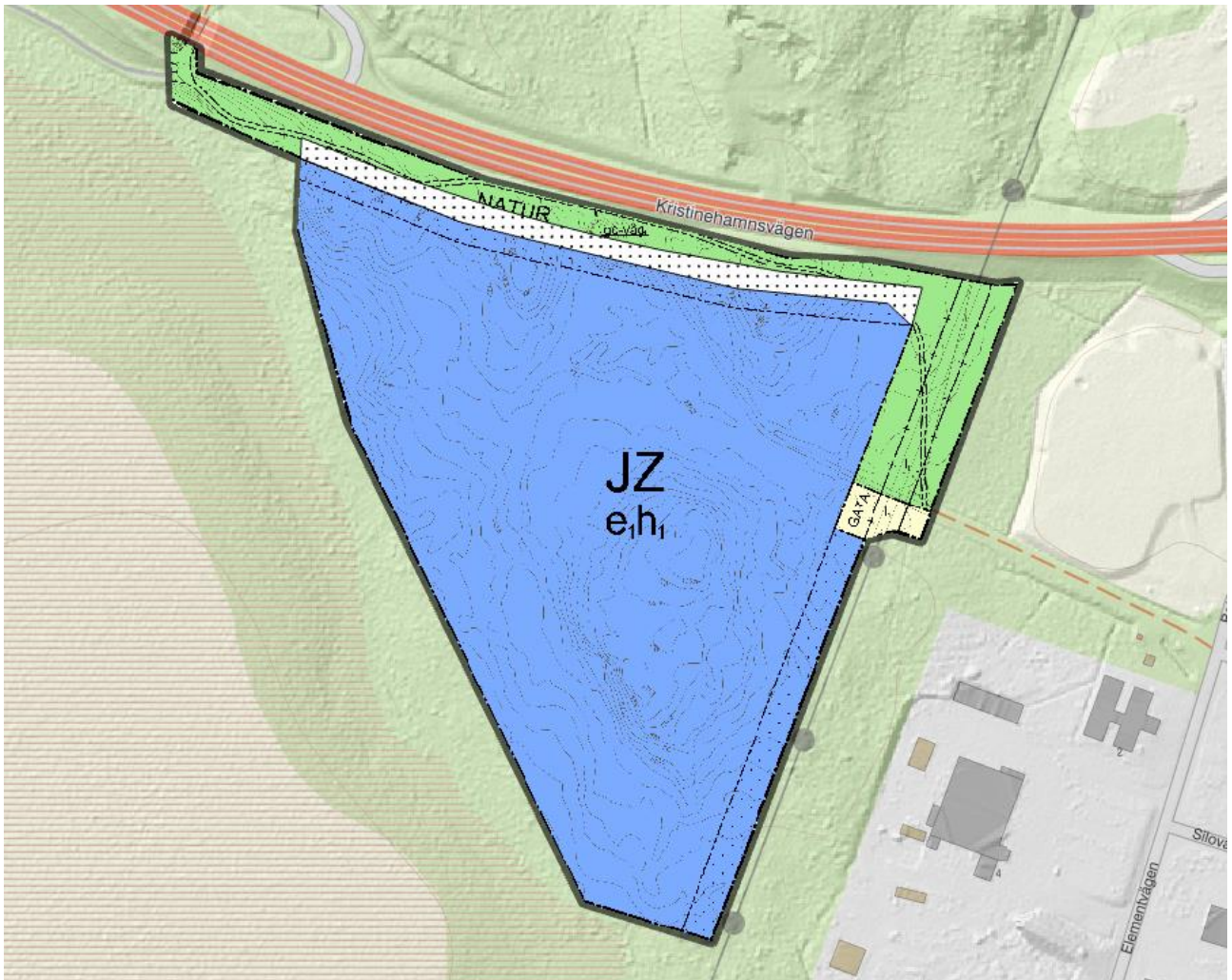


Dagvatten- och skyfallsutredning

Detaljplan för del av Högåsen 2:7, Botorp 1
Karlskoga kommun



Sammanfattning

Sweco har på uppdrag av Karlskoga kommun utfört en dagvatten- och skyfallsutredning inom ramen för pågående detaljplan för del av Högåsen 2:7, Botorp 1, inom industriområdet Botorp i Karlskoga. Utredningen beskriver nuläggessituation och ger förslag på hur dagvatten och skyfall kan hanteras vid ett genomförande av detaljplanen.

Utifrån befintliga marknivåer är planområdet indelat i två avrinningsområden, det västra och det östra, och placering och dimensionering av föreslagna anläggningar förutsätter att storleken av avrinningsområdena inte ändras nämnvärt med framtida höjdsättning.

En våt damm föreslås rena dagvattnet från det östra avrinningsområdet. Tillsammans med en seriekopplad torr damm fördröjs ett framtida 20-årsflöde (inklusive klimatfaktor) till befintlig naturmarksavrinning vid ett 10-årsregn, då befintligt ledningsnät i industriområdet bedöms ha begränsad kapacitet. Ytterligare två torra dammar föreslås placeras utmed befintliga flödesvägar ut från planområdet (men placeringen bör anpassas efter eventuellt förändrade flödesvägar med framtida höjdsättning). Syftet med dessa är att omhänderta ytligt avrinnande volymer vid skyfall: sammanlagd lågpunktsvolym hos torrdammarna bör vara ca. 600 m³, vilket tillsammans med reglervolymen i den våta dammen (ca. 600 m³) kompenserar för den ökade avrinningsvolymen vid 100-årsregnet.

Även i det västra avrinningsområdet föreslås en våt damm rena dagvattnet som utformas för att hantera mindre regn, medan större flöden leds till en torrdamm. Den sammanlagda reglervolymen i dessa bör vara 2700 m³, vilket syftar till att kompensera för ökad avrinningsvolym från området vid ett 50-årsregn (och minskar negativa konsekvenser vid ett 100-årsregn). Alternativt kan dammarna kombineras i en enda anläggning placerad i läget för torrdammen. Nackdelen vore att den våta dammen blir svårare att tömma på sediment. Alternativ fördröjningsåtgärd med invallning i mossen kan också vara möjliga men skulle behöva utredas vidare.

Placering av dammarna enligt förslag i systemlösning ligger inte helt i linje med de ytor i södra och nordöstra hörnet av planområdet som pekats ut av kommunen som önskvärda placeringar. Således har det också översiktligt utretts om det är möjligt att justera föreslagen placering, alternativt vad som skulle krävas för att göra placeringen möjlig. Flytt av dammar till det södra hörnet bedöms möjligt utifrån befintlig topografi, men då flytten skulle innebära mycket låga fall enligt befintlig topografi bör en sådan placering föregås av markmodellering och eventuell översyn av vattendelare/avrinningsområden. Flytt av damm till det nordöstra hörnet bedöms inte möjligt sett till den befintliga topografin då området i dagsläget utgör en höjd.

Efter rening i dammarna bedöms inte den ökade föroreningsbelastningen leda till en mätbar ökning av halter av jämförbara ämnen i närmsta vattenförekomst Lonnen eller i vattentäkten nedströms denna.

Skyfallskarteringen visar på att öknings av maximala vattendjup ligger inom osäkerhetsmarginalen och exploateringar inom detaljplanen bedöms därmed inte leda till en negativ påverkan vid ett 100-årsregn med föreslagna åtgärder. Om det i senare skede sker några större ändringar av områdets utformning bör skyfallsmodellen uppdateras.

1 Innehållsförteckning

2	Inledning	6
2.1	Utredningens omfattning	6
2.2	Utredningsområde	7
3	Förutsättningar	8
3.1	Lokala policys och planer för dagvattenhantering.....	8
3.2	Tillgängliga ytor för dagvattenhantering	8
3.3	Miljökvalitetsnormer	10
3.4	Svenskt Vattens publikation P110.....	10
3.5	Skyfallshantering	11
3.6	Koordinatsystem och höjdsystem	11
3.7	Nivåer	11
3.8	Underlag	12
4	Befintliga förhållanden	12
4.1	Områdesbeskrivning	12
4.2	Geologi och hydrogeologi	13
4.3	Topografi	15
4.4	Ytavrinning och topografiska avrinningsområden	16
4.5	Befintlig dagvattenhantering och dagvattenledningsnät	18
4.6	Recipenter	19
4.7	Övriga relevanta förutsättningar.....	21
5	Planerade förhållanden	21
6	Skyfallskartering	22
6.1	Befintlig situation	22
6.2	Planerad situation	24
7	Dagvattenberäkningar	26
7.1	Indata	26
7.2	Resultat	28
8	Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering.....	31
8.1	Östra avrinningsområdet.....	33
8.2	Västra avrinningsområdet	34
8.3	Kvartersmark.....	35
8.4	Alternativa placeringar av dagvattenanläggningar.....	36
8.5	Skyfallshantering	39
9	Bedömning av påverkan på recipient och vattentäkt	43
10	Slutsatser.....	45
11	Rekommendationer om fortsatt arbete.....	46
12	Referenser.....	47
13	Bilaga 1 – Metodbeskrivning dagvatten	48
13.1	Dimensionerande flöden	48
13.2	Erforderlig fördröjningsvolym	48
13.3	Föroreningsberäkningar.....	48
13.4	Haltbidrag till recipient	49
14	Bilaga 2 – Metodbeskrivning skyfall	50
14.1	Mjukvara	50
14.2	Modelluppbyggnad	50

Organisation

Beställare	Jack Larsson	Karlskoga kommun
Uppdragsledare	Camilla Hägg Wickman	Sweco Sverige AB
Handläggare	David Andersson Gozzi	Sweco Sverige AB
Intern kvalitetsgranskning, dagvatten	Andreas Sandwall	Sweco Sverige AB
Intern kvalitetsgranskning, skyfall	Joe Stobart	Sweco Sverige AB

2 Inledning

Sweco har på uppdrag av Karlskoga kommun utfört en dagvatten- och skyfallsutredning inom ramen för pågående detaljplan för del av Högåsen 2:7, Botorp 1, inom industriområdet Botorp i Karlskoga. Utredningen beskriver nulägesituation och ger förslag på hur dagvatten och skyfall kan hanteras vid ett genomförande av detaljplanen med utgångspunkt i dimensionerande 20-årsregn plus klimatkoefficient.

2.1 Utredningens omfattning

Denna utredning genomförs inom ramen för ett större utredningsområde som omfattar hela Botorps industriområde. Parallellt med detta arbete är en dagvatten- och skyfallsutredning för det större utredningsområdet under framtagande. De lösningsförslag som ges i denna rapport eftersträvar en separat hantering av dagvatten och skyfall inom detaljplanen, och förutsätter inte eventuella gemensamma anläggningar för det större utredningsområdet.

En förutsättning som angetts av kommunen är att utredningen ska utgå från att 100% av kvarteretsmark i planområdet hårdgörs samt att dagvattenlösningen ska eftersträva att inte tillföra något dagvatten, alternativt så lite dagvatten som möjligt, till Kilstabäcken. Lösningen ska också minimera risken för översvämning av infrastruktur och bebyggelse inom och utanför planområde, samt peka ut lämpliga ytor i närområdet som kan tillåtas översvämmas vid skyfall.

I Karlskoga kommuns skyfallskartering över tätorten (genomförd 2019 av Sweco) identifieras Botorp industriområde som ett av de mer utsatta områdena. Inom ramen för den övergripande utredningen av utredningsområdet genomför Sweco en detaljerad studie av hur skyfallssituationen påverkas av planerad exploatering inom hela utvecklingsområdet. Resultat i relation till Botorp 1 presenteras i denna rapport.

En översiktlig bedömning görs även av exploaterings påverkan på föroreningshalter i vattentäktens råvatten.

Detaljplanen har varit på samråd och både Länsstyrelsen och Trafikverket har gett synpunkter. Denna utredning beaktar dessa yttranden som underlag till den fortsatta planprocessen. Synpunkterna sammanfattas nedan.

2.1.1 Synpunkter från Länsstyrelsen

Länsstyrelsen noterar att det inte finns några planbestämmelser om fördröjning av vatten eller högsta andel hårdgjord yta på plankartan. I planbeskrivningen saknas det en redogörelse för den fördröjningsvolym som beräknas behövas för planområdet. Fördröjningsvolymen behöver även säkerställas på plankartan.

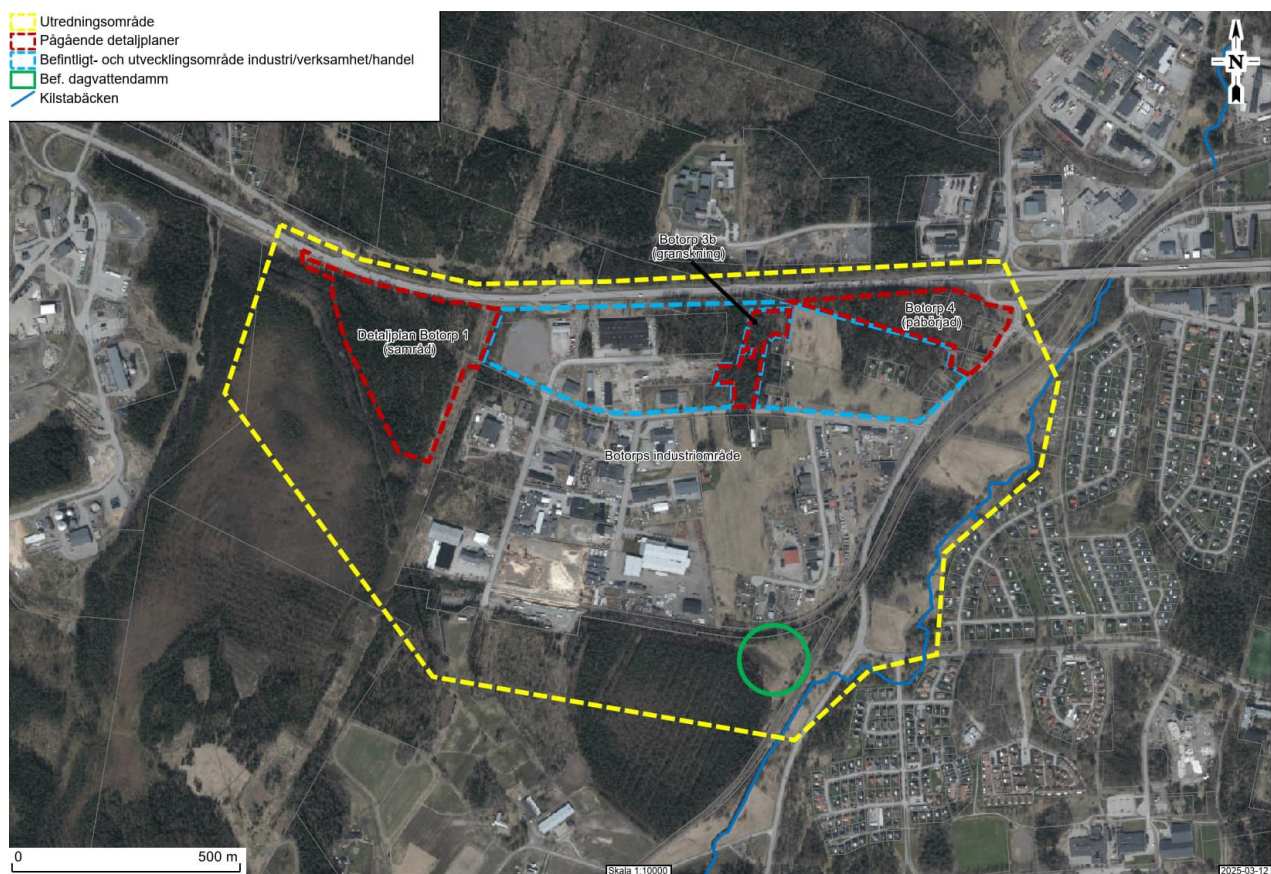
Länsstyrelsen önskar se en redogörelse för hantering av och behov av eventuella skyddsåtgärder utifrån skyfall. Om skyddsåtgärder krävs för att bebyggelse ska kunna bedömas som lämplig utifrån risken för översvämning från skyfall behöver åtgärderna säkerställas på plankartan.

2.1.2 Synpunkter från Trafikverket

Trafikverket synpunkt är att hantering av dagvatten och avvattnings inte ska innebära påverkan på den statliga närliggande infrastrukturen, d.v.s. trafikanläggning E18 i norr. Utflödet mot E18 får inte öka när området är utbyggt, varken hastighets- eller mängdmässigt. Avvattnings från/av E18 får heller inte påverkas negativt vid ett plangenomförande.

2.2 Utredningsområde

Planområdet för Botorp 1 är markerat i Figur 1 i relation till det större utredningsområdet som utgörs av industriområdet i sin helhet med omkringliggande mark (gult område). Inom utredningsområdet finns två andra pågående/planerade detaljplaner markerade i rött, som tillsammans med turkosmarkerat utvecklingsområde planeras för industri/verksamhet/handel. Befintlig dagvattendamm som omhändertar dagvatten från delar av området ligger inom grön markering.



Figur 1. Utredningsområde samt aktuella delområden.

3 Förutsättningar

3.1 Lokala policys och planer för dagvattenhantering

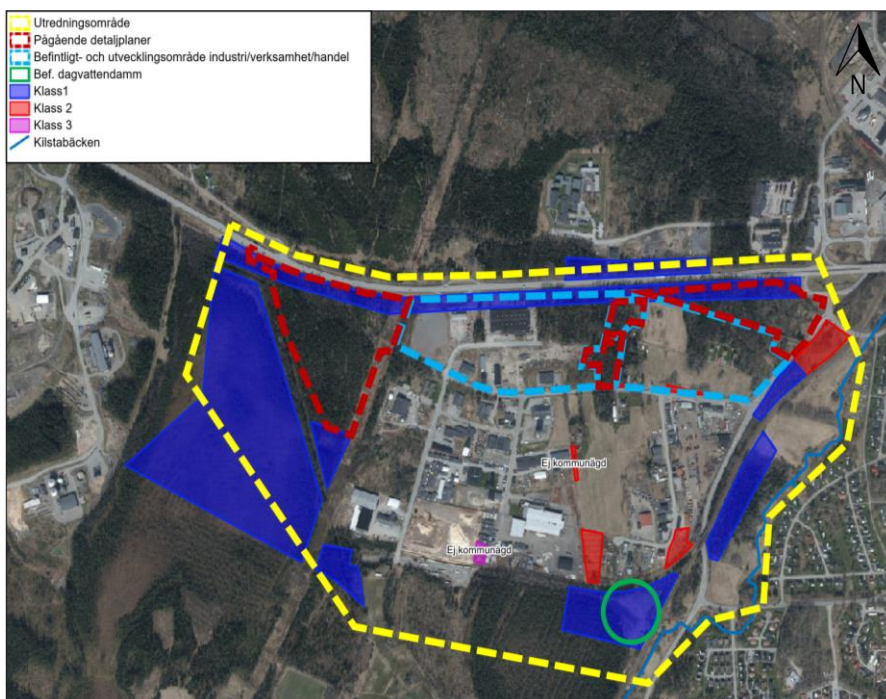
I dagsläget har Karlskoga kommun ingen dagvattenpolicy med riktlinjer för hantering av dagvatten.

För Karlskoga kommun finns ett förslag till ny översiktsplan (Karlskoga kommun, 2025). Några av de ställningstaganden som anges för dagvatten- och skyfallshantering redovisas nedan.

- Kombinera dagvattenhantering med öppna lösningar, så kallade LOD-dammar (Lokalt Omhändertagande av Dagvatten) och sedimentdammar, vilka, där det är funktionellt, kan bidra till att skapa attraktiva vistelsemiljöer i form av exempelvis vattenspeglar.
- Vid exploatering, planering och bebyggelse bör riskerna för översvämning minimeras. I detta ska hänsyn tas till ett klimat i förändring.
- Vid planering och byggnation bör översiktliga inventeringsunderlag kompletteras med detaljerade underlag kopplat till översvämning, skyfall och andra naturförutsättningar.

3.2 Tillgängliga ytor för dagvattenhantering

Karlskoga kommun har pekat ut ytor inom utredningsområdet som de bedömer vara lämpliga att placera dagvattenanläggningar. Dessa redovisas i Figur 2 och Figur 3.



Figur 2. Tillgängliga ytor för dagvattenhantering inom utredningsområdet för den övergripande utredningen. Klass 1 avser ytor som kommunen bedömer vara mest tillgängliga, medan klass 2 och 3 bedöms vara mindre tillgängliga (i fallande ordning).

I Figur 3 presenteras utpekade tillgängliga/önskade ytor (rödmarkerade) för dagvattenhantering inom aktuellt planområde. Utredningen kommer att förespråka en placering som bedöms som mest lämplig kopplat till avrinningen, men det utförs även en analys kopplat till möjlighet att avleda dagvatten till utpekade ytor i figuren nedan.



Figur 3. Tillgängliga ytor för dagvattenhantering (röda ytor) inom och i anslutning till aktuellt planområde.

I samråd med kommunen har det även framkommit en kravställning kopplat till hur nära dagvattenanläggningen får placeras naturmarken väster/söder om plangränsen. I Figur 4 presenteras gränsdragningen.



Figur 4. Röd linje markerar minsta tillåtna avstånd mellan dagvattenanläggningar och naturmarken väster/söder om gränsen (mailkonversation med Karlskoga kommun 2025-10-03).

3.3 Miljökvalitetsnormer

Miljökvalitetsnormer (MKN) används som ett styrinstrument inom förvaltning av vatten. Normerna uttrycker den kvalitet som en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Fastställda MKN finns för alla ytvatten som definierats som vattenförekomster.

Utiifrån den så kallade Weserdomen (mål C-461/13) som avkunnades i EU-domstolen under 2015 får inte tillstånd ges till verksamheter om de riskerar att orsaka en försämring av en vattenförekomsts status. Det inkluderar försämrings av status för enskilda kvalitetsfaktorer, som näringsämnen, zink, bly, etc. Försämring avser statusklassen (ex. god till måttlig) vilket innebär att en viss ökning av belastningen kan vara tillåten – så länge kvalitetsfaktorn inte har den sämsta klassen, då får koncentrationen i recipient inte öka (ökningen ska dock vara mätbar).

3.4 Svenskt Vattens publikation P110

Svenskt Vatten är branschorganisation för Sveriges VA-organisationer och deras publikation P110 ger rekommendationer för hur nya dagvattenanläggningar ska uppnå uppsatta funktionskrav för skydd av anläggningar och bebyggelse (Svenskt Vatten, 2019). I syfte att ta hänsyn till framtida klimatförändringar föreslår Svenskt Vatten att nederbördsintensiteten

ska ökas med 25 % i beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden (för regnvaraktigheter <1 h; för längre varaktigheter bör 20 % ökning väljas).

2025-10-24

Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt P110 redovisas i Tabell 1. Gränsen mellan olika bebyggelsetyper är flytande men uppdelningen ska spegla möjligheterna för att utan allvarliga konsekvenser hantera ytliga dagvattenvolymer. För industriområden och andra verksamhetsområden, som i föreliggande fall, måste man från fall till fall utreda vilken återkomsttid som ska väljas utifrån möjligheterna att skapa fördröjningsvolymer och översvämningssytor.

Tabell 1. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem enligt Svenskt Vattens publikation P110.

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

3.5 Skyfallshantering

Utgångspunkter från Boverket säger att ny sammanhållen bebyggelse bör placeras så att den årliga sannolikheten för att bebyggelse tar skada vid skyfall är mindre än 1 %. Detaljplanen får inte heller orsaka skada på befintlig bebyggelse. Vidare anger Boverkets tillsynsvägledning att framkomligheten till en detaljplan ska utredas och vid behov säkerställas.

Branschorganisationen Svenskt Vatten uttrycker i publikationen P110 samma riktlinje, att kommunen ansvarar för att skydda bebyggelse mot översvämningsskador orsakade av regnhändelser med en återkomsttid om minst 100 år. Vidare anger både Boverket och Svenskt Vatten att en klimatfaktor ska inkluderas för att ta hänsyn till större och mer intensiva regn i ett framtida klimat.

3.6 Koordinatsystem och höjdsystem

Utredningen har genomförts i koordinatsystemet SWEREF 99 15 00 och höjdsystemet RH2000. Samtliga höjder och koordinater som refereras till i denna rapport är därmed i dessa system.

3.7 Nivåer

Marknivåer i detta dokument hänvisar till Lantmäteriets höjdmodell om inget annat anges. Lantmäteriets markhöjdmodell över området har insamlingsdatum 2023-04-21.

3.8 Underlag

I Tabell 2 presenteras det underlag som använts inom ramen för dagvattenutredningen. Datum presenteras för källan, dvs. när underlaget togs fram, och när det erhöles för utredningen.

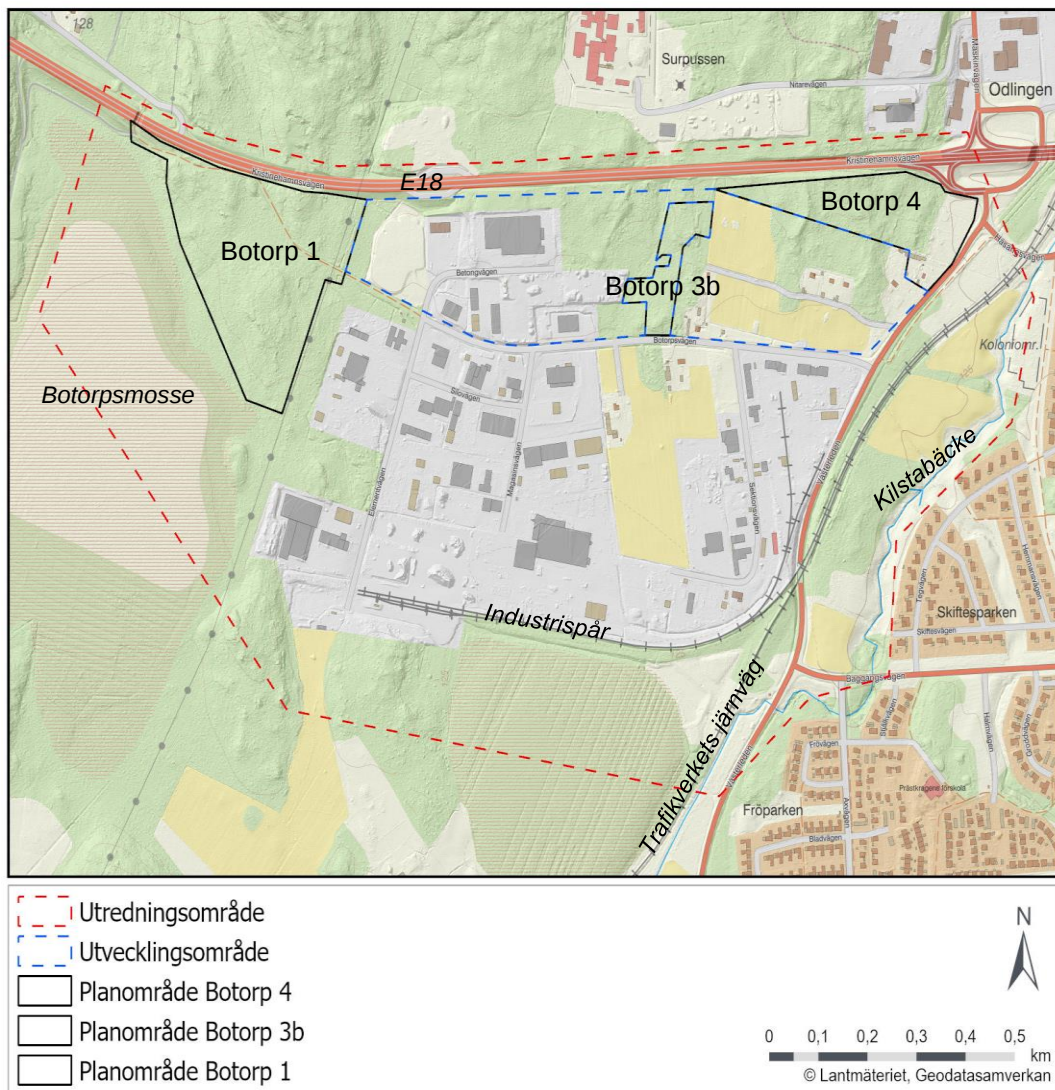
Tabell 2. Underlag som använts inom ramen för dagvattenutredningen.

Underlag	Datum källa	Datum erhölet
Översiktlig karta utredningsområde (pdf)	-	2025-03-12
Länsstyrelsens samrådsyttrande Botorp 1 (pdf)	2025-01-16	2025-03-12
Trafikverkets samrådsyttrande Botorp 1 (pdf)	2025-01-15	2025-03-12
Rapport skyfallskartering Karlskoga (pdf)	2019-05-21	2025-04-09
Skyfallskartering Karlskoga shapefiles (mxd, shp)	2019-05-21	2025-04-07
PM Geoteknik (pdf)	2023-11-01	2025-04-02
Markteknisk undersökningsrapport (MUR) (pdf)	2023-10-30	2025-04-02
Befintligt ledningsnät dagvatten (dxf)	-	2025-04-08
Tillgängliga ytor klass 1-3 (pdf)	2025-04-10	2025-04-10
Råvattnet Timsälven (xlsx)	-	2025-06-04

4 Befintliga förhållanden

4.1 Områdesbeskrivning

I Figur 5 presenteras utredningsområdet med markanvändning före exploatering. Botorp 1 utgörs i dag av naturmark (skog) och genomkorsas av en GC-väg. Längs planområdets östra gräns går en kraftledningsgata. E18 angränsar till planområdet i norr. Väster om Botorp 1 ligger Botorpsmossen.



Figur 5. Planområdet före exploatering.

4.2 Geologi och hydrogeologi

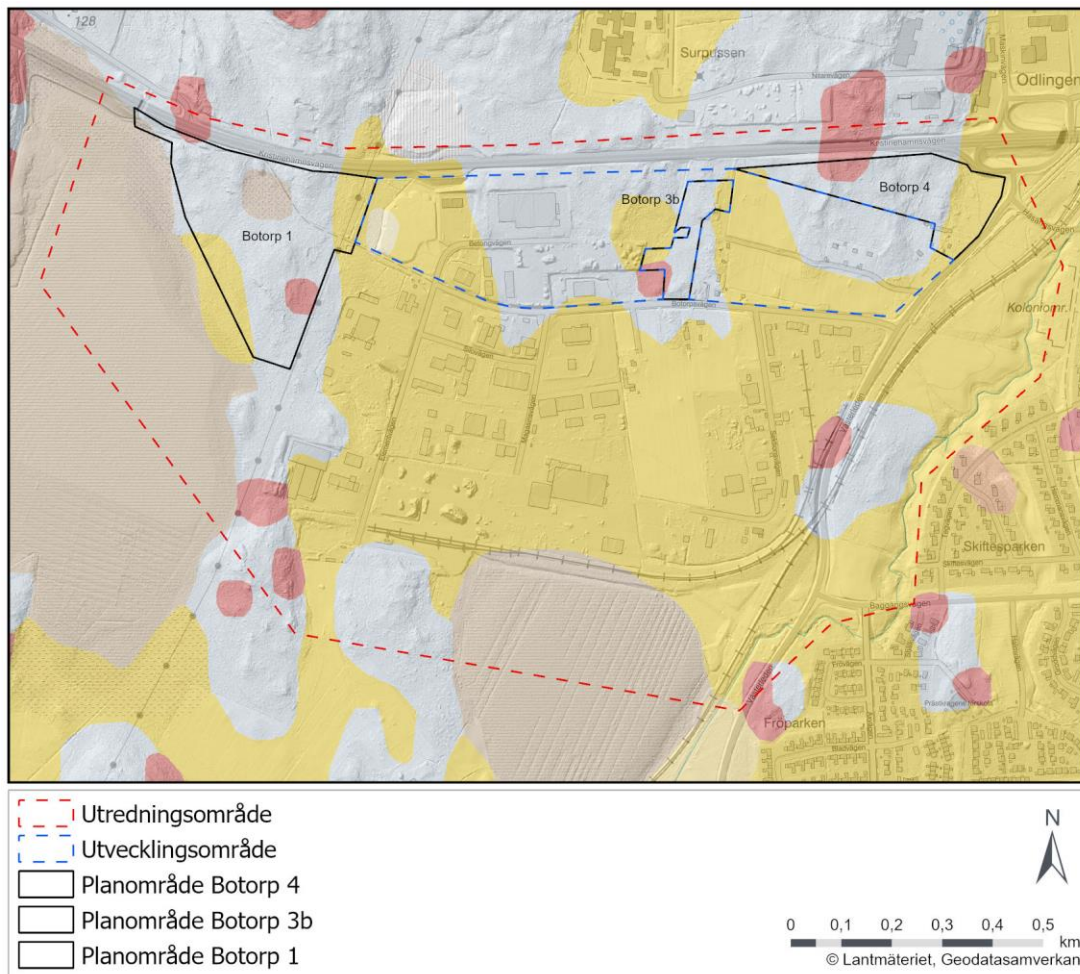
En översiktlig geoteknisk utredning över Botorp 1 genomfördes 2023 (AFRY). En stor variation av jordarter och topografi observerades. Berg i dagen påträffas i kraftledningsgatan längst i öster; berget kan därför även centralt i området förutsättas ligga relativt nära markytan då terrängen där är höglänt och blockrik. Jordarterna varierar i övrigt från siltig sandmorän till silt, lera och torv. I söder och väster identifierades vattenytan ligga i marknivå. Även i norr intill befintlig GC-väg observerades ett sankt område med kärrkaraktär. Utredningen hänvisar till tidigare utförda mätningar av grundvattennivå som då bestämdes till ca + 128,6 m. Den nivån fanns stämma väl överens med vattenytan och markytans nivå i de sydvästliga delarna av området. En översiktlig kartering utifrån utförda sonderingar, jordartskarta, topografi och fältbesök presenteras i utredningen (AFRY, 2023) och presenteras här i Figur 6.

2025-10-24



Figur 6. Utdrag från PM Geoteknik (AFRY, 2023) som visar en översiktlig bild av området utifrån geotekniska perspektiv.

Jordartskarta från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU, 2025) presenteras i Figur 7 och visar i grova drag samma bild som den geotekniska utredningen.

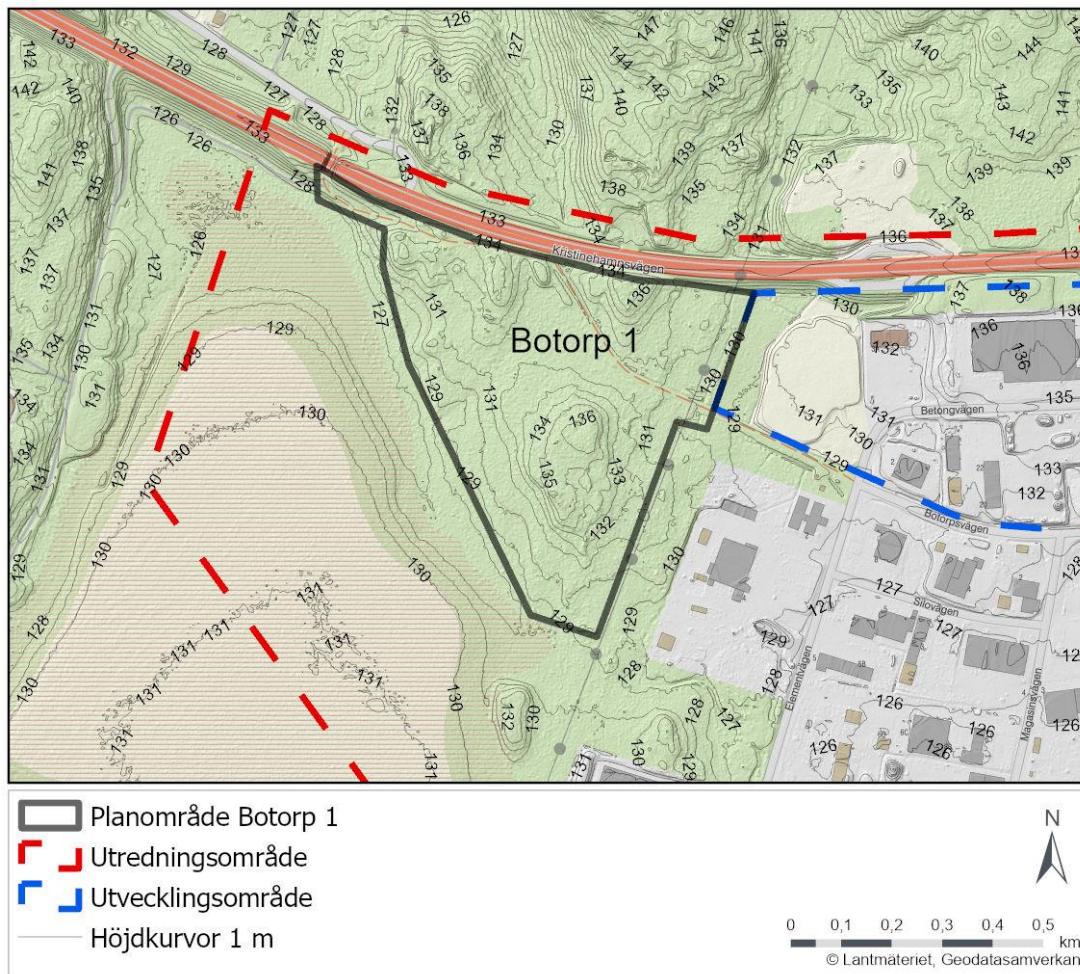


Figur 7. Jordartskarta från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU, 2024). Kartan är hämtad från SGU:s visningstjänst för jordarter 1:25 000 – 1:100 000

På grund av den fina partikelstorleken och den täta strukturen hos lera och silt är infiltrationskapaciteten kraftigt begränsad. Genomsläpligheten i berg varierar beroende på mängden porer och sprickor, men utan platsspecifik information förutsätts infiltrationskapaciteten vara mycket låg. Platser där grundvattenytan ligger i eller mycket nära marknivå har av naturlig anledning inga förutsättningar för infiltration. Därmed bedöms förutsättningarna för infiltration som dåliga inom området som helhet, vilket ställer högre krav på korrekt avledning och fördröjning av dagvattnet.

4.3 Topografi

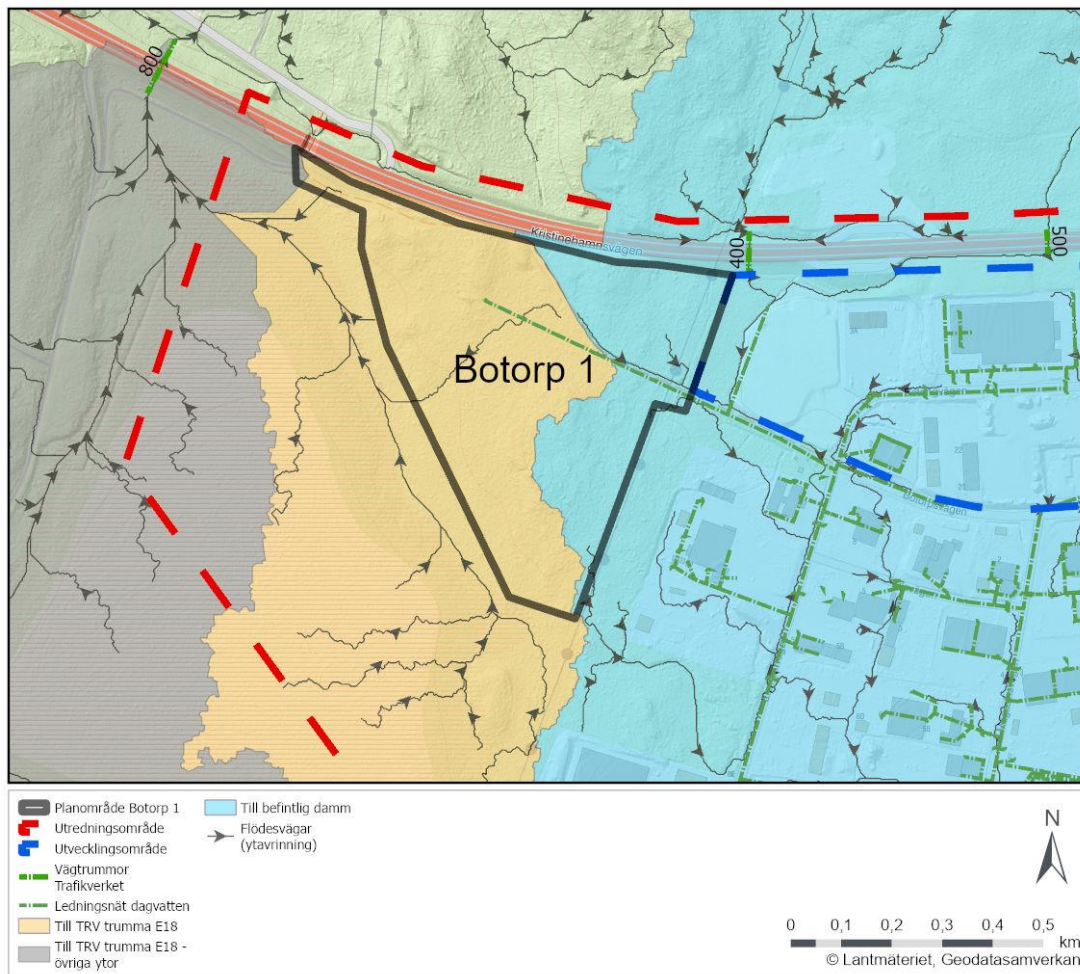
Marknivåerna inom planområdet redovisas i Figur 8. En högpunkt på +136 m ligger i områdets centrala/södra del. De lägsta marknivåerna på omkring +128 m ligger längs planområdets södra och västra gränser.



Figur 8. Befintliga markhöjder inom och i närhet av planområdet.

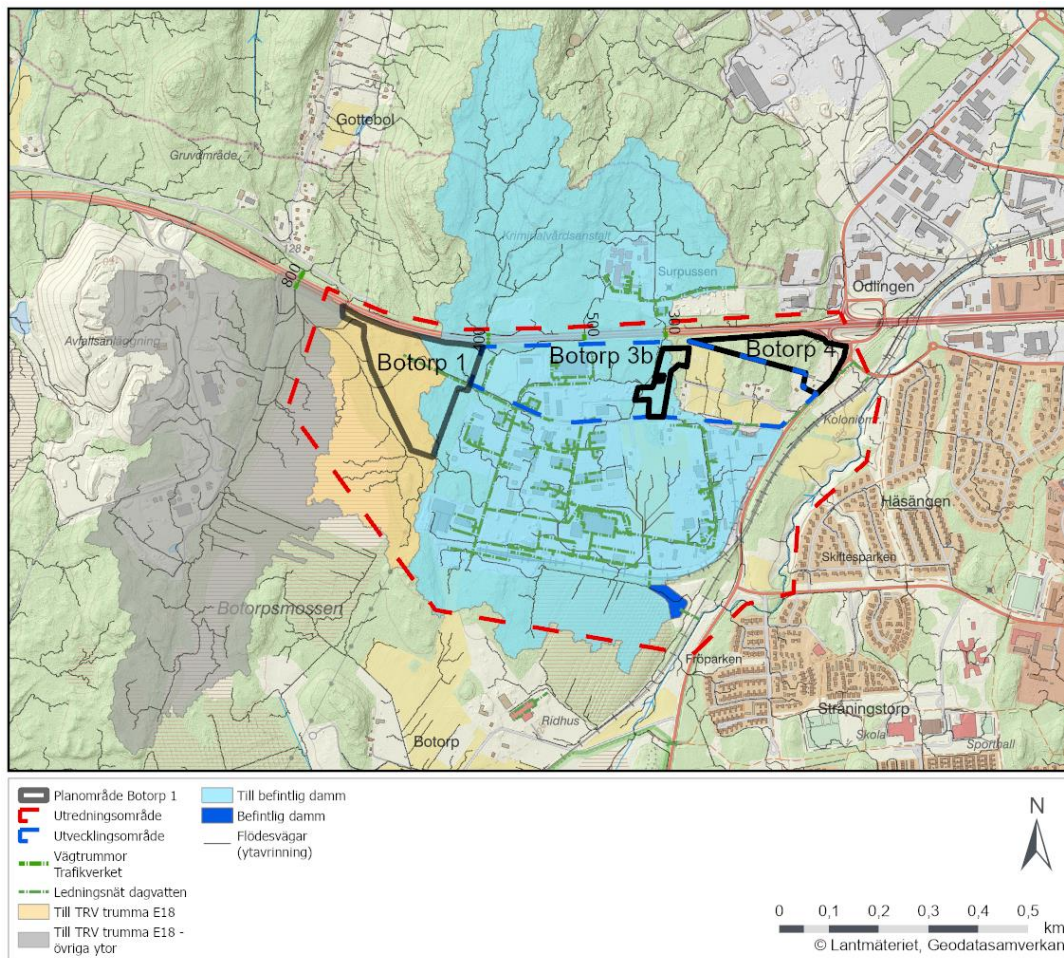
4.4 Ytavrinning och topografiska avrinningsområden

I Figur 9 redovisas avrinningsvägar, generell flödesriktning och topografiska avrinningsområden inom och kring planområdet (se Figur 10 för översiktsbild). Analysen, utförd i Scalgo Live, visar att de generella flödesriktningarna är mot väst och mot öst. Det västra avrinningsområdet leder mot Botorpsmossen och vidare till en vägtrumma under Trafikverkets väg E18; inom planområdet är marklutningen generellt ca. 5 % mot den västra gränsen. Det östra leder in mot industriområdet och befintlig dagvattendamm med utlopp i Kilstabäcken. Befintlig dagvattenledning i området går in i västra avrinningsområdet, vilket tyder på att framtida dimensionerande dagvattenflöden från västra sidan potentiellt kan kopplas till allmänt ledningsnät i industriområdet.



Figur 9. Topografiska avrinningsområden samt flödesvägar inom och närheten av planområdet. Bakgrund © Lantmäteriet, Geodatasamverkan.

I Figur 10 visas en översikt över de avrinningsområden som leder till Trafikverkets vägtrumma i väst samt befintlig dagvattendamm i öst. Utifrån de topografiska avrinningsområdena förväntas planområdet inte beröras av avrinning uppströms ifrån.



Figur 10. Översikt över de avrinningsområden som leder till Trafikverkets vägtrumma i väst samt befintlig dagvattendamm i öst, för vilka planområdet Botorp 1 är ett delområde.

4.5 Befintlig dagvattenhantering och dagvattenledningsnät

Allmänt ledningsnät för dagvatten finns inom det angränsande industriområdet. Anläggningsåren för ledningsnätet varierar mellan 1966 och 1985 och dimensionerna på huvudledningarna är generellt 600 mm. Inom planområdet finns en 300 mm-ledning kopplad till huvudledning i Botorpsvägen. Det är okänt om något är påkopplat ledningen i dagsläget. Ytlig avrinning som bildas inom planområdet bedöms dock nå ledningsnätet via rännstens- eller kupolbrunnar längre nedströms.

4.5.1 Trumma under E18

Trafikverkets trumma under E18 nedströms västra delen av planområdet har dimension 800 mm. Det saknas underlag på vilken kapacitet trumman har eller vilken återkomsttid och flödesberäkningsmetod den är dimensionerad efter. Den inventerades 2015 och antas därmed vara anlagd innan dess.

Avrinningsområdet består till största delen består av naturmark, men delar av avfallsanläggningen väster om utredningsområdet bedöms också avrinna till trumman. Det är därmed okänt om trumman dimensionerats för naturmarksavrinning eller avrinning från hårdgjorda ytor inom avfallsanläggningen. Dimensionerades den efter naturmarksavrinning är det sannolikt att dess kapacitet är anpassad efter ett 50-årsflöde.

4.6 Recipienter

Dagvatten som uppkommer inom planområdets västra del avrinner norrut under E18 och via Grottmossen innan det ansluter Kilstabäcken nedströms Karlskoga tätort. Östra delen av planområdet avrinner mot Kilstabäcken längs dess sträckning direkt öster om industriområdet. Kilstabäcken är klassad som ett övrigt vatten och omfattas därmed inte av miljökvalitetsnormer.

Knappt 9 km nedströms utredningsområdet mynnar Kilstabäcken i sjön Lonnen som är närmaste vattenförekomst. Lonnen mynnar ut i Timsälven som är ytvattentäkt för kommunal dricksvattenförsörjning.

Närmaste grundvattenförekomst är Lokaåsen, Karlskoga-Hållsjöområdet, även kallad Gälleråsen. Utredningsområdet ligger utanför modellerat tillrinningsområde enligt VISS och utanför vattenskyddsområde.

I Figur 11 visas den ungefärliga avrinningen av dagvatten från planområdet via dagvattensystemet.



Figur 11. Planområdet i förhållande till recipienten Kilstabäcken samt vattenförekomsterna Lonna och Timsälven längre nedströms. Pilar visar ungefärlig avledning av dagvatten via diken och dagvattenledningar. Bakgrund © Lantmäteriet, Geodatasamverkan.

4.6.1 Lonna

I Tabell 3 presenteras en sammanställning av Lonnens statusklassningar och miljökvalitetsnormer. Lonna har måttlig ekologisk status. Statusen är mindre än god för hydromorfologiska kvalitetsfaktorer och fisk (biologisk kvalitetsfaktor). Särskilt förorenande ämnen är oklassade. Statusen för näringsämnen är hög. Kemisk status är ej god med avseende på de överallt överskridande ämnena kvicksilver (Hg) och bromerade difenyletrar (PBDE). Övriga prioriterade ämnen saknar klassning.

Vattenförekomstavrinningsområdet (VARO) WA72590924 till sjön Lonna är ca. 38 km² stort (VISS, 2025).

Tabell 3. Sammanställning av ekologisk och kemisk status samt miljökvalitetsnorm för **Lonnen**.

2025-10-24

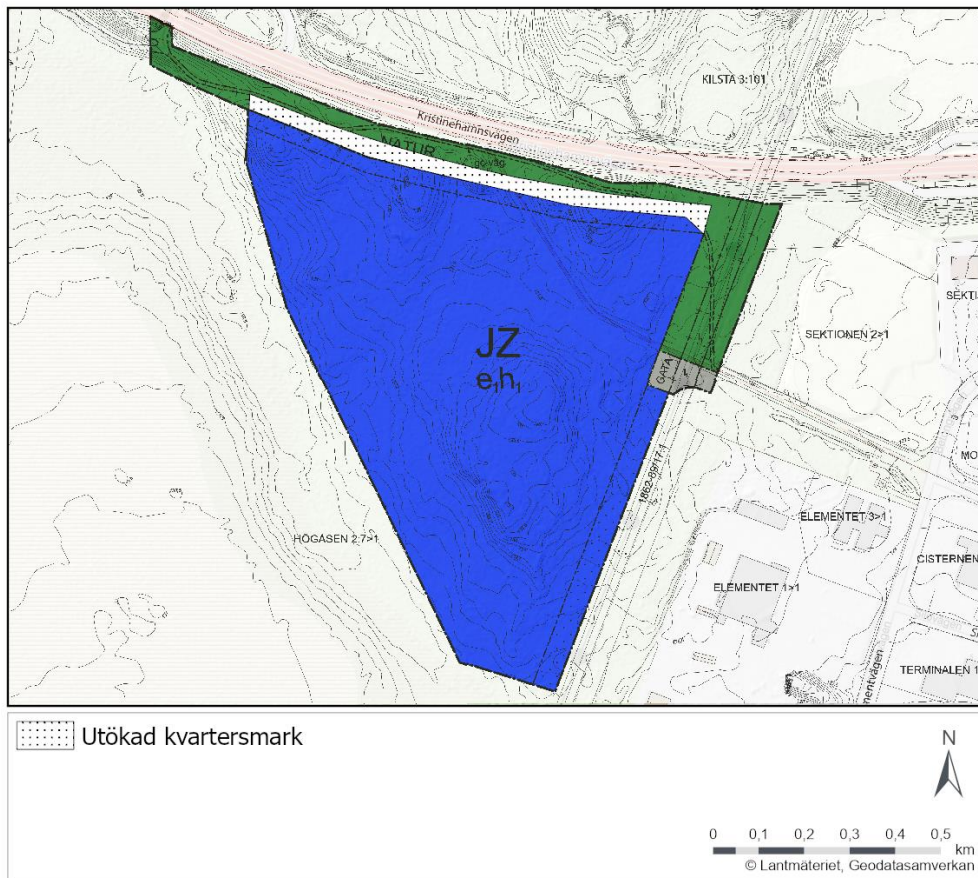
Lonnen	Statusklassning	Kvalitetsfaktorer i sämsta statusklass	Miljökvalitetsnorm
Ekologisk status	Måttlig	Konnektivitet, svåmplanets struktur och funktion	God ekologisk status 2033
Kemisk status	Uppnår ej god	Hg, PBDE	God kemisk ytvattenstatus

4.7 Övriga relevanta förutsättningar

- Enligt Naturvårdverkets kartverktyg Skyddad natur kommer inget naturresrvat eller annat skyddat område berörs av avrinningen från planområdet (Naturvårdsverket, 2025).
- Det förekommer inga fornlämningar inom planområdet (Riksantikvarieämbetet, 2025).
- Det förekommer inga markavvattningsföretag inom planområdet. En sträcka av Kilstabäcken nedströms Karlskoga tätort ingår i ett markavvattningsföretaget Kilstabäcken (*Forsby, Flaängen, Krokängen, Bredgårdsängarna, Sten*) (Länsstyrelsen i Örebro län, 2025). Det bedöms dock ligga för långt nedströms för att påverkas av ökad avrinning från planområdet.
- Det förekommer potentiellt förorenade områden inom utredningsområdet (Länsstyrelsen i Örebro län, 2025). Inget potentiellt förorenat område ligger inom planområdet.

5 Planerade förhållanden

Planförslaget möjliggör exploatering av befintlig naturmark för verksamheter och industriändamål. Utgångspunkten är att 100 % av ytorna inom kvartersmark hårdgörs. I Figur 12 redovisas planerad markanvändning (vitt prickat område redovisar planerad utökning av kvartersmarken jämfört med plankarta från tidigare skede).



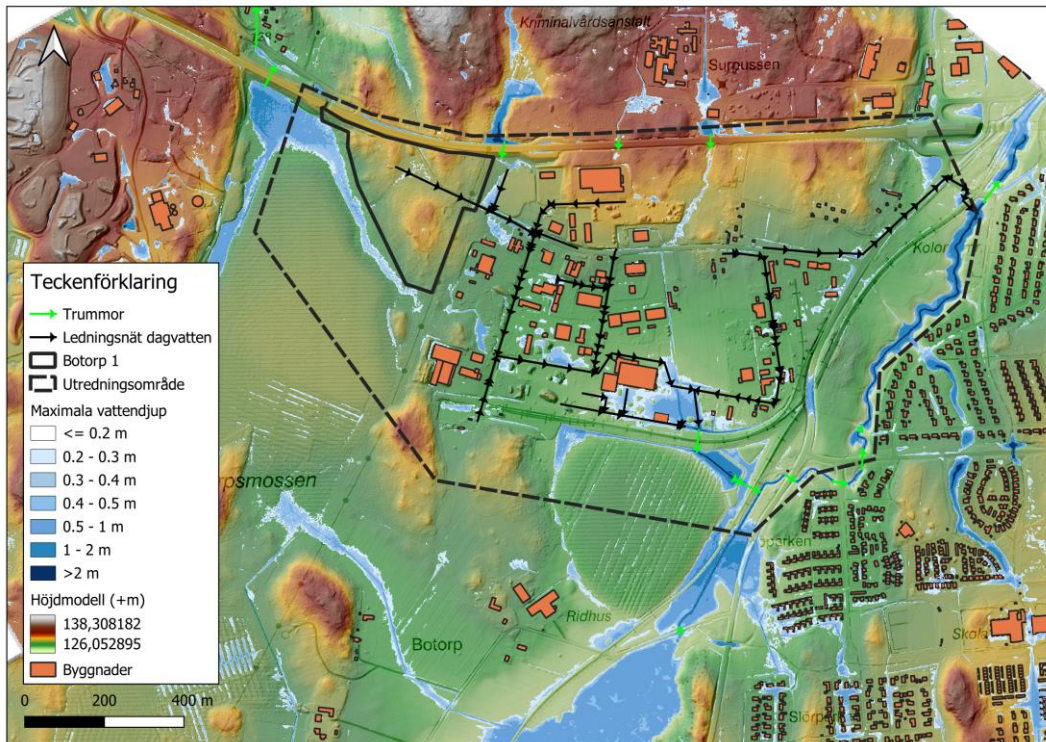
Figur 12. Detalj ur granskningshandling av plankarta för detaljplanen.

6 Skyfallskartering

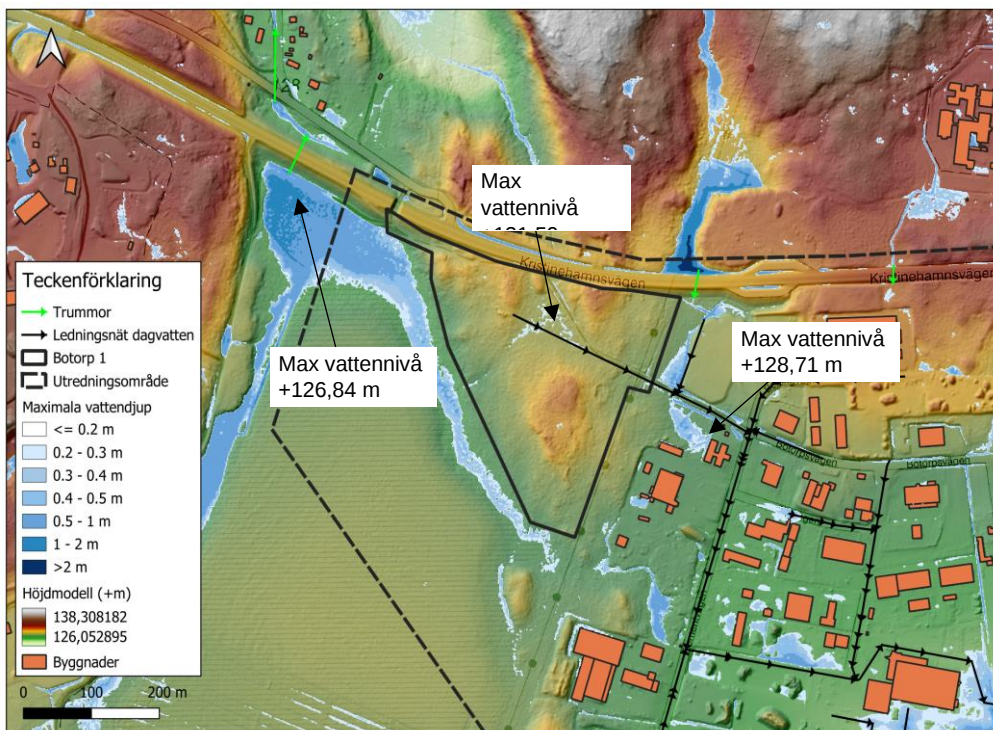
Resultat från genomförd hydrodynamisk skyfallsmodellering över utredningsområdet redovisas i detta avsnitt, med fokus på aktuellt planområde. Skyfallskarteringen kan klassas som en detaljerad studie enligt MSB (2023) och inkluderar befintligt ledningsnät för dagvatten samt vägtrummor. Metodbeskrivning för skyfallsmodelleringen beskrivs i Bilaga 2.

6.1 Befintlig situation

I Figur 13 (översikt över utredningsområdet) och Figur 14 (detalj över planområdet) framgår karterat maximalt vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn i befintlig situation. Inom industriområdet är det ett flertal byggnader som riskerar påverkas vid ett skyfall. Det finns en lågpunkt i centrala norra delen av planområdet med vattendjup på 0,1 till 0,3 m (som sammanfaller med området med kärrekaraktär som observerats i den geotekniska utredningen).

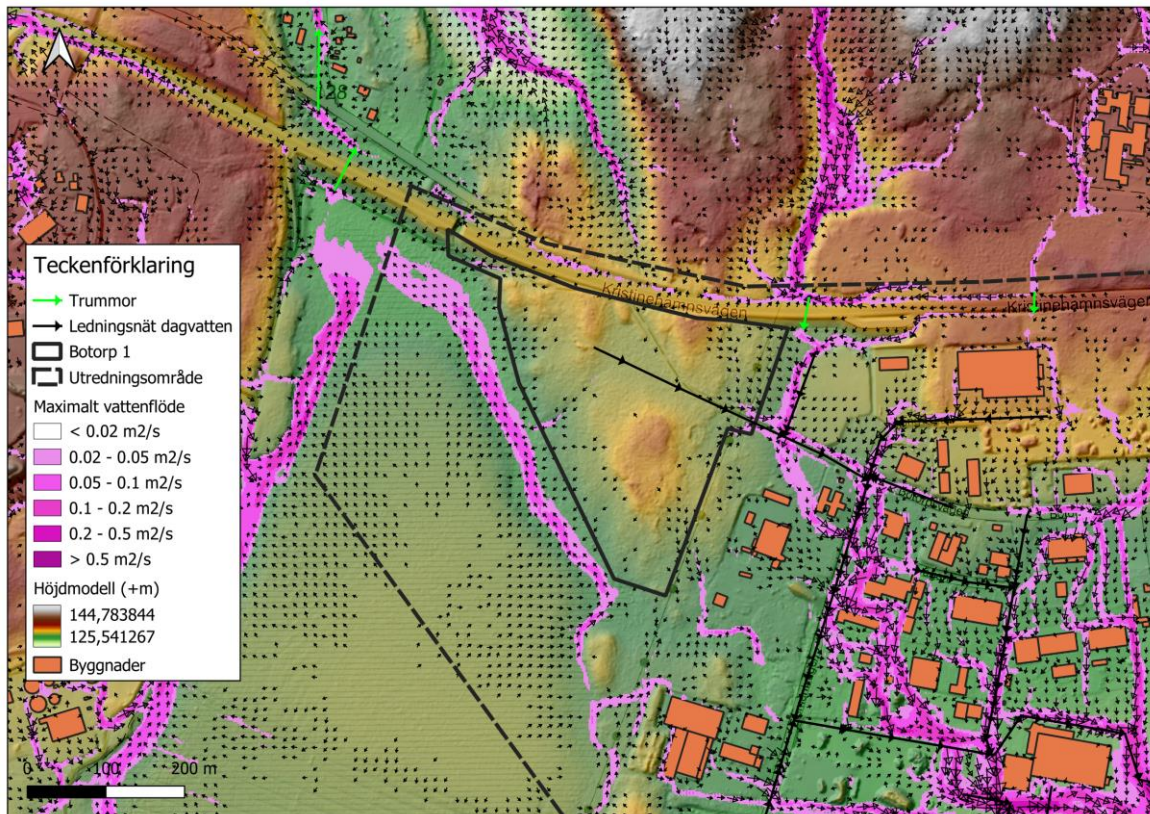


Figur 13. Karterat maximalt vattendjup i befintlig situation vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,4). Översikt över utredningsområdet.



Figur 14. Karterat maximalt vattendjup i befintlig situation med åtgärder vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,4). Detalj av planområdet.

I Figur 15 framgår karterade flödesvägar i befintlig situation. Lila färg illustrerar större flödesvägar och svarta pilar motsvarar flödesriktning. Västra delen av planområdet avrinner ut till mossen och parallellt med plangränsen ner till lågpunkten omkring vägtrumman under E18. Större delen av östra planområdet avrinner mot Botorpsvägen och korsar fastigheter på dess södra sida.



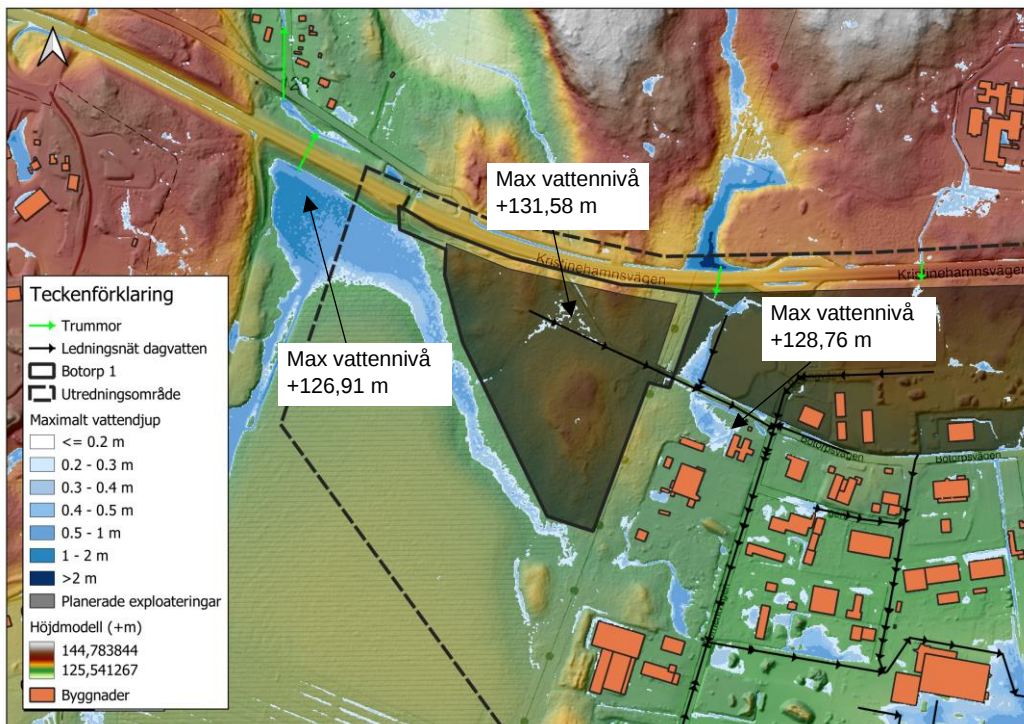
Figur 15. Karterat maximalt vattenflöde i befintlig situation vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,4). Svarta pilar indikerar flödesriktning.

6.2 Planerad situation

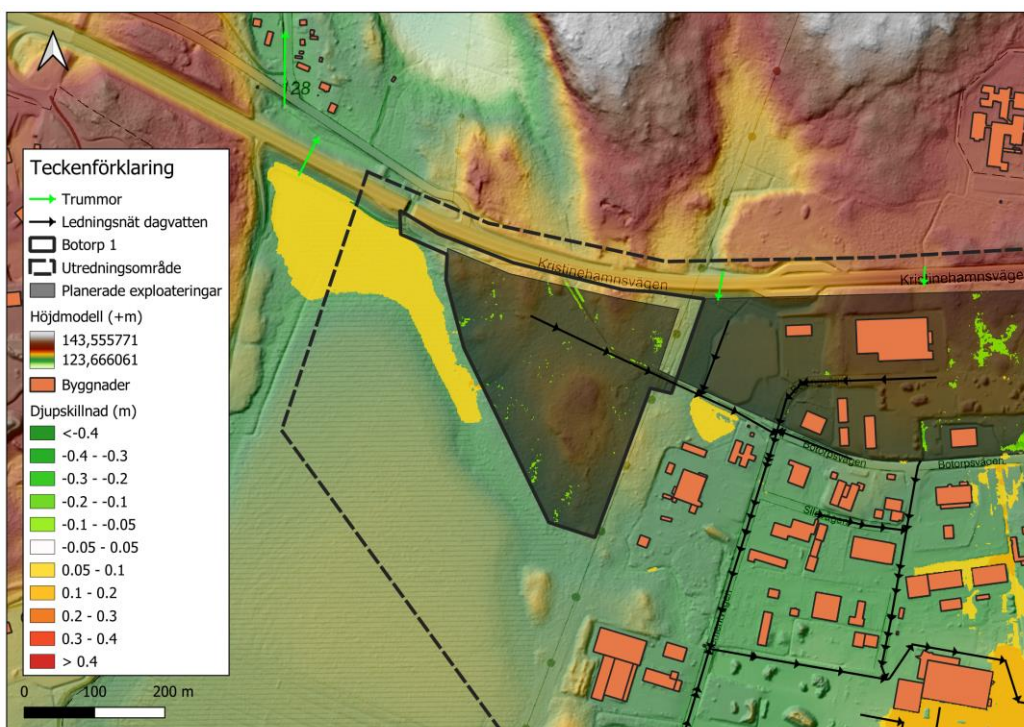
I Figur 16 framgår karterat maximalt vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn i befintlig situation. Mörka ytor markerar planerade exploateringar inom planområdet och utvecklingsområdet. Resultatet visar situationen då alla dessa ytor hårdgjorts.

Ökningen av maximala vattendjup som exploateringarna leder till illustreras i Figur 17 som visar skillnaden i vattendjup (endast skillnader >5 cm visas med hänsyn till generella osäkerheter i modell och indata). Väster om planområdet ökar vattendjupet i lågpunkten vid E18 med 5 cm. Även öster om planområdet ökar vattendjupet med 5 cm i den närmsta lågpunkten nedströms (den påverkas också av exploatering inom utvecklingsområdet).

Hårdgörning av ytor inom planområdet leder till en ökning av de volymer som avrinner vid ett skyfall. Vid 100-årsregnet ökar avrinningsvolymen med 2900 m³ och vid 50-årsregnet 2700 m³ från det västra avrinningsområdet. Från det östra ökar avrinningen med 1200 m³ vid 100-årsregnet.

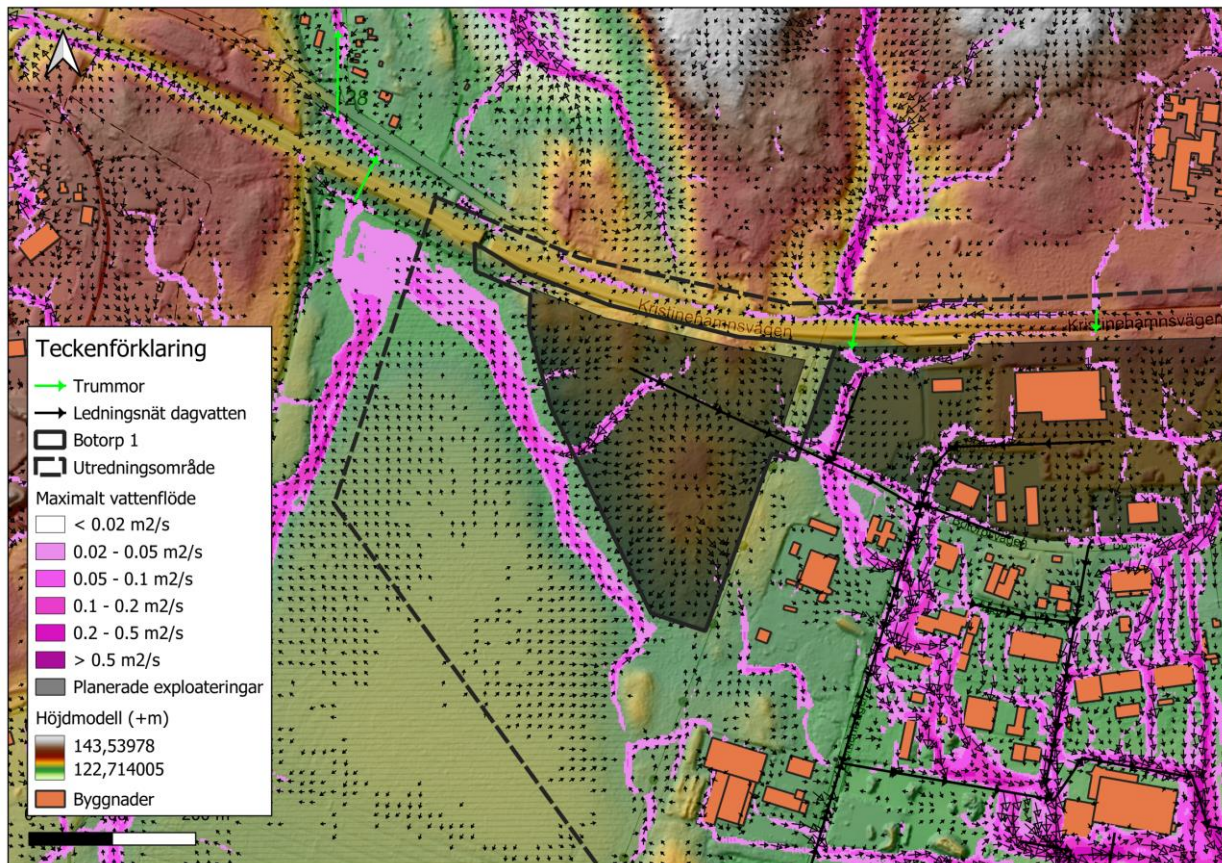


Figur 16. Karterat maximalt vattendjup i framtida situation vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,4).



Figur 17. Skillnad i maximalt vattendjup i framtida situation jämfört med befintlig situation. Negativa värden (gröna nyanser i figuren) betyder lägre vattendjup i framtida situation medan gula/röda nyanser betyder högre vattendjup i framtida situation. Endast skillnader >5 cm visas i figuren.

I Figur 18 framgår karterade flödesvägar i planerad situation. Den största flödesvägen går genom det västra avrinningsområdet.



Figur 18. Karterat maximalt vattenflöde i planerad situation vid ett 100-årsregn (inklusive klimatfaktor 1,4). Svarta pilar indikerar flödesriktning.

7 Dagvattenberäkningar

I detta kapitel redovisas indata och resultat för flödes- och föroreningsberäkningar. Metoder för beräkningar beskrivs i Bilaga 1.

7.1 Indata

7.1.1 Markanvändning

En sammanställning av markanvändningen inom planområdet i befintlig och planerad situation presenteras i Tabell 4 respektive Tabell 5. Kolumnen *Avrinningskoefficient* avser både dimensionerande avrinningskoefficient och volymavrinningskoefficient om inget annat anges.

Tabell 4. Markanvändning i **befintlig situation**. Notera att den totala avrinningskoefficienten är viktad och inte summerad.

2025-10-24

Delavrinningsområde		Markanvändning	Avrinnings-koefficient (-)	Area (ha)	Red. area (ha)
Botorp 1	Västra	Skogsmark	0,1	5,45	0,55
		GC-väg	0,8	0,05	0,04
		Totalt	0,11	5,50	0,59
	Östra	Skogs- och ängsmark	0,1	3,01	0,30
		GC-väg	0,8	0,03	0,02
		Totalt	0,11	3,04	0,32
Totalt		0,11	8,54	0,91	

Tabell 5. Markanvändning i **planerad situation**. Notera att den totala avrinningskoefficienten är viktad och inte summerad.

Delavrinningsområde	Markanvändning	Avrinningskoefficient (-)	Area (ha)	Red. area (ha)
Botorp 1	Västra	Naturmark	0,1	0,40
		GC-väg	0,8	0,05
		Kvartersmark	0,85*	5,05
		Totalt	0,79	5,50
	Östra	Naturmark	0,1	0,68
		GC-väg	0,8	0,03
		Gata	0,8	0,09
		Kvartersmark	0,85*	2,24
		Totalt	0,68	3,04
	Totalt		0,75	8,54
				6,43

* Då utgångspunkten är att 100 % av kvartersmarken kommer hårdgöras har ett antagande gjorts om lika andel tak- och asfaltsytor (med 0,9 respektive 0,8 som rekommenderad avrinningskoefficient i P110; 0,85 är alltså medelvärde av dessa).

7.1.2 Årsnederbörd

Till föroreningsberäkningar har en korrigerad årsmedelnederbörd på 851 mm har använts, baserad på SMHI:s meteorologiska station Kilsbergen-Suttarboda A 94190 som bedöms ligga närmast planområdet. Nederbörden på stationen är mätt till 774 mm som normalvärde under perioden 1991–2020 och har sedan korrigerats med faktor 1,1 för att kompensera för mätförluster.

7.1.3 Rinntider

För att bestämma varaktighet och därmed aktuell regnintensitet för flödesberäkningar med rationella metoden krävs först en bedömning av rinntid. För detta har nedanstående värden på vattenhastigheter använts (Tabell 6) som valts med stöd av P110 (Svenskt Vatten, 2019) och Trafikverkets TRVINFRA-00231 (2021).

Tabell 6. Vattenhastigheter som använts för bedömning av rinntider. Flöde över plan mark skapar efter ett tag en rännil eller erosionsfåra som sedan övergår till ett dike, därav längdbegränsningarna enligt nedan.

Vattenhastighet	
Ledningar i allmänhet	1,5 m/s
Dike och rännsten	0,5 m/s
Grunda diken	0,2 m/s (max ca. 300 m)
Markyta	0,1 m/s (max ca. 100 m)

Uppskattade rinntider redovisas i Tabell 7.

Tabell 7. Redovisning av rinntider och bedömda rinnsträckor i ledning, dike och över mark.

Delavrinningsområde	Skede	Rinnsträcka (m)				Rinntid (min)
		Ledning	Dike	Grunda diken	Mark	
Västra	Befintlig situation	0	0	300	100	42
	Planerad situation	300	0	0	20	10
Östra	Befintlig situation	0		200	100	33
	Planerad situation	250	0	0	20	10

7.1.4 Haltbidrag till recipient

Enligt SMHI Vattenwebb (SMHI, 2024) är modellerad medelvattenföring i utloppet från Lonnen 21,3 m³/s. Årsflödet från planområdet beräknas i StormTac till 1,5 l/s.

7.2 Resultat

7.2.1 Dimensionerande flöden

Dimensionerande flöden har beräknats för 10-årsregnet i befintlig situation (se resonemang i avsnitt 7.2.2 nedan) enligt P110 (Svenskt Vatten, 2019), avsnitt 4.4.1.6 "Uppskattning av naturmarksavrinning". För planerad situation har flödet beräknats med rationella metoden för återkomsttiden 20 år, inklusive klimatfaktor 1,25 (Tabell 8).

Tabell 8. Dimensionerande flöden i **befintlig situation** och **planerad situation** (inklusive klimattfaktor 1,25)

2025-10-24

ARO	Återkomsttid (år)	Dimensionerande flöde (l/s)	
		Befintlig	Planerad
Östra	10	160	
	20		740
Västra	10	190	
	20		1600

7.2.2 Fördröjningsvolym

Fördröjningsvolymerna har beräknats för respektive avrinningsområde inom planområdet: det östra och det västra. Ett antagande görs om att framtida höjdsättning inte förändrar befintliga avrinningsområden. Om höjdsättningen skulle innebära större förändringar av marklutningar behöver en bedömning göras om volymerna bör räknas om.

Östra

Som nämnts under avsnitt 4.5 är det okänt om något är påkopplat befintlig ledning i planområdet, men yttlig avrinning som bildas inom planområdet bedöms ändå nå ledningsnätet via rännstens- eller kupolbrunnar längre nedströms. Ett tillvägagångssätt är att dimensionera flödesutjämningen utifrån att flödet efter exploatering inte ska öka jämfört med beräknad naturmarksavrinning.

Därmed inte sagt att ledningsnätet har dimensionerats för att klara av denna naturmarksavrinning. Modellen visar snarare att ledningsnätets kapacitet är begränsad till maximalt omkring 200–300 l/s nedströms planområdet. Det är därför svårt att föreslå en flödesbegränsning utifrån tillgänglig kapacitet i ledningarna nedströms. Sett till krav på tillkommande exploatering bör det dock vara rimligt att det tillkommande flödet fördröjs till naturmarksavrinning. Samtidigt bör det övervägas att en uppdimensionering av ledningsnätet i industriområdet utreds. Utifrån anläggningsåren hos ledningarna bör det vara dimensionerat för att klara maximalt omkring ett 10-årsregn innan uppdämning över marknivå. Därmed är det rimligt att naturmarksavrinningen beräknas för denna återkomsttid och blir styrande för flödesstrykningen från fördröjningsmagasinet.

Västra

Trafikverkets krav är att utflödet från området till E18 inte ska öka hastighets- eller mängdmässigt efter exploatering. Ett antagande görs att trumman är dimensionerad för att hantera ett 50-årsflöde samt att kravet gäller denna återkomsttid. Ökningen i avrinningsvolym vid ett 50-årsregn har undersökts med skyfallsmodellen och denna bedöms vara 2700 m³. Magasineras denna volym inom avrinningsområdet kan kravet anses vara uppfyllt.

Erforderliga fördröjningsvolymerna redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Erforderlig fördröjningsvolym inom exploateringsområdet, samt med hänsyn till flöden från uppströms ledningsnät.

2025-10-24

Avrinningsområde	Återkomsttid för inflöde (år)	Strypt utflöde (l/s)	Erforderlig fördröjningsvolym (m³)
Östra	20	160	450
Västra*	50	-	2700

* Volymen är inte beräknad utifrån en flödesstrykning, utan som skillnaden mellan avrunnen volym i befintlig och planerad situation.

7.2.3 Föroreningar

Med planerad markanvändning inom planområdet beräknas halter och mängder av undersökta parametrar att öka, se Tabell 10. Befintlig skogsmark har låga föroreningsnivåer och en även begränsad exploatering skulle leda till en ökning av föroreningsbelastningen relativt dagens värden.

En jämförelse görs med observerade halter från råvattentaget till vattentäkten för de ämnen som det finns tillgängliga provdata för samt är vanligt förekommande i dagvatten (redovisade data är medelvärden av observationerna i underlaget). Jämförelsen visar att de typiska halterna för markanvändningen inom planområdet överstiger råvattenhalterna både i befintlig och planerad situation. Det tyder på att det finns ett reningsbehov, men denna jämförelse beaktar inte den utspädning av föroreningsmängderna som sker i transporten via Kilstabäcken och Lonnen, ej heller eventuell fastläggning. En enklare beräkning av ökat haltbidrag från planområdet till utloppet av Lonnen, efter rening i föreslagna dagvattenanläggningar, redovisas i avsnitt 9.

Tabell 10. Beräknade årsmedelvärden av halter och mängder av undersökta föroreningar från exploateringsområdet.

Ämne	Befintlig situation		Planerad situation (utan rening)		Halter i råvatten-intag
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)
P	16	0,46	250	12	
N	310	8,9	1700	83	
Pb	2,5	0,072	16	0,77	0,4
Cu	5,6	0,16	35	1,7	1,2
Zn	16	0,46	200	9,8	
Cd	0,087	0,0025	1,2	0,056	0,014
Cr	2,1	0,062	11	0,54	
Ni	2,7	0,078	14	0,69	0,65
Hg	0,0062	0,00018	0,06	0,0029	<0,1
SS	16 000	460	79 000	3800	
Oil	78	2,3	1900	93	
PAH16	0,044	0,0013	0,77	0,037	
BaP	0,0044	0,00013	0,12	0,0058	<0,010

8 Föreslagen dagvatten- och skyfallshantering

Den hantering av dagvatten och skyfall som föreslås i detta avsnitt rymmer erforderliga fördröjningsvolymerna samt minimerar risken för översvämning av bebyggelse inom och utanför planområdet. Lösningen strävar efter att öka dagvattenflödet till Kilstabäcken så lite som möjligt, och ökningen av föroreningsbelastning bedöms inte innebära någon påverkan på Lonnen eller vattentäkten. Hanteringen bedöms inte heller innebära att utflödet mot Trafikverkets väg E18 ökar nämnvärt när området är utbyggt.

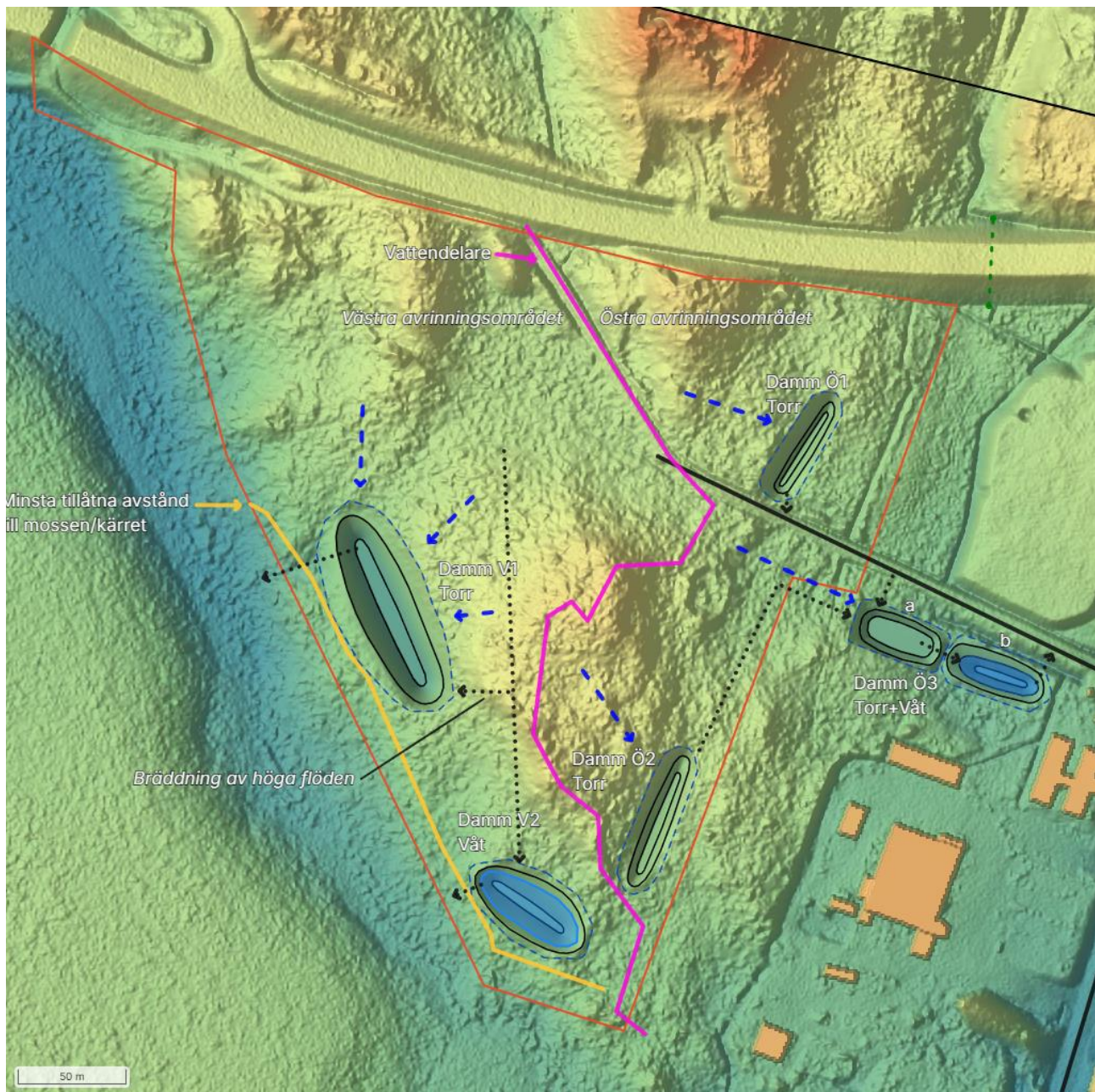
Den föreslagna hanteringen av dagvatten och skyfall utgår från att befintliga avrinningsområden inte ändras efter framtida höjdsättning av området, delvis för att inte öka ytorna som avrinner mot E18 eller in mot industriområdet. Inom respektive avrinningsområde föreslås våta dammar för rening av dagvattnet med reglervolymer som motsvarar utjämningsbehoven. I det östra avrinningsområdet föreslås även kompletterande torrdammar vars volymer sammantaget kompenserar för den ökade avrinningsvolymen vid skyfall (100-årsregn), för att minimera påverkan nedströms planområdet.

En styrande faktor för genomförbarheten av dagvatten- och skyfallsanläggningar är topografin. För att minimera masshantering och omfattande marknivåförändringar bör anläggningarna placeras vid befintliga lågpunkter och avrinningsvägar i terrängen. Placering av anläggningar har utgått från befintlig höjdsättning och befintliga flödesvägar.

En annan faktor är markförhållanden. Den översiktliga geotekniska utredningen över området visar på utmaningar, med berg i dagen, torvmark och ytliga grundvattennivåer. Detta kan försvåra anläggandet av anläggningar och påverka möjliga anläggningsdjup och släntlutningar, vilka i sin tur styr ytbehoven. Uppföljande geotekniska undersökningar inför projektering av anläggningarna rekommenderas. Föreslagna dammar har relativt flacka släntlutningar på 1:4, men den geotekniska utredningen bör bland annat visa på om det krävs ännu flackare slänter p.g.a. stabilitetsförhållandena.

Placeringen av anläggningar behöver även ta hänsyn till befintliga och planerade markanvändningar. Ovanstående faktorer har ändå varit styrande för föreslagna placeringar och de hamnar delvis i konflikt med plankartan och utpekade tillgängliga ytor inom utredningsområdet enligt Figur 3. I Figur 19 presenteras förslag till systemlösning för dagvatten- och skyfallshantering. Det är egentligen endast dammarna V2 och Ö3 som har lyckats placeras i utpekade tillgängliga ytor enligt önskemål från kommunen. I avsnitt 8.4 presenteras en kompletterande diskussion kring att helt placera anläggningarna i utpekade ytor inom och i anslutning till planområdet.

Förslaget separerar fördröjningsvolymerna på ett sådant sätt att skyfallsvolymer, via yttlig avledning, hanteras i torrdammar medan dagvattenvolymer, som avrinner via ledningsnät, hanteras i våta dammar. En uppdelning effektiviserar reningseffekt, men innebär att det totalt blir ett större erforderligt ytbehov kopplat till anläggningarna. I avsnitt 8.1 och 8.2 presenteras systemlösningarna uppdelat på östra respektive västra området.



Figur 19. Föreslagna anläggningar för hantering av dagvatten och skyfall från planområdet. I bakgrunden visas Lantmäteriets markhöjdmodell. Blå streckade pilar visar markavrinning. Svarta prickade pilar visar föreslagen avledning via ledningar till och från dammarna. Svart heldragen linje visar befintlig dagvattenledning i anslutande gata. De streckade linjer som omger dammarna visar erforderligt markanspråk för att anpassa dammarnas slänter till omgivande mark (dvs. utifrån befintliga marknivåer).

8.1 Östra avrinningsområdet

En våt damm (Ö3b) föreslås rena dagvattnet från det östra avrinningsområdet. Den kan utformas i serie med en torr damm (Ö3a) som utgör en extra reglervolym. Den sammanlagda reglervolymen i dammarna fördröjer ett framtida 20-årsflöde (inklusive klimatfaktor) till befintlig naturmarksavrinning vid ett 10-årsregn och bidrar till att omhänderta skyfall. Dammarna föreslås placeras utanför plangräns i ytan söder om anslutningsvägen till planområdet, vilken har pekats ut av kommunen.

Två torra dammar (Ö1 och Ö2) föreslås omhänderta ytligt avrinnande volymer vid skyfall. Sammanlagd lågpunktsvolym hos torrdammarna bör vara ca. 600 m³, vilket tillsammans med reglervolymen i den våta dammen (ca. 600 m³) kompenserar för den ökade avrinningsvolymen vid 100-årsregnet. Föreslagen placering sammanfaller med befintliga flödesvägar ut från området, men bör anpassas efter eventuellt förändrade flödesvägar med framtida höjdsättning.

I Tabell 11 redovisas utvalda dimensionerande uppgifter för de föreslagna dammarna.

Tabell 11. Dimensionerande uppgifter för föreslagna anläggningar i östra avrinningsområdet

	Ö1	Ö2	Ö3a	Ö3b
Anläggningstyp	Torr damm	Torr damm	Torr damm	Våt damm
Syfte	Fördröjning av skyfall	Fördröjning av skyfall	Fördröjning av dagvatten och skyfall	Rening av dagvatten
Area permanent vattenyta (m ²)	-	-	-	290
Regressionsfaktor (m ² /ha _{reg})	270	290	280	150
Area maximal vattenyta (m ²)	550	600	570	650
Totalt ytbehov med släntanpassning (m ²)*	950	1300	970	1100
Permanent vattendjup (m)	-	-	-	1,2
Permanent vattenvolym (m ³)	-	-	-	130
Reglervolym (m ³)	300	300	300	300
Släntlutning under permanent vattennivå	-	-	-	1:3
Släntlutning över permanent vattennivå	1:4	1:4	1:4	1:4

* Uppskattningen har gjorts i Scalgo LIVE och utgår från befintliga markhöjder. Totala ytbehovet med en förändrad höjdsättning kan skilja sig från den här uppskattningen, bland annat beroende på möjliga anläggningsdjup.

8.2 Västra avrinningsområdet

Även i det västra avrinningsområdet föreslås en våt damm (V2) rena dagvattnet. Denna utformas för att hantera mindre regn, förslagsvis upp till ett 1-årsregn, medan större flöden leds till en torrdamm (V1). Den sammanlagda reglervolymen i V1 och V2 bör vara 2700 m³, vilket syftar till att kompensera för ökad avrinningsvolym från området vid ett 50-årsregn (och minskar negativa konsekvenser vid ett 100-årsregn).

Placeringen av V1 är vald utifrån den befintliga topografin och ligger i den största flödesvägen ut från området då huvudsyftet är att fånga upp ytliga flöden vid skyfall. V2 har placerats inom området som kommunen pekat ut som lämplig (se Figur 3).

Huvudförslaget är att dela upp anläggningarna i en våt och en torr damm. Alternativt kan dessa kombineras i en enda anläggning placerad i läget för V1. Det skulle då vara en våt damm med en reglervolym på 2700 m³. Nackdelen med att kombinera dem bedöms vara att det blir svårare att tömma anläggningen på sediment. Anläggningen skulle sannolikt för djup för att en maskin ska kunna stå vid släntröen och avlägsna sedimenten, utan det skulle krävas att den körs ned för slänten. Hur flack slänten skulle behöva vara för att bära en tung maskin skulle behöva utredas vidare med stöd av geoteknisk utredning.

Grundvattennivåerna i närheten av mossen ligger sannolikt ytligt och bottennivåerna hos dammarna bör därför placeras ungefär i höjd med marknivåer i mossens lågstråk utanför plangräns. För V2 kan det vara ett alternativ att lägga permanent vattennivå i höjd med grundvattenytan, men detta försvårar underhållet då det blir svårare att tömma dammen på vatten. Uppföljande geotekniska undersökningar inför projektering av anläggningarna bör inkludera kontroll av grundvattennivåer.

Anläggning av damm utanför planområdet i mossen har diskuterats med beställaren under utredningen men rekommenderas inte i första hand. Dels skulle den då ligga över gränsen för naturvårdshänsyn som kommunen angett, dels bedöms det bland annat innebära svårigheter med stabiliteten att schakta en damm i torvmark. Då är det snarare en invallning av ett område som är aktuellt, även med hänsyn till att grundvattenytan bör förväntas ligga nära markyta i mossen. Ju längre söderut man förlägger dammen, desto större ser sannolikheten ut att den ligger delvis i mossen enligt den översiktliga geotekniska utredningen (se Figur 6). Möjligen kan en invallning eller fördämning i mossen övervägas för att tillskapa nödvändig utjämningsvolym, men konsekvenser av det alternativet skulle behövas utredas närmare.

I Tabell 12 redovisas utvalda dimensionerande uppgifter för de föreslagna dammarna.

Tabell 12. Dimensionerande uppgifter för föreslagna anläggningar i västra avrinningsområdet

2025-10-24

	V1	V2
Anläggningstyp	Torr damm	Våt damm
Syfte	Fördröjning av dagvatten och skyfall	Rening av dagvatten
Area permanent vattenyta (m ²)	-	620
Regressionsfaktor (m ² /ha _{red})	500	150
Area maximal vattenyta (m ²)	2200	1000
Totalt ytbehov med släntanpassning (m ²)*	3900	1800
Permanent vattendjup (m)	-	1,2
Permanent vattenvolym (m ³)	-	520
Reglervolym (m ³)	2300	400
Släntlutning under permanent vattennivå	-	1:4
Släntlutning över permanent vattennivå	1:4	1:4

* Uppskattningen har gjorts i Scalgo LIVE och utgår från befintliga markhöjder. Totala ytbehovet med en förändrad höjdsättning kan skilja sig från den här uppskattningen, bland annat beroende på möjliga anläggningsdjup.

8.3 Kvartersmark

I detta avsnitt ges översiktliga förslag till lämpliga anläggningar för hantering av dagvatten inom fastighetsmark.

Takvatten och dagvatten från körbara ytor avleds i första hand ytligt för infiltration i grönytor och uppsamlade diken som leds mot förbindelsepunkt. Avledning till krossdiken (makadamdiken) eller nedsänkta växtbäddar ger ökad rening och kan vara en utrymmeseffektiv fördröjningsåtgärd. Gröna tak på byggnader ger ett minskat fördröjningsbehov.

Reningsbehov varierar utifrån verksamheten, i vissa fall kan exempelvis oljeavskiljare vara aktuellt.

Generella beskrivningar på dessa anläggningstyper följer nedan.

8.3.1 Krossdiken

Makadamdiken utformas i stort sett i form av ett dike (med brant släntlutning vid behov) fylls med makadam. I botten på diket placeras i regel ett dräneringsrör. Detta medför att infiltration kan ske vid normal nederbörd medan vattnet vid större regn kan avledas. Rening sker främst i form av att partikelbundna föroreningar som sedimenterar.

8.3.2 Nedsänkta växtbäddar

Växtbäddar rekommenderas utformas som lokala lågpunkter i topografin för att kunna ta emot dagvatten från hårdgjorda ytor. För att säkerställa att dagvatten når anläggningen kan den med fördel placeras som utloppspunkt för dagvattenrännor, med nollad kantsten eller med en inloppsbrunn.

Anläggningens area bör uppgå till 3 till 5 % av det reducerade tillrinningsområdet och bör kunna dräneras inom 24 till 48 timmar. Om anläggningen görs tät eller på mark med begränsade infiltrationsmöjligheter rekommenderas att den utformas med en dräneringsledning i botten.

8.3.3 Gröna tak

Gröna tak som dagvattenanläggning fyller för det mesta funktion av fördröjningsanläggning för att minska avrinning från takytor. Avrinningen beror på hur tjockt taket är, men även delvis på takets lutning. Det är även värt att nämna att samtliga gröna tak har en negativ reningseffekt gällande framför allt fosfor- och kvävehalter i avrinnande dagvatten. Detta beror på att det alltid sker en viss gödning av gröna tak och för att minimera läckage av näringsämnen rekommenderas att en plan för underhåll tas fram. På så sätt kan gödsling hållas på en minimal nivå för att undvika ytterligare belastning nedströms.

8.4 Alternativa placeringar av dagvattenanläggningar

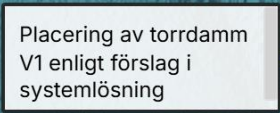
I Figur 3 utpekades ett antal ytor för dagvattenhantering inom aktuellt planområde som var önskvärda utifrån ett planeringsperspektiv. Den föreslagna systemlösningen har utgått ifrån placering i dessa ytor, men ett antal försvårande förutsättningar har gjort det svårt att i detta skede rekommendera placeringen. Av den föreslagna systemlösningen är det endast dammarna V2 och Ö3 som helt kunnat placeras i önskade områden. Det ska noteras att det topografiskt bedöms som fullt möjligt att placera dagvattenanläggningar här, vilket också kommer att redovisas i detta avsnitt, men en kombination av följande förutsättningar har försvårat för placering:

- Skyddsavstånd mellan dagvattenanläggningar och naturmarken väster/söder om gränsen enligt Figur 4.
- Stora delar av det södra planområdet har identifierats utgöras av blöta områden (mosse) med torv på lera enligt PM Geoteknik (se Figur 6).

Vidare bedöms de topografiska förhållanden vara svåra att bedöma utifrån befintliga höjder i och med att det finns befintliga höjder inom planområdet som med stor sannolikhet kommer att jämnas ut med exploatering. Det bedöms vara möjligt att få till en enhetlig avrinning mot vissa av de önskade ytorna, men utan markmodellering är det svårt att rekommendera placeringen eftersom lutningarna (med befintliga höjder) i bästa fall är mycket låga (~ 2 ‰) om de inte är negativa. Då en rekommendation kring placering i önskade ytor skulle innebära justering av marknivåer, vilket i sin tur riskerar att påverka befintliga vattendelare, har ingen total erforderlig fördröjningsvolym räknats fram för anläggningarna.

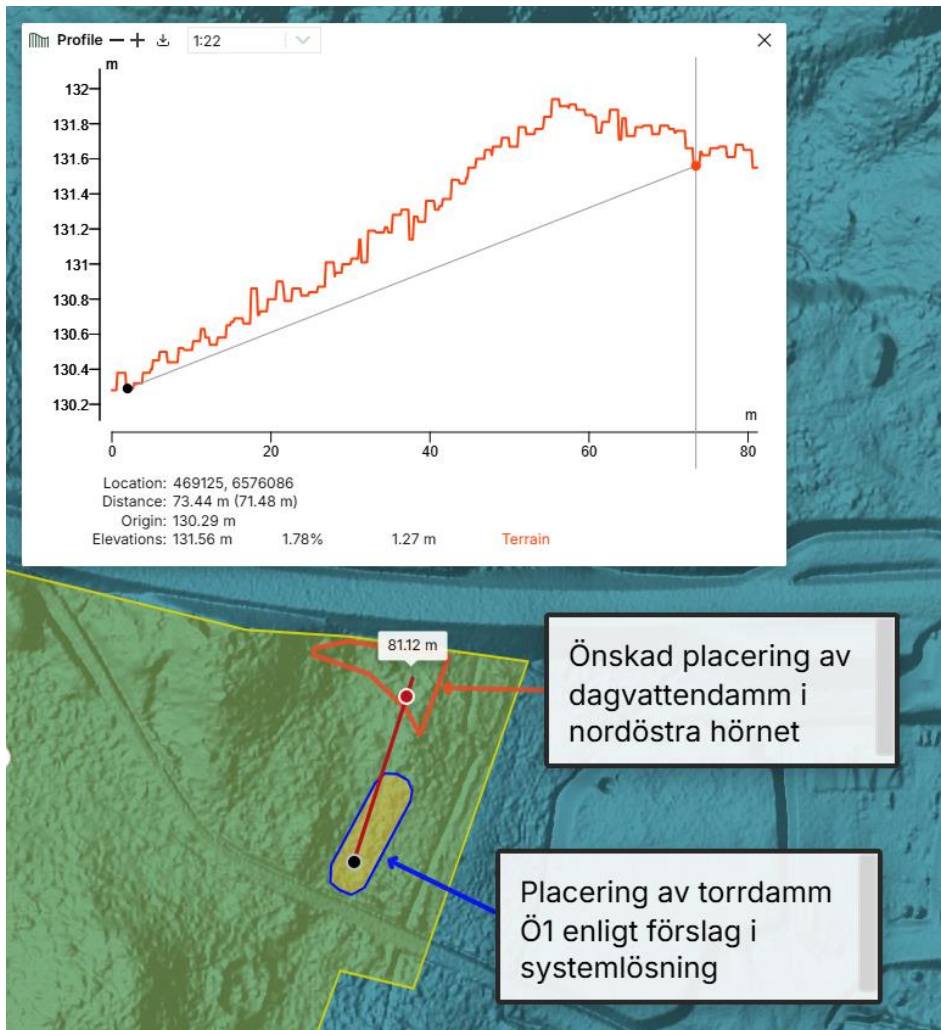
Vidare följer ett antal figurer som visar på möjlighet att justera dammarnas placering för att passa in i önskad placering. I Figur 20 presenteras en potentiell flytt av damm V1 till det södra hörnet. Det är topografiskt möjligt att genomföra

2025-10-24



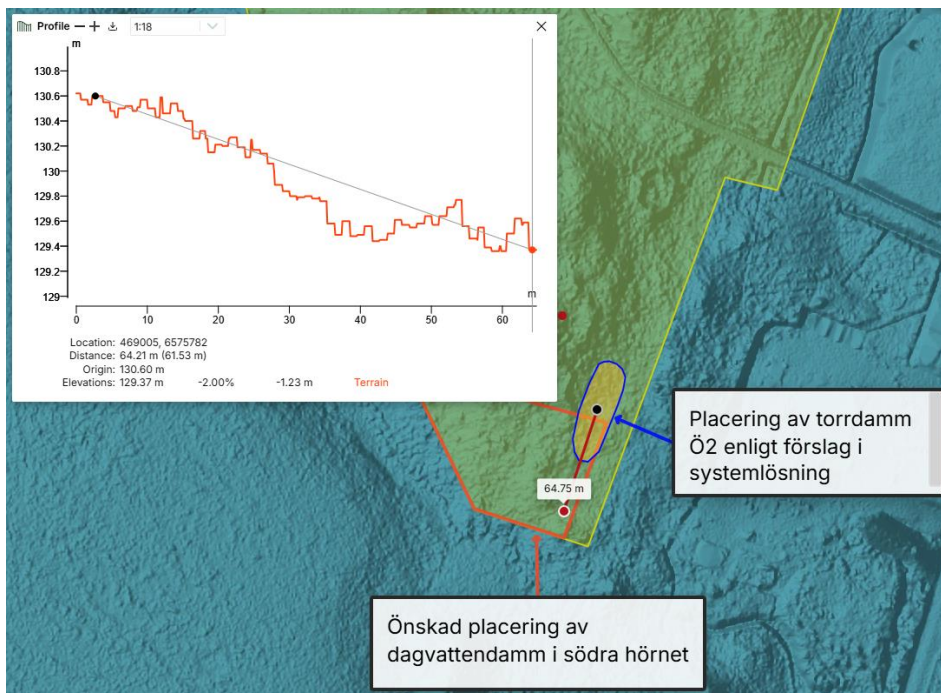
Önskad placering av dagvattendamm i södra hörnet

Sweco | Dagvatten- och
skyfallsutredning
Uppdragsnummer 30088952
Datum 2025-10-24 Ver 1
Dokumentreferens \\sevstfs003\projekt\2118730088952\000\10_original\neverans\dagvatten- och
skyfallsutredning botorp 1 251024.docx



Figur 21. Figuren visar att det med befintliga höjder inte är topografiskt möjligt att flytta damm Ö1 till det önskade läget i den nordöstra hörnet av planområdet till följd av att det önskade läget ligger högre än rekommenderad placering. Om det utförs markmodellering som gör att avvattnings sker till önskad placering bedöms det finnas möjlighet till justering av placering.

I Figur 22 presenteras damm Ö2 i relation till önskad placering av dagvattenanläggningar i det södra hörnet. Det bedöms finnas goda topografiska förutsättningar (~ 2% lutning) att flytta anläggningen till det önskade hörnet i den södra delen av planområdet. Dock skulle det innebära en påverkan på avvattnings av området då delar av det östra avrinningsområdet riskerar avvattnas västerut. Flytt av anläggningen bedöms således som möjlig, men det kan leda till annan problematik i form av förändrade avrinningsområden.



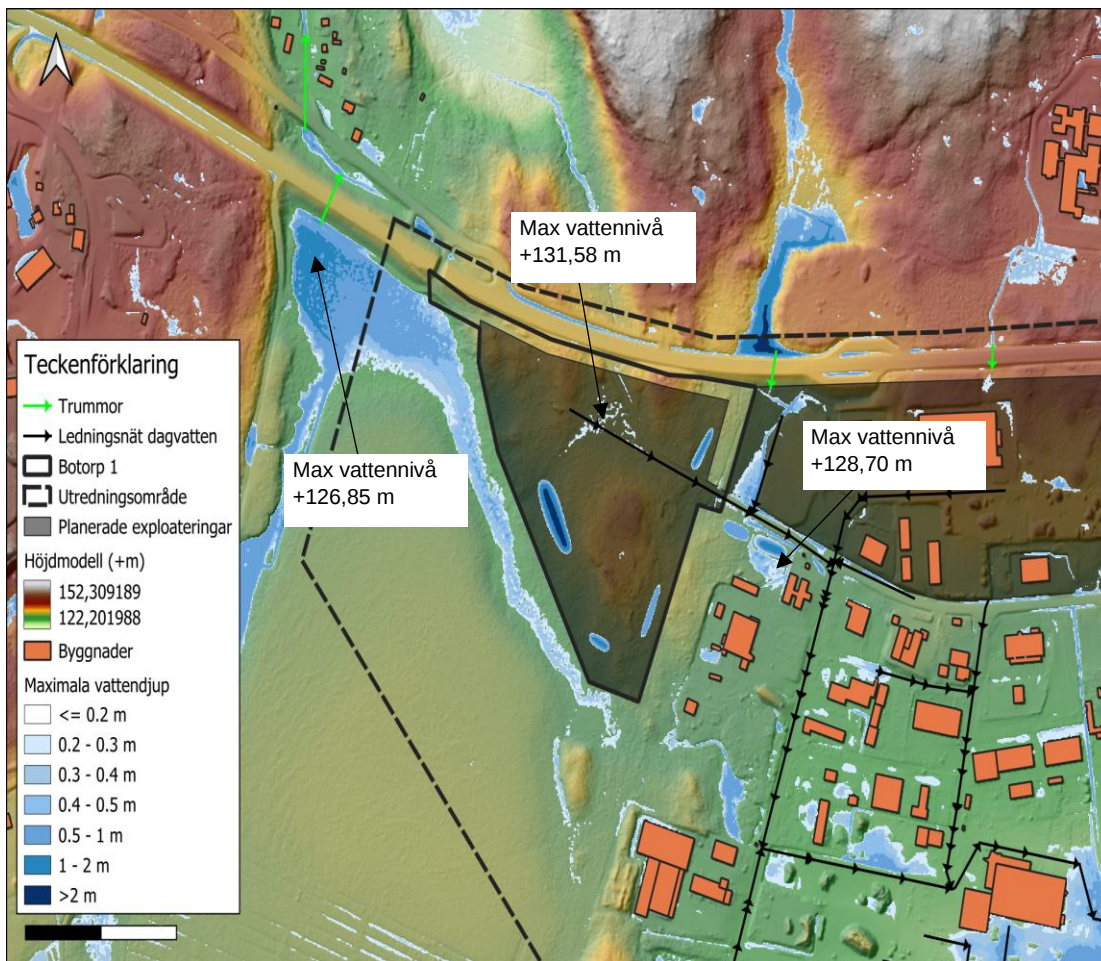
Figur 22. Figuren visar att det topografiskt är möjligt att flytta damm Ö2 till det önskade läget i det södra hörnet av planområdet. En flytt skulle dock innebära att delar av det östra avrinningsområdet kommer avvattnas västerut.

Ingen kompletterande analys har utförts för damm Ö3 då den redan i föreslagen systemlösning ligger i en önskad placering av dagvattenanläggning.

8.5 Skyfallshantering

8.5.1 Skyfallskartering – med åtgärder

I Figur 23 framgår karterat maximalt vattendjup vid ett klimatanpassat 100-årsregn i planerad situation med föreslagna dammar. Skillnaden mot befintlig situation redovisas i Figur 24 som visar på att beräknade ökningar i lågpunkter nedströms planområdet ligger inom osäkerhetsmarginalen (+/- 5 %). Längre österut i industriområdet ökar fortfarande vattendjupen till följd av övriga planerade exploateringar.

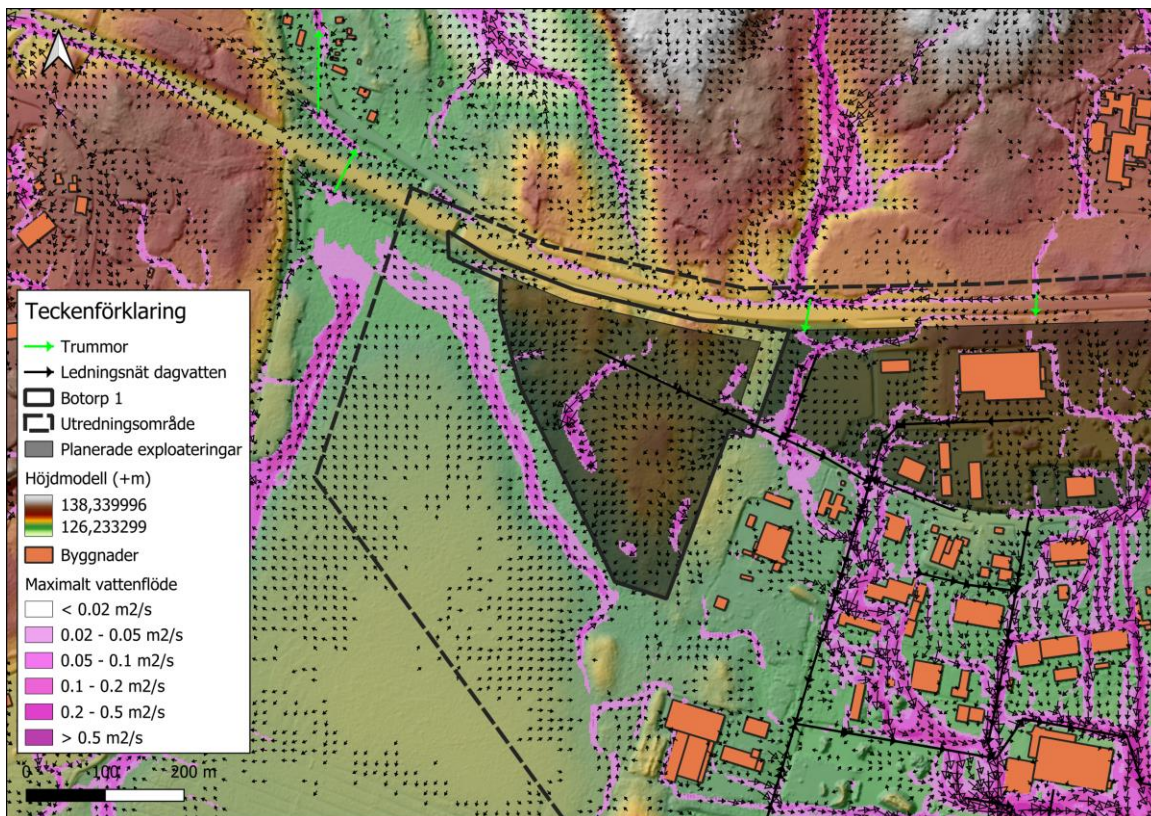


Figur 23. Karterat maximalt vattendjup i framtida situation med åtgärder vid ett 100-årsregn (inklusive klimattfaktor 1,4).



Figur 24. Skillnad i maximalt vattendjup i framtida situation med åtgärder jämfört med befintlig situation. Negativa värden (gröna nyanser i figuren) betyder lägre vattendjup i framtida situation medan gula/röda nyanser betyder högre vattendjup i framtida situation. Endast skillnader >5 cm visas i figuren.

Karterade maxflöden i framtida situation med åtgärder visar på att dammarna i det östra avrinningsområdet fångar upp en stor del av flödet som lämnar planområdet (Figur 25). I det västra avrinningsområdet bör en framtida höjdsättning säkerställa att en större del av flödet når dammen.



Figur 25. Karterat maximalt vattenflöde i planerad situation vid ett 100-årsregn (inklusive klimattfaktor 1,4) med föreslagna åtgärder. Svarta pilar indikerar flödesriktning.

8.5.2 Påverkan på befintlig bebyggelse och infrastruktur

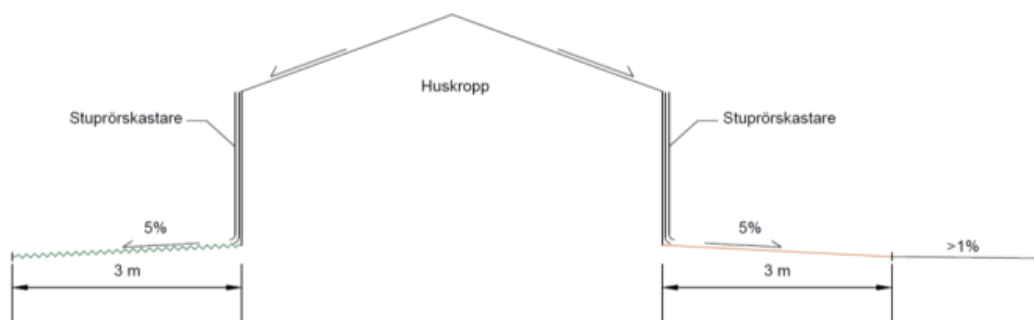
Då karteringen visar på att öknings av vattendjup ligger inom osäkerhetsmarginalen bedöms detaljplanen inte leda till en negativ påverkan vid ett 100-årsregn med föreslagna åtgärder.

8.5.3 Principiell höjdsättning av planerad bebyggelse

En väl genomtänkt höjdsättning är viktigt för att undvika skador på bebyggelse till följd av översvämningar. För att uppnå detta bör byggnader alltid placeras högre än angränsande områden (vägar, stigar, grönytor, mm.) vilket medför att dagvatten vid extrem nederbörd kan avledas ytligt i händelse av att dagvattensystemets maxkapacitet överskrids. Dessa ytliga vägar för vatten är det som benämns sekundära avrinningsvägar och kan med fördel placeras i lågstråk i befintlig terräng. Byggnaders golvnivå rekommenderas generellt ligga minst 0,2 m över maximala vattendjup i lågpunkter och avrinningsvägar. Figur 23 visar karterat maxdjup utifrån befintliga markhöjder och det går inte att ange exakta lägsta golvnivåer utan underlag på planerad höjdsättning.

För att förhindra att vatten rinner mot huskropp rekommenderar Svenskt Vattens publikation P105 ett avstånd på 3 meter med en lutning på 1:20 (5 %), se Figur 26. Förslaget innebär en utkastare på cirka 20 centimeter i kombination med att marken närmast fasaden hårdgörs för att undvika belastning på

byggnadens dräneringssystem. Marklutningen rekommenderas därefter till cirka 1–2 % för att inte riskera att dagvatten rinner in mot byggnaden.



Figur 26. Rekommenderad höjsättning av mark närmast fasad (Sweco, 2017).

9 Bedömning av påverkan på recipient och vattentäkt

Föroreningsbelastning efter rening enligt föreslagen systemlösning har modellerats i StormTac. I Tabell 13 redovisas beräknade halter och mängder av modellerade föroreningar i befintlig situation och i planerad situation med åtgärder för rening av dagvattnet.

Området består i dag till största delen av naturmark med låga föroreningsnivåer och en även begränsad exploatering leder till en ökning av föroreningsbelastningen relativt dagens värden. Till Lonnen och Timsälven (via Kilstabäcken) har föroreningsbelastningen beräknats öka med planerad exploatering (det tar dock inte hänsyn till fastläggning av föroreningar under transportvägen). Efter rening i föreslagna dagvattenanläggningar (med en reningseffekt mellan cirka 26 % och 85 % beroende på parameter) beräknas ändå halter och mängder att öka jämfört med befintlig situation.

Tabell 13. Beräknade föroreningshalter och -mängder i dagvatten från exploateringsområdet i befintlig situation samt i planerad situation efter rening i föreslagen systemlösning.

2025-10-24

Ämne	Befintlig situation		Planerad situation (med rening)	
	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)	Halt (µg/l)	Mängd (kg/år)
P	16	0,46	110	5,4
N	310	8,9	1300	61
Pb	2,5	0,072	5,4	0,26
Cu	5,6	0,16	15	0,71
Zn	16	0,46	72	3,5
Cd	0,087	0,0025	0,56	0,027
Cr	2,1	0,062	2,5	0,12
Ni	2,7	0,078	5,4	0,26
Hg	0,0062	0,00018	0,037	0,0018
SS	16 000	460	22 000	1000
Oil	78	2,3	290	14
PAH16	0,044	0,0013	0,2	0,0098
BaP	0,0044	0,00013	0,034	0,0017

Påverkan av beräknade föroreningsmängder efter rening på observerade jämförbara halter i råvattnet i Timsälven har undersökts översiktligt. Beräkning utfördes även för haltbidraget av fosfor (P) till Lonnen, då detta är den enda relevanta parametern med observerad halt i VISS. I beräkningen har det tagits hänsyn till årsflödet från planområdet (1,5 l/s), vilket relateras till medelvattenföring vid utloppet från Lonnen på ca. 21 m³/s. Se Tabell 14 för beräknade haltbidrag.

Tabell 14. Resultat från beräkningar av ökat haltbidrag. Värden avser µg/l om inget annat anges.

Recipient	Ämne	Observerad halt	Beräknat haltbidrag	Beräknad ny halt	Ökning
Lonnen	P	19,8 (EK=0,89)	0,008	19,8 (EK=0,89)	0,04 %
Timsälven	Pb	0,4	0,0003	0,4	0,07 %
	Cu	1,2	0,008	1,2	0,07 %
	Cd	0,014	0,00004	0,014	0,3 %
	Ni	0,65	0,0003	0,65	0,04 %

Halterna av undersökta parametrar ökar. En ökning bör dock vara mätbar och föreslagna åtgärder ska vara ekonomiskt försvarbara. De ökning som beräknats är maximalt +0,3 % (för ett ämne – övriga parametrar har en ökning i storleksordningen +0,04 %), vilket bör ses ligga inom osäkerhetsmarginalen. StormTac beräknar dessutom totalhalter medan observerade halter förmodligen avser filtrerade prover, så ökningen är sannolikt mindre än beräknat.

Sammanfattningsvis bedöms exploateringen av området inte leda till en mätbar ökning av föroreningsbelastningen från dagvattnet efter reningsåtgärder och påverkar status i de berörda vattenförekomsterna eller råvattenkvaliteten i det här avseendet.

10 Slutsatser

- Planområdet är indelat i två avrinningsområden, det västra och det östra, och placering och dimensionering av föreslagna anläggningar förutsätter att storleken av avrinningsområdena inte ändras nämnvärt med framtida höjdsättning. Exploateringen innebär en hårdgörning av marken vilket leder till ökade flöden och en ökad föroreningsbelastning. Dagvattnet från planområdet bör renas och fördröjas innan avledning.
- En våt damm föreslås rena dagvattnet från det östra avrinningsområdet. Tillsammans med en seriekopplad torr damm fördröjs ett framtida 20-årsflöde (inklusive klimatfaktor) till befintlig naturmarksavrinning vid ett 10-årsregn, då befintligt ledningsnät i industriområdet bedöms ha begränsad kapacitet. Ytterligare två torra dammar föreslås placeras utmed befintliga flödesvägar ut från planområdet (men placeringen bör anpassas efter eventuellt förändrade flödesvägar med framtida höjdsättning). Syftet med dessa är att omhänderta ytligt avrinnande volymer vid skyfall: sammanlagd lågpunktsvolym hos torrdammarna bör vara ca. 600 m³, vilket tillsammans med reglervolymen i den våta dammen (ca. 600 m³) kompenserar för den ökade avrinningsvolymen vid 100-årsregnet.
- Även i det västra avrinningsområdet föreslås en våt damm rena dagvattnet som utformas för att hantera mindre regn, medan större flöden leds till en torrdamm. Den sammanlagda reglervolymen i dessa bör vara 2700 m³, vilket syftar till att kompensera för ökad avrinningsvolym från området vid ett 50-årsregn (och minskar negativa konsekvenser vid ett 100-årsregn) där den högre återkomsttiden kopplas till ett remissutlåtande från Trafikverket. Alternativt kan dammarna kombineras i en enda anläggning placerad i läget för torrdammen. Nackdelen vore att den våta dammen blir svårare att tömma på sediment. Alternativ fördröjningsåtgärd med invallning i mossen kan också vara möjliga men skulle behöva utredas vidare.
- Placering av dammarna i ytor som pekats ut av kommunen som önskvärda placeringar (södra och nordöstra hörnen) har också utretts inom ramen för dagvattenutredningen. Flytt av dammarna V1, V2 och Ö2 bedöms möjligt till det södra hörnet av planområdet utifrån befintlig topografi, men flytten skulle innebära ett behov av markmodellering då delar av området har mycket dålig lutning. Flytten kan även innebära att vattendelare/avrinningsområden förändras, vilket också kan behöva studeras vidare. Flytt av damm Ö1 till det nordöstra hörnet bedöms inte möjligt sett till den befintliga topografien.
- Efter rening i dammarna bedöms inte den ökade föroreningsbelastningen leda till en mätbar ökning av halter av jämförbara ämnen i närmsta vattenförekomst Lonnen eller i vattentäkten nedströms denna.
- Skyfallskarteringen visar på att ökning av maximala vattendjup ligger inom osäkerhetsmarginalen och exploateringar inom detaljplanen

bedöms därmed inte leda till en negativ påverkan vid ett 100-årsregn med föreslagna åtgärder. Om det i senare skede sker några större ändringar av områdets utformning bör skyfallsmodellen uppdateras.

11 Rekommendationer om fortsatt arbete

- Vid arbete med en detaljplan är det grundläggande att reglera den markanvändning som krävs för att möjliggöra föreslagen dagvattenhantering. Detta omfattar normalt att reservera mark som behövs för dagvattenanläggningar och sekundära avrinningsvägar samt fastslå marknivåer.
- Inför projektering av föreslagna dammar bör geotekniska och geohydrologiska undersökningar genomföras i området som visar på lokala markförhållanden och grundvattennivåer, vilka kan påverka utformningen.
- Om dagvattendammarna flyttas från rekommenderade till önskade placeringar behöver en markmodell över området tas fram för att redovisa vilka förändringar som är möjliga ur perspektiv för både ytavrinning och avledning i ledningsnät.
- Skyfallsmodellen kan uppdateras med underlag från framtida höjdsättning om den innebär en större förändring av den naturliga vattendelaren mellan det västra och östra avrinningsområdet. Då skulle även en mer detaljerad bedömning av lägsta golvnivå kunna anges för att säkerställa minst 0,2 m marginal till maximala vattennivåer. En uppdatering kan också göras utifrån förändringar i planerad markanvändning.

12 Referenser

- AFRY. (2023). *PM Geoteknik - Karlskoga Botorp Översiktlig Geoteknik*.
Fornsök Riksanittkvarieämbetet. (den 17 02 2024). *Fornsök*. Hämtat från
Fornsök: <https://app.raa.se/open/fornsok/lamning/fae40b7e-f3ab-46f1-be8f-45d5036284c7>
- Havs- och vattenmyndigheten. (2019). *HVMFS 2019:25*. Havs- och vattenmyndigheten.
- Karlskoga kommun. (2025). *Förslag till översiktsplan för Karlskoga kommun*.
Länsstyrelsen . (den 18 12 2023). *Extern karttjänst för Länsstyrelsen i Västmanlands län*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=7807aadc2ab547798a2918cf2433c0f3>
- Länsstyrelsen i Örebro län. (2025). *Informationskarta Örebro län*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=f562080ed7e145219eef0a9354b4a21f>
- MSB. (2023). *Metod för skyfallskartering av tätorter*.
Naturvårdsverket. (den 15 02 2024). *Skyddad natur*. Hämtat från Skyddad natur: <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Naturvårdsverket. (2025). *Skyddad natur*. Hämtat från <https://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>
- Riksantikvarieämbetet. (2025). *Fornsök*. Hämtat från <https://app.raa.se/open/fornsok/>
- Scalgo Live. (den 14 12 2023). *Scalgo Live*. Hämtat från https://scalgo.com/live/sweden?res=2048&ll=15.993575%2C62.444473&lrs=lantmateriet_topowebb_nedtonad
- SGU. (2025). *Kartvisare jordarter 1:25000-1:100000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SMHI. (2024). *Modelldata per område*. Hämtat från SMHI Vattenwebb: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/>
- Svenskt Vatten. (2019). *P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*.
Svenskt Vatten Utveckling.
- Trafikverket. (2021). *Avvattning, Dimensionering och utformning - TRVINFRA-00231*.
- V. Philips, J., & Tadayon, S. (2006). *Selection of Manning's Roughness Coefficient for Natural and Constructed Vegetated and Non-Vegetated Channels, and Vegetation Maintenance Plan Guidelines for Vegetated Channels in Central Arizona*. U.S. Department of the Interior, U.S. Geological Survey.
- VISS. (2025). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA24777441>
- VISSb. (den 14 02 2024). *Vatteninformationssystem Sverige*. Hämtat från Vatteninformationssystem Sverige: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA42838985>

13 Bilaga 1 – Metodbeskrivning dagvatten

13.1 Dimensionerande flöden

Beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har utförts enligt beräkningsmetoder i Svenskt Vattens publikation P110 med den webbaserade recipient- och dagvattenmodellen StormTac (v.25.3.1).

Dimensionerande flöden är beräknade med rationella metoden enligt ekvation 1 nedan:

$$q = A \cdot \varphi \cdot i \cdot kf \quad (\text{ekvation 1})$$

Där

q = dimensionerande flöde, [l/s]

A = avrinningsområdets area, [ha]

φ = avrinningskoefficient [-]

i = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s, ha]

kf = Klimatfaktor [-]

Den rationella metoden har använts för två scenarion, befintliga förhållanden samt planerade. För det befintliga scenariot har klimatfaktor 1,00 använts medan det för det planerade scenariot har använts en klimatfaktor på 1,25. En klimatfaktor används för att ta höjd för ökande regnintensitet i framtiden på grund av klimatförändringar.

13.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Beräknad fördröjningsvolym med hänsyn till rinntid och önskat utflöde är utfört enligt ekvation 2 nedan:

$$V_d = 0,06 \cdot t_r \cdot (Q_{dim} - Q_{out}) - V_c \quad (\text{ekvation 2})$$

Där

V_d = fördröjningsvolym [m³]

t_r = regnvaraktighet [min]

Q_{dim} = dimensionerande inflöde [l/s]

Q_{out} = önskat utflöde [l/s]

V_c = utjämnande effekt [m³]

Dagvattenanläggningarna utformas för att fördröja dagvatten så att utflödet från exploateringsområdet motsvarar flödet vid 50-årsregn i befintlig situation, vilket innebär att utflödet från delavrinningsområdet som avrinner mot E18 inte ökar vid planerad situation.

13.3 Föroreningsberäkningar

Beräkning av föroreningsbelastning och reningseffekt har utförts med hjälp av StormTac. Modellen är ett planeringsverktyg där översiktliga beräkningar av flöden och koncentrationer av olika föroreningar i dagvatten kan utföras. Nödvändiga indata till modellen består av nederbördsmängd samt det aktuella områdets area och markanvändning. Till beräkningarna använder modellen

kvalitetsgranskade schablonhalter av föroreningar, baserade på flödesproportionell provtagning.

2025-10-24

Observera att en modellering är en förenklad beskrivning av verkligheten som inte fullt ut kan återspegla de komplexa skeenden som tillsammans påverkar föroreningsinnehållet i dagvattnet. Omfattningen av modellens dataunderlag varierar mellan olika typer av föroreningar, likaså för markanvändningar, vilket ger föroreningsberäkningarna en viss osäkerhet.

13.4 Haltbidrag till recipient

Haltbidrag används för att jämföra uppmätta halter av ämnen i vattenförekomsten samt de gränsvärden och bedömningsgrunder som används i bedömningen enligt HVMFS 2019:25 (Havs- och vattenmyndigheten, 2019).

Haltbidragen är alltså den haltökning som utsläppet från befintlig respektive planerad markanvändning orsakar när vattnet släpps ut i recipient. Haltbidragen beräknas utifrån följande formel:

$$\text{Haltbidrag} = \frac{\text{Mängd från området}}{\text{Totalt flöde i vattenförekomsten}}$$

Denna halt adderas till befintlig halt i vattenförekomsten för att ge en uppskattning av resulterande halt.

Det ska observeras att StormTac uppskattar totalhalter, men gränsvärden för metaller är för filtrerade prov. StormTac ger alltså en överskattning av den halt som ska jämföras med gränsvärdet. Därutöver anges bedömningsgrundens värden för koppar, zink, bly och nickel i biotillgänglig koncentration som är lägre än uppmätt halt. Omvandlingsfaktorer har beräknats som kvoten mellan observerade lösta halter och beräknade biotillgängliga halter, för respektive metall. Omvandlingsfaktorerna har sedan använts för att uppskatta biotillgänglig halt i dagvattnet.

14 Bilaga 2 – Metodbeskrivning skyfall

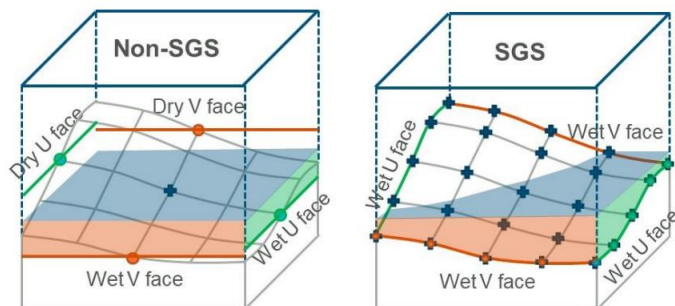
2025-10-24

14.1 Mjukvara

Skyfallsmodellen för detaljplanen har byggts upp i den hydrodynamiska mjukvaran TUFLOW. TUFLOW kan användas för både detaljerad 2D-ytmodellering och 1D-modellering av ledningsnät och öppna kanaler. Skyfallsmodellen som har byggts upp inom detta uppdrag är en 2D-ytmodell.

2D-ytmodellen är uppbyggd av topografiska höjddata, ytans råhet för olika markanvändningar, jordarters infiltrationsförmåga och markytors hårdgörningsgrad. Randvillkor för 2D-ytmodellen inkluderar ett regn som har applicerats över hela modellenytan samt randvillkor längs utkanten av modellområdet som tillåter att vatten lämnar modellen.

Beräkningsnätet i TUFLOW är uppbyggt av ett fast rutnät. En funktion i TUFLOW som kallas "Sub-Grid Sampling", eller "SGS", används för att kunna nyttja en högre detaljeringsgrad i modellen än vad som annars skulle begränsas av det fasta rutnätet. Med SGS-funktionen ges möjlighet till att addera beräkningspunkter inom varje beräkningselement, vilket tillåter användning av ett grövre rutnät med högre effektivitet samtidigt som det ger en noggrannhet av en lägre upplösning, i modellen används upplösningen 1x1 meter. En schematisk förklaring av SGS visas i Figur 27.

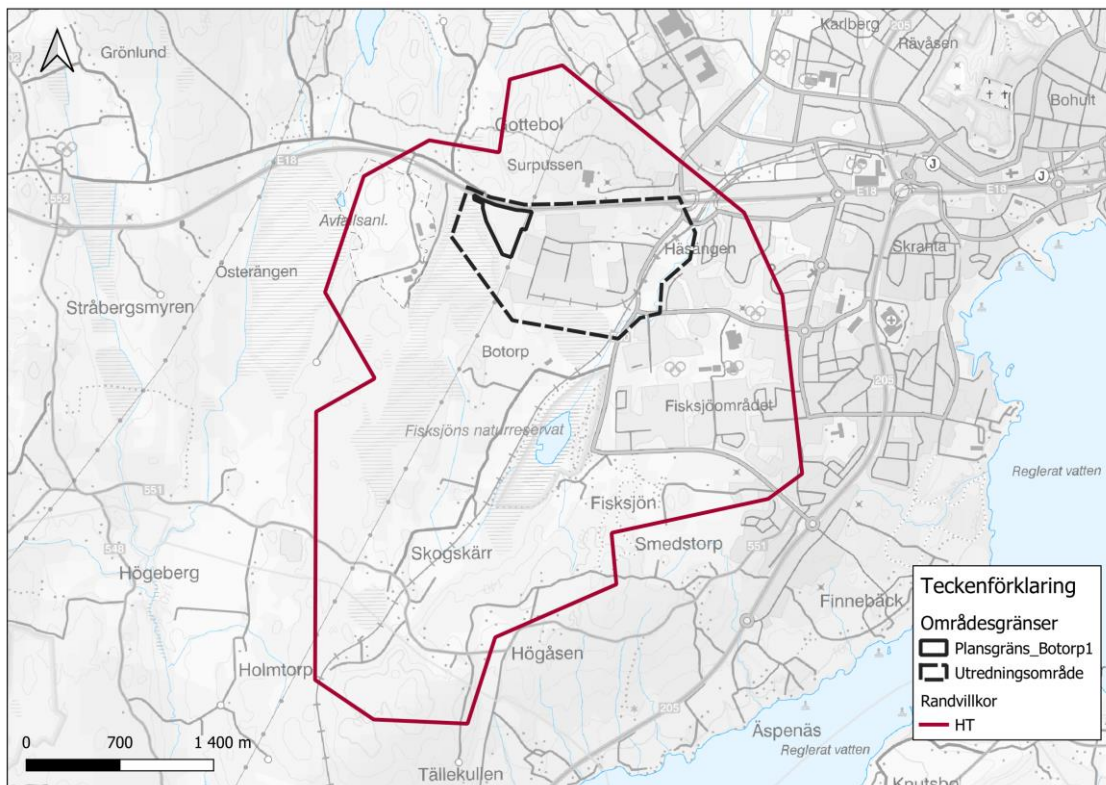


Figur 27. Den traditionella metoden av fast rutnätmodellering illustreras i den vänstra bilden där en fast höjd per cell används. Metoden för "SGS" illustreras i den högra bilden där punkter inom cellen har valts ut och tilldelats olika höjder. Bildkälla: TUFLOW.com

14.2 Modelluppbyggnad

14.2.1 Modellavgränsning

Modellen har byggts upp så att den inkluderar det naturliga avrinningsområdet för detaljplaneområdet där uppströms tillrinnande area ingår samt nedströms område mot recipienten, se Figur 28. Modellen har ett kvadratisk beräkningsnät med en upplösning på 4x4 meter och TUFLOW:s Sub-Grid Sampling har använts för samtliga modeller för att få en noggrannhet på 1x1 meter.



Figur 28. Modellområde och randvillkor

14.2.2 Höjddata

Modellen använder Lantmäteriets höjddata som har laddats ned från Scalgo (hämtat augusti 2025) med en upplösning på 1x1 meter. Höjdmodellens insamlingsdatum, det vill säga datum för flygburen laserskanning, är daterat till 2024-08-20. Större broar och tunnlar är generellt borttagna ur denna datamängd. Markhöjdmodellen inkluderar inte en representation av byggnader, varför dessa har höjts upp genom bearbetning i GIS. Lantmäteriets lager för byggnadspolygoner har använts för bearbetning (inhämtat augusti 2025). För vardera byggnadsytan söks den högsta marknivån inom ytan ut. Därefter adderas ett värde på +3 meter till den maximala marknivån inom varje byggnadspolygon, för att på så vis höja byggnadsytorna med 3 meter över omkringliggande marknivå. Med denna metod erhålls horisontella takytor.

14.2.3 Markytans strömningsmotstånd

Markytans strömningsmotstånd beskrivs med Mannings skrovlighetskoefficient n för olika markanvändningar. Använda värden är MSB:s vägledning för skyfallskartering av tätorter (2023).

Tabell 15. Modellens beskrivning av markytans strömningsmotstånd, uttryckt i Manningskoefficient n och Manningstal M_f för olika markanvändningar.

2025-10-24

ID	Markanvändning baserat på klassificering av ytor enligt underlaget Land Cover från Scalgo som använts inom utvalda tätorter	Mannings n	Mannings M
99		0,05	20
1	Barmark / Bare land	0,05	20
2	Vattenyta / Water	0,02	50
3	Asfalterad yta / Other paved*	0,014	70
4	Glaciär / Snow-Ice	0,1	10
6	Gles vegetation / Shallow vegetation	0,05	20
7	Tät vegetation / Dense vegetation	0,2	5
8	Åkermark / Farmland	0,1	10
9	Väg / Paved road*	0,014	70
10	Oasfalterad väg / Unpaved road	0,025	40
12	Järnväg / Railroad	0,2	5
15	Berg och sten / Bare rock	0,033	30
16	Byggnad / Building*	0,02	50

*Markanvändning vägar och byggnader är 100% hårdgjort.

14.2.4 Infiltration

För att beakta markens infiltrationsförmåga har "Green-Ampt" metoden använts. Metoden finns tillgänglig som en inbyggd infiltrationsmodell i TUFLOW. Green-Ampt metoden innebär att infiltrationshastighet varierar över tid baserat på jordens hydrauliska konduktivitet, kapillaritet, porositet och initiala fukthalt. Platser med hårdgjorda ytor, som vägar och byggnader, är representerade som helt ogenomsläppliga. Oavsett vilken jordtyp som finns under de ogenomsläppliga ytorna så medförs således ingen infiltration. Vilka ytor som har klassats som genomsläppliga beskrivs i föregående kapitel 14.2.3.

SGU:s jordartskarta (erhållen från Scalgo Live, nedladdad i augusti 2025) har använts för att representera olika jordarter. Jordarterna är indelade i kategorier enligt Tabell 16.

Tabell 16. Markens infiltrationsförmåga för olika jordartskategorier.

2025-10-24

Jordartstyp	Kapillärsugning (mm)	Hydraulisk konduktivitet (mm/hr)	Porositet (decimal %)	Initial fuktkvot (Bråk)
Fin lera	316,3	0,3	0,385	0
Lera	292,2	0,5	0,423	0
Grov lera	239	0,6	0,321	0
Silt	166,8	3,4	0,486	0
Torv	88,9	7,6	0,434	0
Fin sand	110,1	180	0,412	0
Sand	61,3	180	0,401	0
Grus	49,5	117,8	0,417	0

14.2.5 Regn

Ett CDS-regn baserat på SMHI:s regnstatistik för region sydöst har applicerats över hela modellområdet, vilket är ett modellregn som består av flera olika blockregn med varierande intensitet och varaktighet för en viss återkomsttid. En varaktighet på 6 timmar och klimatfaktor på 1,4 har applicerats på en 100-årshändelse motsvarande klimatscenario RCP 8,5 år 2100. Total regnbelastning för simuleringsperioden är 91 mm.

14.2.6 Randvillkor

Där ytvatten förutsätts lämna 2D-ytmodellen har ett randvillkor med vattennivå-tidsrelation (HT) använts. Detta tillåter att vatten lämnar modellen med fritt utflöde. Randvillkorens placering är utmärkta i Figur 28.