RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING VIARED, DEL AV VIARED 13:1 MFL (TRAFIKPLATS BORÅSTORPET)

RAPPORT
2024-10-15

UPPDRAG	342770 Omtag Boråstorpet Viared
Titel på rapport:	Dagvatten- och skyfallsutredning Viared, del av Viared 13:1 mfl (Trafikplats Boråstorpet)
Status:	Rapport
Datum:	2024-10-15

MEDVERKANDE

Beställare:	Borås Energi och Miljö
Kontaktperson:	Julia Johansson
Konsult:	Tyréns
Handläggare	Linda Oscarsson, Vidar Aspelin, Johanna Larsson och Johanna Täuber
Uppdragsansvarig:	Johanna Winberg
Kvalitetsgranskare:	Anielka Niedbalski

REVIDERINGAR

Revideringsdatum	-
Version:	-
Initialer:	-

SAMMANFATTNING

I samband med Borås stads detaljplanearbete för Viared, del av Viared 13:1 mfl (Trafikplats Boråstorpet) har Tyréns fått i uppdrag att genomföra en dagvatten- och skyfallsutredning med tillhörande hydrologisk bedömning. Detaljplanen ska möjliggöra för två industritomter och ny avfart från RV40. Området är ca 19 ha stort och avgränsas av vägar, industritomter och rastplatsen Boråstorpet.

Utredningsområdet består i dagsläget av obebyggd öppen mark samt grus. Enligt SGU:s jordartskarta består utredningsområdet av urberg, kärrtorv och mossetorv. I området saknas information om grundvattennivåer, men grundvattennivån kan antas ligga relativt ytligt i och med att delar av området är klassade som kärrtorv (förses med grundvatten).

Enligt beräkningar för dagvattenflöden inom utredningsområdet ökar flödet efter exploatering. En del av flödesökningen beror på användandet av klimatfaktor, men den största ökningen sker på grund av att marken exploateras och blir mindre genomsläpplig. Hårdgörning av ytor inom detaljplanen kommer att begränsa grundvattenbildningen lokalt. Det dagvatten som uppstår inom området kommer att hanteras enligt föreslagen principlösning med en fördröjningsdamm söder om planområdet och diken i anslutning till vägar samt trummor, vilket i stort kommer ge bibehållen vattenbalans inom avrinningsområdena. Åtgärdsförslaget bedöms även kompensera för den ökade hårdgörningsgraden och därmed ökade avrinningen i händelse av ett skyfall.

Enligt beräkningarna i StormTac minskar samtliga föroreningshalter för avrinningsområde B efter exploatering med rening, jämfört med utan rening. Endast kadmium överskrider fortfarande sitt riktvärde. I avrinningsområde A och C utförs inga föroreningsberäkningar. Den föreslagna dagvattenanläggningen som har simulerats är en våt dagvattendamm. Markanvändningen simulerades för den exploaterade marken som 80% industrimark och 20% grönyta, vilken har en hög föroreningsbelastning för dagvattnet. Vid framtagen exploateringsskiss behöver föroreningsberäkningarna uppdateras.

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1 BAKGRUND OCH SYFTE 5
2 UNDERLAG OCH RIKTLINJER 5
2.1 UNDERLAG 5
2.2 KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING 5
3 BESKRIVNING AV UTREDNINGSOMRÅDET 6
3.1 ORIENTERING 6
3.2 TOPOGRAFI OCH MARKSLAG 7
3.3 GEOLOGI OCH GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN 7
3.4 YTAVVATTNING 8
3.5 BEFINTLIGA LEDNINGAR 9
3.6 MILJÖKVALITETSNORMER FÖR RECIPIENT VÄSTERSJÖN 9
3.7 ÖVERSVÄMNINGAR 10
3.8 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG 11
3.9 PLANERAD BEBYGGELSE 11
4 DAGVATTENHANTERING 11
4.1 AVRINNINGSOMRÅDEN 11
4.2 DAGVATTENFLÖDEN 13
4.2.1 FÖRDRÖJNINGSVOLYM INOM KVARTERSMARK 14
4.2.2 FÖRDRÖJNINGSVOLYM INOM ALLMÄN PLATSMARK 16
4.3 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR 18
4.3.1 AVRINNINGSOMRÅDE B 19
5 SKYFALLSMODELLERING 20
5.1 MODELL, UNDERLAG OCH ANTAGANDEN 20
5.2 MARKÖVERSVÄMNINGAR 21
5.3 RINNVÄGAR OCH FLÖDEN 26
5.4 NORRA INDUSTRITOMTEN 27
6 HYDROGEOLOGISK BESKRIVNING 29
7 PÅVERKAN PÅ RECIPIENT 29
8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER 31
9 REFERENSER 33
10 BILAGOR 33

1 BAKGRUND OCH SYFTE

I samband med Borås stads detaljplanearbete för del av Viared 13:1 mfl (Trafikplats Boråstorpet) har Tyréns fått i uppdrag att genomföra en dagvatten- och skyfallsutredning med hydrologisk bedömning. Detaljplanen ska möjliggöra för två industritomter. Området avgränsas av vägar, industritomter och rastplatsen Boråstorpet.

Utredningens syfte är att:

- Kartlägga områdets befintliga situation med avseende på dagvatten
- Beräkna flöden före och efter exploatering (med klimatfaktor)
- Redovisa åtgärdsförslag för hantering av ökade dagvattenflöden
- Presentera områdets påverkan på recipient
- Beräkna föroreningsbelastningen före och efter exploatering med och utan rening
- Hydrogeologisk bedömning av planerad exploatering av ytan
- Presentera översvämningssituationen till följd av ett skyfall i dagsläget, före exploatering, och i ett framtida läge, efter exploatering
- Redovisa åtgärdsförslagens funktion och effekt vid en skyfallshändelse

2 UNDERLAG OCH RIKTLINJER

2.1 UNDERLAG

Följande material har tillhandahållits från kommunen:

- Översiktskarta i DWG
- Grundkarta i DWG
- Höjdmodell från Scalgo Live har hämtats av Tyréns
- Höjdmodell från kommunen i LAS
- Befintligt ledningsnät i DWG
- Illustrationsskiss i DWG
- Plankarta i pdf
- Borås Energi och Miljö ”Riktlinjer för dimensionering av dagvattensystem vid detaljplaneläggning i Borås stad” (2023)
- Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Borås centralort (COWI, 2017)
- Uppgifter på jorddjup (lokala undersökningar)
- Dimensioner och placering av trummor inom planområdet, DWG
- Dimensioner och placering av trummor under riksväg 40 från inmätning
- Dimension och placering av utlopp från Krokstorpsdammen från inmätning

2.2 KRAV PÅ DAGVATTENHANTERING

Dagvatten är tillfälligt förekommande regn- och smältvatten som avrinner från markytor, tak och andra konstruktioner. Dagvatten kan också vara framträngande grundvatten.

Fördröjning av dagvatten skall göras inom fastigheten beroende på hur stor andel som är hårdgjord. För fastigheter som har hårdgjord yta större än 1000 m^2 skall fördröjningsåtgärder vidtas enligt Borås Energi och Miljös *Riktlinjer för dimensionering av dagvattensystem vid detaljplaneläggning i Borås Stad* (2023). Fördröjningsmagasin med en effektiv volym av 1 m^3 per 100 m^2 hårdgjord yta skall anläggas och fastighetsägare ansvarar för dessa anläggningar.

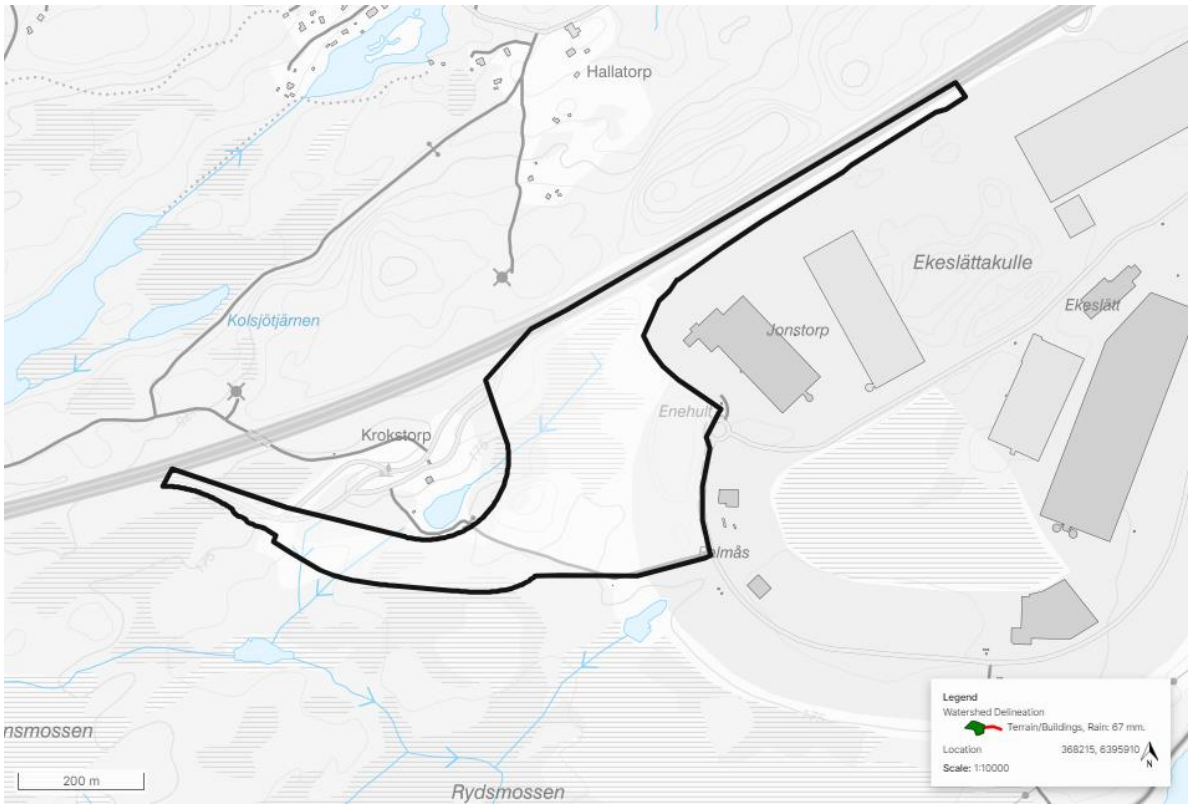
Systemet med ledningar, diken och anläggningar inom allmän platsmark ska dimensioneras efter klimatanpassat 30-års regn och VA-huvudman ansvarar för dessa. I kommunens riktlinjer står det att ”Dimensionering av allmänna ledningsnät plus dagvattenanläggningar skall göras utan hänsyn till fördröjande åtgärder inom privata tomter/fastigheter”.

Dagvattnet ska renas enligt schablonberäkningar. Föroreningsberäkningar genomförs med schablonsiffror i programmet StormTac och jämförs med riktvärden från Borås (Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Borås centralort, COWI, 2017). Utgångspunkten för utsläpp av dagvatten är att det inte får påverka förutsättningarna för att uppnå god status i recipient (se VISS status och kvalitetskrav på recipienter). Beräkningar ska visa föroreningsbelastningen vid nuvarande förhållanden och efter exploatering.

3 BESKRIVNING AV UTREDNINGSOMRÅDET

3.1 ORIENTERING

Planområdet ligger söder om riksväg 40 cirka 10 kilometer väster om Borås. Området är ca 19 ha och avgränsas i väster av rastplatsen Boråstorpet och i öster av befintliga lagerlokaler och industrier, se Figur 1.



Figur 1. Översiktskarta över utredningsområdet. Planområdets gräns är markerad med svart. Karta gjord i Scalgo Live med kartdata från Lantmäteriet.

3.2 TOPOGRAFI OCH MARKSLAG

Utredningsområdet består i dagsläget av obebyggd öppen mark samt grus, se Figur 2.

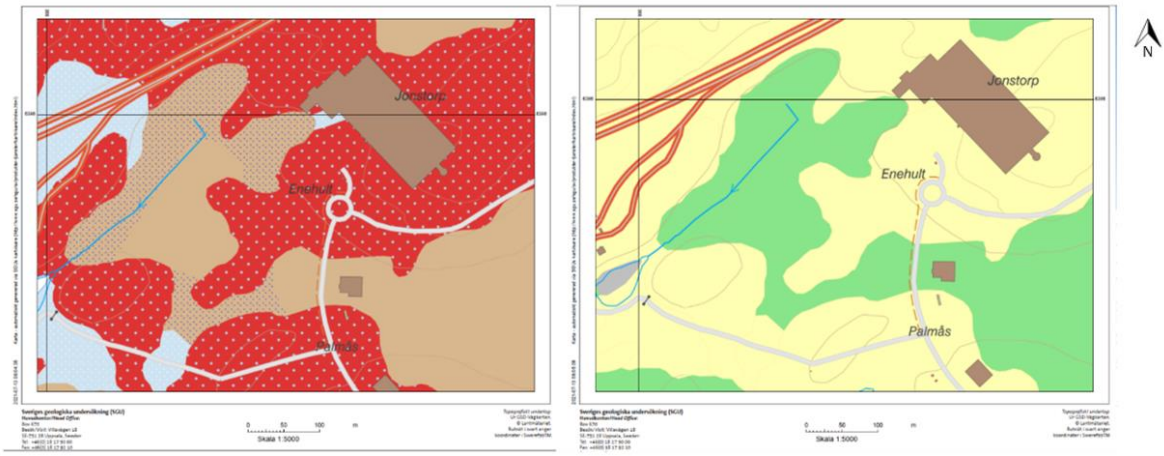
Figur 2. I bilden visas markanvändning och höjdkurvor. Planområdets gräns är markerad med svart linje. Kartbild gjord i Scalgo Live med kartdata från Lantmäteriet.

Marken inom utredningsområdet är kuperad med en huvudsaklig lutning mot söder. Markhöjderna inom området varierar mellan ca +195 m och +168 m (RH2000).

3.3 GEOLOGI OCH GRUNDVATTENFÖRHÅLLANDEN

Enligt SGU:s jordartskarta består utredningsområdet av urberg, kärrtorv (förses med grundvatten) och mossetorv. Jorddjupet är begränsat och varierar mellan 0 och 5 meter, med den större mäktigheten av torv ungefär i läge för ytvattenflödet, se Figur 3.

Markens genomsläpplighet bedöms enligt SGU:s genomsläpplighetskarta till medelhög där det finns urberg och låg genomsläpplighet där det finns torv, se Figur 3, vilket korrelerar väl med de förväntade egenskaperna för respektive jordart inom utredningsområdet.



Figur 3. Till vänster visas jordarterna där brunt är mossetorv, brunt med rutor är kärrtorv, blått är morän och rött är urberg. Till höger visas markens genomsläpplighet där gult symboliserar medelhög och grön symboliserar låg genomsläpplighet. © Sveriges Geologiska Undersökning

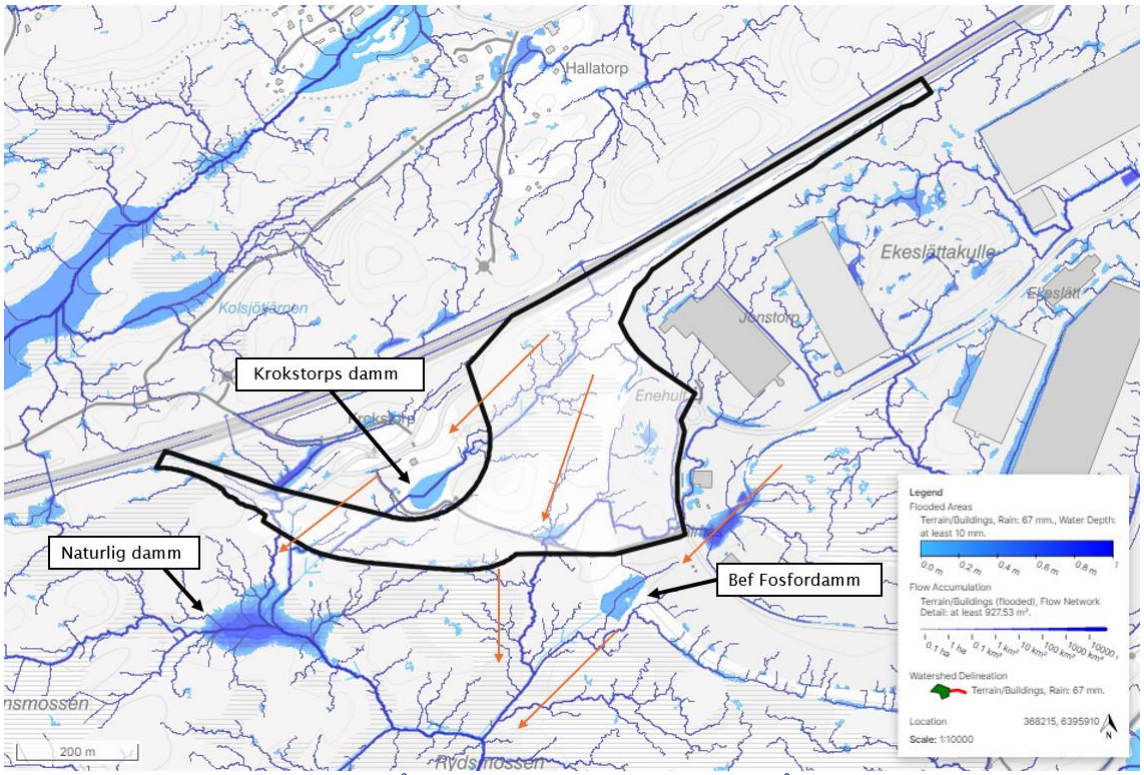
I området saknas information om grundvattennivåer, men grundvattennivån kan antas ligga relativt ytligt i och med att delar av området är klassade som kärrtorv (förses med grundvatten). Då stora delar av Viareds verksamhetsområde på senare år har omformats helt och topografin inte längre ensamt styr grundvattenflödet, är det snarare den underliggande kvarvarande bergkonturen som är styrande för grundvattenflödet.

Grundvattnet i den norra delen bedöms, liksom ytvattnet, avrinna i sydvästlig riktning mot Krokstorps damm vid rastplatsen Boråstorpet, se Figur 4 i avsnitt 3.4 (avrinningsområde A enligt avsnitt 4.1). Det kan därmed antas att dammen förses med både grundvatten och ytvatten. Dammen är inte avsedd för dagvattenhantering. Den södra delen av planområdet (avrinningsområde B enligt avsnitt 4.1), avrinner mot ett dike på andra sidan vägen, se Figur 4, vilken rinner genom ett skogsområde ner mot Ryds mosse i söder.

3.4 YTAVVATTNING

Utredningsområdets delavrinningsområde beror på områdets topografiska förhållanden och tar inte hänsyn till ledningsnät. En rinnvägsanalys har genomförts för den ytliga rinnvägsriktningen med tillhörande lågpunkter. Rinnvägsanalysen har utförts i Scalgo Live med höjddata i RH 2000.

Den huvudsakliga rinnvägsriktningen är sydväst och visas med pilar i Figur 4. Inga större lågpunkter har lokaliserats inom utredningsområdet. I den södra delen av utredningsområdet rinner ytvattnet till en lågpunkt i utkanten av området. Tillrinning in i utredningsområdet sker från det kringliggande området i öster.



Figur 4. Figuren visar rinnvägar och lågpunkter i och kring utredningsområdet. Pilar illustrerar rinnvägsriktningen. Kartbilden är gjord i Scalgo Live med kartdata från Lantmäteriet.

3.5 BEFINTLIGA LEDNINGAR

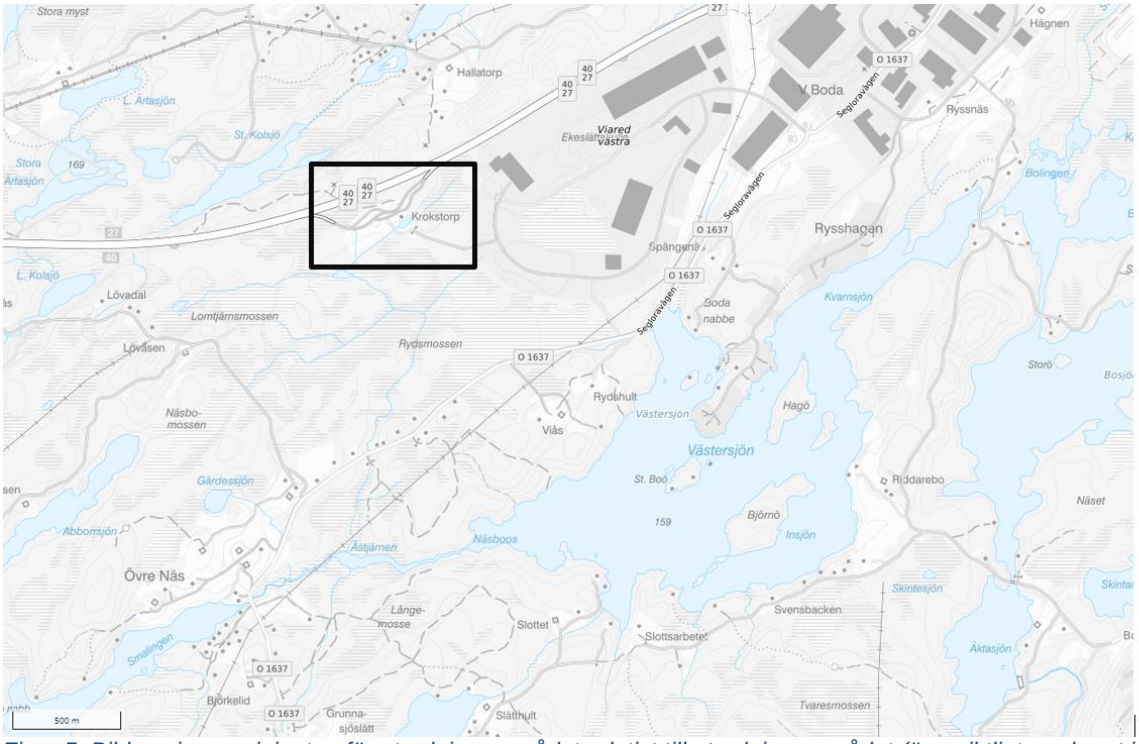
Det löper inga befintliga VA-ledningar inom planområdet. De befintliga spill- och dricksvattenledningar som finns tillhör området direkt öster om planområdet. Detsamma gäller diken som huvudsakligen löper öster om planområdet. Sammantaget är VA-ledningarna samt diket kopplade till de verksamheter som är lokaliserade öster om planområdet.

3.6 MILJÖKVALITETSNORMER FÖR RECIPIENT VÄSTERSJÖN

Miljökvalitetsnormer (MKN) beskriver den status en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt enligt Vattendirektivet och tillhörande åtgärdsprogram. Målet är att alla vattenförekomster skall nå god kvalitet till 2027 och att statusen inte ska försämras.

Vattenkvaliteten bedöms utifrån kemisk och ekologisk status. Kemisk status är grundad på EU:s gemensamma miljökvalitetsnormer, och består av en lista med prioriterade ämnen. Den ekologiska statusen bestäms utifrån de hydromorfologiska, fysikalisk-kemiska och biologiska faktorerna.

Recipienten för utredningsområdet är Västersjön (VISS EU_CD: SE639950-132256), se Figur 5. Västersjön är klassad med avseende på ekologisk och kemisk status i VISS-registret. Den ekologiska och kemiska statusen för Västersjön visas i Tabell 1 och gäller för förvaltningscykel 3.



Figur 5. Bilden visar recipienten för utredningsområdet relativt till utredningsområdet (översiktligt markerat i svart). Kartbild gjord i Scalgo Live.

Tabell 1. Tabellen visar statusklassning samt miljökvalitetsnormer för Västersjön enligt VISS. Informationen tillhör förvaltningscykel 3. Information hämtad 2024-09-16.

Status	Klassning	MKN
Ekologisk	*Måttlig*	God ekologisk status 2027
Kemisk	*Uppnår ej god*	God kemisk ytvattensstatus

Kvalitetsfaktorn ”fisk” är enligt VISS (2024) utslagsgivande för bedömningen av måttlig ekologisk status. Fiskars vandringmöjligheter är negativt påverkade i vattenförekomsten. Vattenförekomsten är försurningspåverkad men den kalkas. Det som påverkar miljökvalitetsnormerna är försurning och konnektivitet.

Den kemiska statusen påverkas av att ett eller flera prioriterade ämnen ej uppnår god kemisk status för bromerad difenyleter samt kvicksilver- och kvicksilverföreningar. Miljökvalitetsnormerna för den kemiska statusen med avseende på mindre stränga krav är god kemisk status med undantag för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar.

3.7 ÖVERSVÄMNINGAR

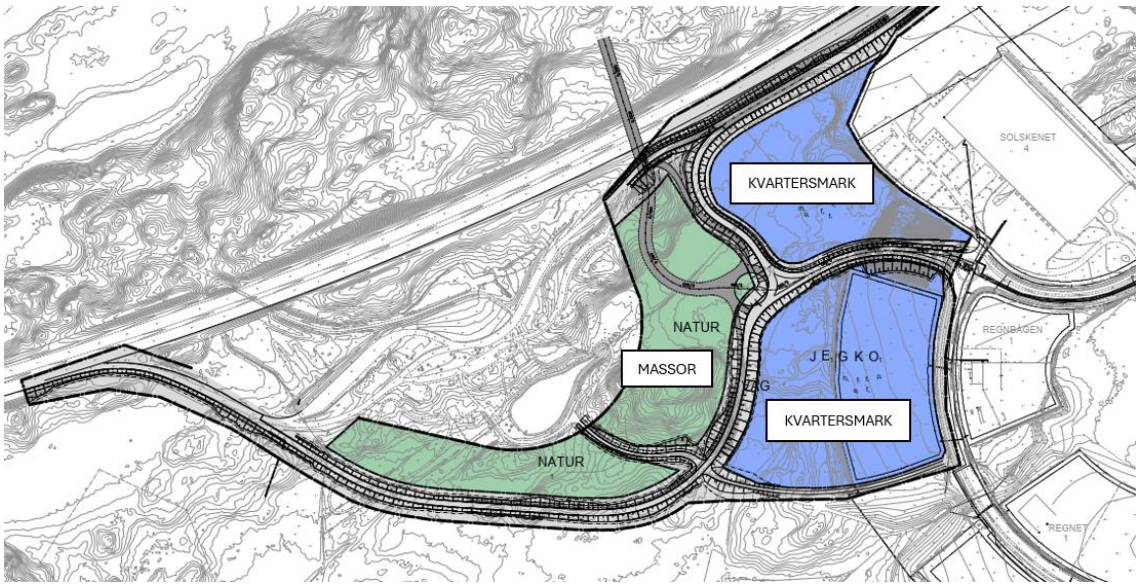
Ingen översvämningsrisk har lokaliserats från närliggande vattendrag. Det finns dock risk för översvämningar i de mindre lågpunkter som har identifierats inom utredningsområdet, särskilt vid större regn.

3.8 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Enligt Informationskartan i Länsstyrelsens externa WebbGIS finns idag inga kända markavvattningsföretag i och kring utredningsområdet.

3.9 PLANERAD BEBYGGELSE

Detaljplanen ska möjliggöra för två industritomter och ny avfart från riksväg 40, se Figur 6. Det finns idag inget förslag på hur fastigheterna ska utformas och därmed har en total hårdgörningsgrad på 80 % antagits för kvartersmarken. Kvartersmarken är markerad i blå färg i Figur 6. Den norra fastigheten kommer att få en marknivå på +178 meter och den södra fastigheten kommer att en marknivå på +177 meter. I Figur 6 visas även naturytor i grönt där den norra och eventuellt även den södra ytan planeras användas för upplag av massor.



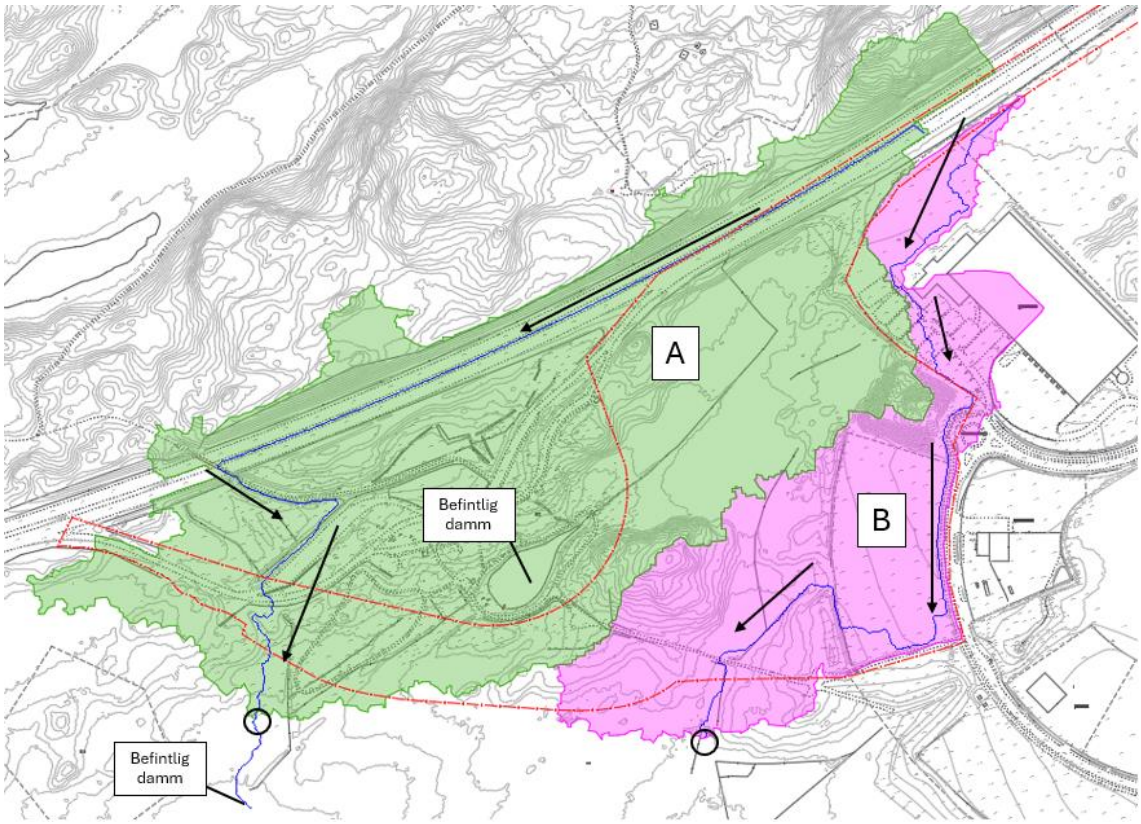
Figur 6. Framtida vägar och fastigheter som planeras exploateras.

Vägutformning och vägnivåer har mottagits av Borås stad, se Figur 6. Vägen ansluter till väg 40 och marknivåerna för den nya vägen varierar mellan +182,5 meter i den norra sidan av detaljplanen till +170 meter i den södra sidan av detaljplanen. I etapp 1 görs anslutningar till befintlig väg 40 och i etapp 2 kompletteras vägen med cirkulationsplatser och en bro som ansluter till den norra sidan av väg 40.

4 DAGVATTENHANTERING

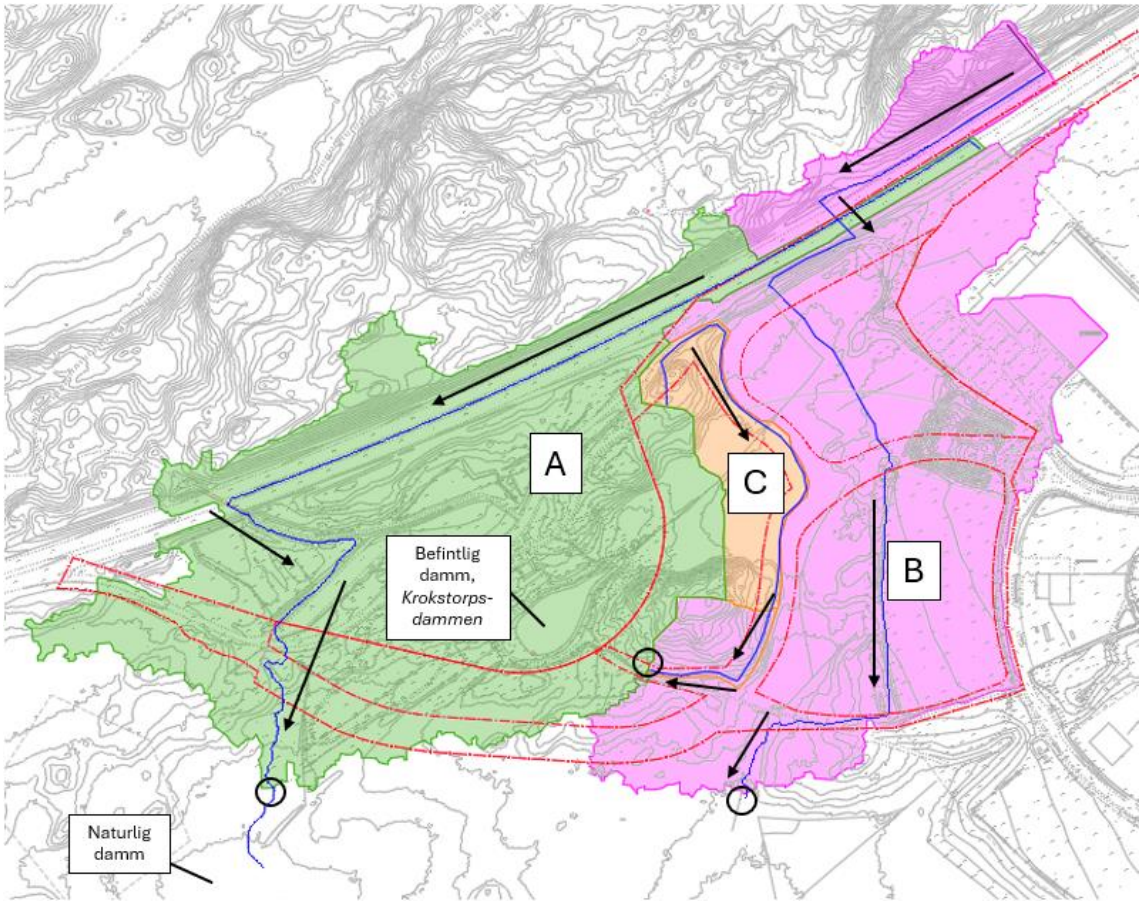
4.1 AVRINNINGSOMRÅDEN

Avrinningsområden för dagvatten- och föroreningsberäkningar har tagits fram för att representera utredningsområdet före och efter exploatering. Avrinningsområden före exploatering visas i Figur 7 där planområdet består av två generella avrinningsområden, A och B. Avrinningsområdena är övergripande då de är sammanslagningar av ett flertal mindre avrinningsområden som har samma avtappningspunkt, vilka är markerade med svarta cirklar i Figur 7.



Figur 7. Avrinningsområden före exploatering framtagna för dagvattenberäkningarna. Dagvattenflöden från alla avrinningsområden går till Ryds mosse.

Efter exploatering kommer avrinningsområden att ändra storlek då rinnvägarna kommer att förändras, se Figur 8. Rinnvägarna förändras främst på grund av de nya marknivåerna i området.



Figur 8. Avrinningsområden efter exploatering framtagna för dagvattenberäkningarna.

Den nya markprojekteringen innebär en uppläggning av massor på den allmänna platsmarken i området samt utveckling av befintliga och nya vägar. Det förändrar de ytliga rinnvägarna och leder till att avrinningsområde B ökar i storlek jämfört med före exploatering. Avrinningsområde A i sin tur minskar i storlek och avrinningsområde C uppstår som ett instängt avrinningsområde mellan massupplaget och vägarna i avrinningsområdet. Avrinningsområde C kan i framtiden ledas till avrinningsområde A via dike, eller till avtappningspunkten för avrinningsområde B via kulvert.

4.2 DAGVATTENFLÖDEN

Rationella metoden och tid-area metoden enligt Svenskt Vatten P110 har använts för att beräkna dimensionerande flöden. Flödesberäkningar har utförts för avrinningsområden före och efter exploatering inom utredningsområdet, se dimensionerande flöde i Tabell 2. Området bedöms som ett centrum-och affärsområde enligt Tabell 2.1 i P110. Beräkningarna har därför gjorts för ett befintligt 10-årsregn, samt ett framtida 30-årsregn efter exploatering med en klimatfaktor på 1,25. Se Bilaga C för detaljerade flödesberäkningar. Avrinningsområde C finns egentligen inte före exploatering utan är en del av avrinningsområde A, men för att få en uppfattning om flödet efter exploatering har flödet före exploatering uppskattats. Det har gjorts genom att beräkna flödet för avrinningsområde C:s area utan massupplägg och ger även en fördröjningsvolym.

Tabell 2. Respektive avrinningsområdes dimensionerande flöde innan och efter exploatering, samt ungefärlig magasinsvolym.

Område	Flöde innan exploatering	Flöde efter exploatering	Erforderlig magasinsvolym
	[l/s]	[l/s]	[m^3]
A	357	459	90
B	320	1031	2100
C	38	83	54

4.2.1 FÖRDRÖJNINGSVOLYM INOM KVARTERSMARK

Enligt riktlinjer för dagvatten (Borås Energi och Miljö, 2023) så ska dagvatten fördröjas inom fastigheten om den hårdgjorda ytan inom fastigheten är större än 1000 m^2. Fördröjningsmagasin med en effektiv volym av 1 m^3 per 100 m^2 hårdgjord yta skall anläggas. Rening ska även ske då utgångspunkten för utsläpp av dagvatten är att det inte får påverka förutsättningarna för att uppnå god status i recipient (Borås Energi och Miljö, 2023).

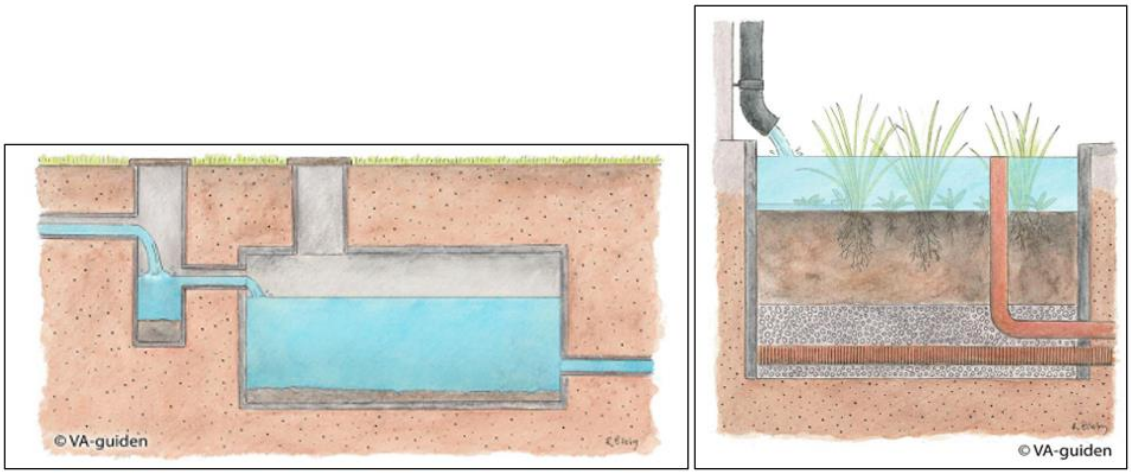
Inom avrinningsområde B planeras de två exploateringsområdena med en fastighet i norr och en fastighet i söder. För exploateringsområdena finns inga hårdgjorda ytor framtagna och ett antagande har gjorts om att 80% av ytan bli exploaterad i form av hårdgjorda ytor medan 20% antas bli grönyta som inte hårdgörs, fördelningen av hårdgjorda ytor är framtagen i enighet med BEM. I Tabell 3 redovisas beräkning av effektiv fördröjningsvolym för fastigheterna. Den effektiva fördröjningsvolymen för den norra fastigheten blir 206 m^3 medan fördröjningsvolymen för den södra fastigheten blir 320 m^3.

Tabell 3. Beräkning av effektiv fördröjningsvolym på kvartersmark.

Fastighet	Area (m^2)	Hårdgjord yta (80%) (m^2)	Effektiv fördröjningsvolym (m^3)
Norra	25 735	20 588	206
Södra	39 989	31 992	320

Fördröjning kan ske ytligt eller underjordiskt inne på kvartersmark. Exempel på ytlig fördröjning är med växtbäddar, i flacka diken eller dagvattendamm. Underjordiska alternativ är exempelvis avsättningsmagasin eller perkolationsmagasin. Givna exempel på fördröjningsåtgärder har även möjlighet att rena dagvattnet. Ingen skiss över utformning på fastigheterna är framtagen och därmed kan inte detaljerade förslag på placering eller utformning av dagvattenlösningar ges. Exempelskisser på avsättningsmagasin och nedsänkt växtbädd visas i Figur 9.

Till vänster i Figur 9 illustreras ett avsättningsmagasin som både renar och fördröjer dagvatten. Magasinet har tät botten och täta väggar, och renar genom sedimentation. Till höger i figuren är en nedsänkt växtbädd som både renar och fördröjer. Växtbäddar är öppna lösningar som kan placeras längs fasader, vägar och på parkeringsytor. Vidare kan anläggningen bidra med estetiska och ekologiska mervärden genom växtlighet. Dagvattnet som når växtbädden infiltreras huvudsakligen och en mindre del tas upp av eventuell växtlighet. Växtbädden är nedsänkt och ger därför ytterligare fördröjningskapacitet.



Figur 9. Till vänster avsättningsmagasin med sedimentation. Till höger nedsänkt växtbädd vid fasad. Bilder från VA-guiden.

Perkolationsmagasin är underjordiska magasin med öppen botten och/eller väggar som används för att fördröja och rena dagvatten. Reningen uppstår genom att suspenderat material och partikelbundna föroreningar sedimenterar i magasinet och att vattnet sen rör sig vidare genom markprofilen under magasinet. Perkolationsmagasinen kan utformas på olika sätt där en utschaktad grop kan fyllas med makadam som avskiljs med hjälp av geotextil men kan också utformas med hjälp av prefabricerade konstruktioner såsom plastkassetter med öppen botten eller halvrör och rör. Halvrör och rör kan vara ihåliga eller fyllas med makadam. Perkolationsmagasin kan användas förutsatt att markförhållanden är lämpliga vilket innebär att marken har en hög genomsläpplighet och att grundvattennivån inte är hög (Stockholmvattenochavfall, 2024). I området varierar både grundvattennivåer och genomsläppligheten vilket gör att de lokala förutsättningarna avgör lämpligheten för perkolationsmagasin.

Svackdiken är gräsbeklädda diken med flack lutning där dagvatten avleds, fördröjs och renas. Svackdiken och infiltrationsstråk anläggs ofta i samband med vägar och gator och kan kombineras med andra dagvattensystem. I Figur 10 visas exempel på svackdike i skiss och ett anlagt svackdike.

Figur 10. Till vänster en principskiss på svackdike i tvärsektion, bild från Stockholm Vatten. Till höger anlagt svackdike, bild från Tyréns.

4.2.2 FÖRDRÖJNINGSVOLYM INOM ALLMÄN PLATSMARK

Utredningsområdet består av både kvartersmark och allmän platsmark. Nedan redovisas dagvattenhantering för avrinningsområden A, B och C. För beräkningar se Bilaga C.

AVRINNINGSOMRÅDE A

För avrinningsområde A görs beräkningar med tid-area metoden. Det största befintliga flödet vid ett 10-årsregn har beräknats till 357 l/s med en regnvaraktighet på 50 minuter. Det framtida flödet efter exploatering vid ett 30-årsregn är beräknat till 459 l/s vid 60 minuters regnvaraktighet. Detta resulterar i en magasinsvolym på ca 90 m^3. Det ökade flödet beror till största delen på att klimatfaktor används efter exploatering, samt en ökad återkomsttid på regnhändelsen och enbart till viss del på grund av ökad hårdgörning. Används istället, i jämförande syfte, ett 10-årsregn med klimatfaktor efter exploatering ökar inte flödet och därmed uppstår ingen fördröjningsvolym. Det är främst på grund av att avrinningsområdet minskar i omfattning.

Avrinningsområde A består till största del av grönyta före exploatering, vilket innebär att vattnet huvudsakligen infiltrerar i marken eller rinner längs markytan sydväst i avrinningsområdet. Efter exploatering kommer en väg med tillhörande diken att anläggas i avrinningsområdet. Eftersom vattnet rinner i sydvästlig riktning finns det en risk att vattenflödet i avrinningsområde A hindras till följd av vägbyggnationen. I markmodellen över området saknas information om vägens höjdsättning. För att säkerställa att vattenflödet i avrinningsområde A inte blockeras behöver vägen anläggas tillräckligt högt för att möjliggöra installation av trummor.

De diken som anläggs i samband med vägen kan fungera som magasin för den ökade flödesmängden som uppstår till följd av vägbyggnationen. Dikenas utformning med lutningar och djup behöver anpassas för att kunna hålla fördröjningsvolymen. För att fungera fördröjande rekommenderas en flack längsgående lutning. Att vattnet rinner långsamt genom diken bidrar också till rening. Utformningen påverkas också av huruvida trummor läggs under vägen för att nyttja diken på båda sidor av vägen eller om fördröjning främst sker på ena sidan.

För djupa vägdiken i förhållande till grundvattennivån kan minska grundvattenbildningen i området. Området saknar dock information om grundvattennivåer, men eftersom området består av kärrtorv antas det att grundvattnet kan ligga relativt ytligt. Vid behov kan täta diken anläggas för att inte minska grundvattenbildningen. Behovet behöver utredas när utformning och material i massupplaget är definierat.

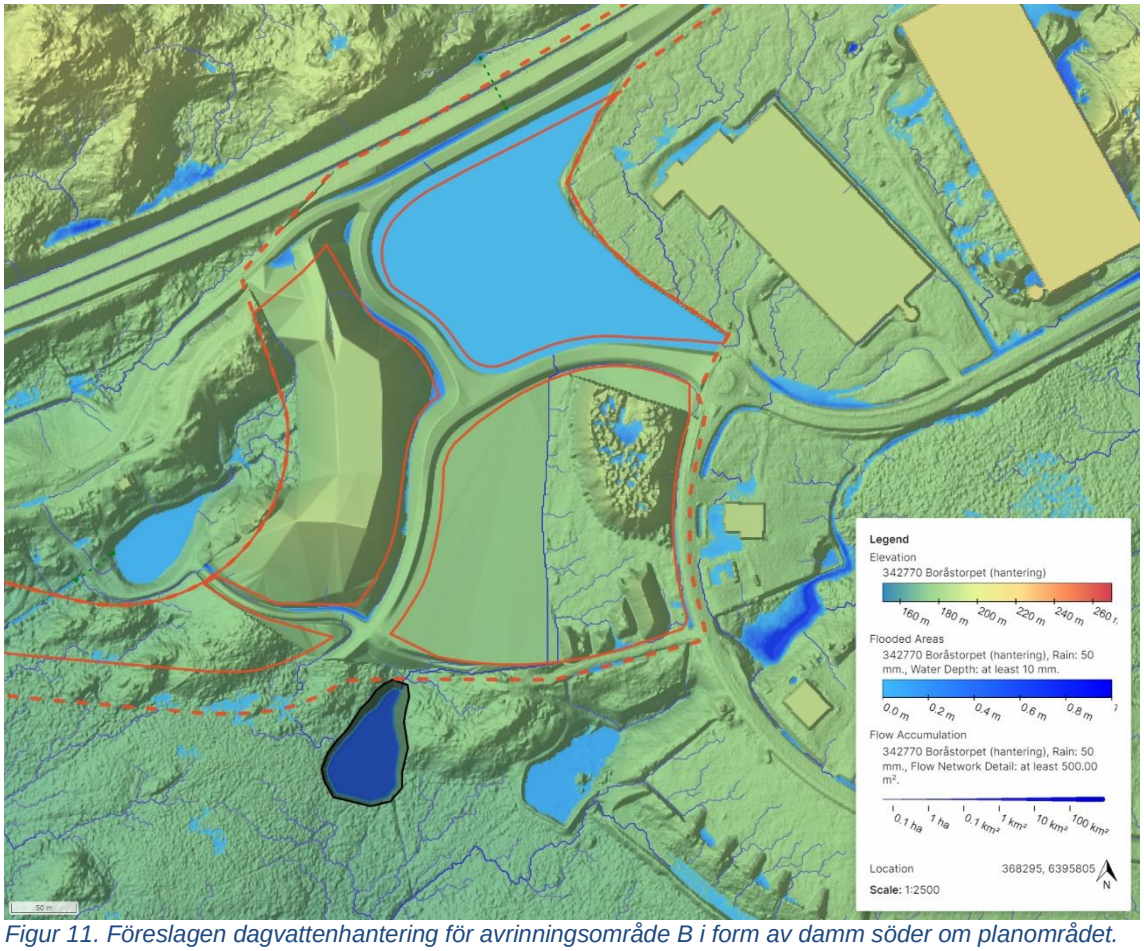
AVRINNINGSOMRÅDE B

För avrinningsområde B, före exploatering, har det befintliga största flödet beräknats till 320 l/s med en regnvaraktighet på 70 minuter. Efter exploatering kommer det största flödet att öka till 1031 l/s med en regnvaraktighet på 50 min. Detta resulterar i en erforderlig magasinsvolym på drygt 2100 m^3.

Före exploatering består avrinningsområdet till största del av hårt packat grus och grönyta. Efter exploatering förväntas en stor andel hårdgjorda ytor att öka i och med den planerade bebyggelsen av de två kvartersområdena samt vägar. På grund av att det inte är bestämt hur kvartersmarken kommer bebyggas, antas det att ytan kommer bebyggas med 80% hårdgjort material. Kvartersmarken och vägarna kommer enligt den tillhandahållna markmodellen påverka och förändra både avrinningsområdet och den

längsta rinnvägen. Resultatet blir ett större avrinningsområde och en kortare rinnväg, då rinnvägen istället kommer passera genom kvartersmarken, se Figur 8 för rinnväg.

Föreslagen fördröjning är i en damm söder om planområdet dit vattnet leds via diken, ledningar och trummor. Placering föreslås söder om planområdet då det är dit vattnet rinner naturligt och är avtappningsområde för avrinningsområde B. Inom planområdet finns områden med allmän platsmark som i vanliga fall använts för fördröjningsytor. Markanvändningen där är dock inte helt beslutad och även den södra ytan i Figur 8 kan behöva användas som massupplag. Därför placeras lämpligen dagvattendamm utanför planområdet, eftersom även den marken ägs av kommunen. Det medför att plangränsen behöver justeras till att även inkludera dammen med tillkommande servicevägar. Ungefärlig utbredning på den föreslagna dammen visas i Figur 11 där dammen är inlagd i Scalgo Live. Den skissade dammen är 1,5 m djup, vilket motsvarar reglervolymen för fördröjning, med slänter med 30 graders lutning som går till befintlig marknivå. Utformningen är ett förslag och både utformning och utbredning behöver ses över vid detaljprojektering för att kunna rena dagvattnet.



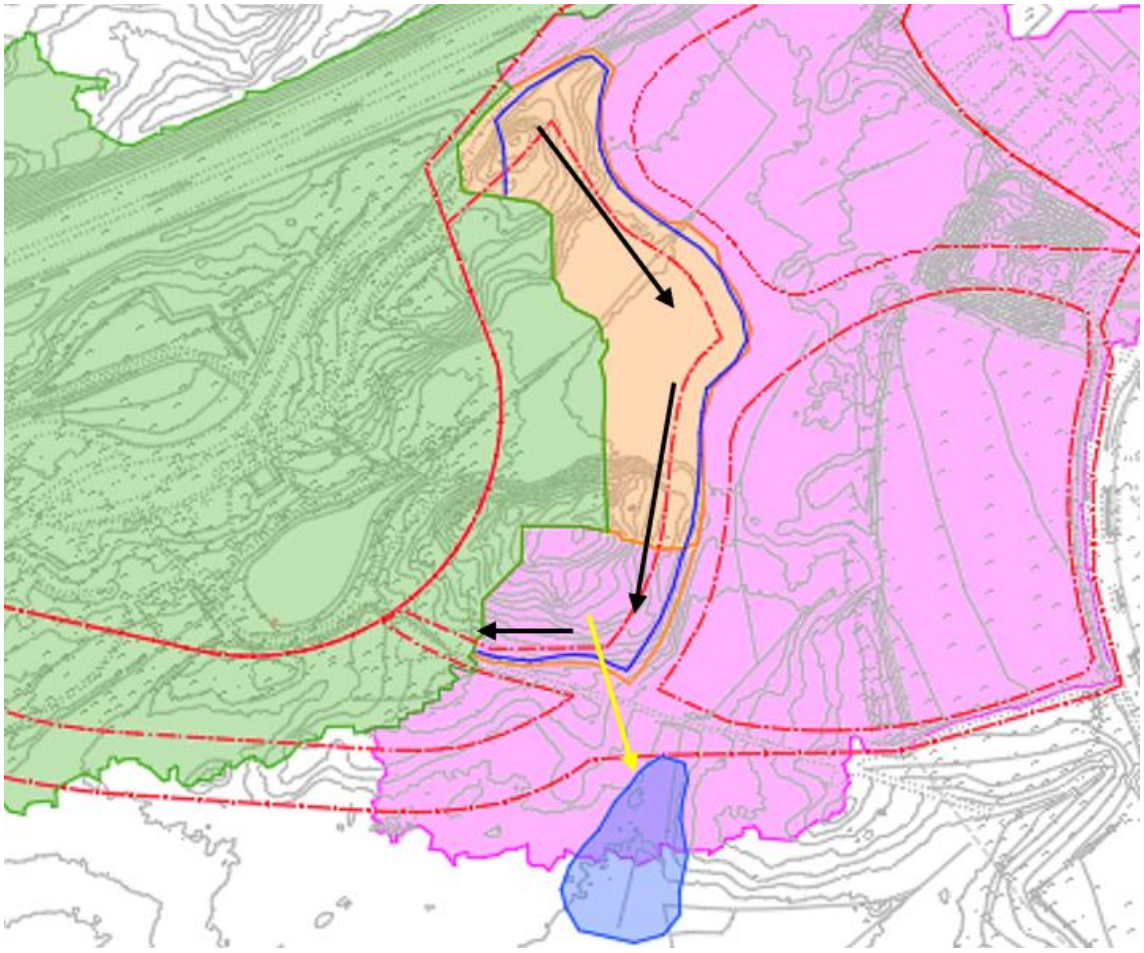
Figur 11. Föreslagen dagvattenhantering för avrinningsområde B i form av damm söder om planområdet. Bild från Scalgo Live.

I Figur 11 visas att höjdsättningen av den norra fastigheten blir ett instängt område med en översvämning över hela ytan. Detta föreslås justeras med höjdsättning inom fastigheten, samt avledning med trummor till diken längs vägarna.

AVRINNINGSOMRÅDE C

Avrinningsområde C är ett instängt avrinningsområde som uppstår från avrinningsområde A efter exploatering. Detta avrinningsområde bildas till följd av vägar som byggs samt att massor planeras att placeras i avrinningsområdet, vilket kommer resultera i en högre marknivå. Eftersom det inte är bestämt hur massorna ska placeras är det svårt att förutse hur avrinningen från massupplaget kommer att utvecklas. Vattnet kan antingen rinna västerut och nå avrinningsområde A genom massorna, eller söderut och följa ett dike längs den planerade vägen där det slutligen rinner in i avrinningsområde A och Krokstorpsdammen, se Figur 12 för illustration. Då massutbredningen inte är fastställd har ingen föroreningsberäkning gjorts för avrinningsområdet, men skulle behov finnas finns möjlighet att avleda vattnet via en kulvert under vägen till avrinningsområde B för vidare transport till dagvattendammen, se gul pil i Figur 12. Det innebär en ökad fördröjningsvolym i dammen med drygt 50 m^3 enligt Tabell 2.

Flödesberäkningar för avrinningsområde C som utgår från att vattnet leds i dike längs vägen mot Krokstorpsdammen resulterar i ett flöde på 83 l/s för ett klimatanpassat 30-årsregn. I Bilaga A visas föreslagen dagvattenhantering för hela planområdet.



Figur 12. Möjlig avledning för avrinningsområde C.

4.3 FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Föroreningar beräknas i StormTac som är ett webbaserat verktyg för att bedöma föroreningsbelastning från dagvatten från olika typer av områden och kan även

användas för att bedöma reningseffekt i olika typer av dagvattenanläggningar. Beräkningarna utgår från schablonvärden och ska därför endast tolkas som en indikation på vilka halter och mängder som riskerar att transporteras med dagvatten från ett visst område och inte som exakta värden.

Med hjälp av StormTac (V. 20.2.2) har en föroreningssimulering gjorts. Ett regn på 1094,5 mm/år har använts, dvs. en genomsnittlig regnmängd för Borås Stad. Markanvändningen är hämtad från exploateringsunderlaget givet i utredningen.

Föroreningsberäkningarna har genomförts baserat på följande parametrar:

- I kapitlet gällande flödesberäkningarna presenteras avrinningsområden. För föroreningsberäkningarna genomförs endast beräkningar på avrinningsområde B, detta då det är här kvartersmarken och exploateringen planeras. I avrinningsområde A sker inte några större förändringar mer än en väg, vars utformning+ÅDT ej är fastställd och i avrinningsområde C planeras mjukmassor att deponeras, vars utbredning ej är fastställd.

- Föroreningsberäkningar sker endast på allmänna anläggningar.

- Enligt överenskommelse med Borås Energi och Miljö används riktvärden från Borås (Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Borås centralort (COWI, 2017). Dessa används endast som en indikation för att få en uppfattning om hur föroreningshalterna förväntas bli med föreslagen reningsanläggning.

- Markanvändningen före exploatering är detsamma som för flödesberäkningarna. För föroreningar har 80% av exploaterad mark räknats i StormTac som lätt förorenad industrimark och resterande 20% har räknats som grönyta.

- Avrinningsområde B simuleras med rening i en dagvattendamm. Dammen har en permanent vattenyta på 2300 m^2. Förhållandet mellan permanent vattenyta och avrinningsområdet reducerade area kallas för regressionskonstant och föreslås ligga mellan 70-400 (Svenskt vatten, 2019). Regressionskonstanten är minst 380 för dagvattendammen. För lägre regressionskonstant i beräkningarna rekommenderas en mer utförlig utformning av dammen med olika djupnivåer eller liknande.

- Reningsanläggningarna har översiktligt dimensionerats och arbetats in i StormTac-analysen. Mer detaljerad dimensionering av anläggningarna görs i projekteringsstadiet.

- För resultat se Bilaga B.

4.3.1 AVRINNINGSOMRÅDE B

För avrinningsområde B överskrider föroreningshalterna av kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni) och suspenderat material (SS) Borås Stads riktvärden före exploatering. Efter exploatering utan rening överskrids även riktvärden för bly (Pb), koppar (Cu) och zink (Zn). I Bilaga B redovisas även mängdberäkningar i kg/år för respektive förorening. Däremot saknas riktvärden för dessa mängdberäkningar, vilket gör att de inte kan jämföras.

Reningen av föroreningarna föreslås ske i en våt dagvattendamm med en regressionskonstant på 380. Efter exploatering och rening av avrinningsområde B

ligger föroreningshalterna för samtliga ämnen, förutom kadmium (Cd), under riktvärdet. Reningseffekten för kadmium (Cd) har dock låg säkerhet, vilket innebär att värdet är osäkert. Den generella reningseffekten för alla föroreningar är relativt hög, med undantag för kväve och kvicksilver som har uppskattade reningseffekter på 27% respektive 48%.

5 SKYFALLSMODELLERING

5.1 MODELL, UNDERLAG OCH ANTAGANDEN

För att beräkna översvämningsdjup och avrinningsvolymer från området före och efter exploatering har beräkningsverktyget MIKE+, modellversion 2023, använts. Tre olika modeller har tagits fram för att visa på den ökade belastningen som den nya exploateringen medför samt den effekt som föreslagna åtgärder har på den totala avrinningen nedströms:

1. Nulägesmodellen – beskriver området som det ser ut idag.
2. Framtidsmodellen – beskriver området efter exploatering, baserat på det underlag vi fått från kommunen.
3. Åtgärdsmodellen – beskriver området efter exploatering, baserat på det underlag vi fått från kommunen samt med åtgärder inlagda med syfte att minska belastningen nedströms och undvika översvämningar vid bebyggelse (befintlig och planerad).

Samtliga modeller är baserade på följande underlag:

1. Laserskannad höjddata från Lantmäteriet
2. Infiltrationsvärden och lagringskapacitet i mark utifrån jordartskarta från SGU
3. Markanvändning utifrån SCALGOs markanvändningskarta
4. Trummor inmätta av kommunen

Utöver dessa underlag har planområdet modifierats i Framtids- och Åtgärdsmodellen för att beskriva området som det är tänkt att se ut efter exploatering. Industritomterna har antagits ha en hårdgörningsgrad på 80 % och uppläggningen för mjukmassor har höjdsatts och antagits motsvara grönyta med avseende på hårdgörning och infiltration. Den nya vägen har lagts till, både i höjdmodellen och genom att hårdgöra den yta som vägen upptar. Utöver dessa ändringar har Åtgärdsmodellen dessutom kompletterats med samtliga föreslagna åtgärder: diken, trummor och en fördröjningsyta (vidare beskrivning av dessa åtgärder ges i avsnitt 5.2).

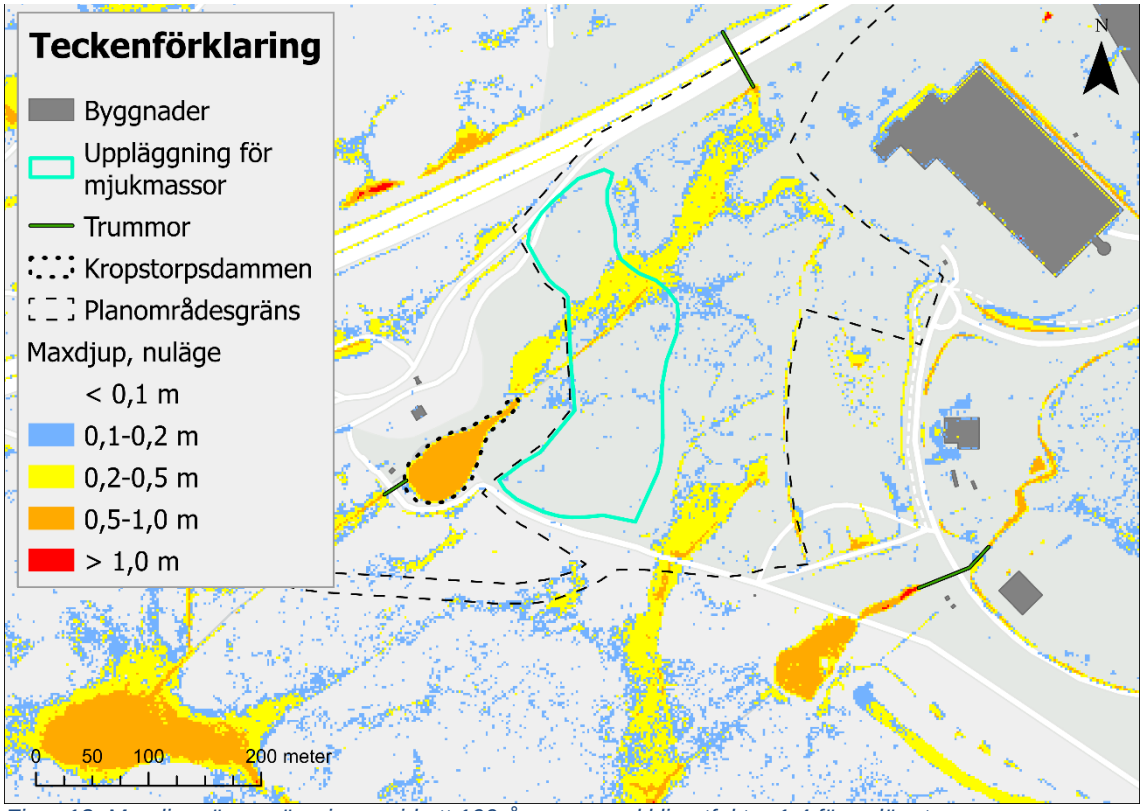
Modellerna är markavrinningsmodeller och det finns inget ledningsnät (utöver trummor) beskrivet. Istället har ledningsnätet beskrivits implicit genom ett avdrag på det regn som belastar de hårdgjorda ytorna i modellen. Regnet har i dialog med kommunen valts till ett 100-årsregn med en timmes varaktighet och klimatfaktor 1,4. Varaktigheten har valts utifrån den så kallade koncentrationstiden för modellområdet, det vill säga hur lång tid det tar för vattnet att rinna från punkten längst uppströms i området till punkten längst nedströms. Klimatfaktorn har valts utifrån MSB:s nya rekommendationer från 2023 och motsvarar den uppskattade förändringen i nederbördsmängd enligt klimatscenario RCP 8,5 fram till år 2100. Avdraget för ledningsnätet har valts så att det motsvarar ett 10-årsregn vilket enligt publikation P110 av Svenskt Vatten motsvarar minimikravet på återkomsttid vid dimensionering av nya ledningsnät i områden med gles bostadsbebyggelse. För tät bostadsbebyggelse är minimikravet på återkomsttid vid dimensionering av nya ledningsnät högre, 20 år, men

då kunskap om planerad säkerhetsnivå för vare sig ledningsnätet i planområdet eller ledningsnätet utanför planområdet saknades vid genomförandet av denna utredning gjordes ett konservativt antagande för att undvika en underskattning av översvämningsrisken. Då ledningsnätet inte är beskrivet i detalj kan översvämningar överskattas i punkter där det verkliga ledningsnätet tar in vatten med en kapacitet som är större än det schablonmässiga avdraget, och underskattas där vatten i verkligheten blir stående.

Vad gäller trummorna har endast trummor som är 500 mm i diameter eller större beskrivits i modellen, då mindre trummor inte visade sig ha någon betydande funktion vid en första modellkörning med samtliga trummor inlagda. Ett undantag är utloppet från Krokstorpsdammen som är 400 mm i diameter, då den visade sig ha en betydande funktion för vattenbalansen i Krokstorpsdammen.

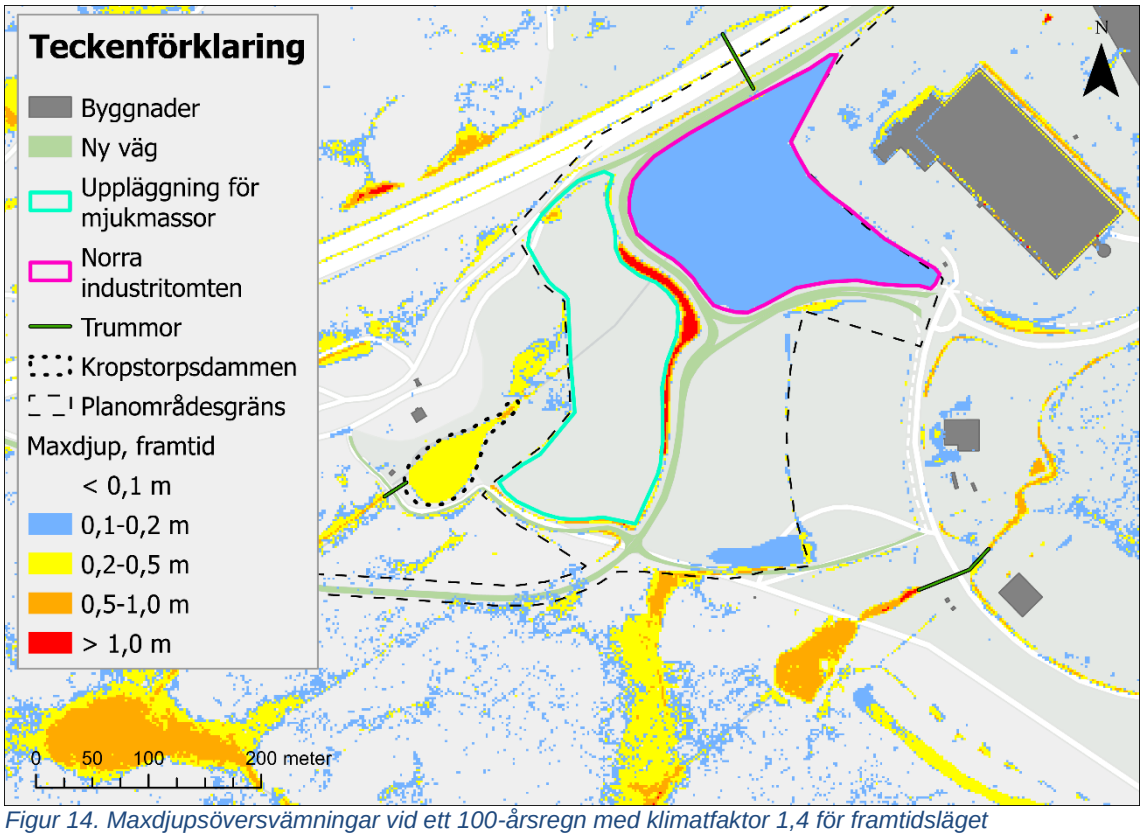
5.2 MARKÖVERSVÄMNINGAR

I Figur 13 visas maxdjupen för de översvämningar som uppstår vid ett skyfall (100-årsregn med klimatfaktor 1,4) enligt nulägesmodellen. Då översvämningarna i området når sin topp vid olika tidpunkter representerar maxdjupskartan inte en specifik tidpunkt under skyfallsförloppet, utan visar det maximala översvämningsdjupet som uppstår i varje enskild beräkningscell under simuleringen. Figuren visar att det idag finns ett rinnstråk som går tvärs över det område som är tänkt att göras om till en uppläggning för mjukmassor (turkos polygon). Detta rinnstråk förser i nuläget Krokstorpsdammen som ligger strax väster om området med vatten. Stora delar av resterande planområde blir också översvämmat i dagsläget.



Figur 13. Maxdjupsöversvämningar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för nuläget (Nulägesmodellen).

I Figur 14 visas maxdjupen för de översvämningar som uppstår enligt Framtidsmodellen, det vill säga då området exploaterats enligt de underlag som erhållits från kommunen. Då den nya uppläggningen för mjukmassor (turkos polygon) blir en barriär för vattnet som tidigare gick till Krokstorpsdammen, samlas det istället upp i diket mellan den nya vägen (i grönt) och uppläggningen för mjukmassor. När diket fylls upp rinner en liten del av denna vattenansamling, ca 100 m³, vidare mot Krokstorpsdammen (prickad linje i svart), men höjdsättningen tillåter inte att diket avvattnas på ett effektivt sätt. Den norra industritomten (rosa polygon) drabbas av översvämningar som täcker hela dess yta med ett djup som under skyfallets varaktighet uppgår till 11 cm. Detta sker då vägen som kantar tomten ligger på en något högre nivå än själva tomten, och stänger in vattnet som faller på tomten. Då 80 % av tomten dessutom är hårdgjord finns ingen chans för vattnet att infiltrera. Den totala volymen som ställer sig på tomten uppgår till hela 3200 m³.



Figur 14. Maxdjupsöversvämningar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för framtidsläget (Framtidsmodellen).

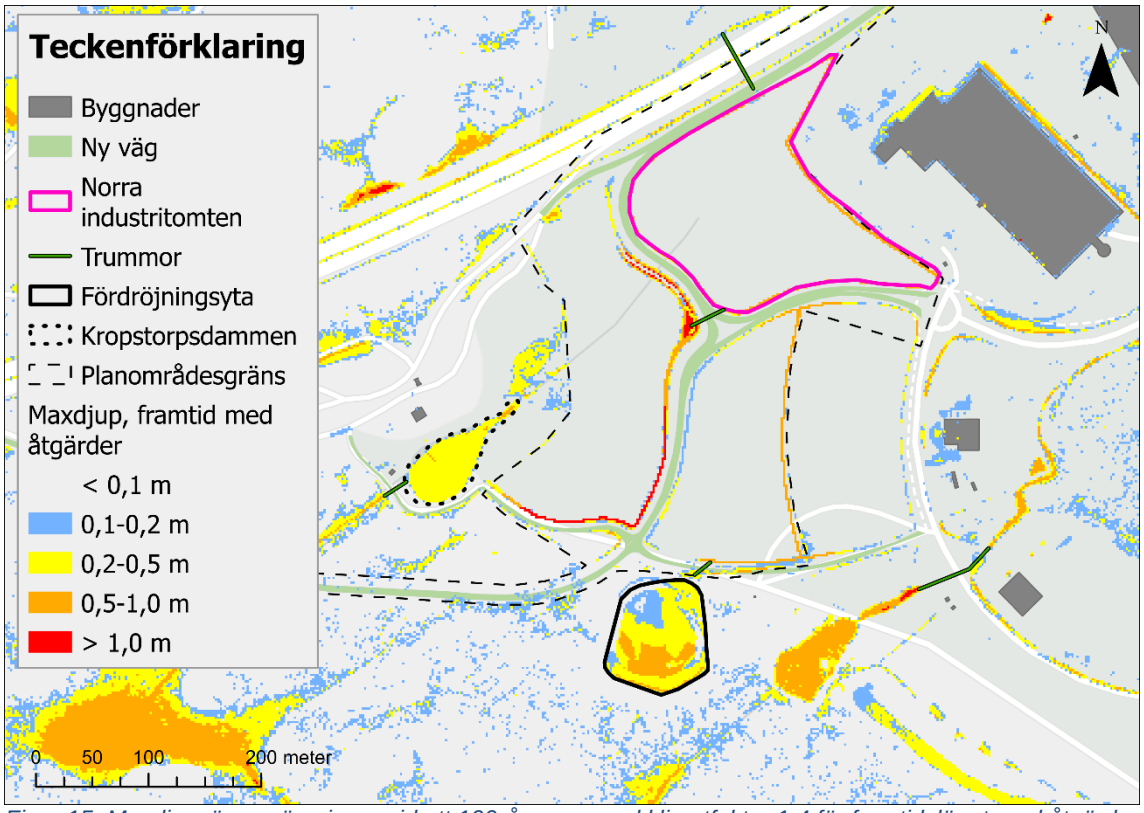
För att undvika de översvämningar som uppkommer på den norra industritomten i Framtidsmodellen (Figur 14) föreslås att diken anläggs mellan tomtmark och väg, så att vatten kan samlas upp och ledas vidare. Detta föreslås för både den norra och södra industritomten. För diket längs den planerade uppläggningen för mjukmassor föreslås att diket grävs ut så att en kontinuerlig lutning ner mot Krokstorpsdammen, längs uppläggningens östra och södra gräns, erhålls. På så sätt erhålls en mer effektiv avvattning av planområdet, samtidigt som tillförseln av vatten till Krokstorpsdammen kan säkerställas. För att fördröja den ökade avrinning som bedöms ske då en större andel av området blir hårdgjort i samband med exploatering föreslås anläggandet av en fördröjningsyta strax söder om den södra industritomten. Denna yta eller dagvattendamm är även tänkt att ha en renande funktion. Då arbetet med att ta fram

denna yta skedde parallellt i de olika teknikområden som samarbetade i framtagandet av denna rapport skiljer sig ytan som visas här jämfört med den skiss som presenterades i avsnitt 4.2.1. Dock är det endast ytan som skiljer sig. Kapaciteten är densamma, 2000 m^3, och ytan har därför samma fördröjande funktion i skyfallsmodellen.

För att uppnå en effektiv avvattning av området föreslås anläggandet av två trummor med dimension 500 mm, en mellan den norra industritomten och diket längs uppläggningen för mjukmassor, och en mellan södra industritomten och föreslagen fördröjningsyta. Genom denna utformning kan stora flöden ledas från norra industritomten via diket mot Krokstorpsdammen, medan den södra industritomten kan avvattnas söderut mot fördröjningsytan. Samtliga av dessa åtgärder är inlagda i Åtgärdsmodellen och visas, tillsammans med resultaten från modellen, i Figur 15.

För den norra industritomten finns behov av avvattnande diken längs västra, södra och östra gränsen av tomten. På så vis kan det vatten som kommer från avrinningsområdet österifrån (ca 500 m^3 vid ett skyfall) ledas via diket längs östra kanten av tomten söderut och sen vidare via diket längs södra kanten av tomten mot trumman som förbinder diket med diket invid uppläggningen för mjukmassor som går mot Krokstorpsdammen. Själva kvartersmarken kan förslagsvis avvattnas primärt mot diket längs västra kanten av tomten för att avlasta de andra dikena som tar vattnet som kommer österifrån. Det bedöms inte finnas något behov av att anlägga ett dike längs norra kanten av tomten, mellan tomten och riksväg 40, då denna sträcka inte mottar några större vattenmängder uppströms ifrån. Dock måste det säkerställas att tomten kan höjdsättas på ett sådant sätt att den avvattnas mot de andra dikena, det vill säga västerut, söderut och österut. Om detta inte säkerställs riskerar vägen norr om tomten att översvämmas vid ett skyfall, vilket kan påverka framkomligheten. För den södra industritomten behövs enligt modelleringen diken längs alla tomtens gränser. Dessutom krävs det med nuvarande höjdsättning ett dike tvärs igenom tomten i nord-sydlig riktning. Dikets placering i modellen framgår av vattenstråket i orange på södra industritomten längs planområdets östra gräns i Figur 15. Om befintlig mark öster om denna gräns som i nuläget lutar inåt mot mitten av södra industritomten höjdsätts på ett sådant sätt att den kan avvattnas norrut, söderut eller österut finns inget behov av detta avskärande dike. I modellen har dikena skapats genom att sänka ner marken ca 80 cm med två pixlars bredd vilket motsvarar 4 m. Dikena har alltså i detta skede endast utformats schablonmässigt för att erhålla en avvattnande funktion. I ett senare skede, i samband med att kvartersmarken höjdsätts, kommer dikena behöva finjusteras då dikeskapaciteten beror på både bredd, djup, släntlutning och bottenlutning.

Från Figur 15 kan utläsas att översvämningarna på den norra industritomten (rosa polygon) undviks. Vattnet leds via dikena och vidare genom trumman till diket längs uppläggningen för mjukmassor. Därifrån leds vattnet vidare mot Krokstorpsdammen (prickad, svart polygon). Den föreslagna fördröjningsytan tar upp det flöde som kommer från dikena och via trumman på södra industritomten. Utflödet från fördröjningsytan är i modellen designat för att gå söderut på markytan, men då kapaciteten i fördöjningsytan (ca 2000 m^3) är tillräcklig för att ta emot hela flödet utan att fyllas upp helt sker ingen fortsatt avrinning söderut.

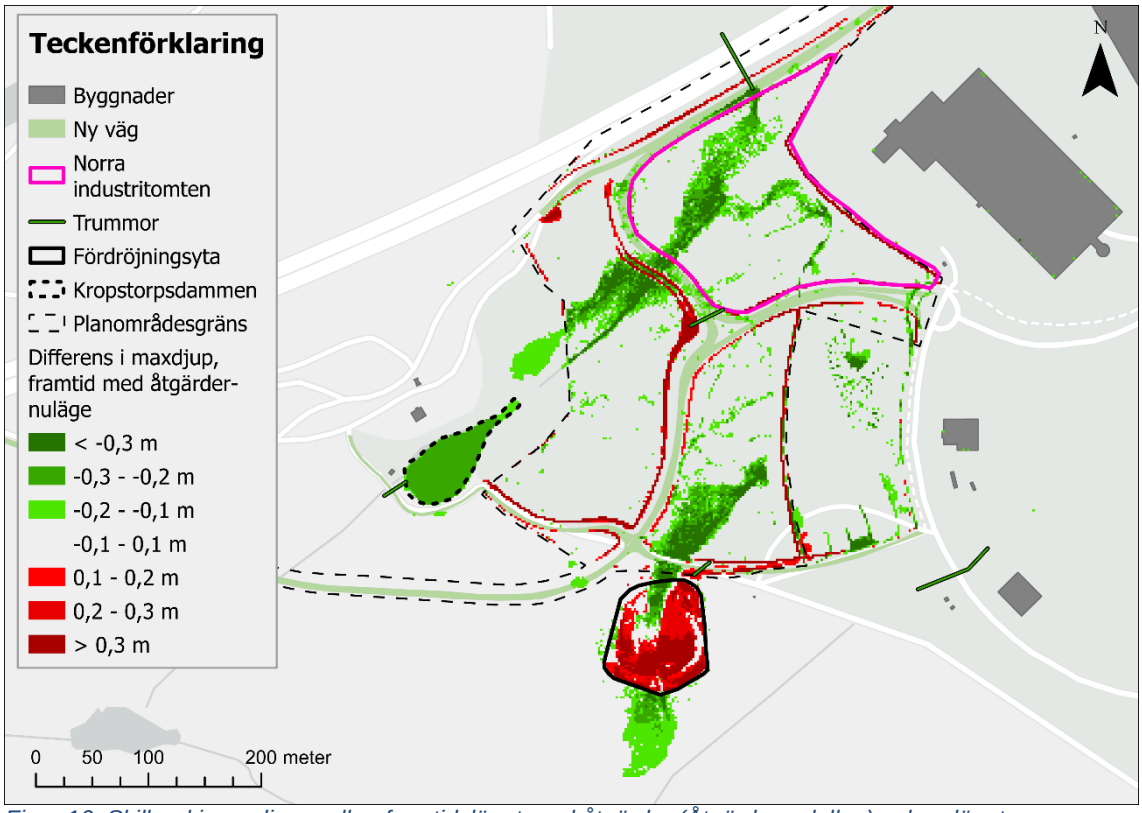


Figur 15. Maxdjupsöversvämningar vid ett 100-årsregn med klimatfaktor 1,4 för framtidsläget med åtgärder inlagda (Åtgärdsmodellen). Åtgärderna inkluderar diken längs gränserna på de nya industritomterna och längs östra och södra gränsen av uppläggningen för mjukmassor, och två nya trummor (en mellan norra industritomten och uppläggningen för mjukmassor och en mellan södra industritomten och fördöjningsytan) och fördröjningsyta (svart polygon).

För att visa på den samlade påverkan från nyexploateringen och föreslagna kompenserande åtgärder jämfört med nuläget har skillnaden i maxdjupsöversvämningar från Åtgärdsmodellen och Nulägesmodellen beräknats. Dessa visualiseras i Figur 16, där grönt motsvarar en *negativ* differens och därmed en *förbättring* och rött en *positiv* differens och därmed en *försämring*. Gränsvärdena för respektive färg framgår av teckenförklaringen i figuren. I övre delen av figuren syns en tydlig förbättring där det tidigare rinnstråket via området som planeras för uppläggning av mjukmassor mot Krokstorpsdammen (prickad, svart polygon) gick. I resterande del av norra industritomten sker det tack vare föreslagna diken och trumman mot diket invid uppläggningen för mjukmassor inte längre någon försämring jämfört med nuläget, då översvämningen som tidigare ställde sig där undviks. I diket längs uppläggningen med mjukmassor, dit flödet leds från norra industritomten via föreslagen trumma, syns ett ökat vattendjup. Detta indikerar att flödet leds som tänkt ut i diket, och vattnet tar sig sedan ner genom diket hela vägen till Krokstorpsdammen. En förutsättning för detta är att diket grävs ut och får en kontinuerlig lutning ner mot dammen, som tidigare nämnt.

Vattnet i Krokstorpsdammen syns i grönt vilket indikerar ett betydligt lägre maxdjup (0,2-0,3 m lägre) i Åtgärdsmodellen jämfört med Nulägesmodellen. Detta kan förklaras av att rinnvägen som i nuläget förser dammen med vatten tvingas gå runt uppläggningen för mjukmassor i framtidsläget. Det tvingas alltså ta en längre väg och toppen på inflödet till Krokstorpsdammen jämnas därför ut.

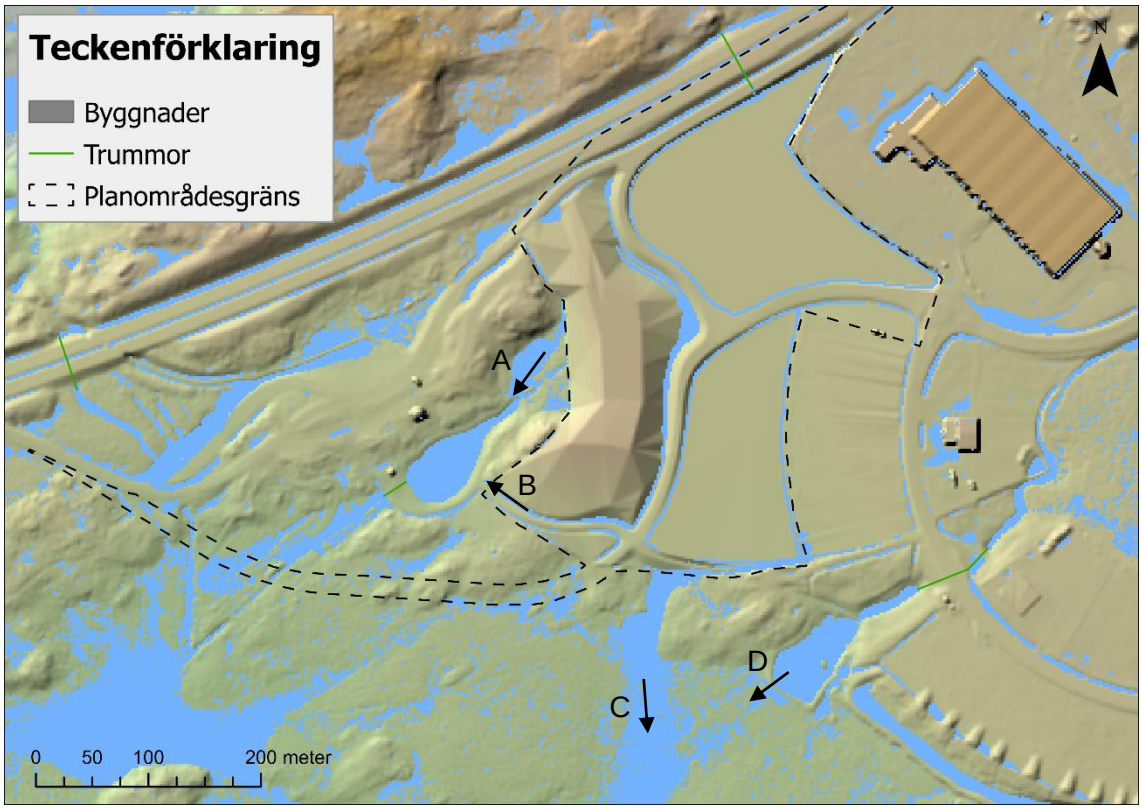
En tydlig förvärring syns inom det område som föreslagits som fördröjningsyta (svart, heldragen polygon). Ytan fylls upp med 0,4-0,5 m vatten, och tar emot hela det flöde som kommer från den södra industritomten. En tydlig förbättring syns direkt söder om fördröjningsytan, där vattnet i nuläget rinner vidare söderut.



Figur 16. Skillnad i maxdjup mellan framtidsläget med åtgärder (Åtgärdsmodellen) och nuläget (Nulägesmodellen).

5.3 RINNVÄGAR OCH FLÖDEN

För att bedöma hur vattenbalansen inom området och belastningen på nedströms liggande områden förändras vid exploatering har flöden längs fyra huvudrinnvägar ut från området beräknats för respektive modell. Dessa visas och benämns som A, B, C, och D i Figur 17. Rinnvägarna A och B förser Krokstorpsdammen med vatten norrifrån och från diket längs uppläggningen för mjukmassor. Rinnvägarna C och D avvattnar området söderut, och går ihop i en gemensam rinnväg längre nedströms. Den fördröjningsyta som föreslås skulle som ett alternativ kunna anläggas i punkten där dessa flöden går ihop för att fördröja dels det vatten som kommer norrifrån från planområdet, men också det flöde som kommer från området strax öster om planområdet. Effekten av fördröjningsytan skulle därmed kunna bli mer effektiv. Dock innebär det längre avståndet från den nya vägen en större utmaning vad gäller tillgängligheten till och driften av fördröjningsytan.



Figur 17. Rinnvägar ut från planområdet. Pilar noterade som A och B visar de rinnvägar som avvattnar den västra delen av planområdet mot Krokstorpsdammen, och pilarna C och D visar hur den östra delen av planområdet avvattnas söderut.

I Tabell 4 presenteras beräknade ackumulerade flöden längs rinnvägarna ut från området för respektive modell. Det totala ackumulerade flödet presenteras för jämförelse i sista raden. I nuläget rinner ett stort flöde, 3300 m³, via rinnväg A till Krokstorpsdammen, medan flödet via rinnväg B är obefintligt. Stora flöden rinner också ut från området via rinnväg C och D, 2100 m³ respektive 7100 m³.

I framtidsläget utan åtgärder minskar flödet längs rinnväg A drastiskt på grund av uppläggningen för mjukmassor som blir en barriär, och uppgår till endast 500 m³. Ett

mindre flöde på ca 100 m³ når också Krokstorpsdammen via diket. Det totala flödet till Krokstorpsdammen är alltså kraftigt reducerat jämfört med nuläget, utan vidare åtgärder. Stora flöden går ut från området via rinnväg C och D, 2800 m³ respektive 6900 m³. Det större flödet längs rinnväg C jämfört med nuläget var väntat då det kommer från det exploaterade området som får en ökad andel hårdgjorda ytor i samband med exploateringen. Däremot blir flödet via rinnväg D något mindre jämfört med nuläget, 6900 m³ jämfört med 7100 m³. Detta flöde förväntades vara oförändrat då det kommer från området öster om planområdet som inte förändras i samband med exploateringen. Vid en närmare analys av flödet kunde ingen orsak till flödesminskningen hittas, då inga skillnader i avrinningsområdet eller rinnvägarna som förser rinnväg D med vatten kunde identifieras. Vid stora flöden genom trummor, såsom den som leder vattnet från området öster om planområdet till dammen som mynnar ut i rinnväg D (visas i grönt i Figur 17), uppkommer ofta små instabiliteter i modellen. Dessa ger en liten osäkerhet i modellresultatet, och då flödesminskningen endast utgör knappt 3 % av de totala flödena bedöms flödena likvärdiga. Denna bedömning styrks av att flödet längs rinnväg D i den tredje modellen (Åtgärdsmodellen) hamnar mitt emellan resultatet från Nulägesmodellen och Framtidsmodellen (7000 m³). Även detta resultat borde vara samma som det för Nulägesmodellen, då inga åtgärder görs i området öster om planområdet.

I framtidsläget med åtgärder erhålls en mer effektiv avrinning från nyexploateringen. I och med att diket grävs ut och får en lutning hela vägen ner mot Krokstorpsdammen ökar flödet via rinnväg B från 100 m³ till 3700 m³. Det totala flödet till Krokstorpsdammen bedöms därför bli större än i nuläget, trots att maxdjupet beräknas bli lägre (se Figur 16). Detta kan förklaras av att inflödestoppen planas ut då vattnet tvingas gå en längre väg, runt uppläggningen för mjukmassor, innan det når Krokstorpsdammen, jämfört med nuläget.

I och med anläggandet av en fördröjningsyta på 2000 m³ söder om den södra industritomten hindras vattnet från att rinna vidare söderut längs rinnväg C. Flödet via rinnväg D är i stort sett oförändrat jämfört med nuläget, 7000 m³ jämfört med 7100 m³. Totalt sett erhålls en mindre ackumulerad avrinning från området för framtidsläget med åtgärder jämfört med nuläget, 11200 m³ jämfört med 12500 m³. För framtidsläget utan åtgärder erhålls en ännu mindre total ackumulerad avrinning, 10300 m³, men där kvarstår problemet med en drastiskt minskad tillförsel av vatten till Krokstorpsdammen och översvämning av hela den norra industritomten.

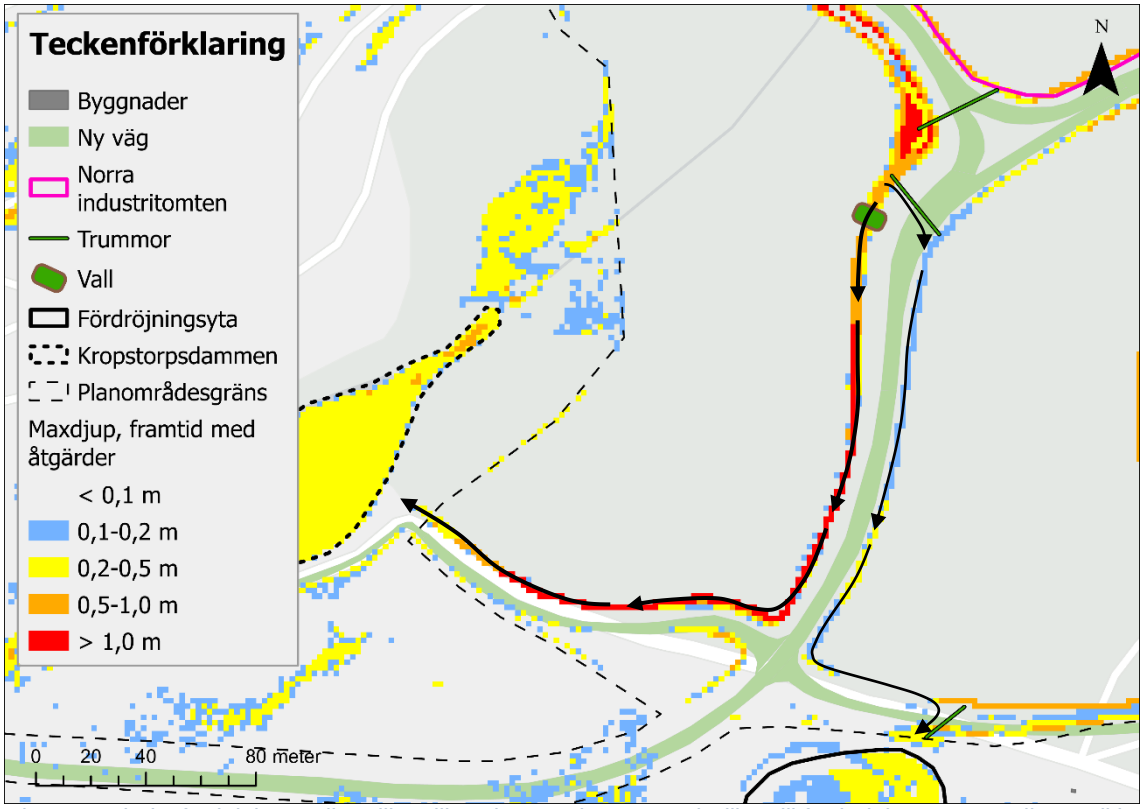
Tabell 4. Ackumulerade flöden längs rinnvägarna ut från området (A-D) för nuläget (Nulägesmodellen), framtidsläget utan åtgärder (Framtidsmodellen) och framtidsläget med åtgärder (Åtgärdsmodellen).

Rinnväg	Ackumulerat flöde (m³)		
	Nulägesmodellen	Framtidsmodellen	Åtgärdsmodellen
A	3300	500	500
B	0	100	3700
C	2100	2800	0
D	7100	6900	7000
Totalt	12500	10300	11200

5.4 NORRA INDUSTRITOMTEN

För skyfallsscenarion har flödet från den norra industritomten föreslagits att ledas till diket invid uppläggningen för mjukmassor, för att sedan ledas vidare till Krokstorpsdammen. Detta för att i största möjliga mån bibehålla vattenbalansen i Krokstorpsdammen. Ur ett dagvattenperspektiv är det dock inte lämpligt att leda hela

flödet dit, då Krokstorpsdammen inte är utformad för rening, och hela flödet därmed släpps orenat vidare nedströms. För att uppnå en kompromiss är ett alternativ att anlägga någon form av bräddanordning i diket invid uppläggningen för mjukmassor. Till exempel skulle en liten vall kunna anläggas i diket som leder om mindre flöden, till exempel flöden upp till ett 2-årsflöde, in via en liten trumma till diket som kantar den södra industritomten. Detta mindre flöde kan då ledas via detta dike söderut och via trumman mot fördröjningsytan för att där renas. Samtidigt kan större flöden brädda över vallen och rinna vidare mot Krokstorpsdammen. Principlösningen för detta presenteras i Figur 18, där pilarna anger flödesfördelningen via diket mot fördröjningsytan och över vallen och via diket mot Krokstorpsdammen. Se även Bilaga A med föreslagen skyfallshantering.



Figur 18. Flödesfördelning mellan diket till Krokstorpsdammen och diket till fördröjningsytan. En liten vall i diket invid uppläggningen för mjukmassor leder om små flöden till diket som går söderut mot fördröjningsytan. Samtidigt flödar större flöden, som till exempel vid skyfall, över vallen och vidare mot Krokstorpsdammen. Flödena är indikerade med svarta pilar, där de fetstilta pilarna är menade att indikera ett större flöde.

Då förutsättningarna för utformningen av denna anordning beror på höjdsättning av kvartersmark och väg, har denna lösning inte testats i modellerna för denna utredning. En översiktlig beräkning ger dock att ca 400 m^3 av vattnet som kommer från den norra industritomten (motsvarande ett 2-årsregn med en timmes varaktighet) behöver ledas om till fördröjningsytan för att renas. Detta kan göras med en mindre trumma (mindre än 500 mm). Exakt dimension på trumman som krävs behöver utredas i ett senare skede, när kvartersmark och diken har höjdsatts. Då 2-årsflödet endast motsvarar ca 10 % av det totala flödet som leds i diket vid beräknat skyfall bedöms inte denna omledning av flödet påverka vattenbalansen nämnvärt. Vid mindre regnmängder finns dock en risk att flödet till Krokstorpsdammen reduceras jämfört med nuläget då större delen av flödet från industrimarken går till fördröjningsytan.

6 HYDROGEOLOGISK BESKRIVNING

Utifrån tillgänglig information bedöms Krokstorps damm, vid Boråstorpet, i huvudsak försörjas av ytvatten via diket samt grundvatten från norra delen av detaljplanen (beskriven som avrinningsområde A i avsnitt 4.1). I och med det planerade massupplaget skapas en slags flödesbarriär inom avrinningsområde A. Massupplaget kommer att medföra att vattnet antingen kommer att flöda genom massorna västerut eller så kommer vattnet att rinna söderut och följa ett dike längs den planerade vägen där det slutligen rinner in i avrinningsområde A och Krokstorps damm. I och med att de nordöstra delarna av avrinningsområde A kommer att hårdgöras samt med hjälp av förändrade marknivåer kommer flöden inom detta område att avledas i sydlig riktning (motsvarande den naturliga flödesriktningen inom avrinningsområde B). Det innebär att viss reducering av flödet inom avrinningsområde A, vilket förser Krokstorps damm med vatten. I det fall man leder bort vattnet via kulvert under vägen till avrinningsområde B för vidare transport till föreslagen dagvattendamm, enligt vad som framgår i Figur 12 i avsnitt 4.2.2, kommer flödet till Krokstorps damm reduceras ytterligare jämfört med nuläget.

Inom avrinningsområde B, se avsnitt 4.1, kommer ytorna inom kvartersmarken att hårdgöras. Det kommer begränsa grundvattenbildningen lokalt i avrinningsområdet men föreslagen dagvattenhantering leder vattnet i samma riktning som nuvarande, vilket medför att vattenbalansen i ett större perspektiv blir oförändrad. Vattnet från avrinningsområdet kommer att fördröjas vid en föreslagen damm, precis söder om planområdet, se Figur 11i avsnitt 4.2.2, för att sedan ledas söderut mot samma områden som idag (Ryds mosse är belägen en bit söder om planområde). Vattenflödena bibehålls således inom samma område och får ett mindre tillskott från nuvarande avrinningsområde A (se ovan beskrivning).

Stora delar av torvområdena kommer att exploateras i och med planerat planområde. De torvområden, inom avrinningsområde A, som är lokaliserade utanför planområdet kommer fortsatt att förses med nederbörd och grundvatten, om än i något mindre utsträckning. Beroende på hur massupplaget utformas, till exempel om de understa lagren är permeabla, kan eventuellt fortsatt vatten att flöda genom massupplaget och fortsatt genom kvarvarande torvområde.

7 PÅVERKAN PÅ RECIPIENT

Efter simuleringen av rening i StormTac överskrider endast kadmium riktvärdet för föroreningshalt efter rening i dagvattendammen. Det beräknade värdet har dock låg säkerhet, vilket innebär att halten kan vara både högre och lägre än vad som beräknats. Riktvärdet för fosfor har också en låg säkerhet, men eftersom riktlinjer för fosfor saknas kan det inte jämföras.

En osäkerhet kring framtida föroreningsbelastning beror på att markanvändningen i planområdet ännu inte är fastställd. Vilken typ av verksamhet som anläggs kommer att påverka belastningen. Markanvändningen i avrinningsområde B har beräknats som 80% industriområde (mindre förorenat) och 20% grönyta. Det finns dock flera sätt att utföra simuleringen i StormTac som skulle kunna påverka resultatet. Om markanvändningen hade varit tydligare definierad, hade hårdytorna i avrinningsområde B kunnat delas upp med mer korrekt uppskattad area och representativ avrinningskoefficient, såsom tak, asfalt, parkering och lätt industriområde.

Exploateringen av avrinningsområde B påverkar även alla avrinningsområdens storlekar. Avrinningsområde A förväntas inte påverka föroreningsbelastningen

nämnvärt efter exploatering även om dess avrinningsområde minskar. Detta beror på att inga större förändringar av markanvändningen förväntas genomföras. Avrinningsområde C bildas däremot till följd av planerat massupplägg i avrinningsområde A. Det är fortfarande inte klargjort hur detta ska deponeras, men troligen kommer massupplägget inte öka föroreningsbelastningen på grund av dess porösa material. Avrinningsområde B får en större area efter exploatering än innan. Detta i kombination med att markanvändningen också exploateras med hårdgjord yta jämfört med före exploatering kommer öka föroreningsbelastningen till avtappningspunkten.

En annan påverkande faktor är regressionskonstanten för dagvattendammen. För att skapa en bättre rening i dammen kan regressionskonstanten höjas, men förmodligen beror egentligen en förbättrad rening på utformningen av dammen. Dammen har inte projekterats, vilket gör att halterna är påverkningsbara beroende på hur dammen utformas med djup, permanent vattenyta och volym.

De ökade flödena från exploateringsområdena kommer att hanteras inom respektive fastigheter enligt kravet för fastighetsmark samt även i den allmänna dagvattendammen enligt fördröjningskraven i denna utredning. För avrinningsområde B bör en fördröjningsyta anläggas utanför nuvarande detaljplanegränsen, om inte fördröjningsytan anläggs så kommer flödet från avrinningsområde B att öka ut till recipienten. Det rekommenderas att denna dagvattendamm implementeras innanför planområdesgränsen, dvs att gränsen utökas.

För att allt vatten som behöver renas ska komma till dammen från avrinningsområde B behöver trummor under vägar anpassas efter syfte. Det är föreslaget en trumma från den norra kvartersmarken till avrinningsområde C, vilket riskerar att avleda allt vatten från norra delen av avrinningsområde B till Krokstorpsdammen. Krokstorpsdammen är troligtvis inte utformad för rening och driftas inte av BEM, vilket gör den olämplig för mottagande av förorenat vatten. För att avleda det förorenade vattnet till våtdammen söder om planområdet föreslås en trumma i mindre dimension mellan avrinningsområde C och B för att leda tillbaka ett ungefärligt 2-årsregn motsvarande ”first flush”, vilket innehåller mest föroreningar. Flödesfördelningen illustreras i Figur 18 under skyfallsavsnittet. Vid en sådan utformning minskar fördröjningsvolymen i den föreslagna dammen söder om planområdet, men den presenterade dammen kan fortsatt ta emot hela fördröjningsvolymen från avrinningsområde B.

Riktvärdena från Borås Stad (Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Borås centralort, COWI, 2017) är inte några gränsvärden för just den här recipienten utan fungerar mer som en indikation i vilken storleksordning halterna kan hamna. Vid simulering av exempelvis dike i StormTac förekommer ofta svårigheter att uppnå hög reningsgrad, vilket i sin tur kan ha en påverkan på föroreningshalterna i resultatet. Recipienten för utredningsområdet är Västersjön. Västersjöns ekologiska status och MKN påverkas enligt VISS (2024) av kvalitetsfaktorerna fisk och försurning. Den kemiska statusen påverkas av att flera prioriterade ämnen inte uppnår god status (difenyleter samt kvicksilver- och kvicksilverföreningar). I samtliga Sveriges vattendrag uppnås ej god status avseende kvicksilver, så en icke ökad belastning ut från exploaterade områden avseende kvicksilver bedöms vara positiv. Mängden kvicksilver minskar enligt beräkningarna ut från utredningsområdet efter exploatering med rening jämfört med före exploatering. Flertalet ämnen ligger också i nivå med eller precis över den beräknade befintliga belastningen av föreningsmängder (kg/år). Inga ämnen kopplade till försurning bedöms påverka recipienten negativt efter exploatering.

Föroreningsberäkningarna är gjorda på den markanvändning som ligger till grund för den här utredningen. Vid förändrad markanvändning behöver föroreningsberäkningarna uppdateras för att säkerställa att utredningsområdet inte minskar möjligheten för recipienten att uppnå MKN.

8 SLUTSATSER OCH REKOMMENDATIONER

Dagvatten:

- Den effektiva volymen som behöver fördröjas inom den norra kvartersmarken är 210 m^3. Inom den södra kvartersmarken behöver en effektiv volym av 320 m^3 fördröjas. Rekommenderade dagvattenlösningar är åtgärder med både fördröjning och rening.

- Dagvatten från allmän platsmark föreslås hanteras främst genom öppna dagvattenlösningar i form av täta diken och dammar, med några få trummor och kulvertar. Utformning av dammar och diken är förslag och bör ses över i projekteringsskede.

- För avrinningsområde A beror flödesökningen efter exploatering till största delen på en högre återkomsttid och ökad klimatfaktor och enbart delvis på grund av ökad hårdgörningsgrad. Ungefärlig flödesökning är från 357 l/s till 459 l/s. Fördröjningsvolymen i avrinningsområde A uppgår till ca 90 m^3 och kan fördröjas i diken längs de nya vägarna.

- Med föreslagen dagvattenhantering bedöms det att tillräcklig fördröjning sker för att inte belasta Ryds mosse negativt. Även om ingen större fördröjning sker inom allmän platsmark för avrinningsområde A, bedöms det ökade flödet från avrinningsområde A inte ha en negativ effekt på Ryds mosse.

- Enligt beräkningar för dagvattenflöden i avrinningsområde B ökar flödet från 320 l/s innan exploatering till 1031 l/s efter exploatering. En del av flödesökningen beror på användandet av klimatfaktor, men den största ökningen sker på grund av att marken exploateras och blir mindre genomsläpplig. Fördröjning inom allmän platsmark uppgår till ca 2100 m^3 i avrinningsområde B.

- Rening av dagvatten från avrinningsområde B med de båda planerade fastigheterna föreslås ske i en gemensam dagvattendamm nedströms, strax utanför nuvarande plangräns.

- För att allt vatten som behöver renas ska nå dagvattendammen behövs en fördelning av flöden från norra delen av avrinningsområde B där större flöden går till Krokstorpsdammen och mindre flöden går till dagvattendammen.

- Dagvattenanläggningar gynnsamma ur ett reningsperspektiv kan vara fördelaktiga på kvartersmark, vilket tillsammans med rening på allmän platsmark ger ytterligare säkring för att föroreningar inte påverkar recipienten negativt ur föroreningsaspekt.

- Hårdgörning av ytorna inom planområdet kommer att minska grundvattenbildningen lokalt. Delar av naturliga avrinningsområde A kommer att hårdgöras, vilket minskar grundvattenbildning inom det avrinningsområde efter exploatering.

- Viss reducering av flödet av både ytvatten och grundvatten till Krokstorps damm kan förväntas i och med att delar av nuvarande naturliga avrinningsområde, efter exploatering kommer att hårdgöras och avrinna via avrinningsområde B i en mer sydlig riktning. Större flöden föreslås fortsatt ledas till dammen via trummor och diken.

- Med rening efter exploatering i avrinningsområde B överskrider endast kadmium riktlinjen för dess föroreningshalt. I avrinningsområde A och C utförs inga föroreningsberäkningar. Markanvändningen simulerades för den exploaterade marken som 80% industrimark och 20% grönyta, vilken har en hög föroreningsbelastning för dagvattnet. Vid förändrade markarealer behöver föroreningsberäkningarna uppdateras. Dammen behöver dimensioneras i projekteringsstadiet för att säkerställa att den uppfyller de krav som ställs för rening och fördröjning.

- Dagvattenlösningarna, förorenings- och flödesberäkningarna har utförts utifrån de förutsättningar som har presenterats i rapporten. Om andelen hårdgjord yta ökar behöver en större mängd dagvatten omhändertas inom utredningsområdet, föroreningsbelastningen förändras och beräkningarna behöver göras om för att säkerställa en god dagvattenhantering.

Skyfall:

- För att undvika översvämningar på industritomterna vid ett skyfall krävs att diken anläggs mellan väg och tomt som kan samla upp vattnet och leda det vidare via trummor. Med nuvarande höjdsättning krävs dessutom ett avskärande dike genom den södra industritomten. Detta dike kan dock uteslutas om marken i södra industritomtens östra del höjdsätts så att den istället kan avvattnas mot dikena längs tomtens gränser.

- För effektiv avledning av vatten vid ett skyfall föreslås anläggandet av två trummor inne på industritomterna, en mellan den norra industritomten och diket längs upplaget för mjukmassor, och en mellan den södra industritomten och föreslagen fördröjningsyta. Dimensionen på trummorna bedöms behöva vara minst 500 mm för en effektiv avledning av vatten från de föreslagna dikena. Exakt placering och dimension av dessa trummor behöver utredas i ett senare skede när det finns en höjdsättning av kvartersmarken, då kapaciteten påverkas kraftigt av trummans lutning.

- Den föreslagna fördröjningsytan med en kapacitet på 2000 m^3 bedöms fungera väl även vid ett skyfall.

- Kombinationen av föreslagna åtgärder (diken, trummor och fördröjningsyta) bedöms kompensera för den ökade avrinningen som den nya exploateringen innebär vid ett skyfall, samtidigt som vattentillförseln till Krokstorpsdammen säkerställs.

9 REFERENSER

Nivå fastbotten/befintlig markyta, Kanonaden Entreprenad, 2020-09-10

Länsstyrelsens externa WebbGIS, *geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=6ab7fcca7c3e45ad8d84ebd38bd962ad* – hämtad 2021-03-10

MSB, Publikation MSB2260 (2023): Metod för skyfallskartering av tätorter

Scalgo live

Svenskt Vatten, Publikation P110 (2019): Avledning av dag-, drän- och spillvatten

Svenskt Vatten, Publikation P104 (2011): Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.

Svenskt Vatten, Publikation P105 (2011): Hållbar dag- och dränvattenhantering.

Svenskt Vatten, Publikation P83 (2001): Allmänna vattenledningsnät.

VISS onlinetjänster

SGUs Kartvisare, Sveriges Geologiska Undersökning, 2021-11-10

Svenskt Vatten, Rapport Nr 2019-20 (2019): Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten.

10 BILAGOR

Bilaga A – Skiss föreslagen dagvatten- och skyfallshantering
Bilaga B – Föroreningshalter i dagvatten
Bilaga C – Beräkning av dagvattenflöden

KOORDINATSYSTEM: SWEREF 99 13 30
HÖJDSYSTEM RH 2000

FÖRKLARINGAR

PLANOMRÅDESGRÄNS

ANVÄNDNINGSGRÄNS

FÖRESLAGNA LEDNINGAR OCH ANORDNINGAR

DIKE

TRUMMA

VALL

FLÖDESRIKTNING

DAGVATTENDAMM

SKALA 1:1000

0 5 10 20 50 100
METER

ANMÄRKNINGAR

UTFORMNINGEN ÄR ETT FÖRSLAG

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

SLUTRAPPORT

BORÅSTORPET VIARED

TYRÉNS

UPPDRAG NR	RITAD AV	HANDLÄGGARE
342770	L.O.	L.O. / V.A.
DATUM	ANSVARIG	
2024-10-15	J.WINBERG	

BILAGA A
FÖRESLAGEN DAGVATTEN- OCH SKYFALLSHANTERING PLAN

SKALA	NUMMER	BET
1:1000 (A1)	BILAGA A	

Plotted: 2024-10-15 10:09:41 by Linda Oscarsson
Path: D:\GBG\342770\R\Riden\Bilaga A.dwg

TYRÉNS

2024-10-15
Slutrapport

BILAGA B - FÖRORENINGSHALTER I DAGVATTEN

OMRÅDE B

I Tabell 1 visas föroreningshalterna för dagvatten och basflöde före exploatering. Inga halter överskrider jämförelsevärdena.

Tabell 1. Tabellen visar föroreningshalterna för dagvatten + basflöde före exploatering. Rödmarkerat visar ämnen som överskrider riktvärdena.

Ämne	Riktvärden BEM	Före exploatering
P (µg/l)		97
N (µg/l)		1400
Pb (µg/l)	7	4,1
Cu (µg/l)	16	13
Zn (µg/l)	66	30
Cd (µg/l)	0,2	0,25
Cr (µg/l)	5	6,8
Ni (µg/l)	4	4,2
Hg (µg/l)		0,038
SS (µg/l)	25 000	32000
Olja (µg/l)	1000	480

I Tabell 2 visas föroreningshalter för dagvatten och basflöde efter exploatering med och utan rening.

Tabell 2. Tabellen visar föroreningshalterna efter exploatering med och utan rening i sedimentationsmagasin (dagvatten + basflöde). Dessa jämförts med riktvärdena från Borås. Rödmarkerat illustrerar att jämförelsevärdena har överskridits.

Ämne	Riktvärden BEM	Efter exploatering utan rening	Efter exploatering med rening	Reningseffekt [%]
P (µg/l)		210	72	65
N (µg/l)		1500	1000	30
Pb (µg/l)	7	9,4	2,7	71
Cu (µg/l)	16	24	8,7	64
Zn (µg/l)	66	140	37	73
Cd (µg/l)	0,2	0,67	0,27	59
Cr (µg/l)	5	6,0	1,2	81
Ni (µg/l)	4	8,2	2,6	68

Hg (µg/l)		0,043	0,022	48
SS (µg/l)	25 000	58000	12000	80
Olja (µg/l)	1000	1000	160	85

Ämne: Parametern Minsta möjliga utloppshalt har minskat beräknad reningseffekt.			Minsta möjliga
Ämne: Max reningseffekt har uppnåts (röd kantlinje)			Max reningseffekt
Uträknat: Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet

Figur 1. Beskrivning av reningseffektens färgklassificering

Tabell 3. Tabellen visar föroreningsmängder (Kg/år).

Ämne (kg/år)	Före exploatering	Efter exploatering utan rening	Efter exploatering med rening
P	6,2	22	7,5
N	89	150	110
Pb	0,26	0,97	0,28
Cu	0,81	2,5	0,91
Zn	1,9	14	3,9
Cd	0,016	0,07	0,029
Cr	0,43	0,62	0,12
Ni	0,27	0,85	0,27
Hg	0,0024	0,0044	0,0023
SS	2000	6000	1200
Olja	30	110	16

2024-10-15
Slutrapport

BILAGA C - BERÄKNING AV DAGVATTENFLÖDEN

Dagvattenflöde inom utredningsområdet före och efter exploatering har beräknats för avrinningsområden A, B och C. Avrinningsområde B och C har beräknats med rationella metoden (se kap 1), medan avrinningsområde A har beräknats med tid-area metoden. Enligt Svenskt Vatten P110 (2019) är tid-area metoden är en grafisk metod som används för områden större än 20 ha. Metoden grundar sig i rationella metoden, men skiljer sig åt genom att dela in avrinningsområdet i delområden med olika rinntider. Detta utförs för att ge en mer översiktlig beräkning för större områden för att bättre kunna ta hänsyn till varierande rinntider.

Beräknade dagvattenflöden och fördröjningsvolymer presenteras nedan för hela området samt för kvartersmark.

1 DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

Rationella metoden enligt Svenskt Vatten P110 har använts för att beräkna dimensionerande flöden, se ekvation 1:

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

där
$q_{d\,dim}$ = Dimensionerande flöde, [l/s]
A = Avrinningsområdets area, [ha]
φ = Avrinningskoefficient [-]
$i(t_r)$ = Dimensionerande nederbördsintensitet, [l/s*ha]
t_r = Regnets varaktighet [minuter]

Avrinningskoefficienter för olika ytor anges i P110. Intensiteten är en funktion av både återkomsttid och varaktighet.

Intensiteten beräknas enligt Dahlströms formel i Svenskt Vatten P104, se ekvation 2:

$$i_{Å} = 190 * \sqrt[3]{Å} * \frac{\ln(T_R)}{T_R{}^{0,98}} + 2 \qquad (2)$$

där
$i_{Å}$ = Regnintensitet, [l/s, ha]
T_R = Regnvaraktighet, [minuter]
Å = Återkomsttid [månader]

För framtida scenarier multipliceras intensiteten med en klimatfaktor på 1,25.

På kvartersmark gäller att fördröjning av dagvatten skall göras inom fastigheten beroende på hur stor andel som är hårdgjord. För fastigheter som har hårdgjord yta större än 1000 m² skall fördröjningsåtgärder vidtas enligt Borås Energi och Miljös Riktlinjer för dimensionering av dagvattensystem vid detaljplaneläggning i Borås Stad (2023). Fördröjningsmagasin med

en effektiv volym av 1 m^3 per 100 m^2 hårdgjord yta skall anläggas och fastighetsägare ansvarar för dessa anläggningar.

2 MARKANVÄNDNING

Markanvändningen vilken flödesberäkningarna baseras på visas i Tabell 1 till och med Tabell 6. Markanvändningen före exploatering baseras på ortofoto och grundkarta. Markanvändningen efter exploatering utgår ifrån skisser och information tillhandahållen av Borås Stad.

För exploateringsområdena finns inga hårdgjorda ytor framtagna och ett antagande har gjorts om att 80% av ytan bli exploaterad i form av hårdgjorda ytor medan 20% antas bli grönyta som inte hårdgörs. Fördelningen av hårdgjorda ytor är framtagen i enighet med BEM.

2.1 AVRINNINGSOMRÅDE A

Tabell 1. Tabellen visar markanvändningen i utredningsområdet före exploatering för avrinningsområde A.

Före exploatering **Område A**	**Markanvändning**	**Area (ha)**	**Red. Area (ha)**	**Avrinningskoefficient**
	Tak	0,028	0,025	0,90
	Asfalt/Betong	3,1	2,47	0,80
	Grusplan	0,17	0,034	0,20
	Grusväg	0,69	0,34	0,40
	Gräsyta	21	2,1	0,10
Sammanvägd avrinningskoefficient				
Totalt		**≈ 25**	**4,97**	

Tabell 2. Tabellen visar markanvändningen i utredningsområdet efter exploatering för avrinningsområde A.

Efter exploatering **Område A**	**Markanvändning**	**Area (ha)**	**Red. Area (ha)**	**Avrinningskoefficient**
	Tak	0,028	0,025	0,90
	Asfalt/Betong	2,4	1,95	0,80
	Grusplan	0,17	0,033	0,20
	Grusväg	0,27	0,108	0,40
	Gräsyta	14,2	1,42	0,10
Sammanvägd avrinningskoefficient				
Totalt		**≈ 17,1**	**3,54**	

2.2 AVRINNINGSOMRÅDE B

Tabell 3. Tabellen visar markanvändningen i utredningsområdet före exploatering för avrinningsområde B.

Före exploatering Område B	Markanvändning	Area (ha)	Red. Area (ha)	Avrinningskoefficient
	Tak	0,37	0,33	0,90
	Asfalt/Betong	0,53	0,42	0,80
	Grusplan	0,96	0,19	0,20
	Grusväg	2,7	1,08	0,40
	Gräsyta	5,1	0,50	0,10
Sammanvägd avrinningskoefficient				**0,26**
Totalt		**9,65**	**2,53**	

Tabell 4. Tabellen visar markanvändningen i utredningsområdet efter exploatering för avrinningsområde B.

Efter exploatering Område B	Markanvändning	Area (ha)	Red. Area (ha)	Avrinningskoefficient
	Tak	0,37	0,33	0,90
	Asfalt/Betong	7,35	5,88	0,80
	Grusplan	1,03	0,21	0,20
	Grusväg	0,02	0,01	0,40
	Gräsyta	6,59	0,66	0,10
Sammanvägd avrinningskoefficient				**0,46**
Totalt		**15,36**	**7,09**	

2.3 AVRINNINGSOMRÅDE C

Avrinningsområde C finns inte som eget avrinningsområde före exploatering, men för att få en uppfattning om teoretiskt förändrat flöde från området till Krokstorpsdammen utförs beräkningar för området även före exploatering för ett befintligt 10-årsregn.

Tabell 5. Tabellen visar markanvändningen i utredningsområdet före exploatering för avrinningsområde C.

Före exploatering Område C	Markanvändning	Area (ha)	Red. Area (ha)	Avrinningskoefficient
	Asfalt/Betong	0,025	0,020	0,8
	Gräs	2,33	0,23	0,1
Sammanvägd avrinningskoefficient				**0,11**
Totalt		**2,36**	**0,25**	

Tabell 6.Tabellen visar markanvändningen i utredningsområdet efter exploatering för avrinningsområde C.

Efter exploatering **Område C**	**Markanvändning**	**Area (ha)**	**Red. Area (ha)**	**Avrinningskoefficient**
	Asfalt/Betong	0,10	0,08	0,8
	Gräs	2,26	0,23	0,1
Sammanvägd avrinningskoefficient				**0,13**
Totalt		**2,36**	**0,31**	

2.4 KVARTERSMARK

Fördelningen av mark mellan hårdgjord och permeabel yta på kvartersmark visas i Tabell 7.

Tabell 7. Markanvändning efter exploatering på kvartersmark.

Fastighet	Area (m^2)	Hårdgjord yta (80%) (m^2)	Grönyta (20%) (m^2)
Norra	25 735	20 588	5147
Södra	39 989	31 992	7998

3 DAGVATTENFLÖDEN OCH ERFORDERLIG MAGASINSVOLYM

Beräkningarna utgår ifrån följande krav för allmän platsmark:

- dagvattenflöden efter exploatering för ett klimatanpassat 30-års regn stryps till ett befintligt 10-årsregn
- fördröjningsvolymer enligt krav på allmän platsmark tar inte hänsyn till eventuell fördröjning på kvartersmark.

Före exploatering används ingen klimatfaktor. Efter exploatering multipliceras intensiteten med en klimatfaktor på 1,25 för att ta hänsyn till framtida scenarion.

3.1 AVRINNINGSOMRÅDE A

FÖRE EXPLOATERING
Klimatfaktor har inte inkluderats vid beräkning av flödet före exploatering. Beräkningar utförda med tid-areametoden.

Tabell 8. Flöden före exploatering för område A.

Varaktighet	Återkomsttid	Regnintensitet	Deltagande yta	Tillrinning
[minuter]	*[år]*	*[l/s ha]*	*[ha]*	*[l/s]*
10	10	228	0,83	189,7
20	10	151	1,66	251,4
30	10	115,7	2,50	289,0
40	10	95	3,33	316,4
50	10	81,3	4,16	338,3
60	***10***	***71,4***	***4,99***	***356,6***
70	10	63,9	4,99	319,2

EFTER EXPLOATERING

Efter exploatering används klimatfaktor 1,25.

Tabell 9. Flöden och erforderlig magasinsvolym efter exploatering för område A. Beräkningarna inkluderar en klimatfaktor på 1,25.

Varaktighet	*Återkomst-tid*	*Regnintensitet inkl. klimatfaktor*	*Deltagande yta*	*Tillrinning*	*Utflöde*	*Erforderlig magasinvolym*
[minuter]	*[år]*	*[l/s ha]*	*[ha]*	*[l/s]*	*[l/s]*	*[m3]*
10	30	409,9	0,60	245,6	356,6	-
20	30	271,2	1,20	325,0	356,6	-
30	30	207,5	1,80	373,1	356,6	-
40	30	170,2	2,40	408,0	356,6	-
50	***30***	***145,4***	***3,00***	*435,8*	356,6	**90,8**
60	30	127,6	3,60	458,9	356,6	-
70	30	114,1	3,60	410,3	356,6	-

3.2 AVRINNINGSOMRÅDE B

FÖRE EXPLOATERING

Klimatfaktor har inte inkluderats vid beräkning av flödet före exploatering.

Tabell 10. Flöden före exploatering för område B.

Varaktighet	*Återkomsttid*	*Regnintensitet*	*Deltagande yta*	*Reducerad area*	*Tillrinning*
[minuter]	*[år]*	*[l/s ha]*	*[ha]*	*[ha]*	*[l/s]*
10	10	489	0,59	0,06	28,87
20	10	323	2,20	0,24	77,08
30	10	247	3,94	0,45	111,30
40	10	202	4,64	0,68	137,51
50	10	173	6,55	*1,26*	216,94
60	10	152	7,29	1,54	233,81
70	***10***	***135***	***8,79***	***2,36***	***319,93***
80	10	123	9,01	2,41	295,31
90	10	112	9,43	2,49	280,22
100	10	104	9,65	2,53	263,87

EFTER EXPLOATERING
Efter exploatering används klimatfaktor 1,25.

Tabell 11. Flöden och erforderlig magasinsvolym efter exploatering för område B. Beräkningarna Inkluderar en klimatfaktor på 1,25.

Varaktighet	*Återkomsttid*	*Regnintensitet inkl. klimatfaktor*	*Deltagande yta*	*Red. area*	*Tillrinning*	*Utflöde*	*Erforderlig magasinsvolym*
[minuter]	*[år]*	*[l/s ha]*	*[ha]*	*[ha]*	*[l/s]*	*[l/s]*	*[m3]*
10	30	410	0,49	0,05	20,17	319,93	-
20	30	271	1,69	0,29	79,89	319,93	-
30	30	208	1,97	0,34	71,48	319,93	-
40	30	179	8,06	4,01	681,90	319,93	868,73
50	***30***	***145***	***15,35***	***7,09***	***1030,66***	***319,93***	***2132,20***

3.3 AVRINNINGSOMRÅDE C

FÖRE EXPLOATERING

Klimatfaktor har inte inkluderats vid beräkning av flödet före exploatering.

Tabell 12. Flöden före exploatering för område C.

Varaktighet	*Återkomsttid*	*Regnintensitet*	*Deltagande yta*	*Reducerad area*	*Tillrinning*
[minuter]	*[år]*	*[l/s ha]*	*[ha]*	*[ha]*	*[l/s]*
10	10	228	1,65	0,17	37,65
20	***10***	***151***	***2,36***	***0,25***	***38,22***

EFTER EXPLOATERING
Efter exploatering används klimatfaktor 1,25.

Tabell 13. Flöden och erforderlig magasinsvolym efter exploatering för område C. Beräkningarna inkluderar en klimatfaktor på 1,25.

Varaktighet	*Återkomsttid*	*Regnintensitet inkl. klimatfaktor*	*Deltagande yta*	*Red. area*	*Tillrinning*	*Utflöde*	*Erforderlig magasinsvolym*
[minuter]	*[år]*	*[l/s ha]*	*[ha]*	*[ha]*	*[l/s]*	*[l/s]*	*[m3]*
10	30	410	1,65	0,21	85,44	38,22	28,33
20	***30***	***271***	***2,36***	***0,31***	***83,09***	***38,22***	***53,85***

3.4 KVARTERSMARK

Fastighet	Hårdgjord yta (80%) (m^2)	Effektiv fördröjningsvolym (m^3)
Norra	20 588	**206**
Södra	31 992	**320**