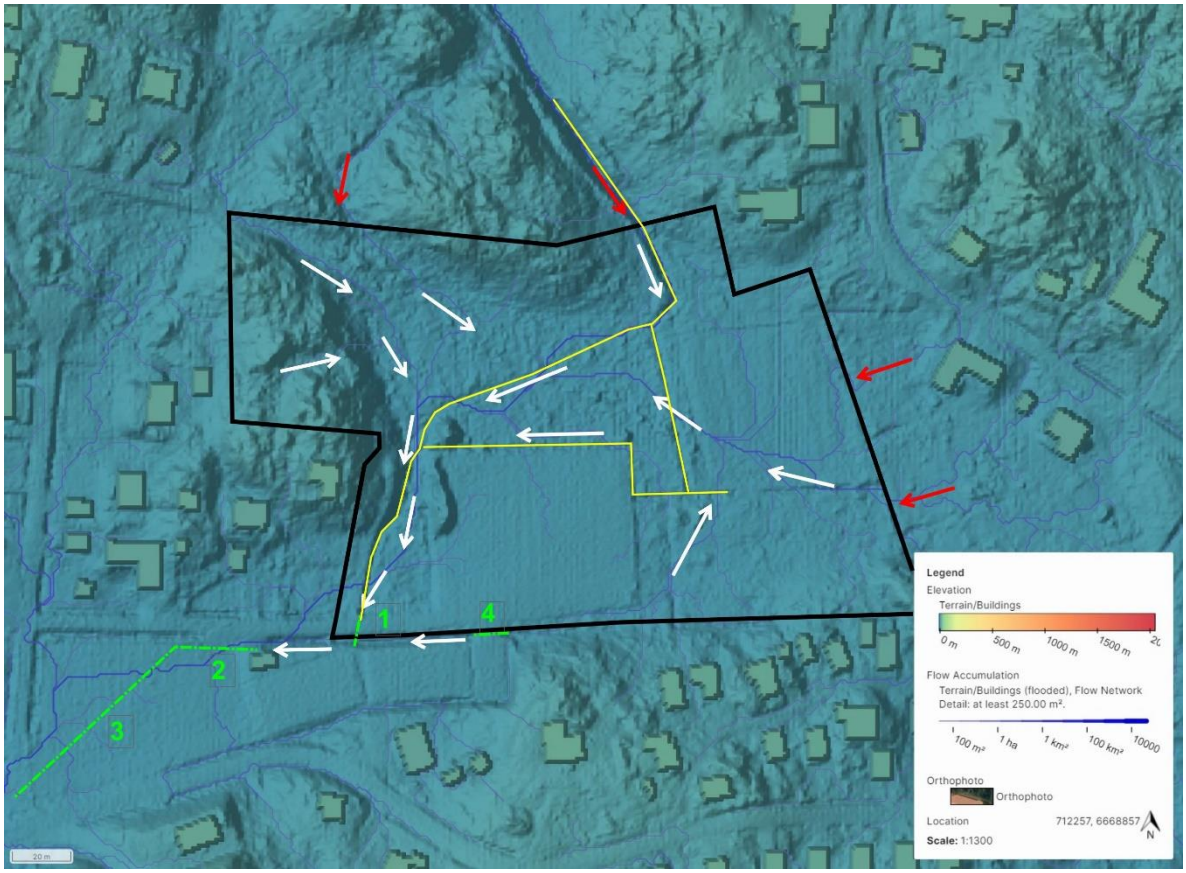


Figur 6. Avrinningsområde uppströms som avrinner ytligt till planområdet vid ett regn på 56 mm. Rött område och ljusblått område är lågpunkter fyllda med vatten och mörkblå linje är vattnets ytliga flödesväg vidare till recipienten. Planområdet är ungefärligt med svart linje (Scalgo Live, 2022).

4.6.2 Flödesvägar

Ytliga flödesvägar inom planområdet har karterats med hjälp av Scalgo Live. I Figur 7 redovisas de huvudsakliga flödesvägarna genom planområdet enligt analysen. Det är dock något osäkert hur vattnet avrinner inom de delar av planområdet där marken har låg lutning (vilket medför att flödesvägar, i blått, skiljer sig från diken, i gult). Även befintliga ledningar har inkluderats i analysen i Figur 7, enligt information från platsbesök och från Eckerölinjen om befintlig vägtrumma och dagvattenledningar.

Det finns fyra huvudsakliga flödesvägar in till planområdet (röda pilar i Figur 7). Därefter avrinner vattnet mot planområdets sydvästra sida (vita pilar) där det leds undan via ett befintligt dike. Diket rinner till en trumma (markerad med 1 i Figur 7) under vägen och till i ett dike på den södra sidan av vägen. I detta dike rinner därefter vattnet västerut till en ledning (markerad med 2 i Figur 7) som är förlagd under en parkeringsyta. Denna ledning är ansluten till en kommunal dagvattenledning (markerad med 3 i Figur 7), se vidare i avsnitt 4.6.3.



Figur 7. Flödesvägar i anslutning till planområdet, vars gräns är ungefärligt markerad med svart linje. Röda pilar visar rinnvägar som tillför avrinning från uppströms liggande områden och vita pilar visar flödesvägar inom och ut från planområdet (Scalgo Live, 2022). Gröna numrerade streck motsvarar kulvertar/ledningar och gula linjer är befintliga diken.

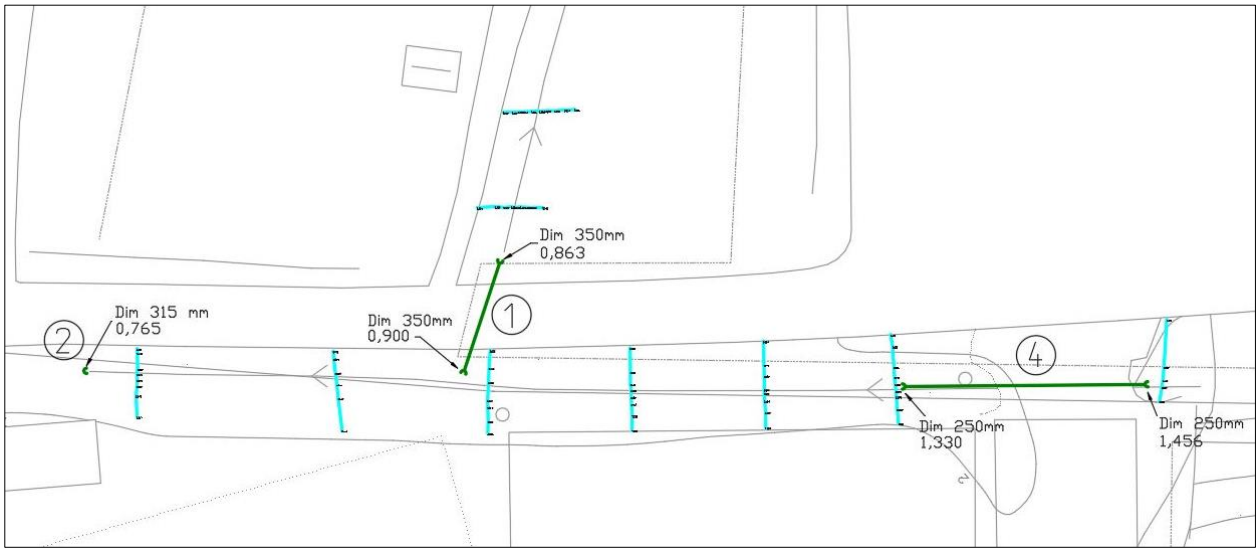
I avsnitt 7.4 redovisas resultat av en hydraulisk modellering som har utförts inom detta projekt, för att undersöka översvämningssituationen vid skyfall. Där redovisas både resultat för befintlig och planerad situation.

4.6.3 Befintliga dagvattenledningar/trummor

Det finns diken runt den befintliga parkeringsytan, vilka har ett djup på maximalt ca 0,5 meter (enligt information från Eckerölinjen).

Trummorna numrerade med 1 och 4 samt ledningen markerad med 2 i Figur 8 ägs av Eckerölinjen. Inmätningar av dessa har utförts av WSP inom projektet, som underlag till den hydrauliska

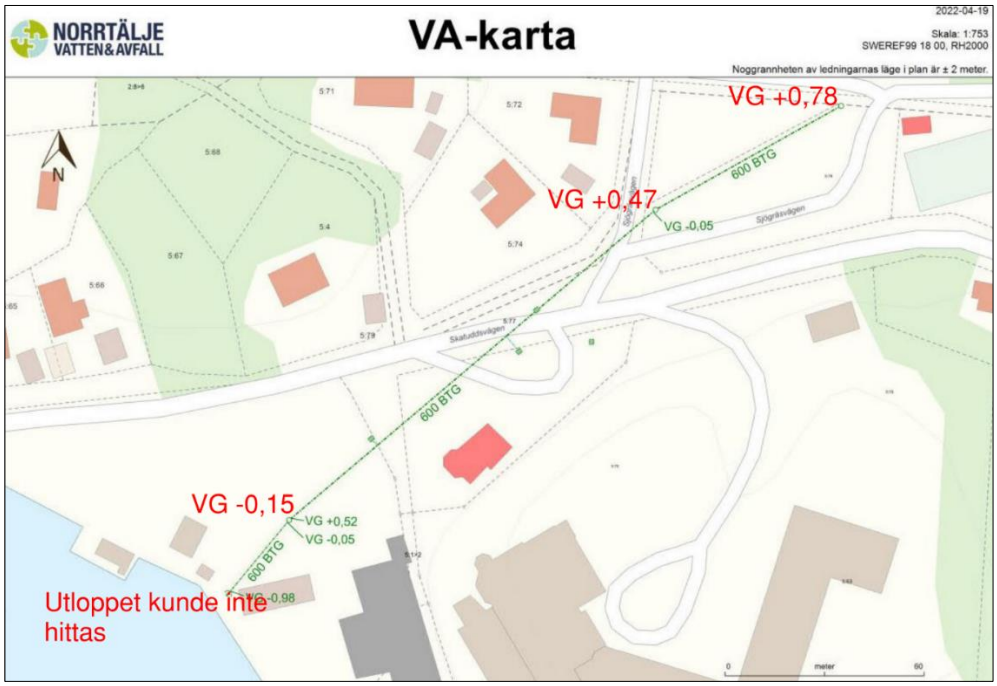
modelleringen. I Figur 8 redovisas inmätta dimensioner och vattengångar. Som underlag till modelleringen utfördes även inmätningar av diket söder om infartsvägen samt diket norr om trumma 1 (i sektioner markerade med turkosa linjer i Figur 8).



Figur 8. Inmätta dimensioner och vattengångar i trumma 1 och 4 samt ledning 2 (inmätning av WSP 2023-06-17).

NVAA har under projektets gång utfört en inmätning av de kommunala ledningarna (markerade med 3 i Figur 7). De uppmätta vattengångarna i brunnar redovisas med röda siffror i Figur 9. Enligt NVAA (mail 2023-06-01) är vattengångarna desamma för ingående och utgående ledning i brunn och dimensionen på ledningarna är 600 mm. NVAA anger också (mail 2023-04-26) att det inte finns några övriga inkommande ledningar till de tre 600 mm-ledningarna (förutom ledningen numrerad med 2 som ansluter till den kommunala ledningen).

Efter avrinning till diken och ledningar enligt avsnitt 4.6.2 så leds dagvatten från planområdet slutligen ut i Östersjön via den kommunala dagvattenledningen.



Figur 9. Befintliga kommunala dagvattenledningar nedströms planområdet (Norrtälje kommun, 2022). Röda siffror är vattengångar i brunnar enligt inmätning utförd av NVAA under maj 2023. Dessa ledningar benämns 3a-3c i Tabell 5.

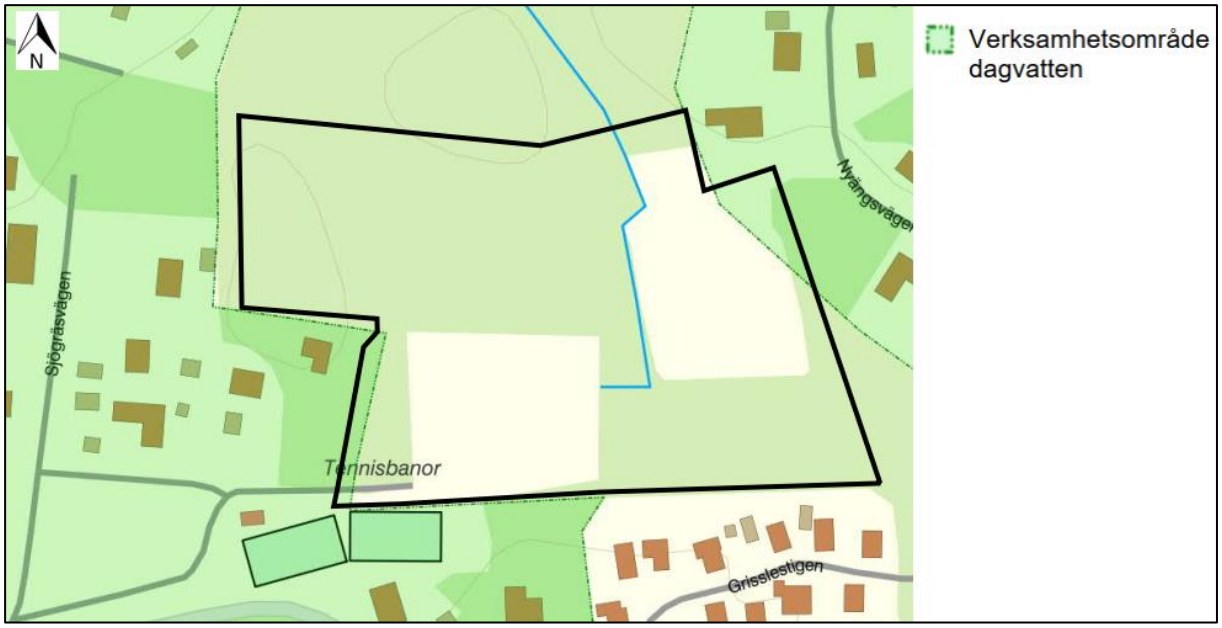
Se vidare information om befintliga ledningar numrerade 2 och 3 i avsnitt 6.4.

4.6.4 Verksamhetsområde

Små delar av planområdets utkanter ligger inom det kommunala verksamhetsområdet för dagvatten, se Figur 10. I planbeskedsutredningen (Norrtälje kommun, 2020) anges följande:

Fastigheten ligger intill verksamhetsområde för dricksvatten, spillvatten och dagvatten. Den preliminära bedömningen är att anläggandet av en parkering på fastigheten inte ger upphov till att det uppstår ett behov av kommunala VA-tjänster. Det finns en tidigare dagvattenledning sydväst om fastigheten, skulle det bli aktuellt med kommunalt huvudmannaskap för dagvatten måste kapaciteten i denna utredas och en dagvattenanläggning byggas.

Utifrån att dagvatten redan i dagsläget avleds till den kommunala dagvattenledningen, och att detta kommer vara fallet även efter exploatering, så rekommenderas att planområdet ska ingå i verksamhetsområdet för dagvatten. Rent höjdmässigt är det enbart möjligt att leda dagvatten från planområdet till den kommunala dagvattenledningen. Planerad bebyggelse bedöms inte vara lämplig om anslutningen till befintlig kommunal ledning inte kan utföras. Att bebyggelsen utökas i direkt anslutning till befintlig bebyggelse som ingår i verksamhetsområdet för dagvatten medför att det bedöms finnas ett planmässigt samband enligt 6 § vattentjänstlagen.



Figur 10. Verksamhetsområdet för dagvatten i anslutning till planområdet (Norrtälje kommun, 2022). Planområdets gräns är ungefärligt markerad med svart linje.

4.7 RECIPIENT OCH RECIPIENTSTATUS

Ytvattenrecipient för planområdet är vattenförekomsten Grisslehamn (WA98361738). I Tabell 2 sammanfattas miljökvalitetsnormerna och aktuell status för recipienten. Enligt beslutad miljökvalitetsnorm (förvaltningscykel 3, år 2017 – 2021) har Grisslehamn måttlig ekologisk status med mål att uppnå god ekologisk status år 2027. Enligt förvaltningscykeln så uppnår Grisslehamn ej god kemisk status på grund av bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar. Målsättningen är att vattenförekomsten ska uppnå god kemisk ytvattenstatus.

Tabell 2. Miljökvalitetsnormer och status för Grisslehamn (WA98361738) enligt VISS, 2023.

Aktuell status	***Kvalitetskrav***	***Kvalitetsfaktorer och klassificerade parametrar***		
Måttlig ekologisk status	God ekologisk status 2027	Biologiska	Växtplankton	Måttlig
		Fysikalisk-kemiska	Näringsämnen	God
		Hydromorfologiska	Konnektivitet i kustvatten och vatten i övergångszon	Måttlig
			Hydrografiska villkor i kustvatten och vatten i övergångszon	Måttlig
			Morfologiskt tillstånd i kustvatten och vatten i övergångszon	Måttlig
Uppnår ej god kemisk ytvattenstatus	God kemisk ytvattenstatus	Prioriterade ämnen	Bromerad difenyleter	Uppnår ej god
			Kvicksilver och kvicksilverföreningar	Uppnår ej god

4.8 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Inga markavvattningsföretag har identifierats inom planområdet (Länsstyrelsen, 2022b).

4.9 OMRÅDESSKYDD

Inga övriga områdesskydd har identifierats inom planområdet via Länsstyrelsens eller Naturvårdsverkets kartverktyg (Länsstyrelsen, 2022b, och Naturvårdsverket, 2022).

4.10 OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK

Den 8 mars 2022 gjordes ett platsbesök av Jarek Bartosiak och Annika Hammarstedt på WSP och vid detta tillfälle fotograferades vissa av dikena i anslutning till planområdet. Dessa foton redovisas i Bilaga A.

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 PLANERADE FÖRÄNDRINGAR

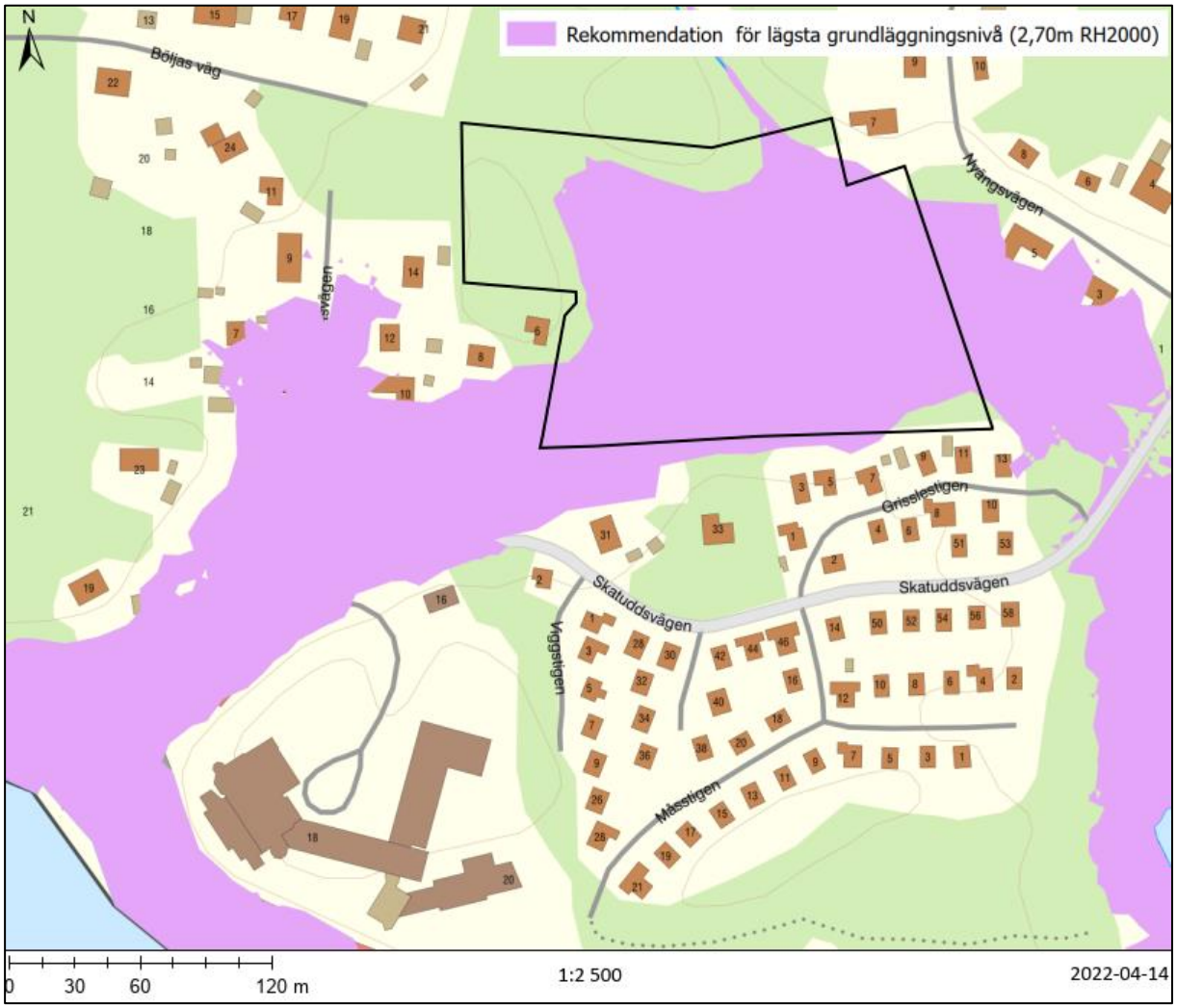
I Figur 11 redovisas en skiss av planerad utformning för parkeringen (Tengbom, 2023-09-27). Inom detaljplanen planeras för 450–550 parkeringsplatser (en utökning med ca 300–400 stycken från dagens antal). Parkeringsytan planeras att byggas ut i etapper och den storlek som redovisas i Figur 11 är den maximala storlek som parkeringen kommer byggas ut till. Därför kommer beräkningar och föreslagen systemlösning i denna utredning att utgå från denna yta, för att ta höjd för största möjliga utbredning. Den höjdsättning som föreslagits i detta skede redovisas i Figur 11, där de högsta nivåerna (+4 m) är i parkeringens nordvästra del och de lägsta är i den sydvästra delen. I den sydvästra delen har nivåerna på befintlig parkeringsyta (ca +1,7–1,8 m) använts i denna utredning, eftersom denna del inte planeras att byggas om.

Figur 11. Skiss av planerad utformning för parkeringen (Tengbom, 2023-09-27). Planområdets gräns är markerad med gul linje.

5.2 FRAMTIDA KLIMAT – HAVS- OCH VATTENNIVÅER

Stora delar av planområdet ligger under lägsta rekommenderad grundläggningsnivå för ny bebyggelse, se Figur 12. Enligt Länsstyrelsen behöver ny bebyggelse och samhällsfunktioner av betydande vikt längs länets Östersjökust placeras ovanför nivån +2,70 meter (RH 2000). Om ny bebyggelse placeras under denna nivå behöver kommunen visa att exploateringen inte blir olämplig. Med samhällsviktig verksamhet avses verksamhet, tjänst eller infrastruktur som upprätthåller eller säkerställer samhällsfunktioner som är nödvändiga för samhällets grundläggande behov, värden eller säkerhet (Länsstyrelsen, 2022c).

Den planerade parkeringsytan bedöms inte vara en olämplig exploatering eller samhällsviktig funktion med hänsyn till eventuell risk för översvämning.

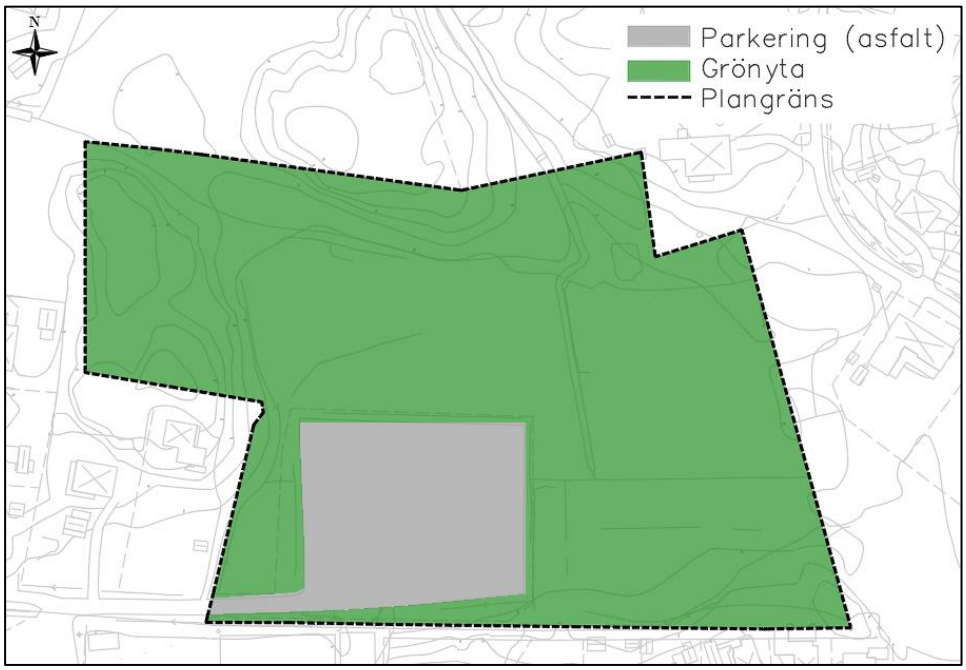


Figur 12. Länsstyrelsens rekommendation för lägsta grundläggningsnivå, med planområdet ungefärligt markerat med svart linje (Länsstyreslen, 2022b).

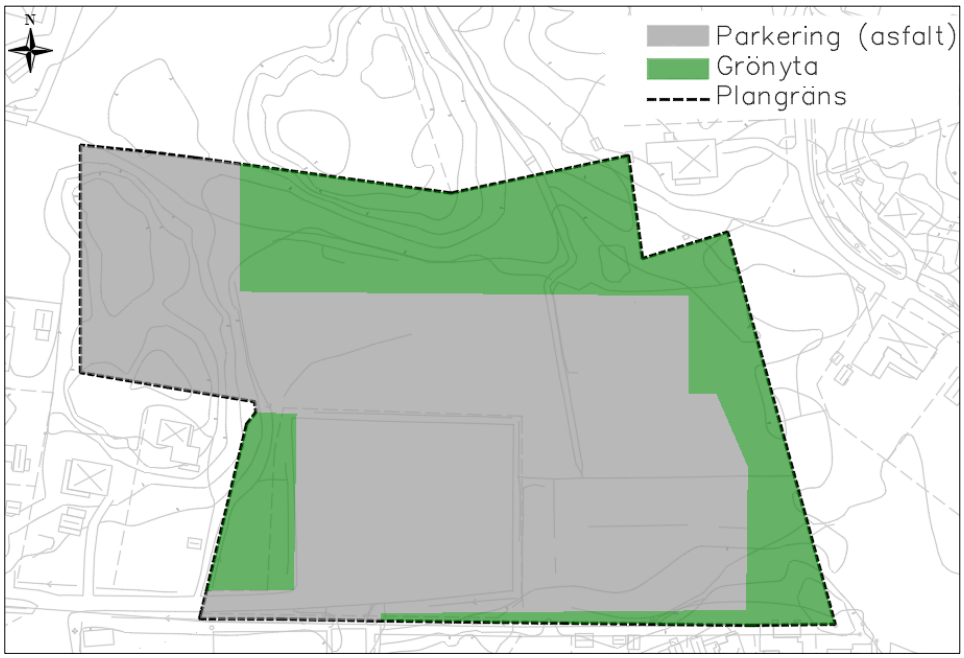
6 BERÄKNINGAR

6.1 BEFINTLIG OCH FRAMTIDA MARKANVÄNDNING

Den ytkartering som utförda beräkningar utgår ifrån redovisas i Figur 13 (befintlig situation) och Figur 14 (planerad situation). Hela parkeringsytan i planerad situation antas utgöras av en asfalterad yta, för att räkna på den högsta hårdgörandegrad som kan bli aktuell.



Figur 13. Befintlig markanvändning inom planområdet (utifrån grundkarta).



Figur 14. Framtida markanvändning inom planområdet (utifrån plankarta 2023-09-22).

6.2 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Flödesberäkningar har utförts enligt tillvägagångssätt i Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). För att avgöra hur planerad exploatering beräknas påverka dagvattenflöden har flöden för både befintlig och planerad markanvändning beräknats. Detta har utförts för 10-årsregn, 20-årsregn och 100-årsregn. De dimensionerande flödena är beräknade genom rationella metoden enligt Ekvation 1.

$$q_{d\,dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \qquad (1)$$

där

$q_{d\,dim} = dimensionerande\ flöde\ (l/s)$

$A = avrinningsområdets\ area\ (ha)$

$i(t_r) = dimensionerande\ nederbördintensitet\ (l/s, ha), (t_r) = regnets\ varaktighet$

$\varphi = avrinningskoefficient$

$kf = klimatfaktor$

Blockregnsvaraktigheten för regnen är vald utifrån rinntiden som för befintlig markanvändning har beräknats till 30 minuter (avrinning över naturmark och i diken) och för planerad markanvändning till 10 minuter (avrinning över parkeringsytor och i diken). För att ta höjd för framtida ökade flöden till följd av klimatförändringar har flöden i planerad situation multiplicerats med en klimatfaktor på 1,25. De avrinningskoefficienter som använts i beräkningarna är enligt Svenskt Vatten P110.

Tabell 3 redovisar markanvändning och beräknade flöden i befintlig situation. Tabell 4 redovisar detsamma för planerad situation.

Tabell 3. Markanvändning och dimensionerande flöden vid befintlig markanvändning. Beräknade flöden är för 10-årsregn, 20-årsregn respektive 100-årsregn (exkl klimatfaktor), samtliga med varaktighet 30 min.

Befintlig markanvändning	***Area [ha]***	***Avr. koeff. [-]***	***Reducerad area [ha]***	***10-årsregn [l/s]***	***20-årsregn [l/s]***	***100-årsregn [l/s]***
Parkering	0,40	0,8	0,32	37	46	79
Grönyta	2,25	0,1	0,22	26	33	56
Totalt	**2,65**	**0,21**	**0,54**	**60**	**80**	**130**

Tabell 4. Markanvändning och dimensionerande flöden vid planerad markanvändning. Beräknade flöden är för 10-årsregn, 20-årsregn respektive 100-årsregn (inkl klimatfaktor), samtliga med varaktighet 10 min.

Planerad markanvändning	***Area [ha]***	***Avr. koeff. [-]***	***Reducerad area [ha]***	***10-årsregn inkl kf [l/s]***	***20-årsregn inkl kf [l/s]***	***100-årsregn inkl kf [l/s]***
Parkering	1,78	0,8	1,43	408	512	874
Grönyta	0,86	0,1	0,09	26	32	55
Totalt	**2,65**	**0,57**	**1,51**	**430**	**540**	**930**

Vid ett 10-årsregn ökar flödet från planområdet från **60 l/s** till **430 l/s** i samband med exploateringen. Anledningen till att flödet ökar är dels den ökade andelen hårdgjorda ytor (vilket gör både att vattnet rinner av snabbare och att större andel av regnet rinner av), dels inkludering av klimatfaktor för planerad situation.

6.3 FÖRDRÖJNINGSVOLYM

Den erforderliga fördröjningsvolymen har beräknats på två olika sätt, enligt nedanstående:

Alternativ 1:
Utifrån kommunens fördröjningskrav (se avsnitt 3.1): fördröjning av 85 $m^3/ha_{red\ area}$ på fastighetsmark. Erforderlig fördröjningsvolym har beräknats till **130 m³**, enligt Ekvation 2.

$$V_{erf} = 85 \cdot A_{red} = 85 \cdot 1{,}51 = 130\ m^3 \qquad (2)$$

där
$V_{erf} = erforderlig\ fördröjningsvolym\ (m^3)$
$A_{red} = planområdets\ reducerade\ area\ efter\ planerad\ exploatering\ (ha)$

Alternativ 2:
Efter önskemål från NVAA har fördröjningsvolym även beräknats utifrån fördröjning av ett 20-årsflöde i planerad situation till befintligt 10-årsflöde.

Erforderlig fördröjningsvolym har beräknats enligt metodik i Svenskt Vatten P110 (ekvation 9.1 i kapitel 9.2), utifrån en tömningsfaktor på 0,67. Denna beräkning resulterade i en erforderlig fördröjningsvolym på **440 m³**.

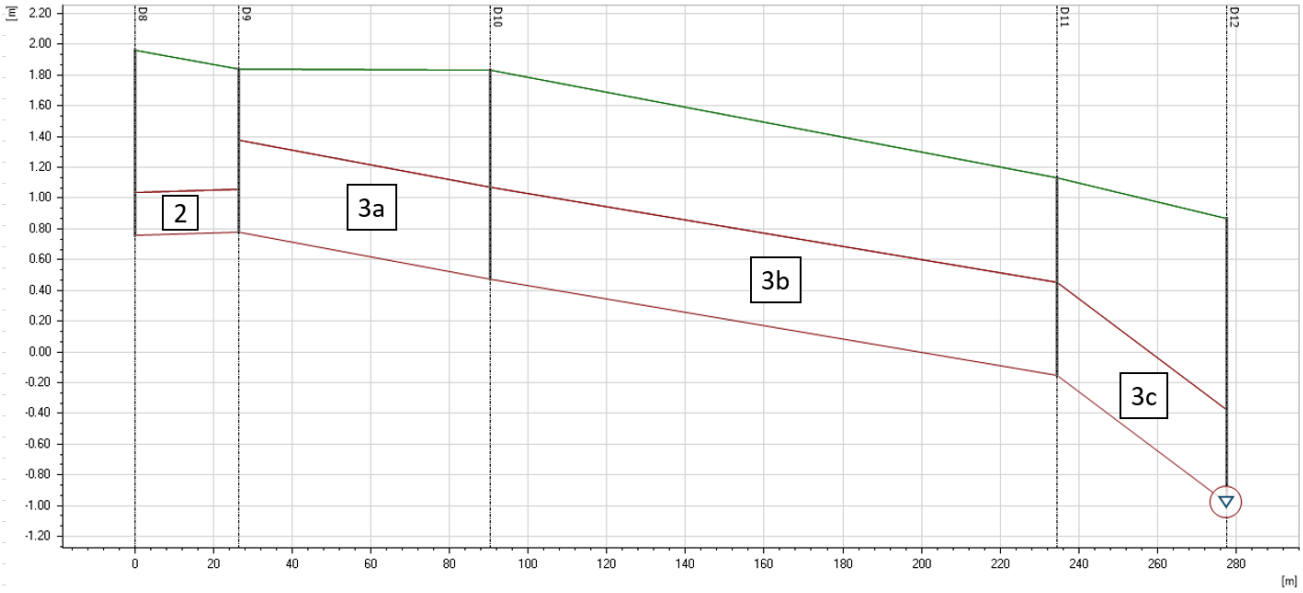
I samråd med NVAA och Norrtälje kommun är den gällande fördröjningsvolymen **440 m³**, enligt alternativ 2.

6.4 KAPACITET PÅ BEFINTLIGA LEDNINGAR NEDSTRÖMS

I Tabell 5 redovisas beräknad kapacitet i befintliga ledningar nedströms planområdet. Ledningarnas läge i plan visas i Figur 7 och Figur 9 och Figur 15 redovisar en ledningsprofil. Ledning 2 är en privat ledning som ägs av Eckerölinjen medan ledning 3a-3c är kommunala ledningar.

Tabell 5. Data för befintliga ledningar, utifrån information från NVAA och inmätningar (se avsnitt 4.6.3). I kolumnen längst till höger redovisas beräknad kapacitet för respektive ledning.

Ledning	*Dimension [mm]*	*Längd [m]*	*VG start [plushöjd i RH 2000, m]*	*VG slut [plushöjd i RH 2000, m]*	*Lutning [‰]*	*Kapacitet [l/s]*
2 (privat)	315	26	0,76	0,78	-0,8	**25**
3a (NVAA)	600	64	0,78	0,47	4,8	**450**
3b (NVAA)	600	144	0,47	-0,15	4,3	**423**
3c (NVAA)	600	43	-0,15	-0,98	19,3	**900**



Figur 15. Ledningsprofil för ledning 2 (privat ledning) och 3a-3c (NVAA:s ledningar), se läget på ledningarna i plan i Figur 7 och Figur 9. Profilen är hämtad från den hydrauliska modellering som har utförts, se vidare om denna i avsnitt 7.4.

6.5 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac (StormTac, 2023). För att uppskatta halter och mängder av föroreningar i dagvatten som kommer från planområdet används schablonhalter för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Beräknade värden bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i planområdet, snarare än exakta värden.

Enligt SMHI:s metoder har en årsnederbörd på 678 mm/år har använts i beräkningarna, vilket är en korrigerad årsmedelnederbörd (korrektionsfaktor 1,1) baserad på en uppmätt nederbördsvolym för SMHI:s närmaste mätstation Norrby (SMHI, 2022).

Föroreningsberäkningar har utförts för befintlig och planerad markanvändning, samt planerad markanvändning efter föreslagen rening. I detta avsnitt redovisas beräknade värden utan rening, värden där reningsanläggningar inkluderas redovisas i avsnitt 7.3. I Tabell 6 och Tabell 7 visas föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvatten inom planområdet före och efter exploatering. Dessa beräkningar har utförts utifrån markanvändningarna *Parkering* samt *Skogs- och ängsmark* enligt Tabell 3 och Tabell 4.

Tabell 6. Föroreningshalter före och efter exploatering. Röda siffror indikerar en ökad halt.

	Halt [µg/l]										
Ämne	***P***	***N***	***Pb***	***Cu***	***Zn***	***Cd***	***Cr***	***Ni***	***SS***	***Olja***	***BaP***
Befintlig situation	99	1 200	9	17	59	0,2	6	3	59 000	350	0,02
Planerad situation UTAN rening	140	1 500	16	33	120	0,4	12	5	12 0000	710	0,05
Förändring i jämförelse med befintlig situation	41%	25%	86%	94%	103%	58%	100%	53%	103%	103%	113%

Tabell 7. Föroreningsmängder före och efter exploatering. Röda siffror indikerar en ökad mängd.

	Mängd [kg/år]										
Ämne	***P***	***N***	***Pb***	***Cu***	***Zn***	***Cd***	***Cr***	***Ni***	***SS***	***Olja***	***BaP***
Befintlig situation	0,7	8,4	0,06	0,1	0,4	0,002	0,04	0,02	400	2	0,00015
Planerad situation UTAN rening	1,7	18	0,20	0,4	1,4	0,005	0,15	0,06	1 400	9	0,00060
Förändring i jämförelse med befintlig situation	154%	114%	245%	242%	250%	188%	266%	178%	250%	278%	300%

Resultaten i Tabell 6 och Tabell 7 visar att exploateringen utan reningsåtgärder skulle medföra en ökad halt och ökad mängd för samtliga beräknade ämnen. Detta är en naturlig följd när en parkering anläggs inom ett naturområde.

7 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Dagvattenhanteringen inom planområdet kan utformas på flera olika sätt och med flera möjliga kombinationer av dagvattenlösningar. Föreslagen systemlösning i denna utredning syftar till att visa ett exempel på dagvattenlösningar. I ett senare skede, när planområdets utformning planeras mer detaljerat, bör föreslagen dagvattenhantering utredas vidare.

Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering inom planområdet är att:

- Parkeringsytor (och eventuella komplementbyggnader) ska placeras på höjdpartier och lågstråk ska utgöras av grönytor.
- Dagvattenflöden ska begränsas genom att i första hand undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom fördröjning och eventuellt infiltration. Innan infiltration i marken behöver dagvatten från parkeringsytor genomgå någon form av rening där föroreningar fastläggs.
- Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipient.

7.1 SYSTEMLÖSNING

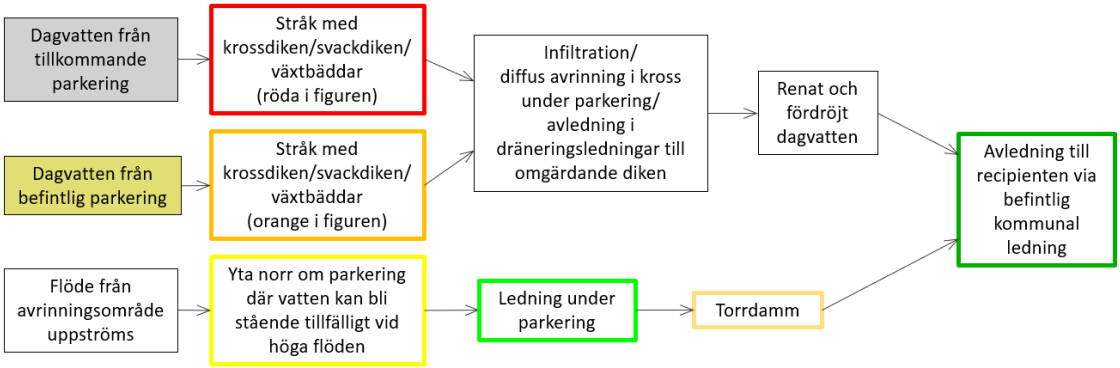
Det primära syftet med föreslagen dagvattenhantering inom planområdet är att:

- Erforderlig fördröjningsvolym på **440 m^3** ska uppnås inom planområdet, för att dagvattenflödet (20-årsregn inkl klimatfaktor) ska fördröjas till befintligt flöde (10-årsregn) (se avsnitt 6.3).
- Dagvattnet som avrinner från parkeringsplatser ska renas (med oljeavskiljande åtgärd) och exploateringen ska inte försämra möjligheterna att uppnå MKN i recipienten.
- Avleda flöden från området beläget uppströms på ett säkert sätt genom planområdet och vidare mot recipienten.
- Dagvatten från parkeringsytor inom planområdet ska renas innan det blandas med vatten från avrinningsområdet uppströms.

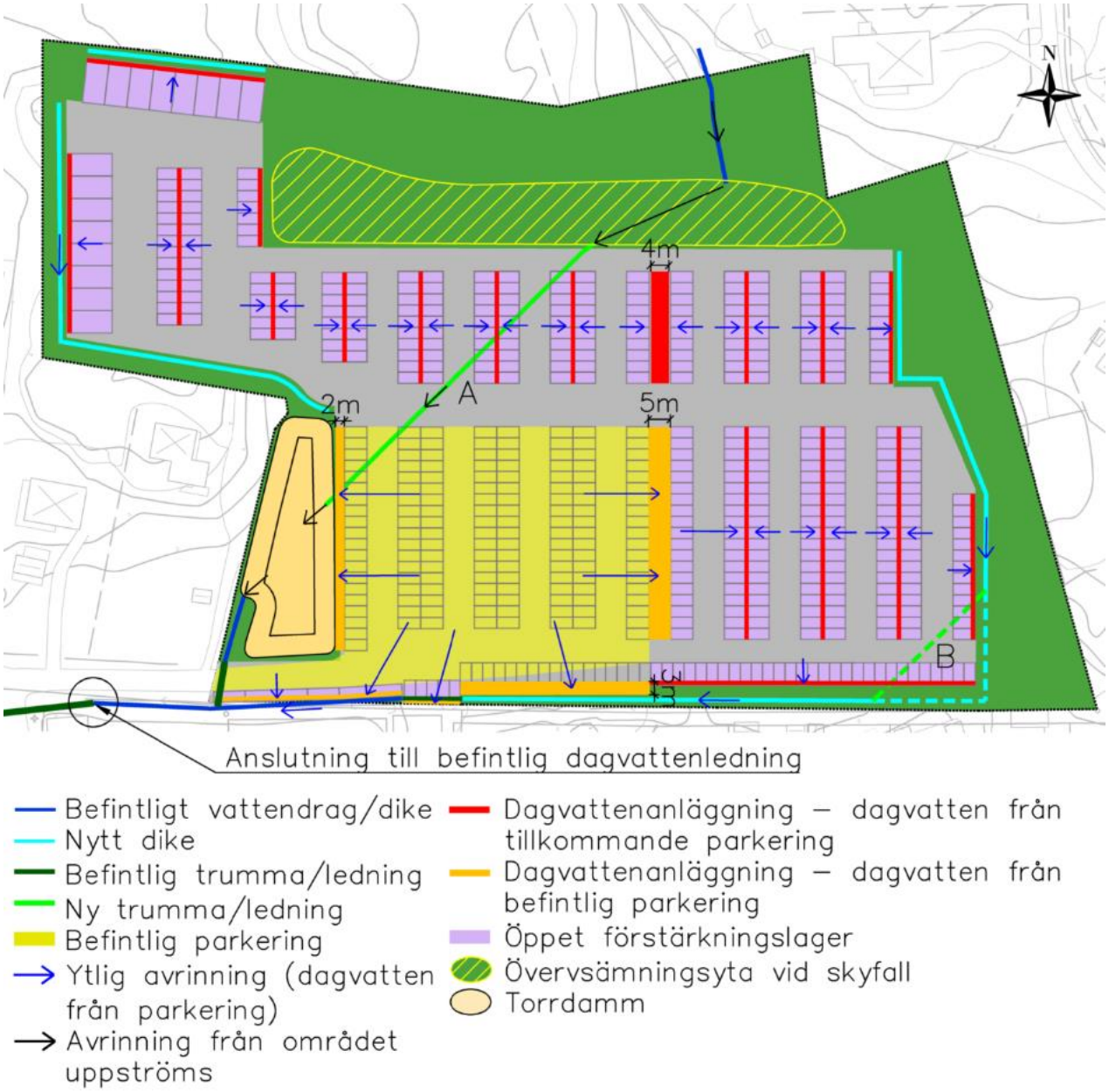
I Figur 16 visas ett flödesschema över föreslagen dagvattenhantering och hantering av flöden från avrinningsområdet uppströms. Figur 17 visar systemlösningen för dagvattenhantering i en planskiss. I avsnitt 7.1.1-7.1.2 beskrivs sedan dagvattenhanteringen mer utförligt.

Föreslagen systemlösning bygger på att dagvatten från parkeringsytor (befintlig parkering och tillkommande parkering) fördröjs och renas i krossdiken/svackdiken/växtbäddar samt i ett öppet förstärkningslager. Vatten från parkeringen ska inte blandas med det förhållandevis rena vattnet från avrinningsområdet uppströms.

Flöden från området uppströms föreslås ledas i en ledning (ledning A i Figur 17) under parkeringsytan och till en torrdamm för att därefter, tillsammans med det renade vattnet från parkeringsytan, ledas till befintlig anslutningspunkt i sydväst. Torrdammen behövs för att kunna hantera stora flöden från avrinningsområdet uppströms samt stora flöden från parkeringsytan (som överstiger dimensionerande regn), enligt resultat från modelleringar, se avsnitt 7.4. De anläggningar som föreslås för att hantera flöden från avrinningsområdet uppströms beskrivs närmare i avsnitt 7.4.



Figur 16. Flödesschema som redovisar föreslagen systemlösning för dagvatten.



Figur 17. Föreslagen systemlösning för dagvattenhantering inom planområdet. Se vidare information om översvämningsytan, ledningen och torrdammen (anläggningar med huvudsyfte att hantera stora flöden) i avsnitt 7.4. De mått som är angivna markerar bredden på de stråk med dagvattenanläggningar som har gjorts bredare än 1 m.

7.1.1 Hantering av dagvatten från planområdet

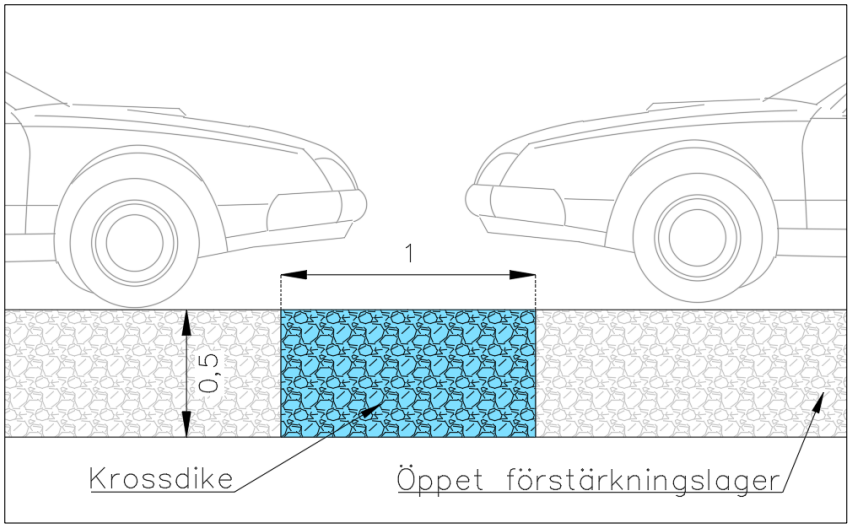
Dagvattenhanteringen föreslås i huvudsak utgöras av ”stråk” mellan raderna av parkeringsplatser (röda och orange linjer i Figur 17). Dessa stråk kan utgöras av exempelvis krossdiken, svackdiken eller nedsänkta växtbäddar (eller en kombination av dessa), se principsektioner för dessa alternativ i Figur 18-Figur 20. I avsnitt 7.2 finns en förklaring av respektive typ av dagvattenanläggning. För alla tre alternativ har stråken antagits vara 1 meter breda (utöver för fyra av stråken som har beräknats kunna göras bredare, dess bredd är angivna i Figur 17).

De röda linjerna i Figur 17 markerar anläggningar som omhändertar dagvatten från den tillkommande parkeringsytan medan anläggningar längs med orange linjer anläggs för att hantera dagvatten från befintlig parkeringsyta. Systemlösningen utgår från att den befintliga parkeringsytan (gulmarkerad i Figur 17) inte kommer byggas om så att dagvatten från denna behöver fördröjas och renas i anläggningar (orange linjer) utanför den.

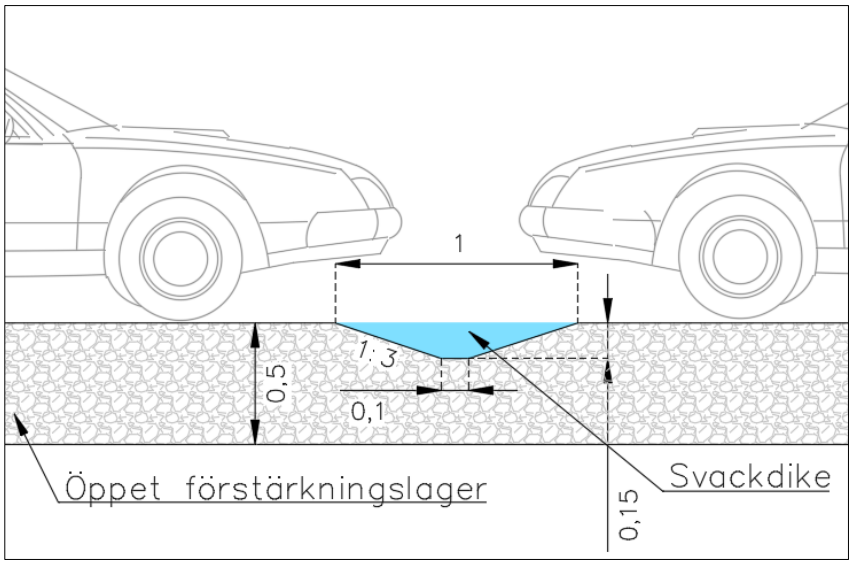
Utöver krossdiken, svackdiken och/eller nedsänkta växtbäddar bedöms även dagvatten kunna fördröjas i ett öppet förstärkningslager som, enligt landskapsarkitekt, kan anläggas under samtliga parkeringsplatser. Dagvattenhanteringen utgår från att det öppna förstärkningslagret anläggs under de parkeringsplatser som är markerade med rosa i Figur 17, men troligen är det omständligt att anlägga det endast i de rosamarkerade remsorna. Rent praktiskt är det fördelaktigt att anlägga ett sammanhängande öppet förstärkningslager under hela (eller delar av) parkeringen.

Diket på den östra sidan av parkeringen (turkos linje i Figur 17) behövs för att samla upp flöden från området öster om planområdet. Befintliga markhöjder vid den planerade parkeringens sydöstra hörn är högre än nivåerna norrut och västerut i det föreslagna dikets läge. Om det inte går att anlägga ett dike med tillräcklig längslutning runt hörnet kan det behöva anläggas en ledning under parkeringens sydöstra hörn (ledning B i Figur 17). Detta behöver utredas vidare i detalj i samband med att höjdsättningen planeras mer detaljerat.

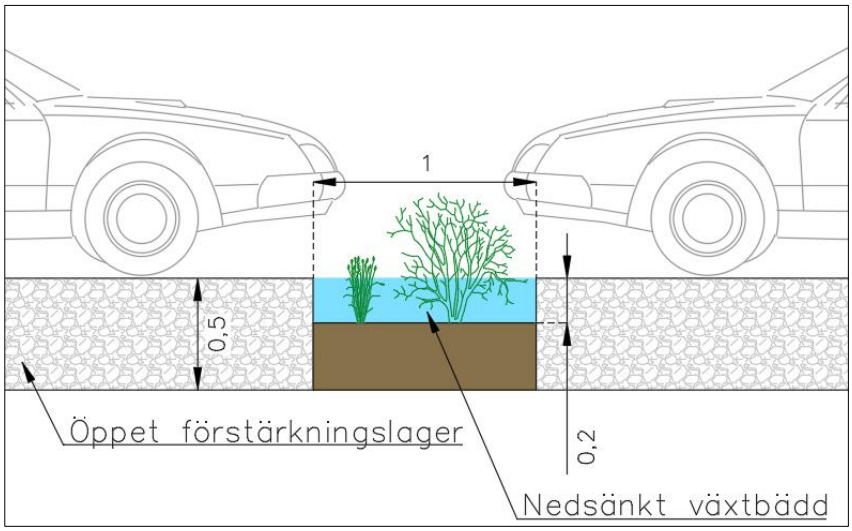
Systemlösningen i Figur 17 förutsätter att höjdsättningen utförs så att vatten avrinner ytligt från parkeringsytan till dagvattenanläggningarna. Detta behöver säkerställas vid vidare planering av höjdsättningen. Om det inte önskas att parkeringsytan lutar enligt blå pilar i Figur 17, utan att man vill utföra den med t ex färre veck kan större ytor ledas till samma anläggning. Då är det viktigt att tänka på att om ett ”rött/orange stråk” tas bort behöver ett annat rött/orange stråk göras dubbelt så brett för att uppnå samma totala volym.



Figur 18. Principsektion av krossdike längs med röda/orange linjer i Figur 17 (mått angivna i meter).



Figur 19. Principsektion av svackdike längs med röda/orange linjer i Figur 17 (mått angivna i meter).



Figur 20. Principsektion av nedsänkt växtbädd längs med röda/orange linjer i Figur 17 (mått angivna i meter).

De totala fördröjningsvolymer som beräknas kunna uppnås i krossdiken, svackdiken respektive växtbäddar samt det öppna förstärkningslagret redovisas i Tabell 9 (uppdelat på befintlig och tillkommande parkeringsyta). Detta utgår från de dimensioner som redovisas i Tabell 8 och i Figur 18-Figur 20, vid förändrade dimensioner så förändras även uppnådd volym.

I Tabell 9 redovisas även erforderliga fördröjningsvolymer uppdelat på den befintliga och den tillkommande parkeringsytan. Detta har beräknats utifrån hur stor andel befintlig och tillkommande parkeringsyta utgör av hela parkeringsytan.

Tabell 8. Dimensioneringsförutsättningar som har använts vid beräkningar av uppnådda volymer i Tabell 9.

Typ av dagvattenanläggning	***Dimensioneringsförutsättningar***
Krossdiken	Enligt Figur 18 (bredare stråk än 1 m för fyra av stråken, se Figur 17) Porvolym på 30% Total längd 590 m för tillkommande parkering (röda linjer i Figur 17) Total längd 190 m för befintlig parkering (orange linjer i Figur 17)
Svackdiken	Enligt Figur 19, vilket ger en tvärsnittsarea på 0,08 m^2 för stråk med bredd 1 m. För stråk med bredd 2 m: djup 0,3 m och tvärsnittsarea 0,32 m^2 För stråk med bredd 3 m: djup 0,3 m och tvärsnittsarea 0,44 m^2 För stråk med bredd 4 m: djup 0,3 m och tvärsnittsarea 0,65 m^2 För stråk med bredd 5 m: djup 0,3 m och tvärsnittsarea 0,78 m^2 För stråk bredare än 1 m fås en flackare sluttning än 1:3. Total längd 590 m för tillkommande parkering (röda linjer i Figur 17) Total längd 190 m för befintlig parkering (orange linjer i Figur 17)
Växtbäddar	Enligt Figur 20 (bredare stråk än 1 m för fyra av stråken, se Figur 17) Endast ytlig volym inkluderad, ej volym i själva växtbädden/jorden Total längd 590 m för tillkommande parkering (röda linjer i Figur 17) Total längd 190 m för befintlig parkering (orange linjer i Figur 17)
Öppet förstärkningslager	Porvolym på 30%[1)] Total area på 4 600 m^2 för tillkommande parkering och total area på 170 m^2 för befintlig parkering (rosa ytor i Figur 17)

1) Edge, 2019

Tabell 9. Erforderliga fördröjningsvolymer samt fördröjningsvolymer som kan uppnås i krossdiken, svackdiken och växtbäddar (om de anläggs enligt röda och orange linjer i Figur 17) samt i öppet förstärkningslager (om det anläggs på hela den rosamarkerade ytan i Figur 17). Beräknat utifrån de dimensioneringsförutsättningar som anges i Tabell 8.

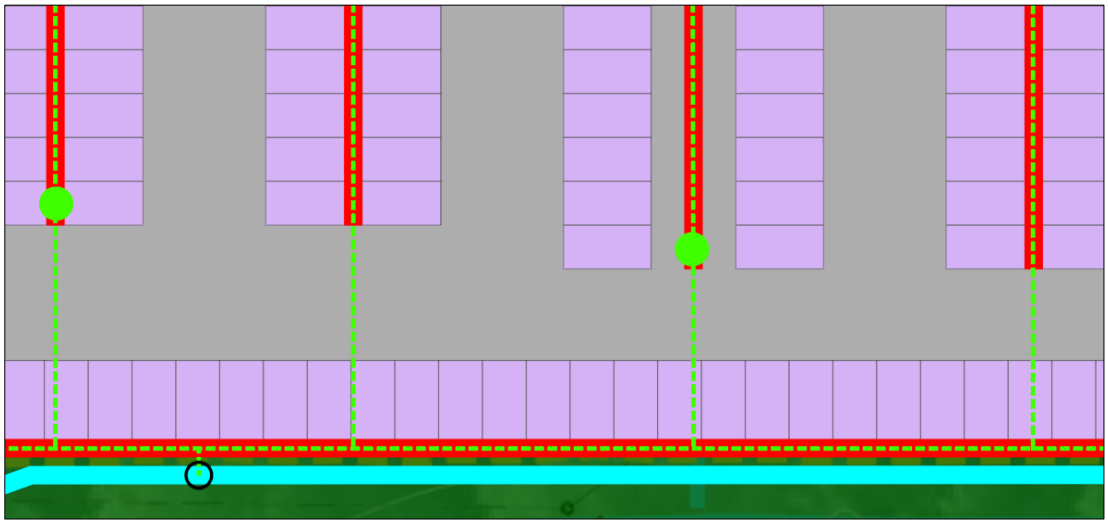
	Tillkommande parkeringsyta	***Befintlig parkeringsyta***
Area [ha]	1,38	0,40
Andel av total area och därmed andel av total erforderlig fördröjningsvolym på 440 m^3	Ca 80%	Ca 20%
Erforderlig fördröjningsvolym	**340 m^3**	**100 m^3**
Volym som uppnås i:		
Krossdiken	99	78
Svackdiken	61	77
Växtbäddar	133	104
Öppet förstärkningslager	696	26
Totalt krossdiken + öppet förstärkningslager	**795**	**104**
Totalt svackdiken + öppet förstärkningslager	**757**	**103**
Totalt växtbäddar + öppet förstärkningslager	**829**	**130**

Utifrån Tabell 9 kan det konstateras att för att uppnå en fördröjningsvolym på 440 m^3 så krävs att stråken med krossdiken, svackdiken eller växtbäddar kompletteras med öppet förstärkningslager.

Att endast anlägga öppet förstärkningslager, och inga andra anläggningar, skulle inom den tillkommande parkeringen ge tillräcklig fördröjningsvolym men däremot skulle det troligen inte ge tillräckligt bra rening. Det rekommenderas att någon form av dagvattenanläggning med växtlighet anläggs på åtminstone delar av parkeringen, för att uppnå en oljeavskiljande rening. Dessutom planeras någon form av trädplantering/växtlighet oavsett att anläggas, så att kombinera det med dagvattenhantering är att föredra.

Systemlösningen utgår från att dagvattnet kan infiltrera i marken under parkeringsytan, efter att det har passerat genom dagvattenanläggningar/öppet förstärkningslager. Utifrån information i avsnitt 4.3 antas infiltrationskapaciteten vara god i stora delar av området, men detta bör kontrolleras med provgropar. Även grundvattennivån behöver undersökas (vilket ska utföras i planerad geoteknisk undersökning), om den är hög kan vatten bli stående även om marken är infiltrerbar. Enligt information från kommunen (mail från Maria Resman, miljö och hälsa, 2023-03-28) finns ingen känd anledning till att det vore olämpligt att infiltrera dagvatten inom detta område (de närmast belägna dricksvattenbrunnarna ligger ganska långt bort).

I botten av dagvattenanläggningar behövs dräneringsledningar, vilka förslagsvis leds ut till ett av de omgärdande dikena. Hur tätt dräneringsledningarna behöver ligga behöver utredas vidare i projekteringsskedet. Hur mycket dränering som krävs beror på hur terassbotten ser ut, markens infiltrationskapacitet och grundvattennivån. Se ett exempel på dräneringsledningar i Figur 21 för den södra delen av parkeringen, där även några bräddbrunnar i dagvattenanläggningarna redovisas. Beroende på val av dagvattenanläggningar och parkeringsytans lutning behöver det utredas vidare huruvida bräddbrunnar krävs. Om vatten kan tillåtas avrinna över parkeringsytan vid stora flöden (när anläggningarna går fulla) behövs inga bräddbrunnar.



Figur 21. Principskiss av dräneringsledningar från öppet förstärkningslager (rosa områden) och dagvattenanläggningar (röda linjer), vilka föreslås anslutas till diket söderut (svart cirkel). Hur tätt dräneringsledningarna behöver ligga behöver utredas vidare i projekteringsskedet, detta visar endast ett exempel.

När det finns resultat att tillgå från den geotekniska undersökningen behöver det säkerställas att föreslagna dagvattenanläggningar fungerar med de geotekniska förutsättningarna inom planområdet. Om det visar sig vara höga grundvattennivåer inom planområdet så bedöms den föreslagna dagvattenhanteringen kunna anpassas. Torrdammen är den anläggning som är lägst belägen i terrängen med sin bottennivå under befintlig mark. Enligt planerad höjdsättning så kommer marknivåerna att höjas och medföra att resterande dagvattenanläggningar generellt har sina bottennivåer ovan befintlig marknivå (och därmed också ovan grundvattennivån även om den skulle vara i marknivå).

Torrdammen har en föreslagen bottennivå på +0,9 m och är då belägen under befintlig markyta som är på ca +1,2–1,3 m. Om grundvattenytan visar sig ligga i marknivå så att torrdammens botten behöver vara högre (över ca +1,2 m) så skulle dess överkant hamna på +1,7 m utifrån att den har ett föreslaget djup på 0,5 m. Torrdammen har ett utlopp dit vatten avtappas kontinuerligt så att inte vatten blir stående. Om grundvatten skulle tränga in i dammen kan det bli en fråga om vattenverksamhet om man avtappar grundvatten via den ledningen, så det bör undvikas.

7.1.2 Hantering av flöden från avrinningsområde uppströms

Eftersom det i dagsläget sker avrinning från ett stort område uppströms (0,65 km^2, se Figur 6) genom planområdet så behöver det vattnet kunna ledas genom planområdet även efter byggnationen. Enligt utförda modelleringar för 100-årsregn (se avsnitt 7.4) rekommenderas detta ske i en ledning under parkeringen (ledning A i Figur 17) som har sitt utlopp i en torrdamm (vilken också redovisas i Figur 17). Huvudsyftet med torrdammen är att hantera stora flöden (från både avrinningsområdet uppströms och från själva parkeringen) men vatten från området uppströms kommer passera genom den även vid mindre flöden. Se vidare information om ledningen och torrdammen i avsnitt 7.4.

I utförda modelleringar (se avsnitt 7.4) har en utformning på torrdammen enligt Figur 17 använts, vilket innebär följande:

- Volym: 400 m^3
- Area: 900 m^2
- Släntlutning: 1:6
- Bottennivå: +0,9 m, överkanten följer befintlig marknivå

Det är viktigt att kontrollera grundvattennivåerna innan anläggning av torrdammen, vilket ska göras i planerad geoteknisk undersökning. Om det är höga grundvattennivåer finns en risk att vatten blir stående i dammen så att tillgänglig volym för skyfallsflöden blir för liten. Om grundvattennivån är över +0,9 m kan dammen behöva anläggas på en högre nivå.

Det är viktigt att ett eventuellt oljespill från parkeringen inte blandas med vatten från avrinningsområdet uppströms, som bör vara förhållandevis rent. Det är möjligt att anlägga ett typ av katastrofskydd som kan användas vid större oljeläckage om det bedöms finnas risk för sådana. Detta kan göras genom att utforma både inloppet till ledning 2 och inloppet till ledningen under parkeringen på ett sätt så att de kan stängas. Då kan dagvatten med oljeutsläpp från parkeringen samlas upp i diket som ansluter till ledning 2, för att sedan kunna renas från olja. Genom att även stänga inloppet till ledningen under parkeringen säkerställs att det rena vattnet från avrinningsområdet uppströms inte blandas med oljeutsläppet, utan blir tillfälligt stående norr om parkeringen under saneringen.

Parkeringen behöver anläggs på ett sådant sätt att vattenflöden som kan rinna in i underbyggnaden vid stora flöden, då vatten ansamlas i översvämningsytan norr om parkeringen, inte riskerar att orsaka t ex sättningsskador.

Efter fördröjning till befintligt 10-årsflöde beräknas det totala utgående flödet från planområdet vara maximalt ca **60 l/s**. Flödet från uppströms beläget avrinningsområde kommer vara maximalt ca **140 l/s** efter föreslagen strypning i ledning A under parkeringen (se avsnitt 7.4). Därmed blir det totala flödet till ledningarna nedströms maximalt att vara ca **200 l/s**. Kapaciteten i de kommunala ledningarna nedströms (ledning 3a-3c, se Tabell 5) bedöms vara tillräcklig. Den befintliga privata ledningen (ledning 2, se Tabell 5) som leder vatten från planområdet till de kommunala ledningarna ligger i bakfall och har begränsad flödeskapacitet. De hydrauliska modelleringarna (avsnitt 7.4) som inkluderar befintlig dimension på ledning 2 visar att inga översvämningar uppstår vid 100-årsregn. Däremot kan det ändå finnas skäl att byta ut ledningen till en ledning med större fall för att den inte ska sättas igen av sediment. Då behöver dess inloppsnivå höjas vilket resulterar i att vatten kommer

bli stående till en högre nivå i diket innan ledningen. Huruvida ledning 2 ska dimensioneras upp bör utredas vidare i kommande projektering.

7.1.3 Ansvarsfördelning

Eftersom hela planområdet ska planläggas som kvartersmark kommer de dagvattenanläggningar som föreslås i utredningen att ägas av exploatören. Exploatören kommer därmed behöva ansvara för underhåll av anläggningarna för att möjliggöra deras funktion.

Det är viktigt att underhållet sköts på ett korrekt sätt och att det upprättas rutiner för det för att det ska fungera långsiktigt. Det är viktigt med kontinuerliga kontroller och underhåll av ledningen under parkeringsytan (ledning A i Figur 17) samt torrdammens utlopp, för att de inte ska sättas igen så att översvämningar riskeras vid höga flöden från området uppströms.

7.2 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

7.2.1 Krossdike

I Figur 22 ses ett foto av ett krossdike (även kallat makadamdike) på en parkeringsyta. Figur 18 redovisar en sektion för exempel på utformning för det aktuella planområdet (SVOA, 2022a).

Figur 22. Makadamdike intill parkeringsplatser (där raster av betong lagts över ytan) (SVOA, 2022a).

Krossdiken kan fördröja och avleda dagvatten och kräver mindre utrymme än svackdiken. Dessa diken är fyllda med makadam, det vill säga krossad och storlekssorterad sten utan nollfraktion (med en porvolym på ca 30%). I botten anläggs ofta ett dräneringsrör och om röret läggs ett par decimeter ovanför botten skapas ett magasin under där partiklar som passerat makadamlagret kan sedimentera. Krossdiken har därmed potential att bidra med viss rening. Det löpande underhållet innefattar renhållning och ogräsrensning.

7.2.2 Svackdike

I Figur 23 ses ett foto av ett svackdike på en parkeringsyta. Figur 19 redovisar en sektion för exempel på utformning för det aktuella planområdet.

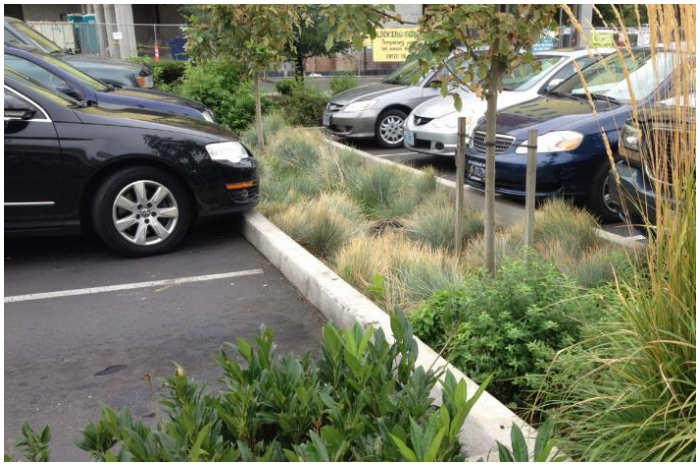
Figur 23. Svackdike intill parkeringsplatser (Ramboll, 2015).

Svackdikens huvudsakliga syfte är att avleda och fördröja dagvatten, men de har också en renande effekt genom växtlighet och infiltration i marken. Grundkonstruktionen är enkel och består av ett gräsbeklätt dike med svag sluttning som anläggs i nivå under hårdgjorda ytor. Vanligtvis avleds dagvatten ytligt till diket med självfall. Normalt sett har svackdiken ingen dränering, men för att öka reningsfunktionen kan ett dräneringslager med dräneringsledning anläggas i botten.

Om diket kan utföras med ett utlopp eller dämmande sektioner som kan strypas så ökar den flödesutjämnande funktionen. En bräddfunktion kan åstadkommas med en upphöjd kupolsilsbrunn som kopplas till en dagvattenledning. Svackdiken kan användas för snölagring och har god kapacitet att avleda smältvatten om in- och utlopp är isfria. Det löpande underhåll som krävs innefattar gräsklippning, renhållning och rensning av sediment (SVOA, 2022b).

7.2.3 Nedsänkt växtbädd

I Figur 24 ses ett foto av en växtbädd på en parkeringsyta. Figur 20 redovisar en sektion för exempel på utformning för det aktuella planområdet.



Figur 24. Nedsänkt växtbädd intill parkeringsplatser (SVOA, 2022c).

Växtbäddar är en typ av planteringsytor som kan fördröja och rena dagvatten. Exempel på lämpliga växttyper är starr, gräsarter och örter som trivs i fuktängar. Det är även möjligt att plantera träd i nedsänkta växtbäddar. Fördröjningen av dagvatten uppnås genom att anlägga växtbäddens yta nedsänkt så att en ytlig fördröjningszon skapas. Rening sker när dagvattnet infiltrerar i växtbädden.

I detta fall föreslås nedsänkta växtbäddar som har sin yta i nivå med marken, så att vatten avrinner till dem ytligt. Nedsänkta växtbäddar kan antingen ha en tät eller en öppen botten.

Det löpande underhållet av växtbäddar innefattar ogräsrensning samt inspektion och rensning av inlopp och bräddavlopp. Om det finns ett sedimentfång före inloppet behöver inlopp och bräddavlopp inte rensas lika ofta, men däremot behöver sedimentfånget tömmas regelbundet (SVOA, 2022c).

7.2.4 Torrdamm

I Figur 25 ses ett foto av en torrdamm. Torrdammar (även kallade överdämningsytor) är nedsänkta gröna ytor som kan användas för att fördröja och i viss mån rena höga dagvattenflöden. Vid höga flöden bildas en tillfällig vattenspegel. Vattnet försvinner successivt då tillrinningen avtar och leds bort via ett dike eller annat strypt utlopp. Rening sker framförallt genom att partikelbundna föroreningar sedimenterar och om vattnet kan infiltrera genom markytan ökar reningsförmågan (SVOA, 2022d).

Figur 25. Torrdamm (SVOA, 2022d).

7.3 DAGVATTNETS FÖRORENINGSINNEHÅLL EFTER RENING

På samma sätt som för befintlig situation och planerad situation utan rening (se avsnitt 6.5) så har dagvattnets föroreningsinnehåll efter rening beräknats i StormTac. Tabell 10 redovisar beräknad reningsgrad för de typer av dagvattenanläggningar som föreslås inom planområdet.

Tabell 10. Beräknade reningsgrader för de olika typerna av dagvattenanläggningar som föreslås inom planområdet.

	Reningsgrad [%]										
Ämne	***P***	***N***	***Pb***	***Cu***	***Zn***	***Cd***	***Cr***	***Ni***	***SS***	***Olja***	***BaP***
Krossdiken	58	58	84	79	86	83	78	74	90	90	67
Svackdiken	25	31	64	54	60	52	57	45	66	78	55
Växtbäddar	79	65	95	93	95	88	72	83	95	79	94

I Tabell 11 och Tabell 12 redovisas beräknade halter och mängder av föroreningar i dagvatten från parkeringsytan efter rening i krossdiken. Föroreningsberäkningarna har därmed utförts enligt föreslagen systemlösning (se avsnitt 7.1) och innefattar rening av hela parkeringsytan (befintlig och tillkommande) i krossdiken. Vattnet som avrinner genom planområdet från området uppströms innefattas inte i föroreningsberäkningarna, eftersom det inte ska blandas med orenat dagvatten från parkeringen utan endast passera igenom planområdet på samma sätt som i dagsläget. Krossdiken

har använts i föroreningsberäkningarna, och inte svackdiken eller växtbäddar, eftersom det är det alternativ som enligt Tabell 10 ligger i mitten av spannet på reningseffekt för de flesta ämnen (svackdiken ger något sämre rening och växtbäddar något bättre). En eventuell tillkommande rening i det öppna förstärkningslagret eller omkringliggande diken har inte inkluderats i beräkningarna.

Även befintliga halter och mängder redovisas i Tabell 11 och Tabell 12 (desamma som i Tabell 6 och Tabell 7) för att möjliggöra en jämförelse.

Tabell 11. Föroreningshalter i befintlig situation och efter rening i krossdiken. Gröna siffror indikerar en minskad halt (i jämförelse med befintlig situation).

	Halt [µg/l]										
Ämne	***P***	***N***	***Pb***	***Cu***	***Zn***	***Cd***	***Cr***	***Ni***	***SS***	***Olja***	***BaP***
Befintlig situation	99	1 200	9	17	59	0,2	6	3	59 000	350	0,02
Planerad situation MED rening	64	710	3	8	18	0,1	3	2	14 000	86	0,02
Förändring i jämförelse med befintlig situation	-35%	-41%	-66%	-55%	-69%	-66%	-53%	-53%	-76%	-75%	-26%

Tabell 12. Föroreningsmängder i befintlig situation och efter rening i krossdiken. Röda siffror indikerar en ökad mängd och gröna siffror indikerar en minskad mängd (i jämförelse med befintlig situation).

	Mängd [kg/år]										
Ämne	***P***	***N***	***Pb***	***Cu***	***Zn***	***Cd***	***Cr***	***Ni***	***SS***	***Olja***	***BaP***
Befintlig situation	0,7	8,4	0,06	0,1	0,4	0,002	0,04	0,02	400	2	0,00015
Planerad situation MED rening	0,8	8,7	0,04	0,1	0,2	0,001	0,04	0,02	170	1	0,00020
Förändring i jämförelse med befintlig situation	18%	4%	-38%	-23%	-45%	-38%	-15%	-13%	-58%	-52%	33%

Resultaten i Tabell 11 och Tabell 12 indikerar att rening i krossdiken medför en minskad halt av samtliga beräknade ämnen i jämförelse med befintlig situation, samt en minskad mängd av de flesta ämnen. För fosfor, kväve och BaP ses en liten ökning, se vidare resonemang om detta i avsnitt 8.1.1. Den relativa osäkerheten för beräknade årliga mängder för fosfor, kväve och BaP efter rening (värden i Tabell 12) är på minst 30%, vilket visar att det finns en stor felmarginal i beräknade värden.

Baserat på reningseffekterna i Tabell 10 skulle troligen svackdiken ge en något sämre rening medan växtbäddar skulle ge en bättre rening, i jämförelse med krossdiken. Däremot är troligen reningsgraden för svackdiken i Tabell 10 underskattad och dess föreslagna utformning i detta fall bör ge god rening i och med växligheten i dem.

7.4 DAGVATTENHANTERING VID SKYFALL

Alla regntillfällen som överskrider dimensionerande dagvattenflöden och som inte kan omhändertas i dagvattenanläggningar är att betrakta som extrema regn. I praktiken ger den här typen av regn upphov till att dagvatten avrinner på markytan och det är viktigt att planera för säker avledning av dessa flöden.

För att hantera skyfallsflöden som uppkommer inom parkeringsytan är det viktigt att marken är höjdsatt så att vattnet avrinner mot dagvattenanläggningarna, och vidare mot omkringliggande naturmark när anläggningarna går fulla.

Exploatering av planområdet får inte leda till en ökad risk för översvämningar på omkringliggande fastigheter. Planerad anläggning innebär att marken fylls upp i en lågpunkt som i dagsläget har

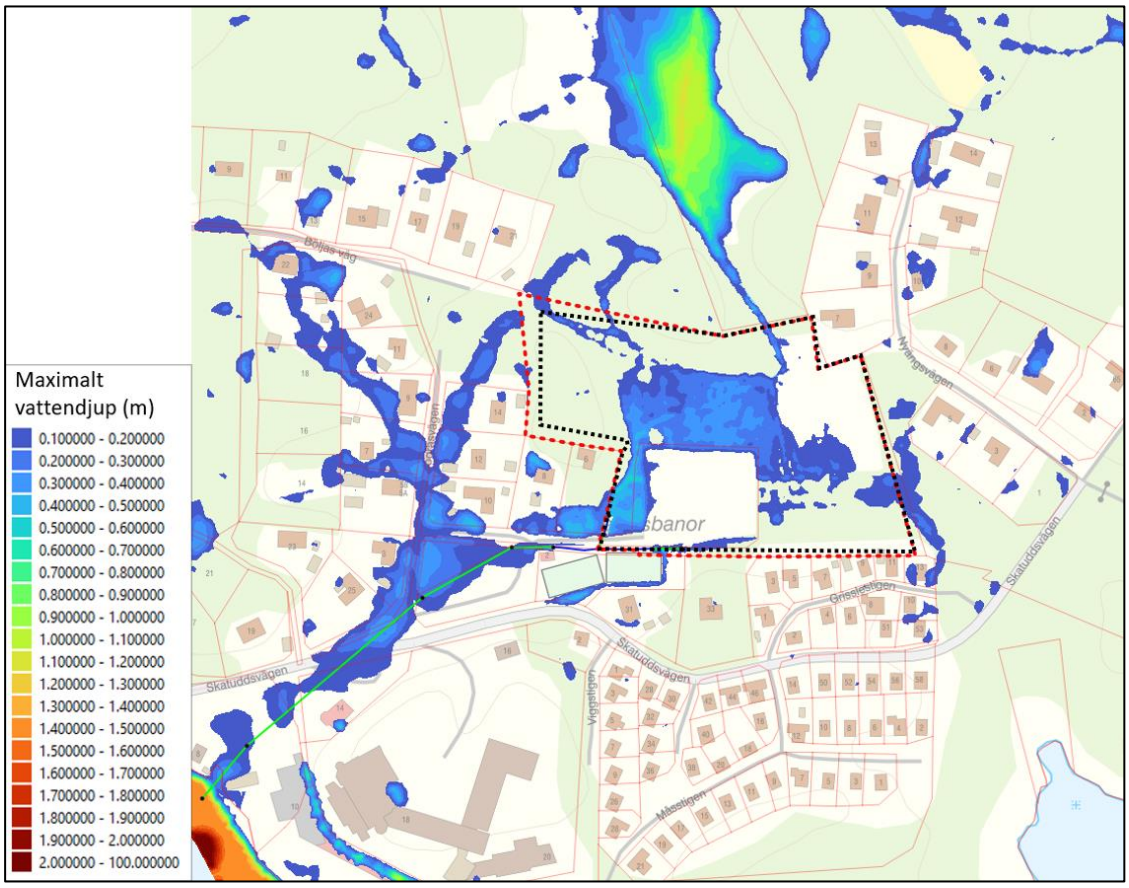
kapacitet att hantera stora vattenflöden. Därför skulle det vid stora regn och/eller naturmarksflöden från området uppströms finnas en risk att närliggande hus översvämmas eller att åkermarken uppströms kan påverkas av höjda vattennivåer i anslutande dike. För att utreda denna risk och vad som krävs för att undvika att anläggningen medför översvämningar har en hydraulisk modellering utförts inom detta projekt.

I Bilaga B redovisas metoden till denna skyfallsmodellering och nedan redovisas resultaten. Samtliga modelleringar har utförts med ett 100-årsregn (CDS-regn med 6 timmars varaktighet och klimatfaktor 1,25). I Bilaga B redovisas fler förutsättningar och antaganden som använts i modelleringarna. Den höjdsättning som har använts i modelleringarna är enligt planerad höjdsättning i Figur 11 (där parkeringens norra del har en nivå på +3–4 m och den södra delen har en höjd på mellan +1,7–2 m). Detta är en viktig förutsättning för modelleringens resultat, om höjderna förändras kan det påverka resultaten. Modelleringen tar ingen hänsyn till föreslagna dagvattenanläggningar inom parkeringsytan.

I Figur 26–Figur 32 samt Figur 35–Figur 36 nedan redovisas de viktigaste resultaten från den hydrauliska modelleringen:

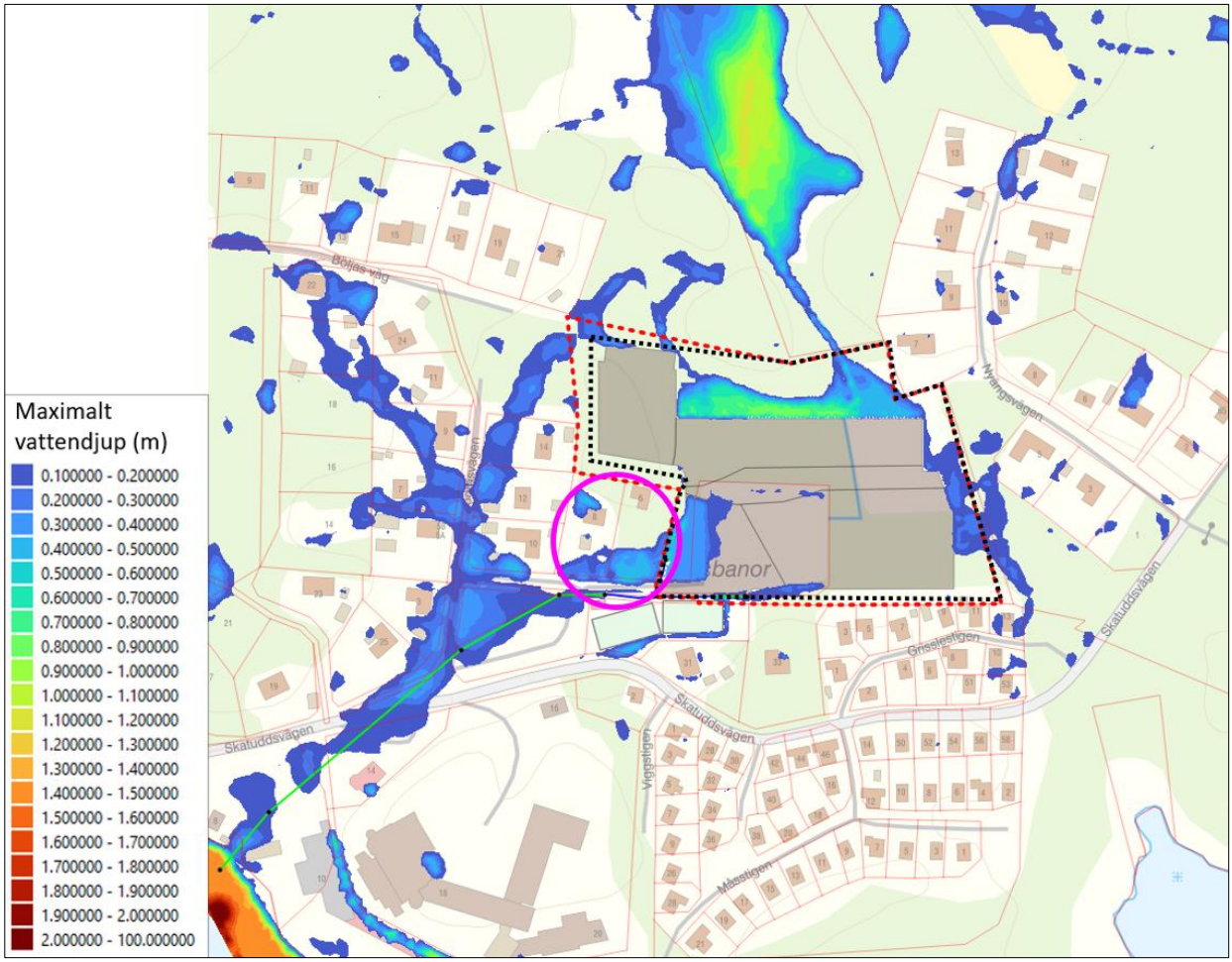
- Figur 26–Figur 30 visar resultat för maximala vattendjup.
- Figur 31–Figur 32 visar resultat för maximala flödeshastigheter.
- Figur 35–Figur 36 visar resultat för maximalt flux.

Figur 26 redovisar maximala vattendjup vid ett 100-årsregn i befintlig situation, med befintlig parkeringsyta. I detta fall kan vatten bli stående till ett djup på ca 0,3–0,4 m inom planområdet. I Figur 26 ses att vatten ansamlas på åkermarken uppströms eftersom diket norr om planområdet har begränsad flödeskapacitet.



Figur 26. Beräknade maximala vattendjup (i meter) vid ett 100-årsregn i befintlig situation. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.

Figur 27 redovisar maximala vattendjup vid ett 100-årsregn i planerad situation, i ett fall där inga anläggningar för dagvattenhantering eller skyfallshantering skulle anläggas. Figuren visar att vatten som avrinner från området uppströms i detta fall främst skulle ansamlas norr om den planerade parkeringsytan. Även på parkeringens östra sida uppstår större vattenansamlingar än i befintlig situation. De nya områden som översvämmas ligger dock främst inom planområdet. Översvämningarna på de angränsande fastigheterna inringade i rosa i Figur 27 blir något mer utbredda i planerad än befintlig situation. Se vidare i Figur 32.



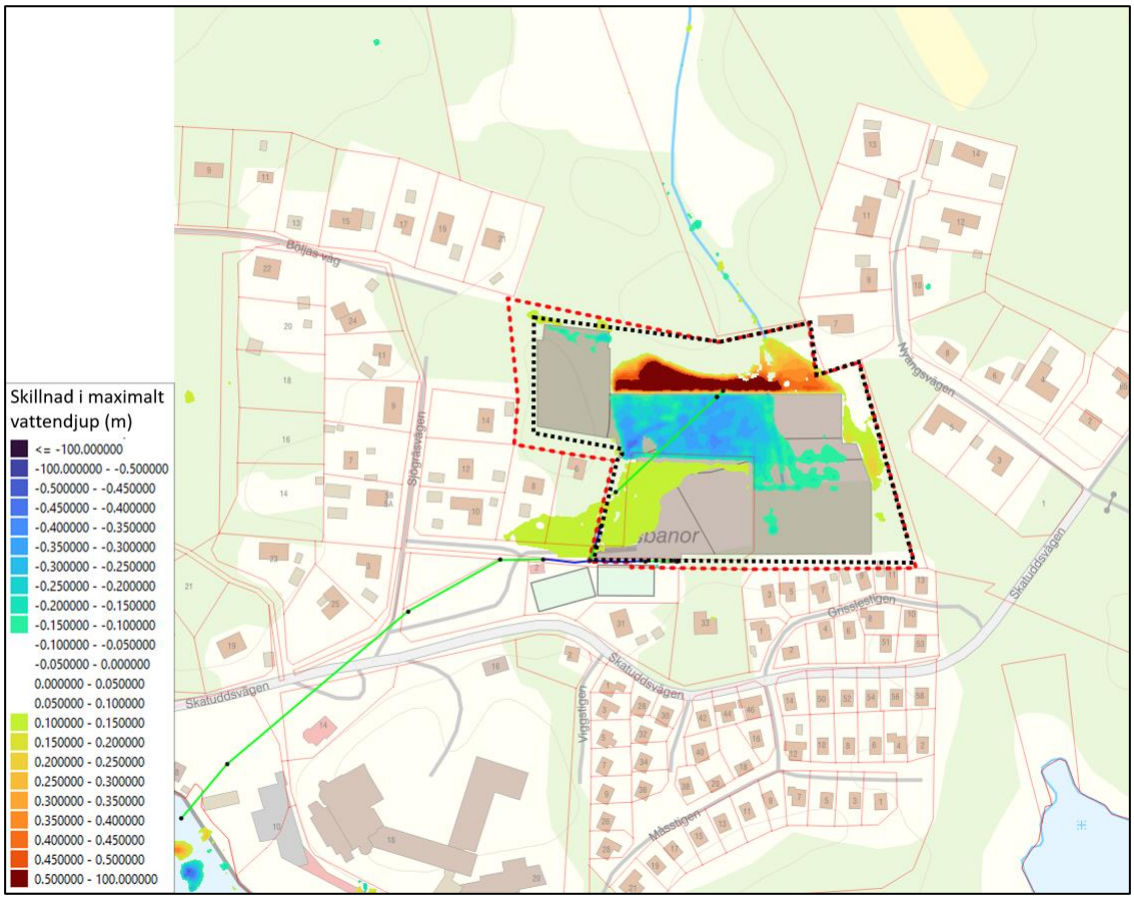
Figur 27. Beräknade maximala vattendjup (i meter) vid ett 100-årsregn i planerad situation (med planerad parkeringsyta och utan anläggningar för hantering av dagvatten eller skyfall). Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes. Rosa cirkel markerar intilliggande fastigheter där översvämningarna blir något större i planerad situation (utan åtgärder) än befintlig situation.

För att leda vattnet från området uppströms vidare till de befintliga dagvattenledningarna nedströms likt i befintlig situation föreslås en ledning anläggas under parkeringen, se Figur 29 och Figur 17. Denna ledning föreslås dimensioneras för att kunna leda igenom ett 2-årsflöde från avrinningsområdet uppströms (140 l/s enligt SMHI, 2023). I modelleringarna har ledningen dimensionerats efter det flödet (genom att använda en dimension på 100 mm). Men ledningen kan ha en större dimension och genom exempelvis en munkbrunn vid inloppet kan flödet strypas till 140 l/s vid flöden motsvarande ett 100-årsregn. En sådan lösning, där ledningens dimension är större än 100 mm, rekommenderas för att minska risken att ledningen sätter igen.

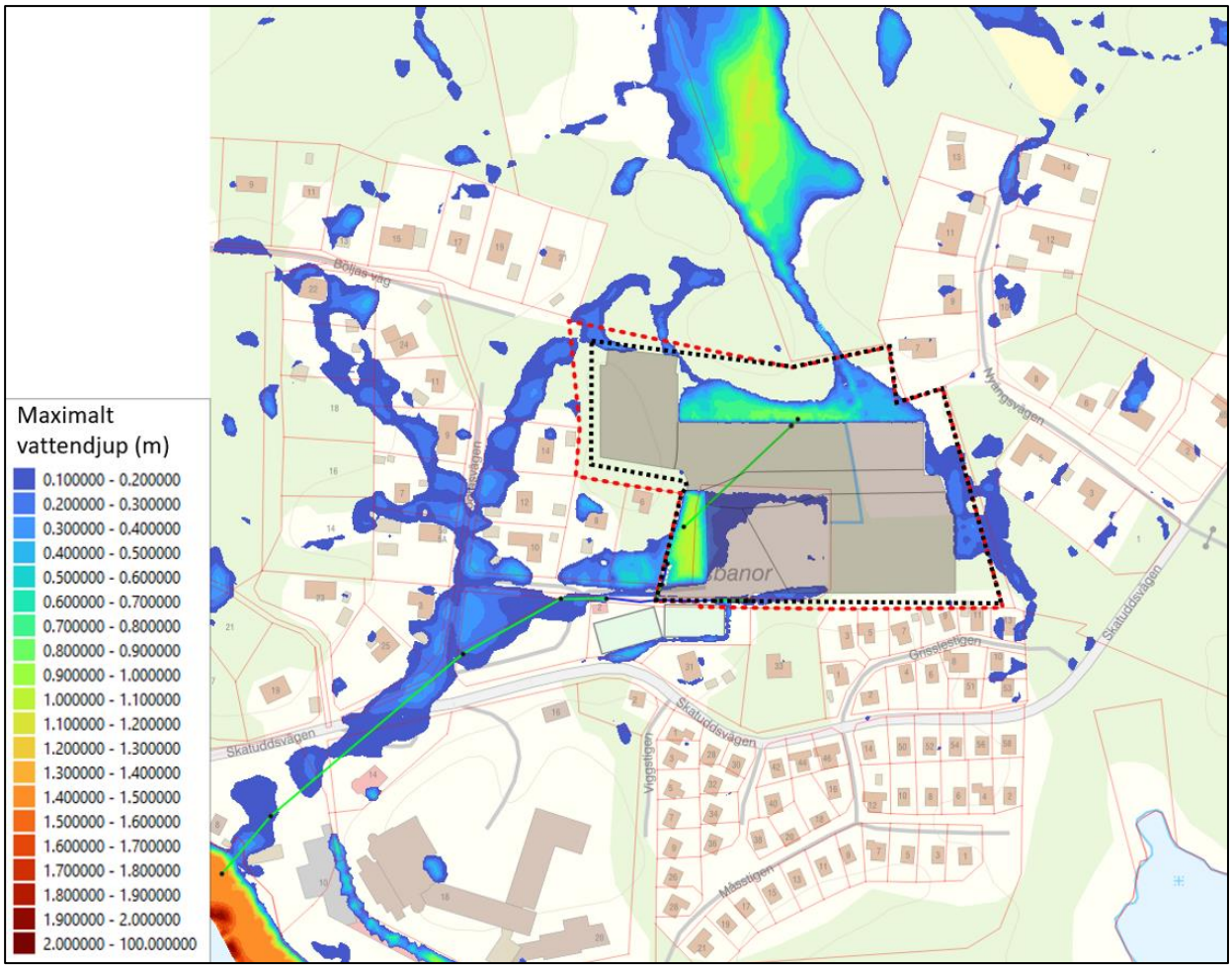
I Figur 28 redovisas skillnaden mellan översvämningar vid 100-årsregn i befintlig situation och planerad situation med föreslagen ledning under parkeringen. I figuren ses ett ökat vattendjup (röd-gula färger) inom fastigheterna strax väster om planområdet.

Modelleringarna har därmed visat att för att inte medföra högre vattennivåer vid ledningens utlopp på parkeringens västra sida behöver även en torrdamm anläggas vid utloppet. En modellering utifrån detta scenario redovisas i Figur 29. Torrdammen behöver ha en volym på ca 400 m^3. I Figur 17 redovisas en mer detaljerad bild av torrdammens utbredning.

Ett alternativ för att leda vatten från området uppströms förbi parkeringen, istället för ledningen och torrdammen, kan vara att leda det i ett dike runt parkeringen på dess östra sida. I utredningsarbetet har avledningen i öppet dike utretts. Om vattnet som rinner in i planområdet norrifrån skulle ledas direkt till ett dike runt parkeringen skulle dock inte tillräcklig volym uppnås i diket. Volymen i den naturliga lågpunkten som skapas norr om parkeringen (den tillfälliga översvämningsytan i Figur 17) behöver därför utnyttjas även i detta fall. Därmed skulle vattnet behöva ledas först till översvämningsytan och därifrån avledas i en ledning österut till ett dike runt parkeringen. Ledningen mellan översvämningsytan och diket krävs för att kunna kontrollera flödet till diket så att volymen i den tillfälliga översvämningsytan utnyttjas. I planområdets sydöstra hörn är marknivåerna högre, vilket gör att diket där skulle behöva ansluta till en ledning under parkeringen förbi det hörnet (ledning B, se avsnitt 7.1.1). Mellan parkeringen och fastigheterna strax söder om planområdet kan det bli svårt att få plats med ett tillräckligt brett dike. Närheten till fastigheterna kan göra att de riskerar att översvämmas. Mot bakgrund av ovanstående har alternativet med ett dike runt parkeringen förkastats.



Figur 28. Jämförelse mellan beräknade maximala vattendjup (i meter) vid ett 100-årsregn i planerad situation (med en ledning under parkeringsytan) och befintlig situation. Den gul-röda färgskalan markerar en ökning och den blå-gröna färgskalan markerar en minskning av vattendjupet. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.



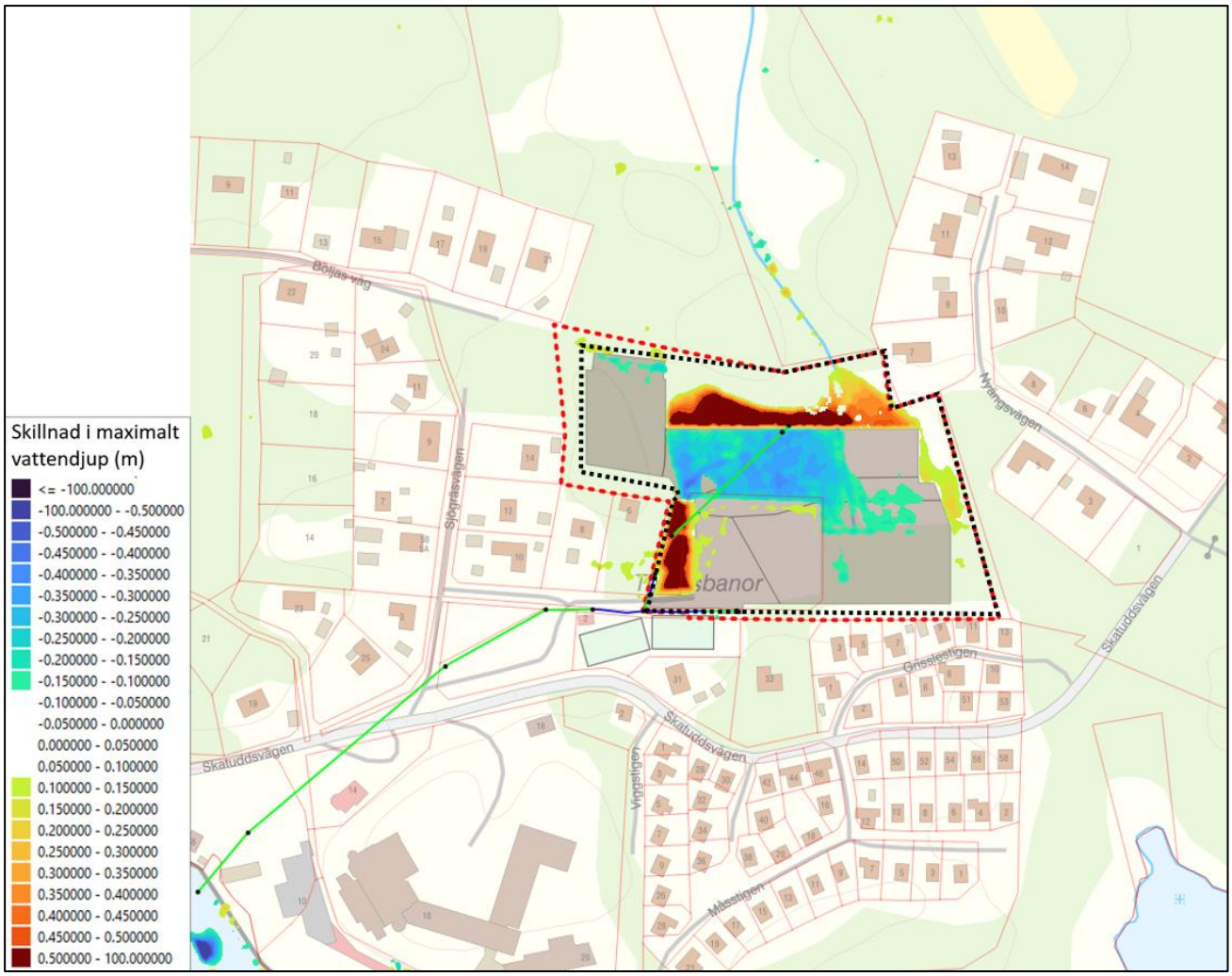
Figur 29. Beräknade maximala vattendjup (i meter) vid ett 100-årsregn i planerad situation, med en ledning under parkeringsytan samt en torrdamm vid ledningens utlopp. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.

För att tydligt kunna se skillnaden mellan översvämningssituationen i befintlig situation och planerad situation med föreslagna åtgärder (torrdamm och ledning under parkering) redovisas en jämförelse i Figur 30. I figuren ses att med dessa anläggningar ökar vattendjupet vid ett 100-årsregn (röd-gula färger i figuren) endast inom planområdet, på platser där det inte bör orsaka någon skada. Vatten kan tillåtas bli stående tillfälligt på den befintliga marken norr om parkeringen (mellan parkeringen och bergsknallen). Det är dock viktigt att parkeringen anläggs på ett sätt så att inte vattenflöden som rinner in i dess underbyggnad riskerar att orsaka t ex sättningsskador eller erosion.

Den andra stora vattenansamlingen i Figur 30 är torrdammen, där det är meningen att vatten ska kunna bli stående tillfälligt vid skyfall eller höga naturmarksflöden. På fastigheterna strax väster om torrdammen ses en liten ökning av beräknat vattendjup (ökning med ca 0,1–0,15 m), dock inte i närheten av någon byggnad. Anledningen till att dessa uppstår i modellen är att torrdammens utformning inte har gjorts på ett tillräckligt detaljerat sätt, i projekteringsskedet behöver det säkerställas att torrdammen och dess koppling till det befintliga diket intill utförs så att inte vattennivåer ökar på dessa intilliggande fastigheter.

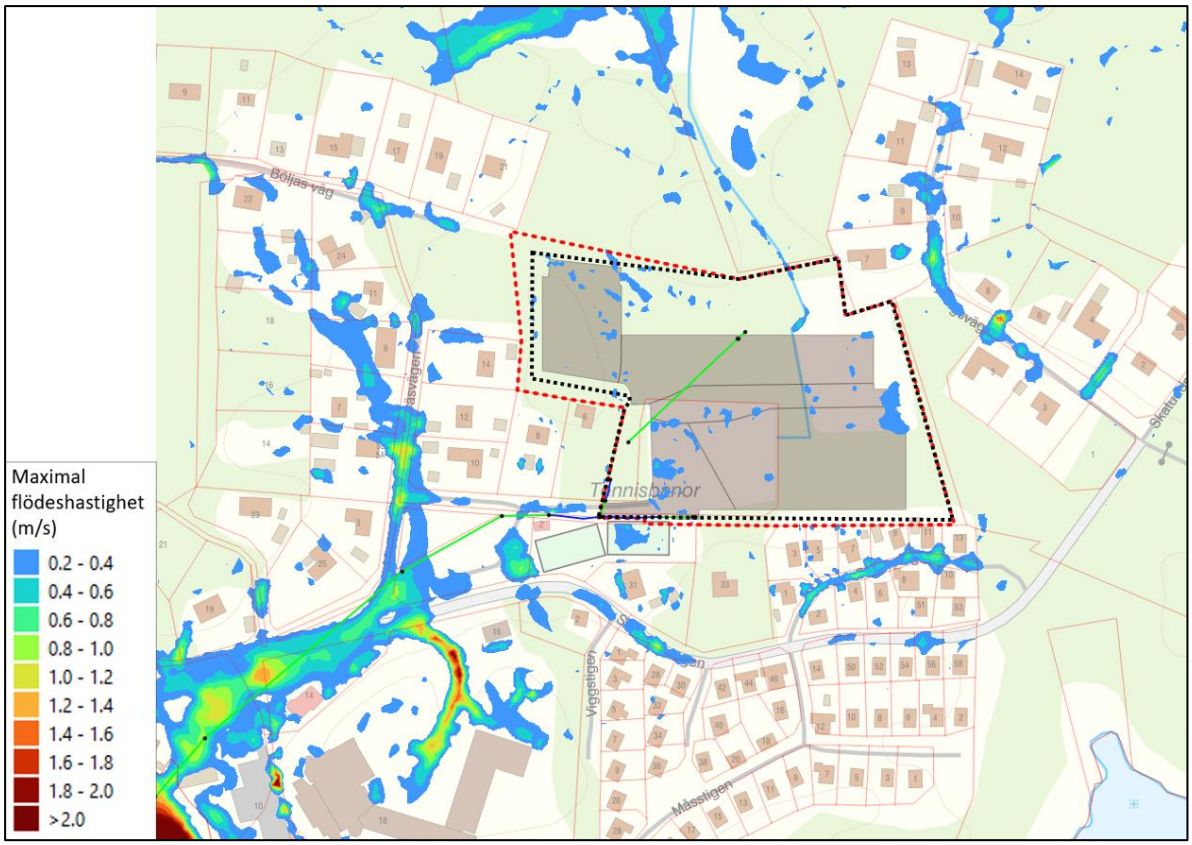
Det är viktigt att kontrollera grundvattennivåerna innan anläggning av torrdammen (vilket ska göras i planerad geoteknisk undersökning). Se vidare i avsnitt 7.1.2.

I Figur 30 ses också att byggnationen av parkeringen inte orsakar någon dämning uppströms, som annars skulle kunnat ha påverka jordbruksmarken.

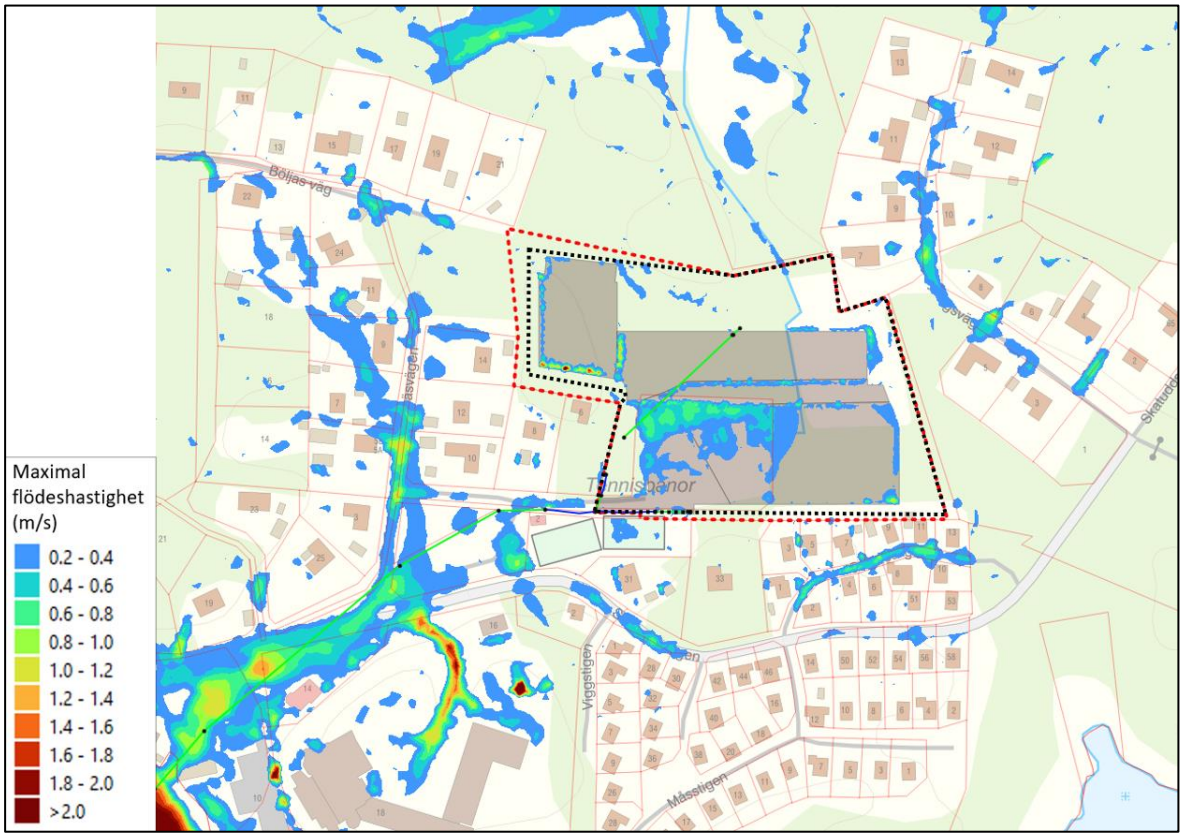


Figur 30. Jämförelse mellan beräknade maximala vattendjup (i meter) vid ett 100-årsregn i planerad situation (med en ledning under parkeringsytan samt en torrdamm vid ledningens utlopp) och befintlig situation. Den gul-röda färgskalan markerar en ökning och den blå-gröna färgskalan markerar en minskning av vattendjupet. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.

I Figur 31 och Figur 32 redovisas maximal flödeshastighet på vattnet vid skyfall i befintlig situation respektive i planerad situation med föreslagna åtgärder. Vid en jämförelse mellan Figur 31 och Figur 32 ses en marginell ökning av vattenhastighet nedströms planområdet efter exploateringen. Det är främst områdena med vattenhastigheter på mellan 0,2–0,4 m/s (det lägsta intervallet som har beräknats) som utökas något.



Figur 31. Beräknad maximal flödeshastighet (m/s) vid ett 100-årsregn i befintlig situation. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.



Figur 32. Beräknad maximal flödeshastighet (m/s) vid ett 100-årsregn i planerad situation, med en ledning under parkeringsytan samt en torrdamm vid ledningens utlopp. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.

För att bedöma om beräknade flödeshastigheter i kombination med beräknade vattendjup efter exploatering kan orsaka någon skada har bedömningar gjorts utifrån fara för människoliv samt framkomlighet för fordon. Dessa bedömningar baseras på beräkningar för ett ”worst case-scenario” eftersom de utgår från maximalt vattendjup och maximal flödeshastighet enligt Figur 29 och Figur 32. Det innebär att det antas att det största vattendjupet och den högsta vattenhastigheten uppstår vid samma tidpunkt, vilket oftast inte är fallet.

Fara för människoliv enligt MSB, 2017

Enligt en vägledning för skyfallskartering (MSB, 2017) kan ett bedömningsvärde för fara för människoliv beräknas utifrån vattnets hastighet och djup enligt Ekvation 3. Klassgränser för bedömningsvärdet redovisas i Figur 33.

$$Bedömningsvärde = (V + 0{,}5) \cdot D \qquad (3)$$

där
$V = maximal\ vattenhastighet$
$D = maximalt\ vattendjup$

KLASSGRÄNSER FÖR (V+C)*D	BEDÖMD FARA
< 0,75	Ingen fara
0,75 – 1,25	Fara för vissa
1,25 – 2,50	Fara för de flesta
> 2,50	Fara för alla

*Bedömningsvärde = (V+C)*D där V=max hastighet, D=max vattendjup, C=koefficient (0,5)*

Figur 33. Klassgränser för risk för människoliv (urklipp från MSB, 2017).

Utifrån maximalt vattendjup i Figur 29 och maximal flödeshastighet i Figur 32 har följande bedömningsvärden beräknats:

- För infartsvägen till parkeringen:
  V = 0,8 m/s
  D = 0,4 m
  Ger bedömningsvärde ca **0,50**
- För området norr om färjeterminalen och hotellet (som har studerats eftersom människor är i rörelse där och relativt höga flödeshastigheter beräknas kunna uppstå):
  V = 1,4 m/s
  D = 0,4 m
  Ger bedömningsvärde ca **0,75**

Därmed hamnar infartsvägen till parkeringen inom ”ingen fara” och området norr om färjeterminalen och hotellet hamnar inom ”fara för vissa”, enligt Figur 33. Maximalt vattendjup och maximal vattenhastighet i området norr om färjeterminalen och hotellet beräknas dock vara oförändrade efter exploateringen (jämför Figur 26 med Figur 29 och Figur 31 med Figur 32). Exploateringen bedöms därmed inte medföra flödeshastigheter eller vattendjup vid skyfall som riskerar fara för människoliv.

Påverkan på fordonstrafik enligt VTI, 2019

I en VTI-rapport (VTI, 2019) finns en sammanställning av hur djup och flödeshastighet påverkar framkomligheten för vägtrafik samt en framkomlighetsklassning, vilken redovisas i Figur 34.

Tabell 4–1. Påverkan på fordonstrafik vid olika översvämningsdjup och vattenhastigheter (Andersson-Sköld och Davidsson (2016), Smith m.fl. (2014)). Framkomlighetslassningen gäller för vattenhastighet < 3 m/s DV är produkten av djup och vattenhastighet.

Framkomlighetsklassning				
1	2	3	4	5
DV < 0,3 m²/s och D < 0,1 m	DV < 0,3 m²/s och D < 0,2 m	DV 0,3 – 0,6 m²/s och D < 0,2 m	DV < 0,6 m²/s och D 0,2– 0,5 m	DV > 0,6 m²/s eller D > 0,5 m
Ingen eller ringa påverkan på framkomlighet.	Mindre fordon och ambulans kan ta sig fram med begränsad hastighet (som lägst s.k. vadarhastighet). Ingen eller ringa påverkan på räddningstjänst-fordon eller andra större fyrhjulsdrivna fordon.	Räddningstjänstfordon och större 4-hjulsdrivna fordon kan ta sig fram med relativt god hastighet. Framkomligheten kan dock minska även för räddningstjänst, gods-transporter och andra större fordon till följd av att vanliga person-transporter har fastnat.	Räddningstjänstfordon och större 4-hjulsdrivna fordon kan ta sig fram men med reducerad hastighet. Godsleveranser påverkas. Personbilar kan inte ta sig fram. Även om tillfället varar mindre än ett dygn bedöms återställnings-tiden vara ett dygn eller mer.	Normala Räddningstjänst-insatsfordon kan inte ta sig fram

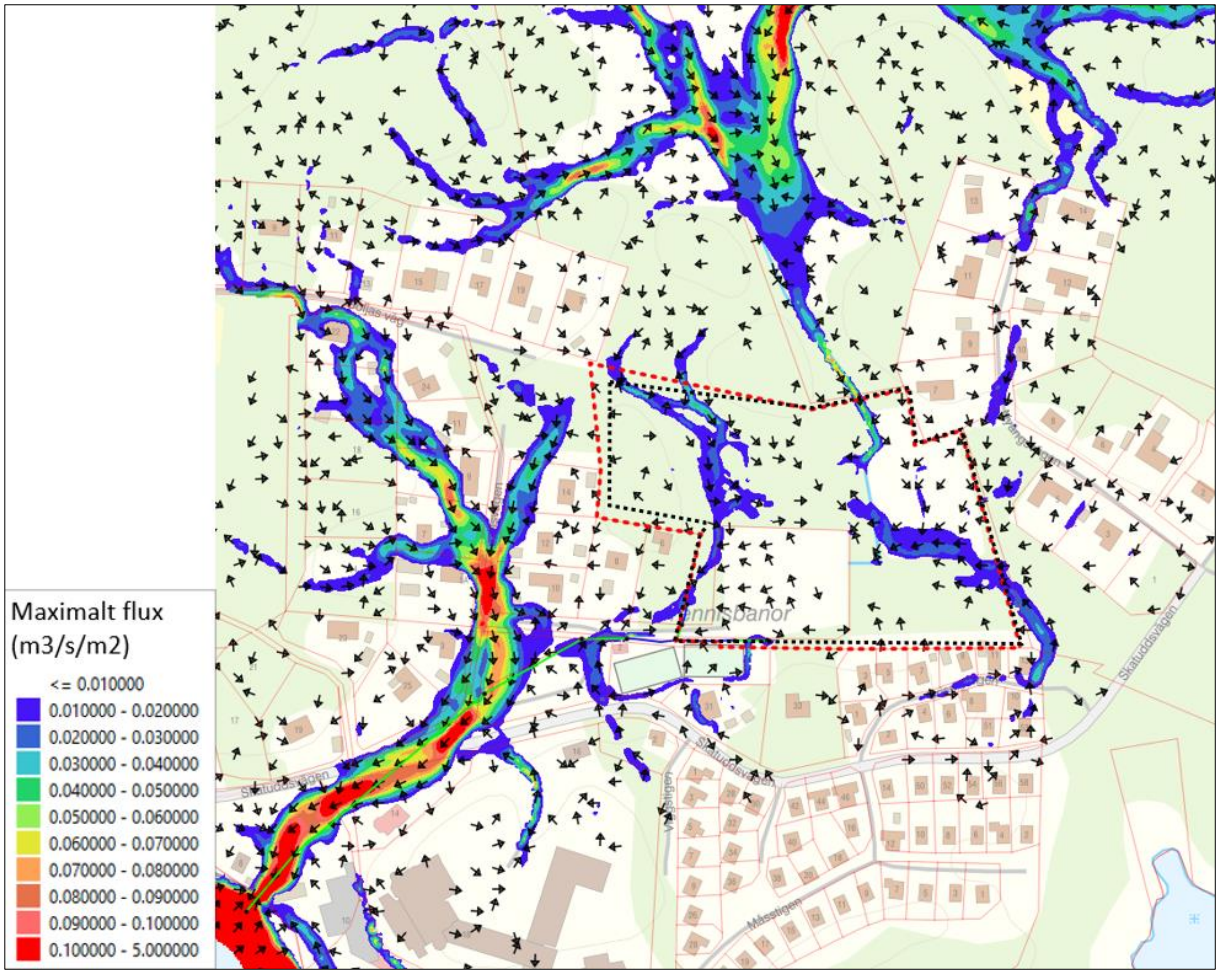
Figur 34. Påverkan på fordonstrafik vid olika översvämningsdjup och vattenhastigheter (urklipp från VTI, 2019).

Utifrån värden på maximalt vattendjup (D) och maximal vattenhastighet (V) som anges ovan har följande värden beräknats:

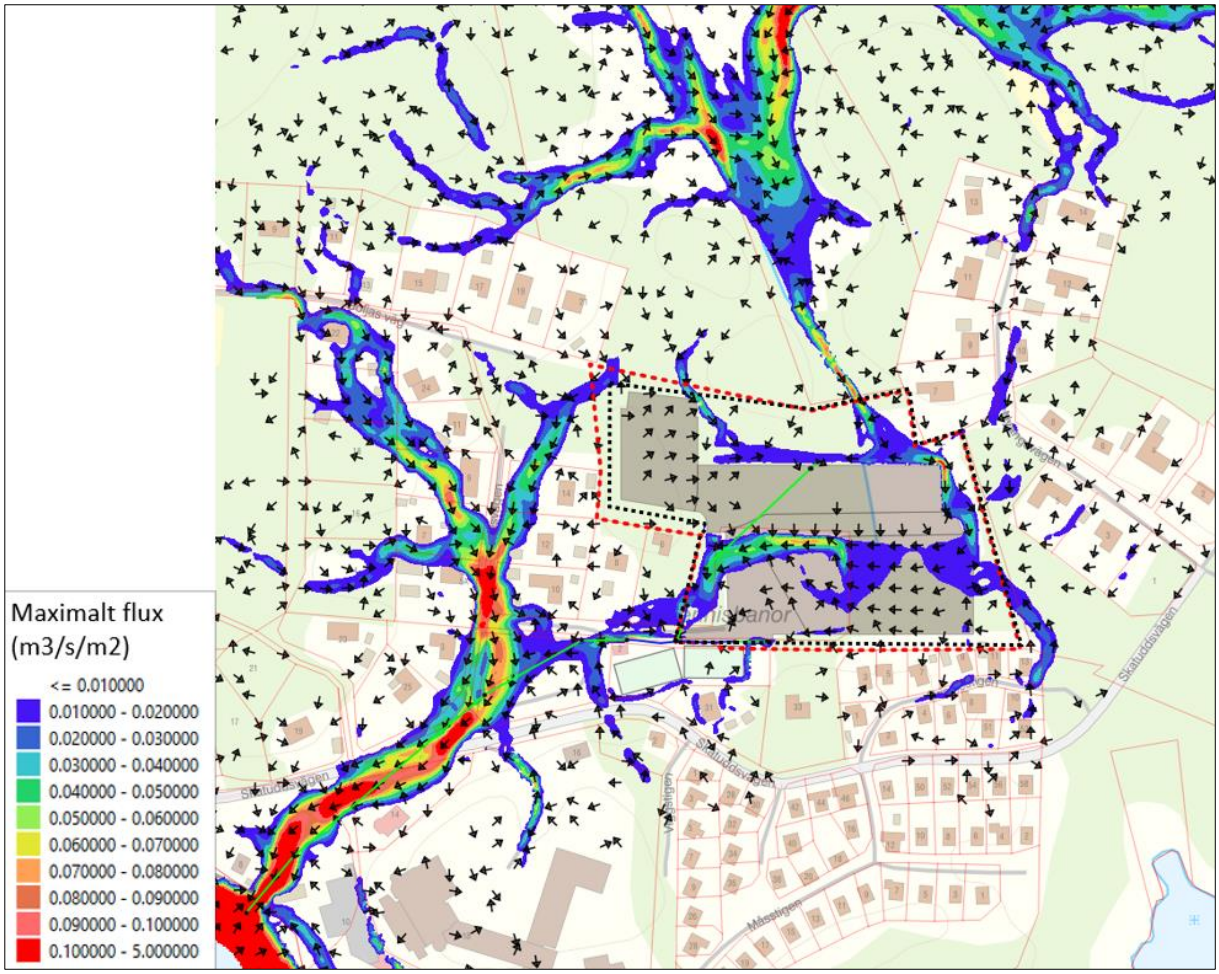
- För infartsvägen till parkeringen:
  D = 0,4 m
  DV = 0,32 m^2/s
  Ger framkomlighetsklassning **4**
- För området norr om färjeterminalen och hotellet:
  D = 0,4 m
  DV = 0,56 m^2/s
  Ger framkomlighetsklassning **4**

Båda dessa områden får framkomlighetsklassning 4 (se Figur 34) vilket bl a innebär att personbilar inte kan ta sig fram men att räddningstjänstfordon och större fyrhjulsdrivna fordon kan ta sig fram med reducerad hastighet. Eftersom denna situation statistiskt sker mycket sällan (vid 100-årsregn) bedöms det inte förhindra planerad byggnation. Det som kan ske är att bilar inte kan ta sig ut från den planerade parkeringen vid denna situation men det bör inte innebära någon fara för människor. Att området norr om färjeterminalen inte heller är framkomlig för bilar kan innebära större problem för de boende i området som behöver passera där för att ta sig från området, men situationen förvärras inte på grund av byggnationen utan är densamma i befintlig situation (se Figur 31).

Utöver vattendjup och vattenhastighet så kan även exploateringens påverkan på vattnets ”flux” vara intressant att undersöka. Flux är ett mått på volymen vatten som flödar över en area på en viss tid. Ett flöde som har låg hastighet och stort djup kan ha samma flux som ett flöde med hög hastighet och litet djup. I Figur 31 och Figur 32 redovisas maximalt flux i befintlig situation respektive i planerad situation med föreslagna åtgärder. När hårdgörandegraden ökar på en yta genereras en större vattenvolym i avrinningen, vilket i sin tur ger en ökning av flux. Ett ökat flux ses på fastigheterna intill planområdets sydvästra del, vilket beror på en liten ökning av vattendjupet där (se Figur 30). Se resonemang om denna ökning av vattendjup i texten innan Figur 30.



Figur 35. Beräknat maximalt flux (m3/s/m2) vid ett 100-årsregn i befintlig situation. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.



Figur 36. Beräknat maximalt flux (m3/s/m2) vid ett 100-årsregn i planerad situation, med en ledning under parkeringsytan samt en torrdamm vid ledningens utlopp. Planområdesgränsen är markerad med svart linje, röd linje är den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes.

8 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

8.1.1 Påverkan på MKN

Utförda föroreningsberäkningar (avsnitt 7.3) visar att föreslagen rening medför en minskad halt av samtliga beräknade ämnen samt en minskad mängd av de flesta ämnena, i jämförelse med befintlig situation. De ämnen vars årliga mängd beräknas öka är fosfor (0,12 kg/år), kväve (0,3 kg/år) och BaP (0,00005 kg/år).

BaP är en organisk förorening (PAH16) som kan uppkomma från bl a trafik men detta ämne håller på att fasas ut (StormTac, 2023). Det finns ingen information i VISS, 2023, om någon problematik med organiska föroreningar i ytvattenrecipienten Grisslehamn. Därmed bör den beräknade marginella ökningen inte påverka möjligheten att uppnå MKN i recipienten.

Den ekologiska statusen i recipienten är måttlig, till följd av övergödning (där kvalitetsfaktorn växtplankton är utslagsgivande). Däremot är statusen för näringsämnen god (*totalmängd fosfor – sommar* har måttlig status och *totalmängd kväve – sommar* har god status) (VISS, 2023). Enligt data från SMHI, 2023 är den totala belastningen av totalkväve till vattenförekomsten Grisslehamn 239 kg/år medan total belastning av kväve är 10kg/år. Beräknade årliga ökningar inom planområdet på 0,12 kg fosfor respektive 0,3 kg kväve utgör därmed 0,05% respektive 3% av den totala årliga belastningen till recipienten.

I föroreningsberäkningarna har varken rening i det öppna förstärkningslagret eller efterföljande rening i diken runt parkeringen inkluderats. Med reningen som kommer ske i dessa bör den årliga föroreningsbelastningen för kväve och fosfor (och även BaP) bli mindre än beräknat. Därmed bedöms inte exploateringen påverka möjligheten att uppnå MKN i recipienten.

8.1.2 Påverkan på översvämningsrisker

Den hydrauliska modelleringen visar att med föreslagna anläggningar (ledning under parkeringen samt en torrdamm i planområdets sydvästra del) beräknas ingen ökning av de maximala nivåerna på stående vatten utanför planområdet vid 100-årsregn. Därmed bedöms inte exploateringen riskera att orsaka skador på omkringliggande fastigheter. Planerad byggnation bedöms inte heller orsaka någon dämning i diket uppströms, som annars skulle kunnat ha påverkat jordbruksmark.

Beräknade maximala flödeshastigheter i kombination med beräknade maximala vattendjup vid 100-årsregn nedströms planområdet bedöms inte riskera fara för människoliv. Vid 100-årsregn finns risk att personbilar inte kan ta sig till och från planerad parkering eller ta sig fram inom området norr om färjeterminalen. Däremot kan räddningstjänstfordon ta sig fram. Denna situation bedöms dock vara densamma redan i befintlig situation.

Det bör utföras mätningar av grundvattennivåer för att säkerställa att torrdammen kan anläggas som föreslaget, så att hanteringen av skyfallsflöden kan säkerställas. Detta ska utföras inom den geotekniska utredning som planeras.

8.1.3 Juridiska frågor

Vattenverksamhet

Anläggningen av parkeringen innebär att flera befintliga diken/vattendrag behöver läggas igen, kulverteras eller ledas om (se de befintliga diken som identifierats i Figur 7) samt byggnation inom vattenområde. Detta medför juridiska processer i form av vattenverksamhet.

Vattenverksamhet utgörs av olika åtgärder som utförs inom ett vattenområde och regleras i 11 kap. miljöbalken (MB). Huvudregeln är att vattenverksamhet kräver tillstånd från mark- och miljödomstolen. Vattenverksamheter av mindre omfattning kan dock istället anmälas till Länsstyrelsen, i detta fall Länsstyrelsen Stockholm. I miljöbalken finns även en undantagsregel enligt 11 kap 12 § MB om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas genom vattenverksamhetens inverkan på vattenförhållanden. Det är verksamhetsutövaren som har ansvaret att visa på att undantagsmöjligheten kan användas. Verksamhetsutövaren har juridiskt ansvar för eventuella skador som uppstår till följd av icke tillståndsgivna vattenverksamheter.

Enligt 11 kap. 2 § MB är ett vattenområde ett område som täcks av vatten vid högsta förutsebara vattenstånd. Miljöbalken definierar inte vilket tidsperspektiv som ska användas ifråga om högsta förutsebara vattenstånd. Definitionen av vad som juridiskt utgör ett vattenområde varierar. Ibland används 100-årsflöden för att avgöra vad som utgör ett vattenområde. Områden som ligger inom 100-årsflöden kommer statistiskt sett översvämmas en gång per 100 år.

De åtgärder som planeras och som innebär vattenverksamhet är schakt inom befintligt vattenområde, flytt, igenläggning eller kulvertering av diken, samt ev. tillskapande av en översvämningsyta/våtmark. För att dessa åtgärder ska kunna anmälas som vattenverksamhet och inte kräva ett tillstånd krävs att:

- Uppföra en anläggning eller fyllning i ett vattenområde, om den bottenyta som berörs är högst 500 m^2 i vattendrag eller högst 3000 m^2 i andra vattenområden.
- Gräva, schakta, muddra eller spränga i ett vattenområde, om den bottenyta som berörs är högst 500 m^2 i vattendrag eller högst 3000 m^2 i andra vattenområden.
- Att vattendrag har en medelvattenföring som är högst 1 m^3/s vid bygge av en bro, anläggning eller byte av en trumma.

För att utföra en vattenverksamhet krävs att verksamhetsutövaren har rådighet över aktuellt vattenområde. Rådighet kan till exempel grundas på äganderätt, servitut, nyttjanderätt eller annan rättighet. Civilrättsliga frågor och rådighet avgörs inte i ett anmälningsärende. Om det i ett anmälningsärende framställs yrkanden om särskild tvångsrätt, ersättning eller inlösen kan verksamheten bli tillståndspliktig och därmed behöver hanteras i domstol.

Verksamheten kommer totalt beröra mer än 3000 m^2 inom vattenområde men anläggningen av parkeringen kommer utföras i flera etapper under en längre period. En anmälan av vattenverksamhet planeras att skickas in inför varje etapp. En dialog med Länsstyrelsen planeras för att diskutera avgränsning av vattenområde.

Markavvattning

Om inte parkeringen kan anläggas på konventionellt sätt utan att marken inom planområdet behöver torrläggas inför byggnationen, så kan det bli fråga om markavvattning. Markavvattning är en tillståndspliktig vattenverksamhet och i större delen av södra Sverige råder det även förbud mot markavvattning. Markavvattningsåtgärder kan därmed även kräva dispens från markavvattningsförbudet som söks hos Länsstyrelsen, innan en tillståndsprövning för vattenverksamheten behöver göras i mark-och miljödomstolen.

Miljöbalken definierar markavvattning i 11 kap 2 § som en åtgärd som utförs:

- för att avvattna mark, när det inte är fråga om avledande av avloppsvatten,
- för att sänka eller tappa ur ett vattenområde eller
- för att skydda mot vatten,
- när syftet med åtgärden är att varaktigt öka en fastighets lämplighet för något visst ändamål.

Punkt fyra ovan anger att en åtgärd som utförs för att öka fastighets lämplighet för något visst ändamål innebär markavvattning. Detta innebära att exempelvis utfyllnad av ett vattensjukt område kan vara markavvattning. Vallar eller andra åtgärder som är till för att skydda mot ytligt rinnande vatten i samband med regn, snösmältning eller avverkningar uppströms bör inte anses vara markavvattning (Naturvårdsverket, 2023).

Förutsatt att verksamheten kan utföras utan markavvattnande åtgärder, till exempel varaktig bortledning av vatten för att förbättra marken för byggnation, bedöms verksamheten inte innebära markavvattning. Dialog kan ske med Länsstyrelsen för att utreda frågan vidare i samband med samråd för detaljplanen.

Grundvatten
Eventuell påverkan på grundvattnet kan inte bedömas innan grundvattenmätningar i området genomförts. Skulle en påverkan på grundvattnet uppstå krävs normalt tillstånd för vattenverksamhet enligt 11 kap. MB. I enighet med 11 kap. 12 § MB kan undantag från tillståndsplikten hävdas om det är uppenbart att varken allmänna eller enskilda intressen skadas av verksamheten. Om undantagsregeln används är det verksamhetsutövaren som har bevisbördan för att förutsättningarna i paragrafen är uppfyllda. Beviskravet är mycket starkt och en felaktig bedömning innebär en lagöverträdelse.

Anmälan av dagvattenanläggning
Alla nya anläggningar eller ändringar av befintliga anläggningar för att ta hand om eller rena dagvatten från fler än en eller enstaka fastigheter i ett planlagt område ska anmälas till kommunen i enighet med *Förordningen om miljöfarlig verksamhet och hälsoskydd* (1998:899). Anmälan ska skickas in minst sex veckor innan planerat inrättande av anläggningen.

Biotopskyddsområden, 7 kap. 11 § miljöbalken
Två befintliga diken inom planområdet omfattas av generellt biotopskydd.

Generellt biotopskydd gäller för vissa små, tydligt angivna livsmiljöer i odlingslandskapet. De generella biotopskydden omfattar; alléer, källor med omgivande våtmark i jordbruksmark, odlingsrösen i jordbruksmark, pilevallar, småvatten och våtmarker i jordbruksmark, stenmurar i jordbruksmark och åkerholmar.

Generellt skyddade biotopskyddsområden har stor betydelse för växt- och djurlivet i jordbrukslandskapet då de erbjuder livsmiljöer och spridningsvägar i ett annars öppet och homogent landskap. Dessa har därför stor betydelse för biologisk mångfald.

Småvatten och våtmark i jordbruksmark - Ett småvatten eller en våtmark med en areal av högst ett hektar i jordbruksmark som ständigt eller under en stor del av året håller ytvatten eller en fuktig markyta såsom kärr, gölar, vätar, översilningsmarker, kallkällor, märgelgravar, öppna diken, dammar och högst två meter breda naturliga bäckfåror.

Arealbegränsningen avser inte linjära element som öppna diken eller högst två meter breda naturliga bäckfåror. Dammar anlagda för bevattningsändamål innefattas inte i denna biotop.

Vid påverkan på ett generellt biotopskyddat objekt ska en dispens sökas hos Länsstyrelsen enligt 7 kap 11 § miljöbalken. Dispens från biotopskyddet bara får medges om det finns särskilda skäl.

9 SLUTSATSER

Följande är de huvudsakliga slutsatserna av denna utredning:

- Planerad byggnation medför en ökad hårdgörandegrad och därmed ökade dagvattenflöden. För att fördröja flödet inom planområdet (20-årsregn inkl klimatfaktor) till befintligt flöde (10-årsregn) krävs en fördröjningsvolym på 440 m^3.
- Med föreslagen dagvattenhantering bedöms tillräcklig fördröjning och rening kunna uppnås inom planområdet. Exploateringen bedöms inte påverka möjligheten att uppnå MKN i recipienten.
- Föreslagna anläggningar innefattar krossdiken, svackdiken och/eller växtbäddar i kombination med ett öppet förstärkningslager under parkeringen.
- Flöden från uppströms beläget avrinningsområde föreslås ledas i en ledning under parkeringen och vidare till en torrdamm. Huvudsyftet med torrdammen är att hantera stora flöden från avrinningsområdet uppströms samt stora flöden från parkeringsytan (som överstiger dimensionerande regn), så att de inte riskerar att orsaka skador på omkringliggande bebyggelse. Vattnet från avrinningsområdet uppströms ska inte blandas med orenat vatten från parkeringen.
- Hydrauliska modelleringar visar att planerad byggnation, med föreslagna åtgärder, inte förväntas riskera att orsaka skador på omkringliggande fastigheter vid 100-årsregn. Planerad byggnation bedöms inte heller orsaka någon dämning i diket uppströms.
- Utifrån att dagvatten redan i dagsläget avleds till den kommunala dagvattenledningen, och att detta kommer vara fallet även efter exploatering, så bör planområdet ingå i verksamhetsområdet för dagvatten. Planerad bebyggelse bedöms inte vara lämplig om anslutningen till befintlig kommunal ledning inte kan utföras.

Följande är viktigt att utreda vidare:

- När det finns resultat från den geotekniska undersökningen bör förutsättningar för infiltration och anläggning av dagvattenanläggningar utredas vidare (bl a kopplat till grundvattennivåer och stabilitet för anläggande av torrdamm).
- Juridiska frågor kopplat till vattenverksamhet vid grundvattenpåverkan och markavvattning (för anläggning av parkeringen) bör utredas vidare. Det rekommenderas att diskutera avgränsning av vattenområde med Länsstyrelsen.

10 REFERENSER

Edge, 2019. *Levande gaturum – en handbok i Blågröngrå system*. 2019-12-20.

Lantmäteriet, 2022. *Min karta.* https://minkarta.lantmateriet.se/ [Hämtad 2022-03-01]

Länsstyrelsen, 2022a. *EBH-kartan*. https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=ed0d3fde3cc9479f9688c2b2969fd38c [Hämtad 2022-03-01]

Länsstyrelsen, 2022b. *LstAB Länskarta Stockholms Län.* LstAB Länskarta Stockholms län (lansstyrelsen.se) [Hämtad 2022-04-01]

Länsstyrelsen, 2022c. *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län* https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/havsnivaer/Lst-Rekommendationer-l%C3%A4gsta-grundl%C3%A4ggningsniv%C3%A5-%C3%96stersj%C3%B6kusten-2021.pdf [Hämtad 2022-04-14]

MSB, 2017. *Vägledning för skyfallskartering. Tips för genomförande och exempel på användning. MSB1121.* Augusti 2017.

Naturvårdsverket, 2022. *Skyddad natur*. https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/ [Hämtad 2022-03-01]

Naturvårdsverket, 2023. https://www.naturvardsverket.se/vagledning-och-stod/branscher-och-verksamheter/markavvattning/ [Hämtad 2023-07-05]

Norrtälje kommun, 2016. *Fördjupad dagvattenpolicy för Norrtälje kommun.* 2016-12-19

Norrtälje kommun, 2017. *Dagvattenstrategi för Norrtälje kommun*. 2017-11-06

Norrtälje kommun, 2020. *Planbeskedsutredning för del av fastigheten Byholma 3:5 i Väddö församling*. 2020-03-02

Norrtälje kommun, 2022. *Norrtälje kommuns karta.* https://norrtaljekarta.norrtalje.se/ [Hämtad 2022-04-13]

Scalgo Live, 2023. *Scalgo Live.* https://scalgo.com/live/ [Hämtad 2023-02-28]

SGU, 2022a. *Jordarter 1:25 000-1:100 000.* https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html [Hämtad 2022-04-11]

SGU, 2022b. *Genomsläpplighet.* https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=507553.83535967034,6572184.374478749,896474.6132012262,6796464.823039646 [Hämtad 2022-04-11]

SGU, 2022c. *Jorddjup.* https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html?zoom=711958.529097329,6668692.85814482,712444.6800696308,6668973.20870552 [Hämtad 2022-04-11]

SMHI, 2022. *Dataserier med normalvärden för perioden 1991 – 2020*.

SMHI, 2023. *Vattenwebb.* https://www.smhi.se/data/hydrologi/vattenwebb [Hämtad 2023-10-05]

StormTac, 2023. *StormTac – Stormwater Solutions. Version 23.1.12*. http://www.stormtac.com/

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

SVOA, 2022a. *Makadamdike* https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/md_h.pdf [Hämtad 2023-03-15]

SVOA, 2022b. *Svackdike* https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/svd_h.pdf [Hämtad 2023-03-15]

SVOA, 2022c. *Nedsänkt växtbädd.* https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf [Hämtad 2023-03-15]

SVOA, 2022d. *Överdämningsytor/torra dammar.* https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/overdamning_h.pdf [Hämtad 2023-03-15]

VISS, 2022a. *Vattenkartan*. https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399 [Hämtad 2022-03-01]

VISS, 2023. *Grisslehamn*. https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA98361738 [Hämtad 2022-03-01]

VTI, 2019. *VTI rapport 1023: Metod och effektsamband för identifiering, bedömning och prioritering av åtgärder för klimatanpassning av vägar och järnvägar – en förstudie. Diarienummer: 2018/0501–7.2.*

11 BILAGOR

Bilaga A - Foton från platsbesök

Bilaga B – Skyfallsmodellering metod

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 70 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

Tillsammans med våra kunder tar vi fram innovativa lösningar för en mänsklig, trygg och välfungerande morgondag. Så tar vi ansvar för framtiden.

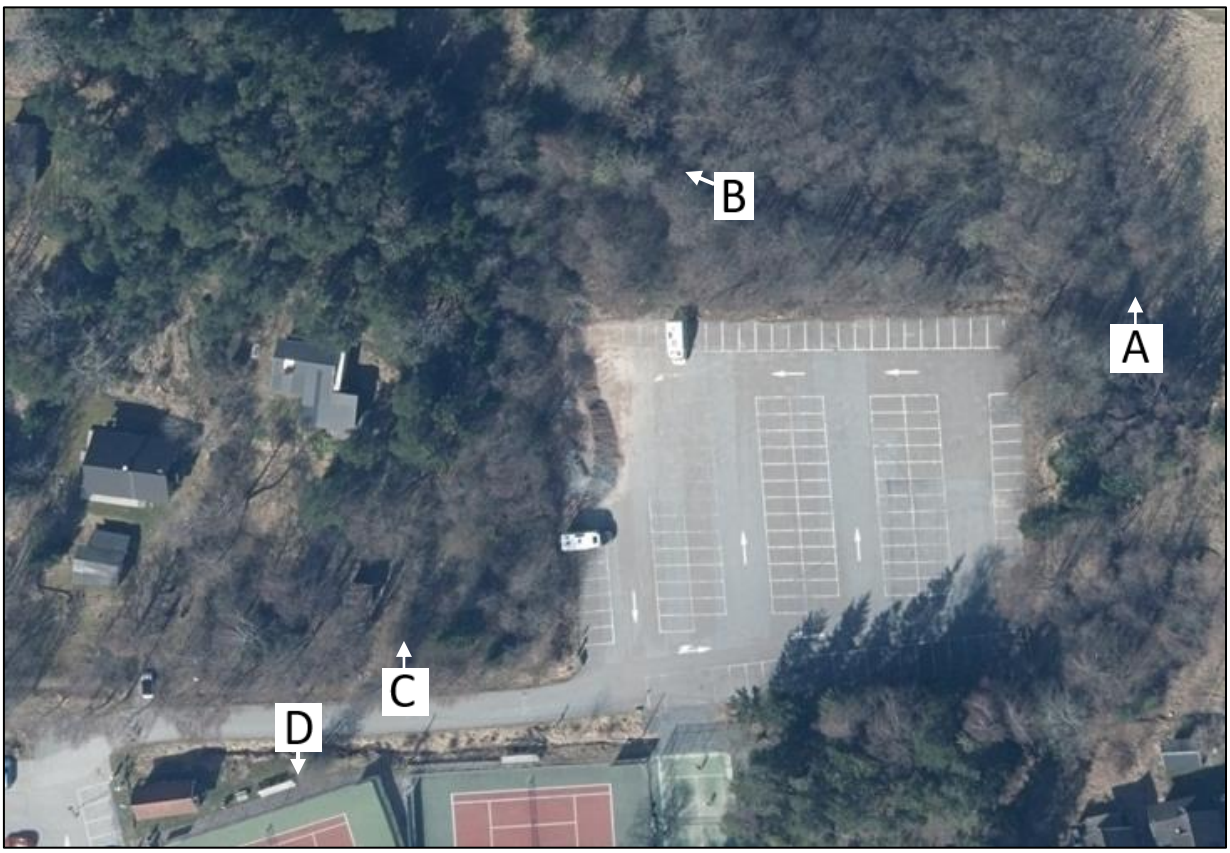
wsp.com

WSP Sverige AB
Samuel Permans gata 8
83131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8

T: +46 10-722 50 00
Org nr: 556057-4880
Styrelsens säte: Stockholm
wsp.com

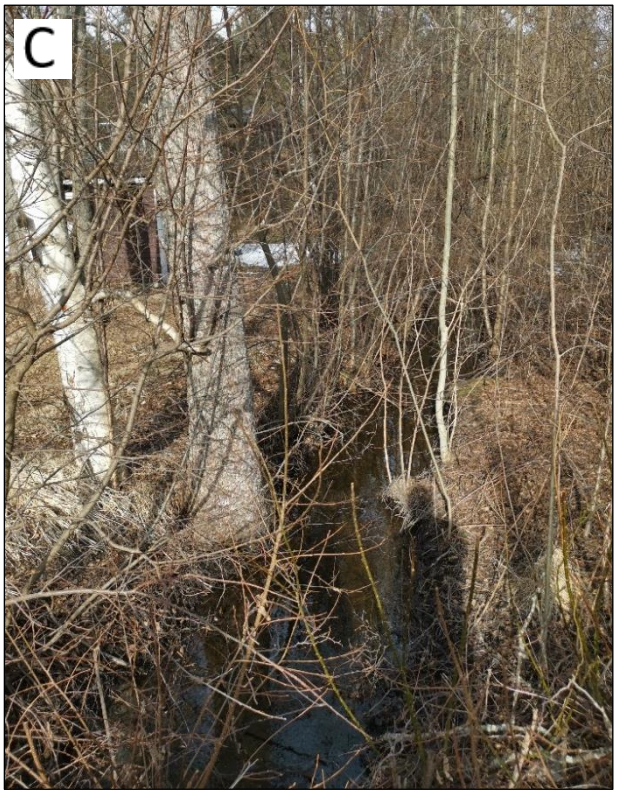
BILAGA A – FOTON FRÅN PLATSBESÖK

Nedan redovisas fotografier på befintliga diken från platsbesök 2022-03-08. Lägena där dessa foton är tagna redovisas i Figur A, där pilarna markerar i vilken riktning fotot är taget.



Figur A. Lägen för foto A-D. Pilarna markerar i vilken riktning som fotot är taget.

WSP
Samuel Permans gata 8
83131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com



WSP
Samuel Permans gata 8
83131 Östersund
Besök: Samuel Permans gata 8
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

BILAGA B – SKYFALLSMODELLERING METOD

Skyfallsmodelleringen för befintlig och planerad situation har utförts med en kopplad ledningsnäts- och yt-modell (1D-2D-modell) i det hydrauliska beräkningsprogrammet MIKE+.

En kopplad modell innebär att modellen beräknar nivå- och flödesförhållanden på markytan såväl som i dagvattenledningar till följd av nederbörd. Modellen består av två delmodeller, en 1D-modell för hydrauliska beräkningar i ledningsnätet samt en 2D-modell för beräkningar av flöden över markytan. Kommunikation kan ske mellan de två delmodellerna, vilket innebär att vatten både kan strömma från ytmodellen till ledningsnätmodellen och vice versa. Metoden för markavrinning följer de riktlinjer som sätts ut i ”Vägledning för Skyfallskartering” (MSB, 2017) där förenklingar görs bland annat avseende beskrivning av ledningssystemets kapacitet.

2D-modellens indata består av:

- En terrängmodell som beskriver modellområdets topografi
- Regnbelastningen
- Markens infiltrationskapacitet (beror av markanvändning samt geologiska förhållanden)
- Markens råhet (beror av markanvändning)

1D-modellens indata består av:

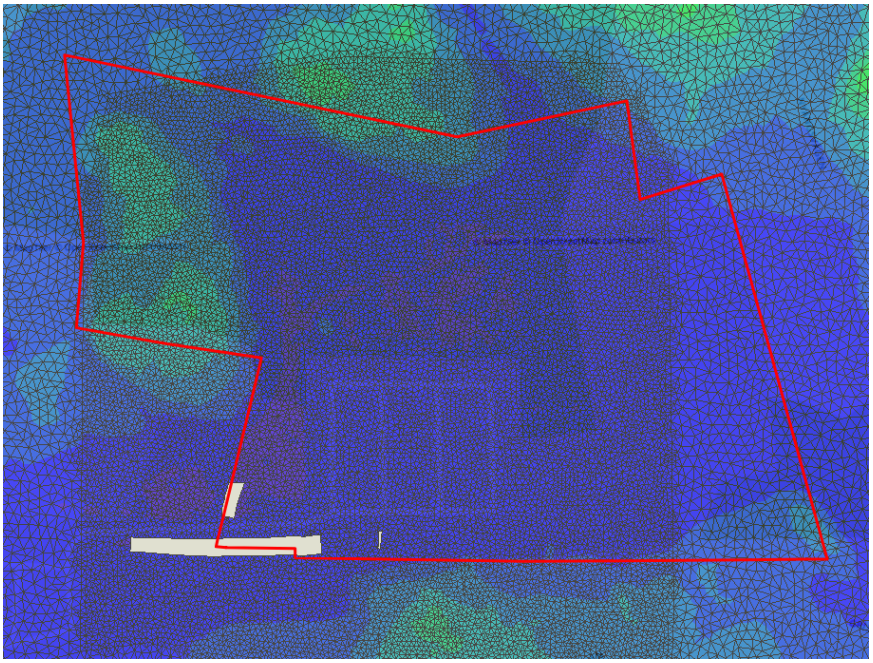
- Ledningsnätets dimensioner
- Ledningsnätet noder med plusnivåer
- Tvärsektioner på diken/vattendrag

Terrängmodell

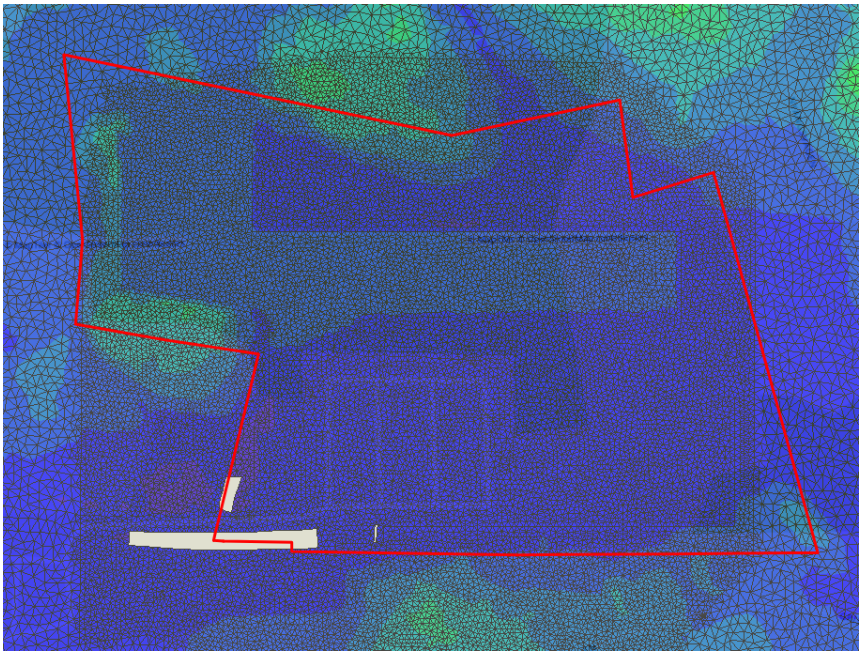
Terrängmodellen har i Mike+ konverterats till en så kallad Mesh-modell (ett flexibelt nät) som är en form av triangelmodell. Mesh-modellen byggdes upp med högre upplösning (mindre trianglar) vid planerade parkeringsplatser för att förbättra simuleringsresultatet och samtidigt erhålla en snabb och stabil modell, se exempel i Figur 1 och Figur 2. Underlaget för höjdsättning av parkeringsplatser är enligt underlag från landskapsarkitekt (se Figur 11 i dagvattenutredningen).

WSP Samhällsbyggnad
121 88 Stockholm-Globen
Besök: Arenavägen 7

T: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org. nr: 556057-4880
wsp.com



Figur 1. Terrängmodell för befintlig situation med planområdets gräns markerad i rött (den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes).



Figur 2. Terrängmodell för planerad situation med planområdets gräns markerad i rött (den planområdesgräns som gällde när modelleringen utfördes).

Ledningar och diken/vattendrag

Underlag för ledningsnät och diken har tagits från följande inmätningar (se avsnitt 4.6.3 i dagvattenutredningen):

- Inmätning av NVAA
- Inmätning av WSP

Regn

100-årsregnet har beskrivits som ett CDS-regn (Chicago Design Rain) med 6 timmars varaktighet med en klimatfaktor på 1,25 (för både befintlig och planerad situation). Ett CDS-regn består av flera blockregn med olika intensitet och varaktigheter för en viss återkomsttid och är praxis vid skyfallsmodellering i Sverige. Klimatfaktorn har valts till 1,25 för att representera ett framtida scenario med större nederbördsintensitet än i dagens klimat. Ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 motsvarar enligt dagens klimatscenarier ett skyfall i ett klimat som kan tänkas råda år 2100. Total regnvolym för ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet och en klimatfaktor på 1,25 är 106 mm enligt Dahlström (2010).

Infiltration

Infiltrationen i marken beskrivs med hjälp av en infiltrationsmodul som beräknar infiltrationen i marken baserat på ett antal parametrar i beräkningsprogrammet MIKE+. Infiltrationsmodulen beräknar hur stor del av nederbörden som infiltrerar i marken respektive rinner av på markytan. Detta tillåter att infiltrationsförloppet beskrivs under hela simuleringstiden i och med att infiltrationen varierar med såväl markförhållanden (markanvändning, vegetation, geologiska förhållanden) som mättnadsgrad över tid. Det är dock stora osäkerheter i de infiltrationsparametrar som anges då dessa är baserade på schablonvärden.

Tabell 1. Parametervärden ansatta i infiltrationsmodulen för respektive markanvändning (värden ansatta enligt rekommendation från DHI och SGU).

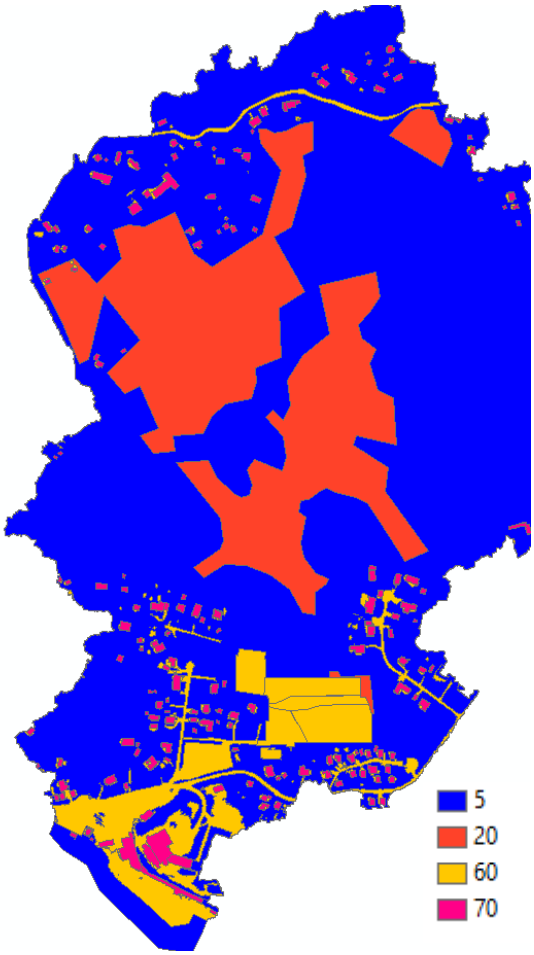
Jordart	Infiltrations-hastighet [mm/h]	Läckage [mm/h]	Djup [m]	Porositet [-]	Startvärde för vatteninnehåll [%]
Fyllning	36	3,6	0,3	0,4	45
Glacial lera	3,6	0.36	0,3	0,4	45
Klapper	360	180	0,3	0,4	0
Kärrtorv	18	1.8	0,3	0,4	40
Lerig morän	3.6	0.36	0,3	0,4	45
Postglacial sand	180	36	0,3	0,4	20
Sandig morän	36	3,6	0,3	0,4	30
Svallsediment, grus	180	36	0,3	0,4	20
Urberg	36	0,036	0.1	0,4	20
Vatten	0	0	0	0	100

Markanvändning och markens råhet

Markens råhet (friktion) beskrivs i skyfallsmodellen med hjälp av Mannings tal. Markens råhet styr vattnets hastighet och påverkar därmed översvämningsförloppet. Generellt kan det sägas att hårdgjorda ytor har ett högt Mannings tal eftersom vattnet rinner snabbt på ytan. Råare ytor, exempelvis grönytor, har ett lägre Mannings tal vilket betyder att vattnet där rinner långsammare. I skyfallsmodellen har Mannings tal för markens råhet differentierats efter markanvändningen (Tabell 2 och Figur 3).

Tabell 2. Mannings tal för olika kategorier av markanvändning.

Markanvändning	**Mannings tal**
Tak/Byggnader	70
Väg/Hårdgjorda ytor	60
Skog	5
Åkermark	20



Figur 3. Mannings tal för olika markanvändningsområden i modellområdet.

Havsvattenstånd/havsnivå (randvillkor)

Ett medelvattenstånd på 0,44 m enligt SSP -8,5 för 2100 har tagits som randvillkor i modellen för att köra skyfallsscenarier (se Figur 4).

Framtida medelvattenstånd kommunvis

Skriv in önskad kommun i sökrutan för att se alla beräknade nivåer för den valda kommunen. Önskade år väljs i drop-down listorna i tabellhuvudet på den övre tabellen.

Vald kommun:

Norrtälje | Sök

Medelvattenstånd i Norrtälje kommun 1995-2014: 14 cm i RH 2000

Total landhöjning i Norrtälje kommun: 0,584 cm/år (varav den elastiska komponenten är 0,067 cm/år)

Beräknade framtida medelvattenstånd (cm i RH 2000) för valda år. Dessa projektioner bedöms av IPCC som *troliga*.

Scenario	År: 2050 median (*sannolikt* intervall)	År: 2100 median (*sannolikt* intervall)
SSP1-1,9 (Mycket lågt)	13 (7 till 21)	7 (-12 till 30)
SSP1-2,6 (Lågt)	15 (6 till 24)	10 (-8 till 33)
SSP2-4,5 (Medelhögt)	17 (9 till 25)	24 (6 till 47)
SSP3-7,0 (Högt)	16 (7 till 26)	32 (11 till 60)
SSP5-8,5 (Mycket högt)	18 (10 till 28)	44 (21 till 75)

Figur 4. Medelvattenstånd i Norrtälje enligt SSP scenarier från SMHI vid år 2050 och år 2100.