

ÖREBRO KOMMUN

DAGVATTENUTREDNING FÖR PLANPROGRAM TYBBLEÄNGEN

2021-06-18



wsp

DAGVATTENUTREDNING FÖR PLANPROGRAM TYBBLEÄNGEN

Örebro Kommun

KONSULT

WSP Samhällsbyggnad

Box 8094
700 08 Örebro
Besök: Krontorpsgatan 1
Tel: +46 10-722 50 00
WSP Sverige AB
Org nr: 556057-4880
wsp.com

KONTAKTPERSONER

Anders Lind
Jenny Johansson
Frida Blomér

anders.lind@orebro.se	019-21 13 76
jenny.johansson@wsp.com	010-722 77 09
frida.blomer@wsp.com	010-722 70 30

PROJEKT
Tybbleängen - dagvattenutredning

UPPDRAGSNAMN
Tybbleängen - dagvattenutredning

UPPDRAGSNUMMER
10318265

FÖRFATTARE
Frida Blomér, Sofia Eriksson

DATUM
2021-06-18

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV
Kristina Wilén

GODKÄND AV
Jenny Johansson

INNEHÅLL

1	SAMMANFATTNING	5
2	BAKGRUND	6
2.1	SYFTE	6
2.2	DAGVATTENSTRATEGI FÖR ÖREBRO KOMMUN	6
2.3	ÖVERGRIPANDE PRINCIPER FÖR FÖRDRÖJNING OCH RENING	7
2.4	PROJEKTSPECIFIKA PRINCIPER FÖR FÖRDRÖJNING OCH RENING	7
3	FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTEN	8
3.1	ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING	8
3.2	TOPOGRAFI	9
3.3	GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN	10
3.4	FÖRORENAD MARK	11
3.5	OMRÅDESSKYDD	11
3.6	BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING OCH AVRINNINGSFÖRHÅLLANDEN	12
3.6.1	Befintliga ledningar och dagvattenanläggningar	12
3.6.2	Avrinningsområde	13
3.6.3	Områden uppströms	15
3.6.4	Instängda områden och översvämningrisker	16
3.6.5	Höga flöden	16
3.7	RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER	17
3.7.1	Miljö kvalitetsnormer för ytvatten	17
3.7.2	Recipient för dagvatten	17
3.8	MARKAVVATTNINGSFÖRETAG	18
3.9	OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK	20
3.10	ÖVRIGA GENOMFÖRDA UTREDNINGAR	22
4	FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN	23
5	BERÄKNINGAR	24
5.1	DIMENSIONERANDE FLÖDEN	24
5.1.1	Hela utredningsområdet	24
5.1.2	Avrinningsområde 1	25
5.1.3	Avrinningsområde 2	25
5.1.4	Avrinningsområde 3A	25
5.1.5	Avrinningsområde 3B	25
5.2	MAGASINSVOLYM	26
5.3	FÖRORENINGSINNEHÅLL	27
6	FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING	28
6.1	GENERELLA PRINCIPER FÖR HÖJDSÄTTNING	29
6.2	AVRINNINGSOMRÅDE 1	29
6.2.1	Dagvattenåtgärd	29

6.2.2	Svackdike som fördröjnings- och reningsåtgärd	30
6.2.3	Höjdsättning	30
6.2.4	Föroreningsförhållanden	31
6.3	AVRINNINGSSOMRÅDE 2	32
6.3.1	Dagvattenåtgärd	32
6.3.2	Höjdsättning	33
6.3.3	Växtbädd som fördröjnings- och reningsåtgärd	33
6.3.4	Föroreningsförhållanden	34
6.4	AVRINNINGSSOMRÅDE 3A	35
6.4.1	Dagvattenåtgärd	35
6.4.2	Höjdsättning	37
6.4.3	Damm som fördröjnings- och reningsåtgärd	38
6.4.4	Föroreningsförhållanden	39
6.5	AVRINNINGSSOMRÅDE 3B	40
6.5.1	Dagvattenåtgärd	40
6.5.2	Höjdsättning	41
6.5.3	Damm som fördröjnings- och reningsåtgärd	42
6.5.4	Föroreningsförhållanden	43
6.6	FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING INOM KVARTERSMARK	43
7	SKYFALLSHANTERING OCH LÅGOMRÅDEN	44
7.1	KRITISKA OMRÅDEN ATT TA EXTRA HÄNSYN TILL	44
8	KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER	49
8.1	FLÖDEN OCH FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN EFTER ÅTGÄRDER	49
8.1.1	Avrinningsområde 1	49
8.1.2	Avrinningsområde 2	49
8.1.3	Avrinningsområde 3A	49
8.1.4	Avrinningsområde 3B	49
8.2	PÅVERKAN PÅ RECIPIENTENS STATUS OCH MÖJLIGHETEN ATT UPPNÅ MILJÖKVALITETSNORMERNA	50
8.2.1	Näringsämnen	50
8.2.2	Särskilda förorenande ämnen	50
8.2.3	Prioriterade ämnen	51
9	ATT BEAKTA I PLANPROGRAMMET	52
10	SLUTSATSER	53
10.1	FORTSATT ARBETE	53
11	BILAGOR	54
12	REFERENSER	55

1 SAMMANFATTNING

Örebro kommun håller på att ta fram ett planprogram för en ny stadsdel, kallad Tybbleängen, belägen i sydöstra Örebro mellan Sörbyängen och Örebro Universitet. Planprogrammet ska ligga till grund för kommande detaljplaner. Syftet med dagvattenutredningen är att skapa en helhetsbild av dagvattensituationen och att ge förslag till och placering av principiösa lösningar för att uppnå en hållbar dagvattenhantering.

Utredningsområdet är idag delvis bebyggt, främst på norra sidan av Sörbyängsvägen (som går igenom hela området) men även i östra delen. I områdets norra del ligger ICA Maxi, bostäder, en vårdcentral/äldreboende och ett grönområde. I östra delen ligger en förskola, kontorsbyggnad, skola och kyrka. Södra delen består främst av ett grönområde och ett aktivitetscentrum (Sörbybacken).

Dagvattenhanteringen består idag av ledningsnät för dagvatten från befintliga fastigheter som leds vidare väster ut och norrut. Områdets slutrecipient är Svartån, som redan är hårt belastad. I grönområdet i söder finns på östra sidan av Norrköpingsvägen ett stort lågområde och på västra sidan diken. Dessutom finns golfbanehinder i form av vattensamlingar väster om Norrköpingsvägen. Vattnet leds västerut från området under en trumma vid Sörbyvägen. Nedströms utredningsområdet finns en hårt belastad kulvert. Om planprogrammet kan medföra en minskad belastning på denna så är det positivt. Fördröjningsvolymerna för dagvattenåtgärderna har därför studerats både med utflöde motsvarande ett 2- och ett 5-års regn.

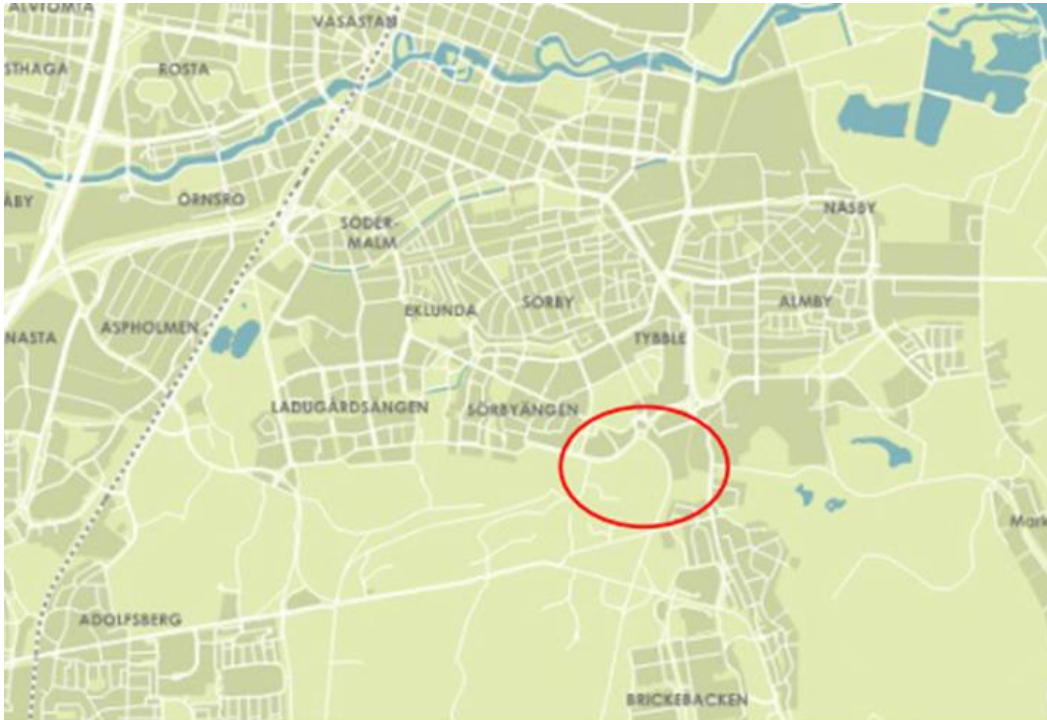
Föreslagen markanvändning inom planprogrammet kommer att leda till ett ökat dagvattenflöde och ökat föroreningsinnehåll till recipienten Svartån. Då avledning från utredningsområdet sker åt olika håll är det viktigt att reservera ytor för dagvattenhantering i olika delar av området. Två dagvattendammar föreslås placeras i de södra delarna dit dagvatten från stora delar av området leds idag. För de norra delarna av utredningsområdet, där stor andel av ytan idag redan är exploaterad, föreslås lösningar i form av svackdiken och växtbäddar som kan fördröja dagvatten från tillkommande, framtida exploatering.

Om föreslagna (eller motsvarande) dagvattenåtgärder implementeras i utredningsområdet finns goda möjligheter att totalt sett minska områdets flödes- och föroreningsutsläpp.

I vissa delar av planprogramområdet behöver markanvändningen studeras vidare ur dagvattensynpunkt. Detta eftersom rinnvägar vid skyfall, befintliga lågpunkter och ytbehov för dagvattenåtgärder påverkar hur marken bör användas.

2 BAKGRUND

Örebro kommun håller på att ta fram ett planprogram för en ny stadsdel, kallad Tybbleängen, belägen i stadens sydöstra del mellan Sörbyängen och Örebro Universitet, se Figur 1. Planprogrammet ska ligga till grund för kommande detaljplaner. Arbetet är i ett tidigt och övergripande planeringsskede. WSP har fått i uppdrag av Örebro kommun, stadsbyggnad Örebro, att utföra en översiktlig dagvattenutredning för området.



Figur 1. Översiktsskarta över utredningsområdet Tybbleängen. (Källa: Örebro kommun, 2021)

2.1 SYFTE

Syftet med dagvattenutredningen är att skapa en helhetsbild av hur dagvattensituationen ser ut i utredningsområdet idag. Syftet är även att ge förslag på olika principlösningar för hur en hållbar dagvattenhantering kan säkerställas i framtiden utifrån planprogrammets förslag till markanvändning. Det är även att föreslå var passande dagvattenåtgärder lämpligen placeras inom området.

2.2 DAGVATTENSTRATEGI FÖR ÖREBRO KOMMUN

Örebro kommun har en dagvattenstrategi från år 2005. En av de övergripande principerna för dagvattenstrategin är att dagvattenfrågorna beaktas tidigt i planeringsarbetet. För att klara framtida förändringar är det viktigt med ett flexibelt dagvattensystem. (Örebro kommun, 2005)

”Grunden i Örebro kommuns synsätt på dagvattenhantering är att:

- *tillförseln av föroreningar till dagvattnet begränsas så långt som möjligt*
- *förorenat dagvatten inte ska blandas med dagvatten med låga föroreningshalter*
- *stadsbyggandet ska ske så att den naturliga vattenbalansen påverkas så lite som möjligt*
- *endast dagvatten med låga föroreningshalter får ledas direkt till en recipient*
- *dagvatten ska användas som en positiv resurs i staden genom att synliggöras för att öka de pedagogiska och estetiska värdena samt öka värdet för naturvården”*

2.3 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER FÖR FÖRDRÖJNING OCH RENING

Grundprincipen för att säkerställa en långsiktigt hållbar dagvattenhantering är att:

1. Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk.
2. Dagvattenflöden ska begränsas genom infiltration och fördröjning.
3. Dagvattnets föroreningsinnehåll ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipienten.

Avsteg från dessa principer kommer att bli svårt att rätta till i ett senare skede. Konflikter kan här uppstå mellan exploatörens önskemål och de restriktioner kommunen måste lägga på utredningsområdet för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering. Eventuella konflikter bör identifieras på ett så tidigt stadium som möjligt.

Föroreningar i dagvattnet är i hög utsträckning partikelbundna. En god rening förutsätter därför en god avskiljning av partiklar, vilket kan ske genom sedimentering eller filtrering. Lösta ämnen kan reduceras genom omvandling via kemiska eller mikrobiologiska processer, samt fastläggas genom ytkemiska processer. Genom upptag i vegetation kan framförallt näringsämnen reduceras.

2.4 PROJEKTSPECIFIKA PRINCIPER FÖR FÖRDRÖJNING OCH RENING

Flöden och volymer beräknas i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Området planläggs för att bli ett tätbebyggt bostadsområde. Enligt Tabell 2.1 i P110 bör då ledningssystem dimensioneras för 5-årsregn vid fylld ledning och för 20-årsregn vid trycklinje i marknivå. Återkomsttiden som används för dimensionering av fördröjnings- och reningsåtgärder är baserad på historiska regnserier. Dessa har inte tagit hänsyn till risken för en ökad regnintensitet i framtiden. Därför rekommenderas i P110 en klimatfaktor på 1,25 användas på regnintensiteten vid nederbörd med kortare varaktighet än en timme.

Enligt Örebro kommun (2021a) är kulvertar nedströms utredningsområdet redan hårt belastade. Det är därför önskvärt att området inte ökar belastningen nedströms jämfört med dagens situation. Med utgångspunkt i detta föreslås fördröjningsåtgärder dimensioneras med ett tillåtet utflöde motsvarande ett 5-årsregn vid befintlig bebyggelse.

Enligt önskemål från Örebro kommun (2021a) har beräkningar för flöden och föroreningar genomförts för ett scenario där fastighetsägaren både renar och fördröjer dagvatten ner till en "hushållsnivå" innan dagvattnet lämnar fastigheten. Detta innebär att dagvattnet som ska tas emot, som ska fördröjas och renas i den allmänna VA-anläggningen, ska motsvara det flöde och den föroreningsgrad som avleds från bostäder, oavsett vilket användningsområde fastigheten har.

För den bebyggelse som finns idag, och som inte avses ändras i planprogrammet, har dock inte detta antagande använts i beräkningarna.

Eventuell ytterligare rening med hänsyn till miljö kvalitetsnormerna ansvarar Tekniska förvaltningen på Örebro kommun för, då de är VA-huvudman. Kommunen önskar i första hand reningsåtgärder i form av samlade lösningar där ytterligare rening och även fördröjning av dagvatten från fastigheter sker, men även av dagvatten från till exempel vägar, parkering och grönytor inom utredningsområdet.

3 FÖRUTSÄTTNINGAR FÖR DAGVATTEN

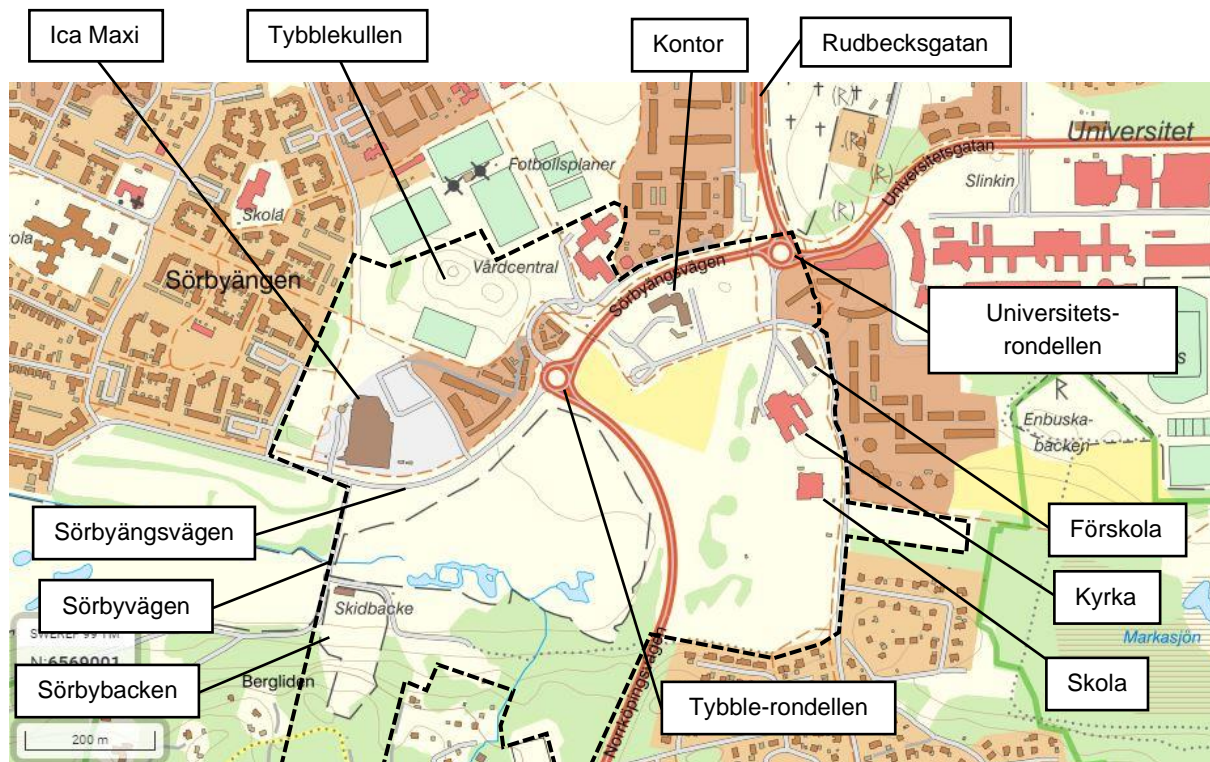
3.1 ÖVERGRIPANDE BESKRIVNING

Planprogrammet för Tybbleängen är beläget i Örebros sydöstra del, mellan Sörbyängen och Örebro universitet, se Figur 1. Området är cirka 59 ha stort.



Figur 2. Befintlig markanvändning, utredningsområde markerat med vitstreckad linje. (Lantmäteriet, 2021)

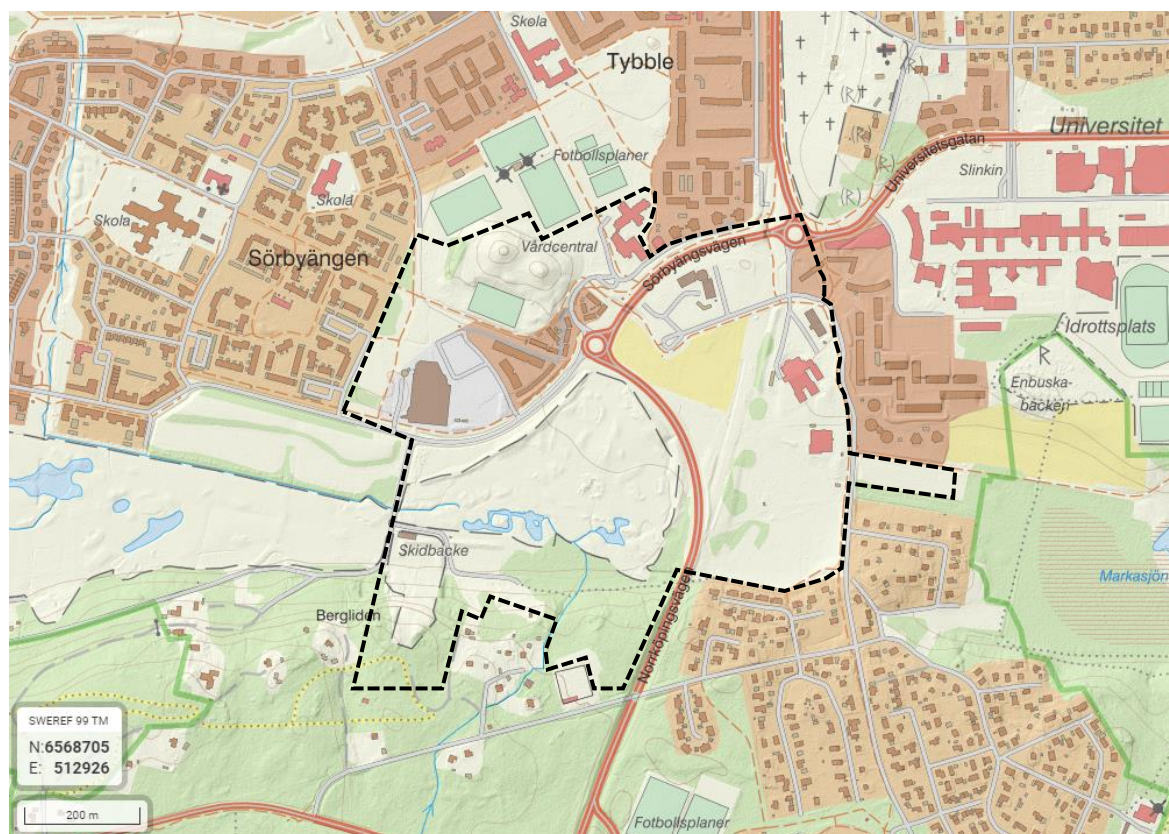
Markanvändningen i områdets norra del består av bostäder, ICA Maxi, en vårdcentral och ett grönområde där Tybblekullen ligger, se Figur 3 nedan. Norr om utredningsområdet ligger bostadsområdet Tybble. I östra delen finns en förskola, kontorsbyggnad, skola och kyrka. Öster om utredningsområdet ligger Örebro universitet. Södra delen består till stor del av ett grönområde med en discgolfbana och ett par golfbanehinder (dammar). Söder om utredningsområdet ligger bostadsområdet Brickebacken. I sydvästra delen ligger aktivitetscentrumet "Sörbybacken" där bland annat höghöjdsbanor, skidbacke och ett ute-gym finns. Väster om utredningsområdet ligger bostadsområdet Sörbyängen. Norrköpingsvägen går från Tybble-rondellen och söderut. Sörbyängsvägen går centralt genom området, se Figur 3.



Figur 3. Karta, där ungefärligt utredningsområde är markerat med svart streckad linje. (Lantmäteriet, 2021)

3.2 TOPOGRAFI

Topografin inom utredningsområdet utgörs av flack mark med bebyggelse och ängar. I norra delen finns ett högre markparti (Tybblekullen), se Figur 4. Söder om området ligger en förkastningsbrant. Terrängen sluttar generellt i två riktningar, den större delen avrinner mot väster och en mindre del åt nordost.

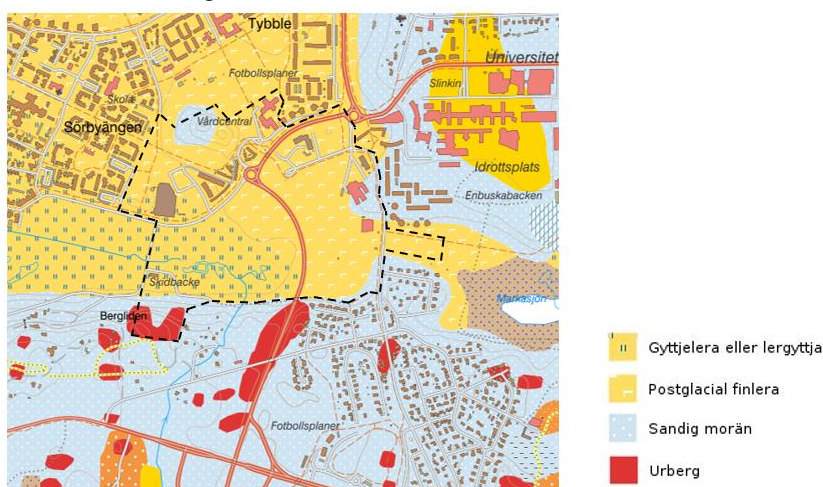


Figur 4. "Bergodalkarta", utredningsområdet är markerat i svart streckad linje. (Lantmäteriet, 2021)

3.3 GEOLOGISKA OCH HYDROGEOLOGISKA FÖRHÅLLANDEN

Enligt SGU:s jordartskarta (SGU, 2021) består utredningsområdet av flera olika jordarter, gyttjelera, postglacial finlera, sandig morän och urberg, se Figur 5. I detaljplanen för Tamarinden som ligger väster om området har en geoteknisk utredning genomförts. Där rekommenderas det att inte fylla upp marken i samband med exploatering av området, i syfte att minimera risken för sättningar. Då jordarten är samma i västra delen av utredningsområdet för Tybbleängens, kan samma förutsättningar antas gälla.

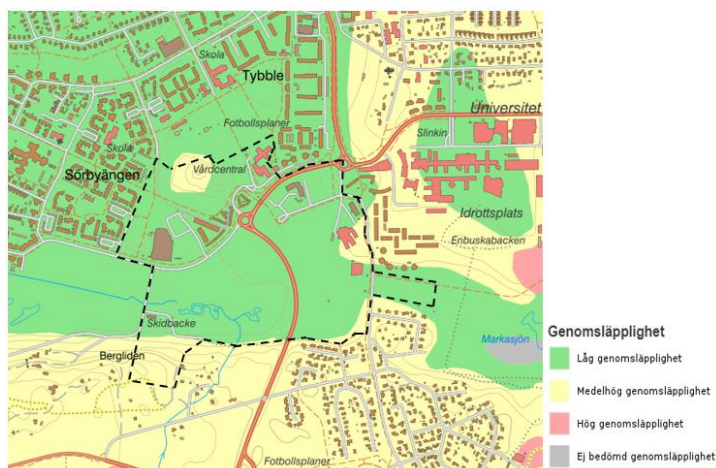
Inom utredningsområdet finns inga uppmätta grundvattennivåer. I detaljplanen för Tamarinden ligger grundvattennivåerna på ca +26,7 - +27,1, vilket motsvarar 0,8 – 1,4 meter under markytan. Grundvattennivåerna antas ligga på ungefär samma nivå i utredningsområdet. Då området är stort och då topografin och jordarterna varierar, bedöms grundvattennivåerna mycket sannolikt variera över området. Det rekommenderas att en geoteknisk utredning och inmätning av grundvattennivåer genomförs för utredningsområdet (alt. för mindre delområden), för att få en tydligare bild över de lokala förutsättningarna.



Figur 5. Karta över jordarterna, utredningsområdet markerat med svart streckad linje. (SGU, 2021)

Genomsläppligheten inom utredningsområdet är främst låg, även om vissa, mindre delar har medelhög genomsläpplighet, se Figur 6. Infiltrationsmöjligheterna inom utredningsområdet bedöms vara begränsade.

Utredningsområdet ligger på grundvattenförekomsten Närkeslätten (SE656024-146232), som är en sedimentär bergförekomst. Den har god kemisk status och god kvantitativ status. (VISS, 2021a)



Figur 6. Karta över genomsläppligheten, utredningsområdet markerat med svart streckad linje. (SGU, 2021)

3.4 FÖRORENAD MARK

Figur 7 visar att en del av marken inom den norra delen av utredningsområdet är klassad som *känslig markanvändning* enligt EBH-kartan. Tidigare har den primära branschen varit avfallsdeponi (icke farligt, farligt avfall) i området, statusen är "delåtgärd" och gäller för en fastighet (Länsstyrelsen, 2021). Att statusen är delåtgärd innebär att sanering av vissa delar/fastigheter har genomförts. Markeringen för KM ligger inom fastighet *Dragonen 2* som idag består av flerfamiljshus. Enligt uppgift från Örebro kommun (2021d) är detta område delvis sanerat. Vid kommande arbeten finns risk för föroreningar och provtagning rekommenderas därför.

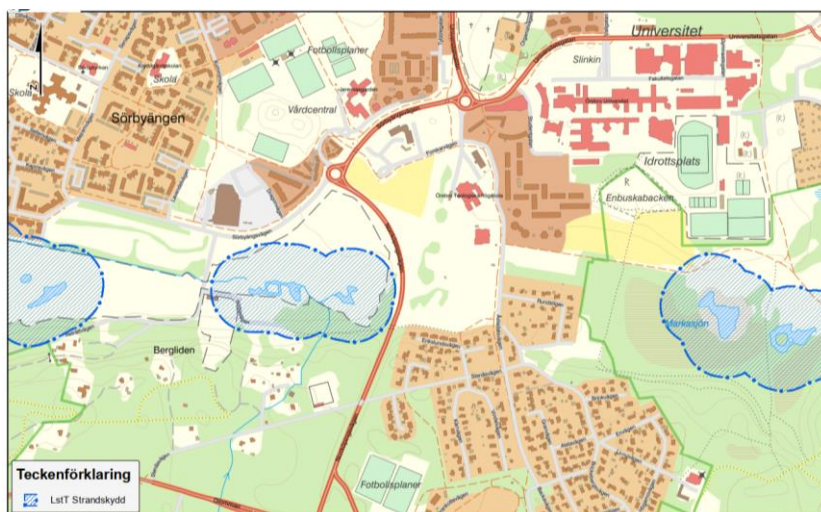


Figur 7. Förorenade områden i anslutning till utredningsområdet. (Länsstyrelsen, 2021)

3.5 OMRÅDESSKYDD

Information om områdesskydd har eftersökts på Länsstyrelsens webbGIS (Länsstyrelsen, 2021). Söder om området ligger det av Länsstyrelsen klassade Naturvårdsprogrammet 80:94 Sörbyskogen – Sommarro och omfattar delar av förkastningsbranten. Vegetationen domineras av barrskog med inslag av ädellövskog. Sörbyskogen är omtyckt strövområde och ligger i nära anslutning till tätbebyggelsen. Sörbyskogen ligger i den södra delen av utredningsområdet, där marken lutar kraftigt.

Området kring det befintliga diket och golfbanehindren i södra delen av utredningsområdet omfattas av strandskyddat område, se blåmarkerat område i Figur 8 nedan. Skyddet avser strandskydd inom detaljplanelagt område. (Länsstyrelsen, 2021)



Figur 8. Strandskyddat område, markerat i blått. (Länsstyrelsen, 2021)

3.6 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING OCH AVRINNINGSFÖRHÅLLANDEN

3.6.1 Befintliga ledningar och dagvattenanläggningar

Befintliga ledningsnät och trummor för dagvatten inom utredningsområdet redovisas i Figur 9 nedan. Ledningsnäten leder dagvatten både in och ut ur utredningsområdet.

Tre dagvattenledningar leder dagvatten ut ur utredningsområdet. En dagvattenledning går västerut från området, nummer 1 i Figur 9. Ledningen fortsätter sedan västerut i en befintlig gång- och cykelväg.

De andra ledningarna två avleds norr ut från utredningsområdet. En ligger i Hemmansvägen norrut, nummer 2 i Figur 9. En avleds ut från utredningsområdet i närheten av Universitetsrondellen, genom fastigheten *Bottenhavet 22* och vidare norrut, nummer 3 i Figur 9. (Dessa två ledningar kopplas samman norr om utredningsområdet.)

Vid nummer 4 i Figur 9 finns en trumma i dimension 1400 millimeter under Sörbyvägen som avleder dagvatten från stora delar av utredningsområdet via golfbanehindren/diket vidare västerut, till diket som går igenom området Tamarinden och vidare västerut.

I den nordöstra och sydöstra delen av utredningsområden leds flera ledningar in i utredningsområdet. Diken inom området visas i blått i Figur 9.

Inom utredningsområdet finns ett antal trummor som leder vatten mella diken och lågområdet, två av trummorna ligger under Norrköpingsvägen.

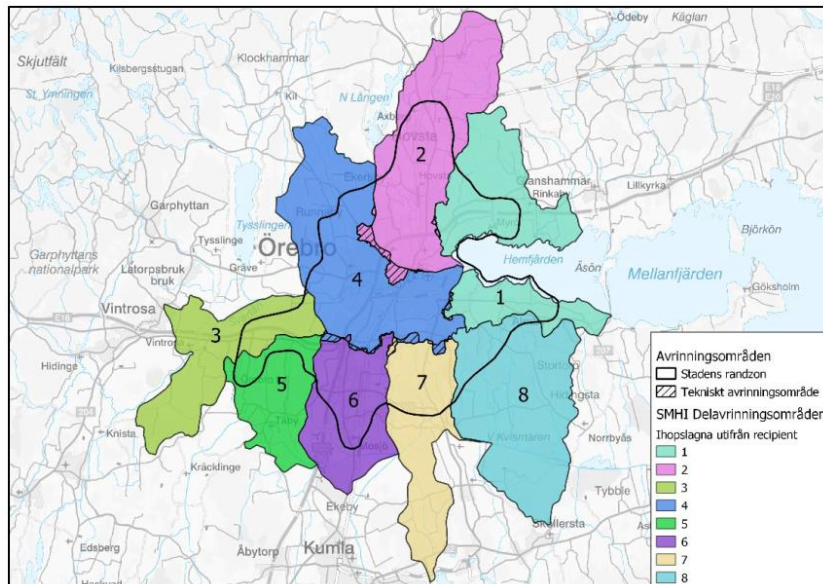


Figur 9. Befintliga dagvattenledningar och diken inom utredningsområdet. (Örebro kommun, 2021)

3.6.2 Avrinningsområde

Utredningsområdet ligger till viss del inom verksamhetsområdet för dagvatten och de befintliga fastigheterna är till stor del anslutna till kommunala ledningar. Den sydvästra delen av området (söder om Sörbyängsvägen och väster om Norrköpingsvägen) ligger utanför verksamhetsområdet.

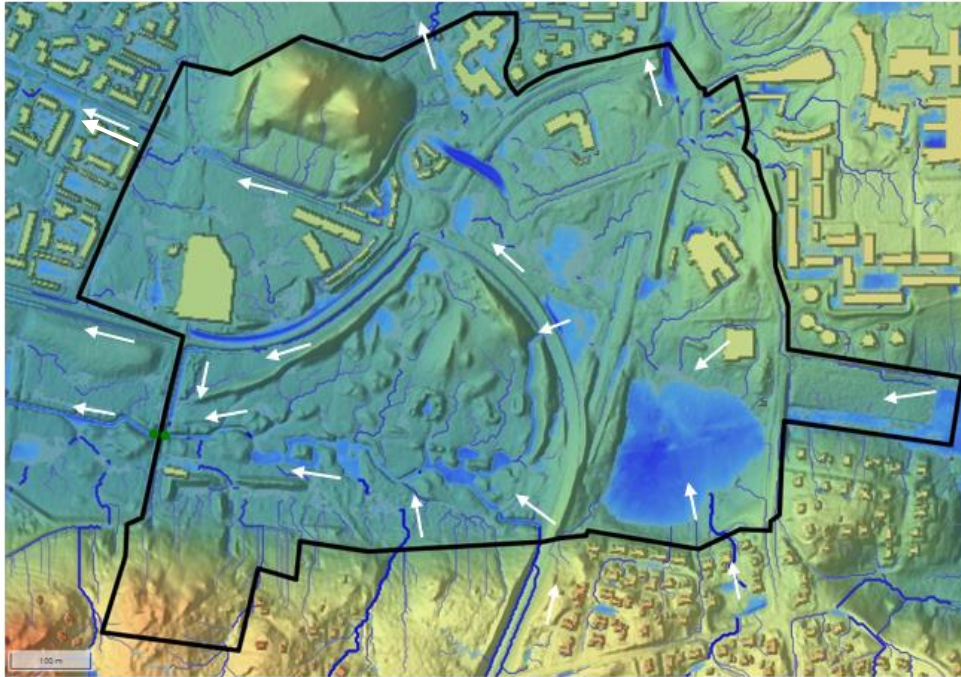
Enligt SMHI (2021) och Orbicon (2019) ligger utredningsområdet inom SMHIs delavrinningsområde "Ovan Lillån" SE654994-145934 sett till den ytliga avrinningen, se det blåmarkerade området nr 4 i Figur 10 nedan. Delavrinningsområdet är ca 55 km² stort.



Figur 10. SMHIs delavrinningsområden för Örebro, där det ytlig och tekniska avrinningsområdet är sammanslaget. Utredningsområdets ungefärliga läge är markerat med rött kryss och ligger i södra delen av delavrinningsområde 4 i bilden. (Örebro kommun/Orbicon, 2019)

En analys över ytlig avrinning för utredningsområdets befintliga markanvändning har utförts i programmet Scalgo Live(2021). Scalgo Live är ett GIS-baserat verktyg som används för att analysera höjddata ur ett ytvattenperspektiv. Som underlag används Lantmäteriets senaste nationella laserskanning med en upplösning på 2x2 meter. Vald nederbörds mängd är 56 mm, vilket motsvarar ett 100-årsregn med 30 minuters varaktighet och en klimatfaktor på 1,25. Ingen hänsyn har tagits till ledningsnätets kapacitet eller markens infiltrationskapacitet, vilket troligtvis gör bilden något överskattad. Vattendjup mindre än 10 cm visas ej.

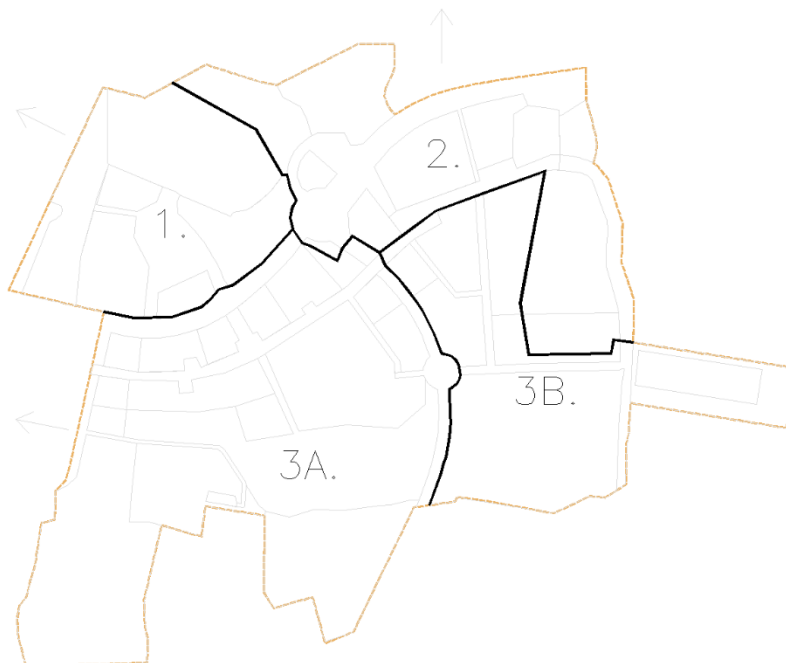
Utredningsområdets ytliga avrinning leds åt tre olika riktningar, se Figur 11. Dagvatten från den södra delen av utredningsområdet leds västerut. Den ytliga avvattningen i östra delen sker åt nordost. Den nordvästra delen leds västerut.



Figur 11. Avrinningsområden inom utredningsområdet. Flödesriktning är markerad med vita pilar, lågområden är markerade i blått. (Scalco, 2021)

Utredningsområdet har utifrån den ytliga avledningen och ledningsnätet för dagvatten delats in i mindre avrinningsområden. Ett avrinningsområde avvattnas åt nordväst, ett avrinningsområde avvattnas via ledningsnät åt nordväst och två avvattnas via dikessystem åt väster.

I Figur 12 visas avrinningsområdena: avrinningsområde 1 (Nordväst) har en storlek på ca 9,5 ha (ca 16 %). Avrinningsområde 2 (Nordöst) har en storlek på ca 13 ha (ca 22 %). Avrinningsområde 3A (Väster) har en storlek på ca 24 ha (ca 41%) och avrinningsområde 3B (Väster) har en storlek på ca 12 ha (ca 20 %).



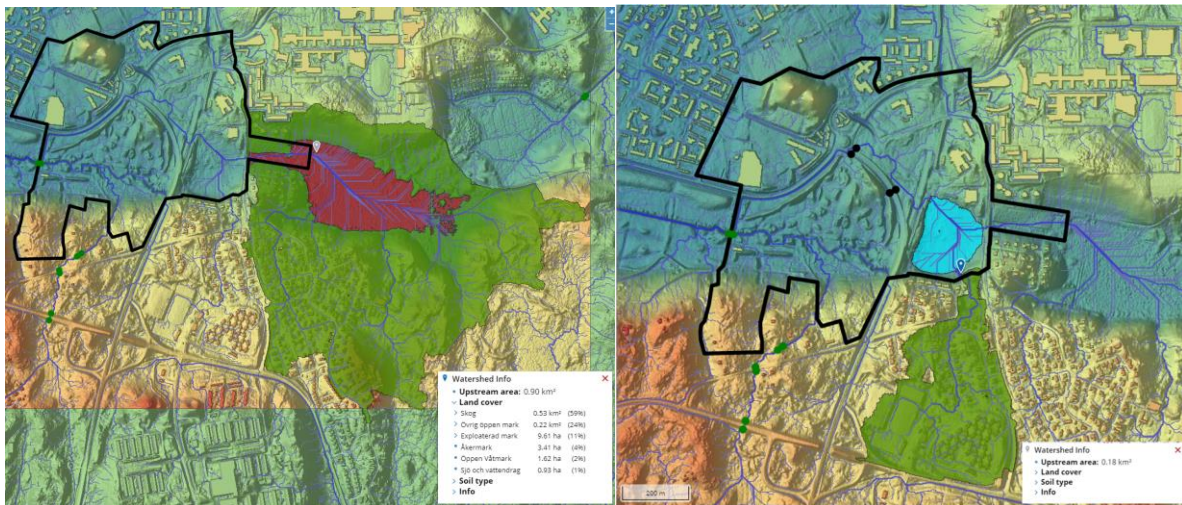
Figur 12. Indelning av avrinningsområden inom utredningsområdet.

3.6.3 Områden uppströms

Även om dagvatten från kringliggande naturmark inte är VA-huvudmannens ansvar så behöver det beaktas i planarbetet så att avrinningen inte påverkar bebyggelsen negativt.

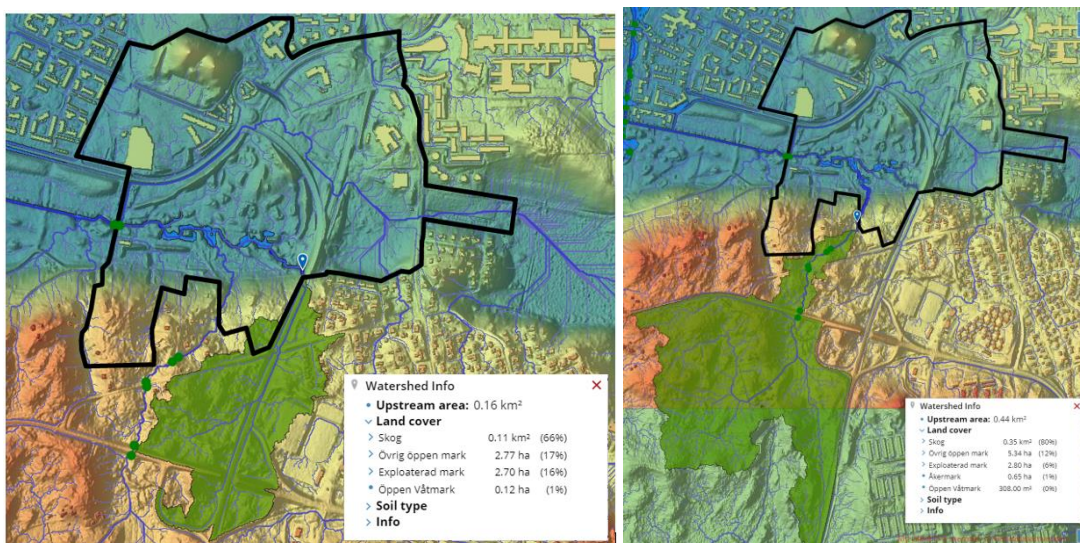
Fyra platser har identifierats som inströmningsvägar för ytvatten till utredningsområdet, en från Markasjön i öster och tre i söder varav en vid Norrköpingsvägen, en vid bostadsområdet i Brickeberg och en via ett dike. En analys har gjorts i Scalgo Live (2021), där det framgår att avrinningsområdena uppströms har en totalarea på 1,7 km². I Figur 13 och Figur 14 nedan redovisas de uppströms områdena i grönt. I respektive figur syns även ett fönster som visar markanvändningen inom respektive avrinningsområde. Scalgo Live tar inte hänsyn till att viss del av nederbörd infiltreras i marken, resultat som visas i figurerna är som om hela ytan vore hårdgjord.

I Figur 13, till vänster visas avrinningsområdet vid Markasjön (ca 0,9 km²) och var det rinner in i utredningsområdet. Till höger visas avrinningsområdet vid bostadsområdet i Brickeberg (ca 0,18 km²).



Figur 13. Uppströms område Markasjön (t.v.) och uppströms område Brickeberg (t.h.). (Scalgo Live, 2021)

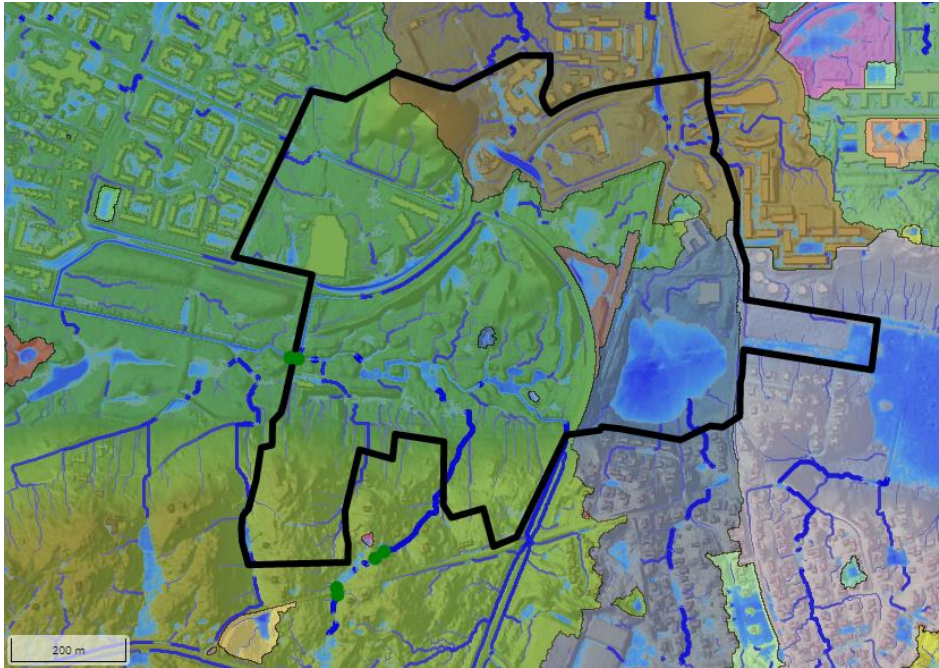
Till vänster i Figur 14 visas avrinningsområdet längs Norrköpingsvägen (ca 0,2 km²) och var det rinner in till utredningsområdet, och till höger visas avrinningsområdet, väster om Norrköpingsvägen, (ca 0,5 km²) som rinner in via ett dike till utredningsområdet.



Figur 14. Uppströmsliggande område via Norrköpingsvägen (tv) och via ett dike (th). (Scalgo Live, 2021)

3.6.4 Instängda områden och översvämningsrisker

Figur 15 visar att det finns lågpunkter och flödesvägar som ligger i anslutning till befintliga byggnader vid till exempel vårdboendet och bostadsområdet vid Tybble-rondellen i norra delen av området. Vid två gång- och cykeltunnlar i norra delen av området finns också risk för stående vatten. I södra delen av området finns ett större lågområde, där det idag är grönområde, samt i östra delen vid en parkering.



Figur 15. Lågpunkter och flödesvägar inom utredningsområdet. (Scalgo Live, 2021)

3.6.5 Höga flöden

Avståndet från utredningsområdet till Hjälmlaren är ca 3 km (från utredningsområdet till Oset och Rynningevikens naturreservat ca 2 km). Vid ett beräknat högsta flöde i Hjälmlaren berörs inte utredningsområdet enligt MSB, 2021.

3.7 RECIPIENT OCH MILJÖKVALITETSNORMER

3.7.1 Miljö kvalitetsnormer för ytvatten

Vattendirektivet och dotterdirektivet om miljö kvalitetsnormer (2008/105/EG) anger målen för förvaltningen av ytvatten och har införts i svensk lagstiftning genom miljöbalken och förordningen (2004:660) om förvaltning av kvaliteten på vattenmiljön. Förordningen gäller för alla Sveriges ytvatten. Ytvatten är indelade i geografiska enheter som kallas för vattenförekomster och för dessa finns statusbedömningar som beskriver den aktuella miljöstatusen. Metodiken för statusbedömning beskrivs i Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25 som anger bedömningsgrunder för respektive kvalitetsfaktor. Målet för vattenförvaltningen är att alla vattenförekomster ska uppnå eller bibehålla minst god ekologisk och kemisk status inom vissa tidsfrister, där sista möjliga målar är år 2033.

Miljö kvalitetsnormerna i en vattenförekomst beskrivs utifrån olika kvalitetsfaktorer. En viktig del av ramdirektivet för vatten är försämringsförbudet och att inget vatten får försämrats, det vill säga att statusen sänks till en lägre status än tidigare. Varje försämring inom klassen dålig är otillåten. Miljö kvalitetsnormerna för vatten avser ekologisk eller kemisk ytvattenstatus för en vattenförekomst och gäller ned till kvalitetsfaktornivå. De biologiska kvalitetsfaktorerna är styrande (viktigast i rang) inom ekologisk status. Den regionala vattenmyndigheten beslutar om miljö kvalitetsnormerna för vattenförekomsterna inom myndighetens geografiska ansvarsområde.

I denna utredning görs bedömningar av påverkan på miljö kvalitetsnormerna utifrån kvalitetsfaktorer i Havs- och vattenmyndighetens bedömningsgrunder HVMFS 2019:25. För utsläpp av dagvatten avgränsas påverkansbedömningar i recipienten till kvalitetsfaktorerna näringsämnen, särskilda förorenande ämnen, prioriterade ämnen och i vissa fall syretärande ämnen.

3.7.2 Recipient för dagvatten

Området avvattnas till Svartån som är utpekad ytvattenförekomst (SE657201-146445). Det pågår arbete med nytt arbetsmaterial gällande miljö kvalitetsnormer och därför är det senaste beslutade som presenteras under detta kapitel. Vattenförekomsten är totalt ca 11 km lång och utgörs av Svartån från Lindbacka till Hjälmaran.

Den ekologiska statusen i vattenförekomsten är klassad som otillfredsställande se Tabell 1. Klassningen är baserad på en expertbedömning för kvalitetsfaktorn fisk samt att vattendraget är påverkat av övergödning, vandringshinder, kanalisering och reglering (VISS, 2021b). De biologiska kvalitetsfaktorerna påväxt-kiselalger har klassats som måttlig och bottenfauna som hög.

De fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorerna klassas till måttlig med avseende näringsämnen och särskilt förorenade ämnen (SFÄ). SFÄ är bedömd med avseende på arsenik-, koppar- och zinkhalten som bedöms god samt ammoniak som måttlig. Utöver dessa klassas kvalitetsfaktorn försurning som hög.

Ur ett hydromorfologiskt perspektiv klassas morfologiskt tillstånd och konnektivitet som otillfredsställande och hydrologisk regim som måttlig.

Den kemiska statusen är bedömd till uppnår ej god med avseende på kvicksilver och polybromerade difenyletrar (PBDE). Kvicksilver och bromerade difenyletrar överskrids i alla Sveriges vattenförekomster enligt bedömning av Havs- och vattenmyndigheten.

Medelvattenföringen i Svartån är 14,8 m³/s, medelhögvattenföringen 55 m³/s och medellågvattenföringen 2,92 m³/s (SMHI, 2021).

Tabell 1. Bedömningsgrund för klassning av ekologisk status och kemisk status för vattenförekomsten Svartån från Lindbacka till Hjälmaran (SE657201-146445).

Vattenförekomst	Aktuell status	Kvalitetsfaktorer och klassificerade parametrar		
Svartån från Lindbacka till Hjälmaran (SE657201-146445)	Otillfredsställande ekologisk status	Biologiska	Påväxt-kiselalger	Måttlig
			Bottenfauna	Hög
			Fisk	Otillfredsställande
		Fysikalisk-kemiska	Näringsämnen	Måttlig
			Försurning	Hög
			Särskilda förorenande ämnen	Måttlig
		Hydromorfologiska	Konnektivitet i vattendrag	Otillfredsställande
			Hydrologisk regim i vattendrag	Måttlig
			Morfologiskt tillstånd i vattendrag	Otillfredsställande
	Uppnår ej god kemisk status	Prioriterade ämnen	Bromerade difenyleter	Uppnår ej god
Kvicksilver och kvicksilverföreningar			Uppnår ej god	

Den otillfredsställande statusen beror på den låga klassningen av kvalitetsfaktorn fisk och att Svartån är påverkat av övergödning, vandringshinder, kanalisering och reglering. Vattendraget är tidvis grumlat. Då Svartån rinner genom de centrala delarna i Örebro påverkas den av olika typer av föroreningar. (VISS, 2021b)

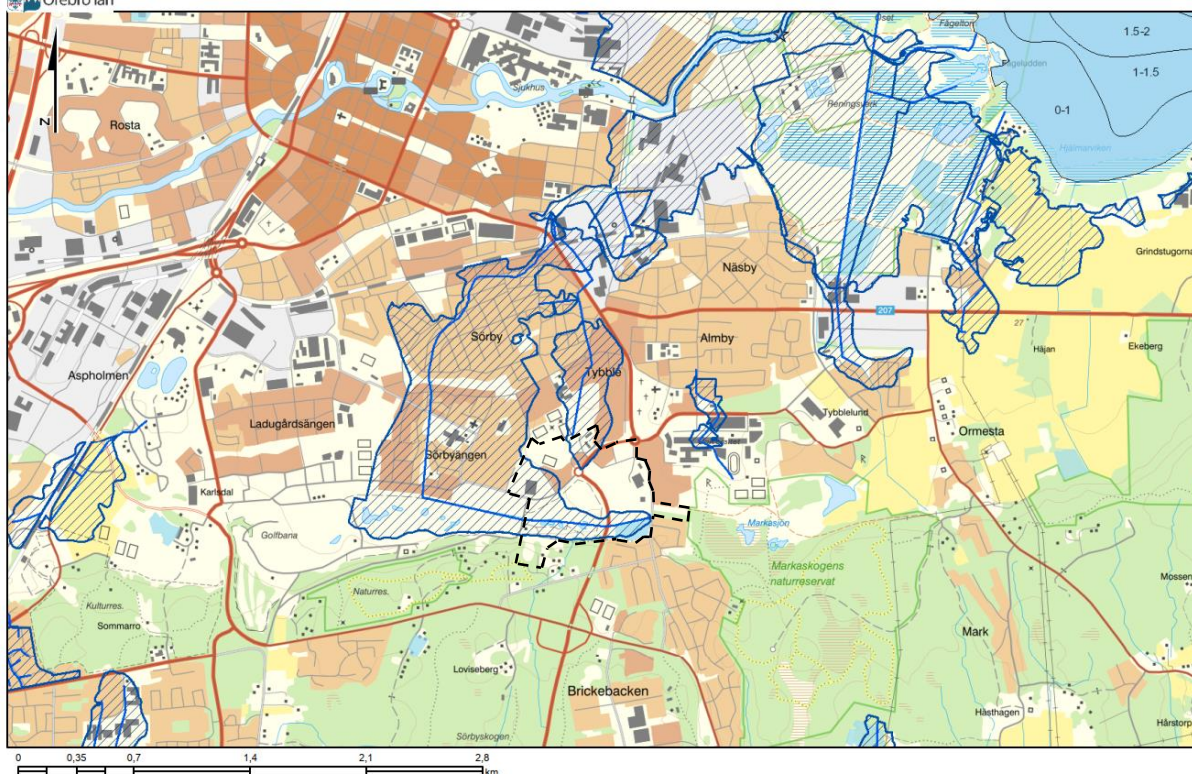
Enligt Orbicon (2019) visade artsammansättningen hos påväxt-kiselalger på måttlig status till följd av näringspåverkan. Bottenfauna visade dock hög status. Statusen för näringsämnen som beror på koncentrationen av näringsämnet fosfor i vattnet, bedöms som måttlig. Spridningen mellan de uppmätta fosforhalterna är stor, men vid flera tillfällen har förhöjda halter uppmätts. I de nedre delarna av Svartån uppmätts tidvis mycket höga halter av ammonium som förs vidare ut i Hjälmaran. Vid högt pH-värde och hög temperatur kan ammonium omvandlas till ammoniak som är mycket giftigt för fisk. Omvandlingen av ammonium till nitrit och nitrat förbrukar dessutom stora mängder syre. Särskilda förorenande ämnen har bedömts som måttlig på grund av förhöjda halter av ammoniak. Klassificeringen visar för försurning hög status.

Bedömningsgrunder i föreskrift har tillämpats, bortsett från kvalitetsfaktorn fisk som klassats som expertbedömning. (Viss, 2021b)

3.8 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Det finns två markavvattningsföretag inom utredningsområdet, se Figur 16 nedan. Det ena heter "Örebro stadsjord, Söderby, Tybble och Almy av år 1915" och ligger i den västra delen av utredningsområdet. Dikesföretaget betecknas C81 - Sörbybäcken. Enligt tillhörande vattendom till dikesföretaget är det reglerade flödet motsvarande 1,6 l/s per ha från uppströms markavrinning. Enligt en dagvattenutredning framtagen angränsande detaljplaneområde "Tamarinden", har Örebro kommun angett att vattendomen ska upphävas, varför reglerat flöde inte beaktades i det uppdraget. (Tyréns, 2021)

Det andra markavvattningsföretaget heter "Almy, Sörby och Tybble byar", bildades år 1903 och ligger i den norra delen av utredningsområdet.



Figur 16. Markavvattningsföretag inom och i anslutning till utredningsområdet. (Länsstyrelsen Örebro län, 2021)

I dokumentet "Äga och förvalta diken och andra vattenanläggningar i jordbrukslandskapet" (LRF, 2014) beskrivs syftet med markavvattning: "För att en åtgärd ska vara markavvattning krävs enligt lagens definition att syftet med åtgärden är att "varaktigt öka en fastighets lämplighet" (se sista meningen i MB 11 kap 2 § 4 pkt). Det innebär att om ett dike fördjupas eller utvidgas med syfte att öka dräneringsdjupet och öka markens lämplighet för odling eller vägbyggnad så är det fråga om markavvattning."

LRF (2014) beskriver att när markanvändningen inom markavvattningsföretaget förändras och någon t.ex. bebygger åkermarken kanske samfälligheten inte längre behövs och kan avvecklas. Om ägarna inte längre har behov av sina anläggningar och vill befrias från sitt underhållsansvar så kan de ansöka om att anläggningen rivs ut.

LRF (2014) redogör även för att dagvatten från bebyggelse antingen hanteras som avloppsvatten eller som markavvattning. Vid exploatering av ett område med påkoppling till en befintlig markavvattningsanläggning krävs en omprövning av markavvattningssamfälligheten. Dels behöver frågan lösas vilka som ska vara nya deltagare. Dels behövs en ny fördelning av kostnaderna som uppstår t ex vid ökat underhåll eller om diket behöver större dimensioner vid högre flöden från hårdgjorda ytor. Det enklaste sättet är om kommunen inrättar ett verksamhetsområde för dagvatten så att området blir en del av kommunens allmänna vatten- och avloppsanläggning (VA-anläggning). Dagvatten ses då som avloppsvatten (MB 9 kap 2 § 3:e punkt och LSV 3 kap 5-8 §§). Kostnaderna fördelas mellan huvudmannen för VA-anläggningen (kommunen) och ägarna till diket.

3.9 OBSERVATIONER VID FÄLTBESÖK

Ett platsbesök gjordes 2021-04-15. Det var uppehållsväder och veckan innan besöket hade vädret varierat mellan nederbörd i form av snö och regn, men även dagar av uppehållsväder. Figur 17 visar en översiktsbild, mot söder, tagen från Tybblekullen. Figur 18 visar kulverten/utloppet under Sörbyvägen som ligger i utredningsområdets sydvästra kant.



Figur 17. Översiktsbild över utredningsområdet, från Tybblekullen med utsikt över bostadsområde, ICA Maxi och Sörbybacken i bakgrunden. Foto: WSP



Figur 18. Trumma vid utlopp i sydvästra delen om området, under Sörbyvägen. Foto: WSP

Figur 19 visar en grusparkering i östra delen av utredningsområdet, bilden är tagen åt öster. På grusparkeringen planeras i framtiden en förskola. Den visar även en flödesväg in i utredningsområdet, söder om parkeringen.



Figur 19. En parkering i östra delen av området (t.v). Flödesväg in i området söder om parkeringen (t.h). Foto: WSP

Figur 20 visar dels flödesvägen från Norrköpingsvägen och dels flödesvägen till de befintliga golfbanehindren i södra delen av utredningsområdet.



Figur 20. Flödesväg från Norrköpingsvägen (t.v). Flödesväg till golfbanehindren (t.h). Foto: WSP

Figur 21 visar golfbanehindren, dels den strax väster om Norrköpingsvägen och den vid Sörbybacken.



Figur 21. Golfbanehinder i grönyta (t.v). Golfbanehinder vid Sörbybacken (t.h). Foto: WSP

Figur 22 visar på två tunnlar i utredningsområdet.



Figur 22. T.V. Östra gång- och cykeltunnel under Sörbyängsvägen. T.H. Västra gång- och cykeltunneln under Sörbyängsvägen, vid Tybble-rondellen. Foto: WSP

3.10 ÖVRIGA GENOMFÖRDA UTREDNINGAR

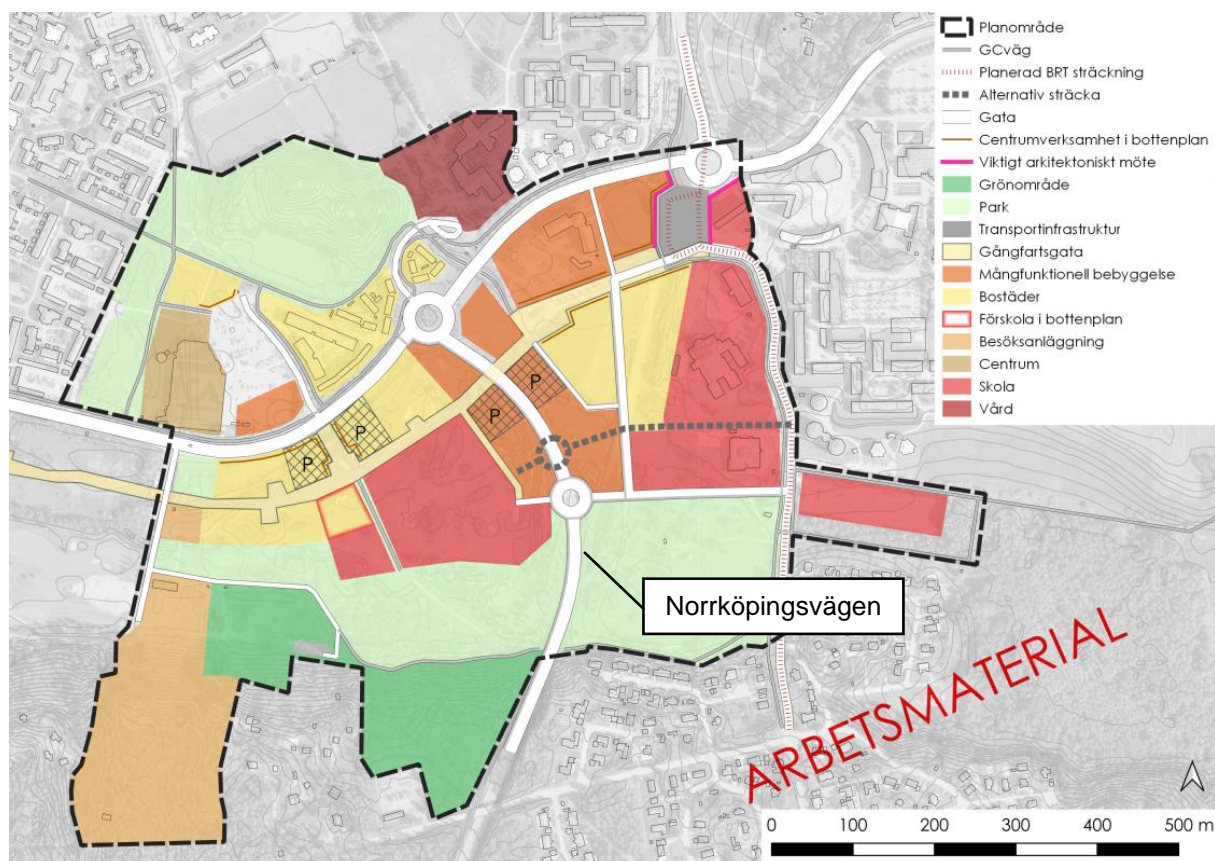
En översiktlig dagvattenutredning för Örebro kommun har utförts av Orbicon (2019), där bl.a. recipienten Svartån Hjälmarens – Lindbacka och dess avrinningsområde beskrivs närmare. Detta har beskrivits under avsnitt 3.6.2.

4 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

Den norra sidan av Sörbyängsvägen kommer till stor del vara oförändrad jämfört med befintlig situation. Planer finns dock på att exploatera cirka en tredjedel av parkeringsytan vid ICA Maxi och ett bostadsområde norr om ICA Maxi.

I den centrala delen av utredningsområdet planeras ett flertal bostäder samt en grundskola och eventuellt en förskola. Genom området ska en gångfartsgata anläggas. Enligt Örebro kommun (2021a) har gångfartsgatans utformning antagits ha samma fördelning mellan planteringar och plattsatt yta som en anslutande gångfartsgata i väster. En ny utformning av Norrköpingsvägen ska beslutas men tillsvidare har två olika utformningar beräknats. Mer information och beräkningsresultat för dessa presenteras i Bilaga 1.

I östra delen planeras en förskola och i nordöst arbetsplatser och verksamheter kopplade till universitetet. I sydväst planeras för fritid- och aktivitetsverksamhet (vid befintligt aktivitetscentrum Sörbybacken). Utredningsområdet planeras fortsatt bestå av park- och naturmark i södra och nordvästra delen. Den planerade markanvändningen redovisas i Figur 23 nedan.



5 BERÄKNINGAR

Flödes- och föroreningsberäkningar har utförts i projektet och redovisas i följande avsnitt. Detaljerade beräkningar för flöden och föroreningar för hela planområdet och för avrinningsområde 1 - 3B redovisas i Bilaga 1.

Utformningarna av gångfartsgatan och Norrköpingsvägen är i dagsläget inte bestämda. Vissa antaganden har utförts för dessa, vilka presenteras mer i detalj i kapitel 1.1 i Bilaga 1.

5.1 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Befintliga och framtida dagvattenflöden som teoretiskt kan genereras inom utredningsområdet vid regn med olika återkomsttid har beräknats med rationella metoden enligt Svenskt Vatten, P110 (Svenskt Vatten AB, 2016). Enligt P110 ska ledningssystem dimensioneras för 5-årsregn vid fylld ledning och för 20-årsregn vid trycklinje i marknivå, vid tät bostadsbebyggelse. Med utgångspunkt i detta dimensioneras fördröjning av dagvatten för ett regn med återkomsttid 20 år.

$$Q = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k$$

där

Q = flödet [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

φ = avrinningskoefficienten

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensiteten [l/s,ha] vid regnvaraktighet t_r

k = klimatfaktorn

Nederbördsintensiteter beräknas med Dahlströms formel (Svenskt Vatten, P104). Klimatfaktor 1,25 och avrinningskoefficienter är hämtade från Svenskt Vatten, P110 och beräkningsverktyget StormTac (v.20.2.2). I enlighet med P110 används klimatfaktorn för beräkningar efter exploatering.

Flödesberäkningar har utförts för ett 20-års regn och ett 100-års regn, med olika varaktighet för olika avrinningsområde, se Bilaga 1.

5.1.1 Hela utredningsområdet

Beräkningar har utförts inom utredningsområdet för befintlig och framtida markanvändning inklusive klimatfaktor för framtida exploatering, se Tabell 4–6 i Bilaga 1. Det totala flödet från utredningsområdet ökar i och med exploateringen, för ett 20-årsregn ökar flödet från cirka 3 940 l/s till 6900 l/s.

Flödesökningen beror främst på att större andel av marken blir hårdgjord, vilket kan ses genom att den reducerade arean ökar från 14,4 ha till 20,7 ha för utredningsområdet. Vid beräkning efter exploatering motsvarande hushållsnivå blir den reducerade arean 19,5 ha och flödet 6 420 l/s.

5.1.2 Avrinningsområde 1

I Tabell 7–9 i Bilaga 1 redovisas flödesberäkningar för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 1. Den reducerade arean vid framtida exploatering är i princip oförändrad, dock ökar flödet vid ett 20-årsregn med ca 200 l/s. Detta beror på att en klimatfaktor på 1,25 används vid flödesberäkningarna. Flödet vid framtida markanvändning vid ett 20-årsregn blir totalt ca 1 300 l/s.

Det som förändras i avrinningsområde 1 är främst ett bostadsområde på ca 0,4 ha. Detta ger ett flöde på cirka 60 l/s vid ett 20-årsregn. Resterande area kommer förbli oförändrad och ingen fördröjning eller rening föreslås därför för denna del.

5.1.3 Avrinningsområde 2

I Tabell 10–12 i Bilaga 1 redovisas flödesberäkningar för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 2. Den största förändringen inom detta avrinningsområde är att ett par bebyggda områden tillkommer. Flödet vid framtida markanvändning vid ett 20-årsregn blir ca 1880 l/s. Den reducerade arean ökar med cirka 0,1 ha och flödet med ca 350 l/s (20-årsflöde).

5.1.4 Avrinningsområde 3A

I Tabell 13–15 i Bilaga 1 redovisas flödesberäkningar för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 3A. Flödet för framtida markanvändning vid ett 20-årsregn för område 3A blir ca 1990 l/s. Den reducerade arean ökar från 3,7 ha till 7 ha. Detta beror på att området idag till stor del utgörs av naturmark, som i framtiden kommer exploateras.

5.1.5 Avrinningsområde 3B

I Tabell 16–18 i Bilaga 1 redovisas flödesberäkningar för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 3B. Flödet för framtida markanvändning vid ett 20-årsregn för område 3B blir ca 1220 l/s. Den reducerade arean ökar från 2 ha till 3,4 ha. Detta beror på att området idag till stor del utgörs av naturmark, som i framtiden kommer exploateras.

5.2 MAGASINSVOLYM

Erforderlig magasinvolym har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P110, enligt formeln:

$$V_{\text{magasin}} = 0,06 \cdot \left[i(t_r) \cdot t_r - \frac{K}{(A \cdot \varphi)} \cdot (t_r - t_{\text{rinn}}) + \frac{K^2 \cdot t_{\text{rinn}}}{i(t_r)} \right] \cdot (A \cdot \varphi)$$

Där

V_{magasin} = Magasinvolym [m^3]

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s,ha]

t_r = regnets varaktighet [min]

K = avtappning från magasinet [l/s]

t_{rinn} = rinntid [min].

Magasinsberäkningar har utförts för ett 20-årsregn med dimensionerande varaktighet för respektive avrinningsområde. Tillåtet utflöde från resp. avrinningsområde har satts att motsvara ett utflöde för befintlig markanvändning vid ett 5-årsregn, samt för ett 2-årsregn. Magasinsberäkningarna redovisas i detalj i Bilaga 1, en sammanställning visas i Tabell 2.

Utförda magasinberäkningar tar inte hänsyn till flöden från områden uppströms (se mer under 3.6.3 *Områden uppströms*) utan endast för ytor inom utredningsområdet. Vidare utredning kring detta rekommenderas.

Om magasinvolymen delas upp på de fyra avrinningsområdena, utifrån beräkning enligt P110, får områdena följande fördröjningsbehov.

Tabell 2. Sammanställning av magasinsvolymer

Område	Magasinsvolym, utflöde 2-årsregn (m^3)	Magasinsvolym, utflöde 5-årsregn (m^3)
Avrinningsområde 1	60	50
Avrinningsområde 2	240	210
Avrinningsområde 3A	1800	1500
Avrinningsområde 3B	830	680

5.3 FÖRORENINGSINNEHÅLL

Nedan presenteras föroreningsberäkningar för hela utredningsområdet. För avrinningsområde 1-3B finns föroreningsberäkningar per avrinningsområde presenterade i kapitel 1.3 i Bilaga 1.

Föroreningsberäkningar har utförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac (2021). För att uppskatta mängden och halten föroreningar som kommer från utredningsområdet används schablonhalter för specifika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för de olika typerna av markanvändning samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten). Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses som en uppskattning av föroreningssituationen i området, snarare än exakta värden. En årsnederbörd på 688 mm har använts vilket är en korrigerad årsmedelnederbörd (korrektionsfaktor 1,1) baserad på en uppmätt nederbördsvolym för stationsnummer 95160 i Örebro enligt SMHI:s metoder (SMHI, 2014). Resultat erhållna från StormTac har till rapporten avrundats till färre värdesiffror för att spegla att det finns en viss osäkerhet i värdena då de är baserade på schablonvärden. Att även ha i åtanke är att vid beräkningar i StormTac avrundas värden till färre värdesiffror inom programmet. Som resultat kan totalmängderna och totalhalterna skilja sig en aning från summa erhållen vid summering av värdena.

Beräkningarna är utförda för tre markanvändningar, samtliga utan reningsåtgärder;

- för befintlig markanvändning,
- för planerad markanvändning, där "hushållsnivån" redovisas, vilket har tolkats till att alla ytor i området (förutom bebyggda områden som inte förändras i och med planförslaget och grönytor) består av markanvändningen flerfamiljshus,
- för planerad markanvändning, där planförslagets markanvändning har applicerats.

Tabell 3 visar resultaten av föroreningsberäkningarna för hela utredningsområdet.

Tabell 3. Resultat från beräkningar i StormTac avseende föroreningsmängder (kg/år) samt föroreningshalter (µg/l), före och efter exploatering, utan rening.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	22	220	0,98	2,2	6,2	0,046	0,7	0,60	0,0041	5900	53	0,060	0,0028
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	30	290	1,6	3,9	12	0,072	1,3	1,1	0,0056	9000	93	0,087	0,0050
Planerad markanvändning, enl. planförslag	31	290	1,7	3,5	11	0,076	1,2	0,99	0,0061	9200	95	0,086	0,0061
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	130	1400	6,1	14	39	0,29	4,4	3,7	0,025	36000	330	0,38	0,017
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	160	1500	8,5	20	61	0,38	7,0	5,8	0,030	47000	490	0,46	0,026
Planerad markanvändning, enl. planförslag	160	1500	8,6	18	55	0,39	6,3	5,0	0,031	47000	480	0,44	0,031

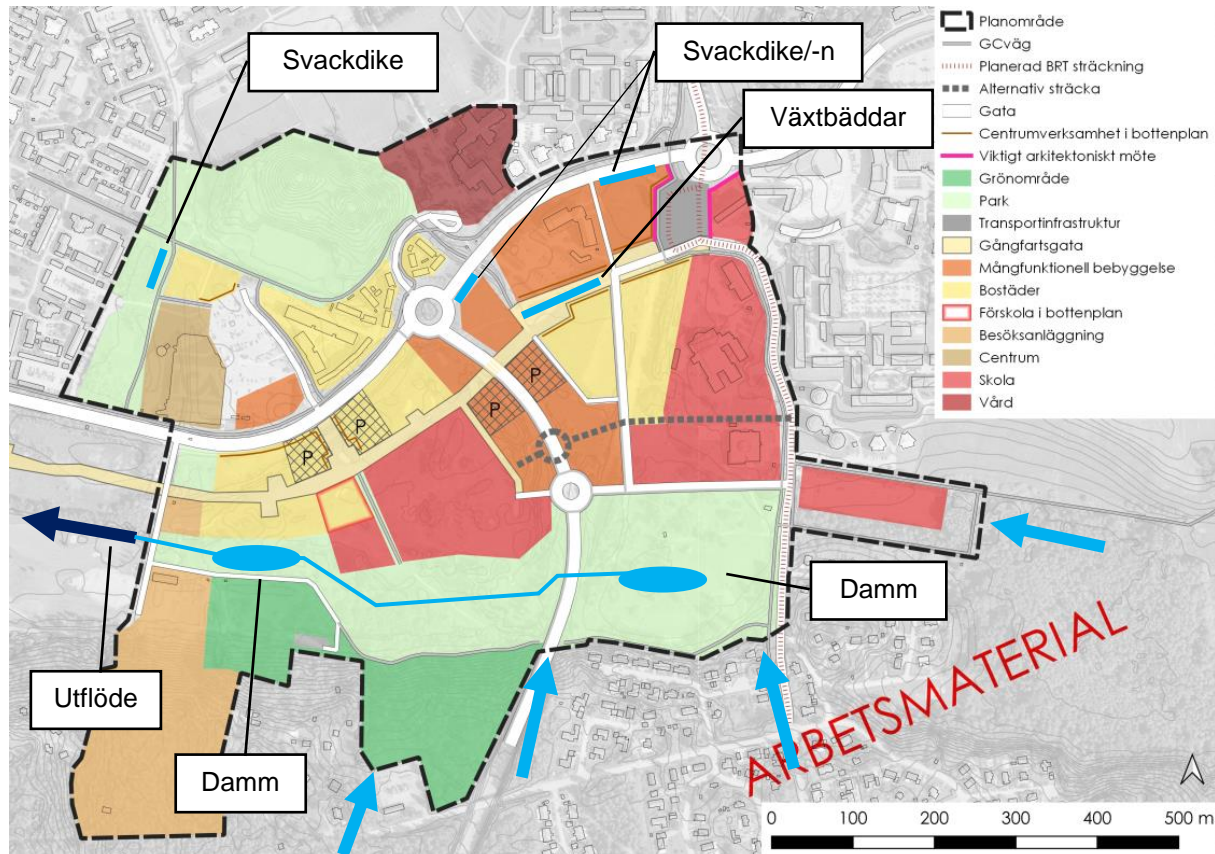
6 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

Förslag på renings- och fördröjningsåtgärder har tagits fram med hänsyn till Örebro kommuns dagvattenstrategi. Örebro kommun (2021a) föredrar större, samlade dagvattenlösningar på allmän platsmark. Föreslagna dagvattenåtgärder per avrinningsområde och förslag på grov höjdsättning redovisas under kapitel 6.1–6.5 nedan. Detaljerade beräkningar och resultat för flöden, föroreningsförhållande före och efter reningsåtgärd samt magasinvolymen redovisas i Bilaga 1. Dagvattenåtgärderna som redovisas är inte definitiva och om ändringar görs i detaljplaneskede bör det säkerställas att helhetslösningarna för dagvattenhanteringen fortfarande fungerar. Ordningföljden på utförande av olika delområden och åtgärder är också viktig att beakta.

Då infiltrationsmöjligheterna inom utredningsområdet bedöms vara begränsade så rekommenderas att dagvattenåtgärder som bygger på infiltration undviks. Då grundvattennivån i utredningsområdet inte är uppmätt, kan den komma att påverka utformning och dimensionering av föreslagna åtgärder. Det rekommenderas därför att sätta flera grundvattentrör i olika delar av utredningsområdet, under en längre tid, för att få en bild över grundvattennivån och dess variation under året. Inmätningar av grundvattennivåerna rekommenderas även inom de olika avrinningsområdena, främst vid föreslagen placering av dagvattenåtgärd enligt nedan.

Kompletterande lösningar som går att applicera på allmän platsmark är exempelvis skelettjordar och diken. Åtgärder som dessa har fördelar genom att de är platseffektiva, möjliggör fördröjning och rening av dagvatten nära källan och kan minska fördröjningsvolymen i de större dagvattenåtgärderna. Principiell beskrivning och utformning av kompletterande lösningar redovisas i Bilaga 2.

I Figur 24 visas en sammanfattande bild över föreslagna dagvattenåtgärder inom utredningsområdet. Ljusblå pilar är inkommande flöde till utredningsområdet från uppströms områden.



Figur 24. Planerad markanvändning med förslag på dagvattenåtgärder.

6.1 GENERELLA PRINCIPER FÖR HÖJDSÄTTNING

Ur dagvattenssynpunkt är det viktigt att höjdsättningen utförs så att skador förhindras på fastigheter och anläggningar vid nederbörd. Dagvattnet måste där det är möjligt kunna rinna ytligt genom och ut från de nya områdena. Vid höjdsättning av marken bör hänsyn tas till extremregn. Det är viktigt att ta hänsyn till följande delar med avseende på dagvatten:

- Marken ska luta ut från fastigheter.
- Det ska finnas ytliga flödesstråk där vattnet kan rinna igenom bebyggelsen vid skyfall när dagvattenledningsnätet är fullt.
- Marken höjdsätts så dagvattnet kan rinna med självfall via dagvattenssystemet mot ytor anlagda för flödesutjämning.
- Instängda området ska undvikas.
- Lägsta golvnivå ska placeras med marginal högre än kringliggande mark.
- Vid höjdsättning inom respektive ny detaljplan och/eller fastighet, bör hänsyn tas till närliggande, befintliga byggnader, för att säkerställa att vatten inte kan skada byggnaderna.

6.2 AVRINNINGSSOMRÅDE 1

Marken inom avrinningsområde 1 (se Figur 25) är till stor del redan bebyggd idag och avvattningen i framtiden bedöms ske på motsvarande sätt som idag. Befintliga fastigheters dagvatten kopplas på ledningsnät som sedan går västerut.



Figur 25. Avrinningsområde 1.

6.2.1 Dagvattenåtgärd

Vid framtida exploatering förblir andelen hårdgjord yta (s.k. reducerad area) oförändrad enligt beräkningarna och flödesökningen bedöms bli marginell i detta område. Det är främst ett tillkommande bostadsområde som ger ett något ökat flöde. Fördröjningsvolymen för avrinningsområde 1 har beräknats under kapitel 1.4 i Bilaga 1.

Fördröjning och rening av dagvatten inom delområdet föreslås ske genom exempelvis ett svackdike på allmän platsmark. Den beräknade fördröjningsvolymen för det tillkommande området är mellan 53–60 m³, vilket motsvarar ett ytbehov för ett svackdike på cirka 145 m². Det föreslås placeras längs med någon av gång- och cykelvägarna i nordvästra delen av avrinningsområdet. Bostadsområdet skulle kunna få en förbindelsepunkt till detta svackdike, istället för det redan hårt belastade ledningsnätet.

Efter rening och fördröjning i diket avleds det till samma ledningsnät som resterande ytor inom avrinningsområde 1. Beroende på höjdsättning inom området får det studeras vidare om yttlig avrinning eller ledningsnät till svackdike är möjligt. Området kan komma att behöva delas upp så avledning, fördröjning och rening av dagvatten från gator respektive övriga ytor sker separat, vidare utredning rekommenderas.

Då ledningssystemet nedströms är hårt belastat idag, vore det en fördel att skapa fördröjande åtgärder för även befintlig bebyggelse. Det skulle exempelvis kunna ske genom yttlig fördröjning eller genom att gräva ner ett underjordiskt magasin och koppla det till det befintliga ledningsnätet. Åtgärder skulle förses med ett strypt utlopp, vilket minskar belastningen nedströms. Det är bra att i ett tidigt skede avsätta en större yta för dagvattenåtgärder, för att skapa och förbättra fördröjning och rening av dagvatten från både befintlig och framtida bebyggelse.

6.2.2 Svackdike som fördröjnings- och reningsåtgärd

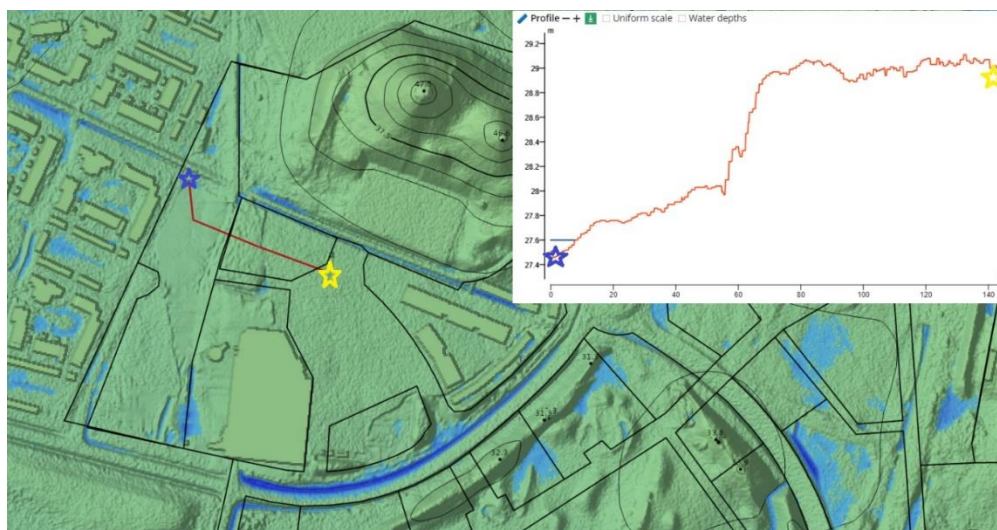
Svackdiken är en enkel typ av anläggning som fördröjer och renar dagvatten som ofta används längs med gator, vägar och gång- och cykelvägar. Vattnet i svackdikena leds ofta vidare via brunnar (ofta kupolbrunnar) placerade i diket. Exempel på svackdiken visas i Figur 26. Reningsförmågan för svackdiken varierar beroende på utformning, partikelstorlek, flödes hastigheter m.m. Studier har gjorts som visar att ungefär 20 % av metaller avlägsnas i svackdiken (Svenskt Vatten Utveckling, 2016).



Figur 26. Två exempel på svackdiken. (Svenskt Vatten Utveckling, 2016)

6.2.3 Höjdsättning

Ytan för bostadsområdet ligger på en högre nivå, ca +29,00 och marknivån i grönområdet längre väster ut ligger på ca +28,00, se profil i Figur 27. Det befintliga ledningsnätet för dagvatten ligger norr om det nya bostadsområdet, där en dagvattenledning (dimension 400 mm) går precis norr om bostadsområdet. Vattengången ligger på +26,10 vid nordvästra hörnet av bostadsområdet. Att ansluta ett svackdike till denna dagvattenledning anses vara möjligt med hänsyn till nivåer och placering. Det bedöms även vara möjligt sett till marklutningen att placera en större dagvattenåtgärd i västra delen av området.



Figur 27. Befintliga markhöjder vid planerat bostadsområde, norr om ICA Maxi. (Scalگو Live, 2021)

6.2.4 Föroreningsförhållanden

I Tabell 4 redovisas beräknade föroreningsförhållanden (mängder samt halter) för avrinningsområde 1, före och efter rening i ett svackdike.

Tabell 4. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 1 i StormTac, före och efter exploatering.

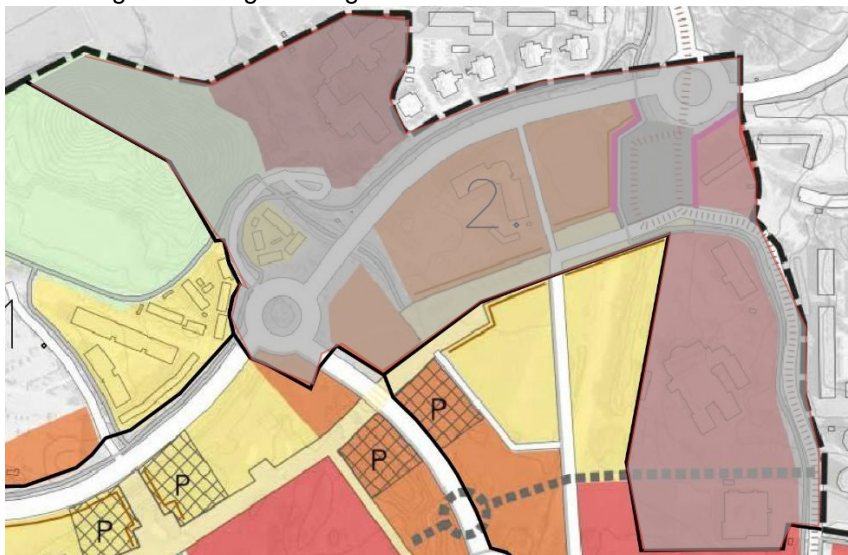
Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	4,8	48	0,26	0,52	1,6	0,015	0,19	0,18	0,00080	1400	10	0,024	0,00065
Planerad markanvändning, enl. planförslag	4,9	48	0,23	0,50	1,5	0,015	0,18	0,17	0,00072	1300	9,6	0,020	0,00063
Planerad markanvändning, efter rening i dike	3,7	33	0,098	0,27	0,66	0,0068	0,092	0,096	0,00061	620	2,1	0,0092	0,00028
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	140	1400	7,7	15	47	0,44	5,7	5,4	0,024	42000	300	0,70	0,019
Planerad markanvändning, enl. planförslag	140	1400	6,9	15	45	0,45	5,4	5,1	0,021	38000	280	0,60	0,019
Planerad markanvändning, efter rening i dike	110	970	2,9	8,0	20	0,20	2,7	2,8	0,018	18000	63	0,27	0,0084

Resultatet visar att föroreningsmängderna i stort sett minskar för samtliga parametrar efter exploatering av avrinningsområdet. Detta beror mycket sannolikt på att en tredjedel av ICA Maxis parkeringsyta har antagits bli en mångfunktionell yta, med en lägre hårdgöringsgrad och föroreningsinnehåll än idag. Efter rening av dagvatten i föreslaget svackdike så minskar mängderna till under befintliga nivåer, vilket är en positiv effekt av exploateringen.

6.3 AVRINNINGSSOMRÅDE 2

Marken inom avrinningsområde 2 (se Figur 28) är till stor del bebyggd idag. Det som tillkommer är ett par områden för verksamheter samt en gångfartsgata. Det är för dessa ytor som magasinvolymen beräknats och föreslagits.

I planskissen finns inga grönytor i nära anslutning till de två områdena för verksamheter där åtgärder för rening och fördröjning kan placeras. För att möjliggöra för detta föreslås markanvändningen justeras. Då befintliga marknivåer för de två planerade områdena delvis lutar söderut och delvis norrut föreslås de avledas norrut till fördröjnings- och reningsåtgärder längs Sörbyängsvägen, i nära anslutning till befintligt ledningsnät.



Figur 28. Avrinningsområde 2.

6.3.1 Dagvattenåtgärd

Fördröjningsvolymen för avrinningsområde 2 har beräknats under kapitel 1.4 i Bilaga 1. Vid framtida exploatering ökar andelen hårdgjord yta från 5,3 ha till 5,4 ha, vilket ger en flödesökning på cirka 350 l/s vid ett 20-årsregn efter exploatering (inkl. klimatfaktor). De fastigheter som redan är exploaterade i detta avrinningsområde står för cirka 85 % av den totala ytan, vilket innebär att det endast är cirka 15 % av den totala fördröjningsvolymen som bedöms behöva fördröjas och renas i och med exploateringen, dvs ca 200 m³. Volymen för gångfartsstråket med ett utflöde motsvarande ett 5-årsregn blir ca 40 m³ och för verksamheterna ca 160 m³.

Fördröjning och rening föreslås ske genom ett eller flera svackdiken längs Sörbyängsvägen, samt växtbäddar i gångfartsgatan. För att fördröja och rena dagvatten från verksamheterna (ca 10 000 m² stort) blir svackdikenas ytbehov ca 600 m². Detta genom att anta ett ytbehov på 12 % av den hårdgjorda ytan (Stormtac, 2021). Ytbehovet för en växtbädd, för att fördröja och rena dagvatten från gångfartsstråket (ca 8000 m² stort) blir ca 290 m². Detta genom att anta ett ytbehov på 8 % av den hårdgjorda ytan (Stormtac, 2021). Det bedöms vara ett rimligt antagande, då det anslutande gångstråket i väster även det har ca 8 % växtbäddsyta/planteringsyta av den totala hårdgjorda ytan.

Inom avrinningsområde 2 finns befintliga ledningsnät (som leds norrut) i anslutning till de nya områdena för verksamheter som planeras på södra sidan av Sörbyängsvägen. Även ny bebyggelse föreslås avledas via ledningsnätet norrut där fördröjning och rening föreslås ske i svackdiken innan anslutning till ledningsnät. Vidare utredning kring detta rekommenderas.

Vid större nederbörd än vad ledningsnät klarar av att leda bort kommer vatten att rinna ytligt, norrut.

6.3.2 Höjdsättning

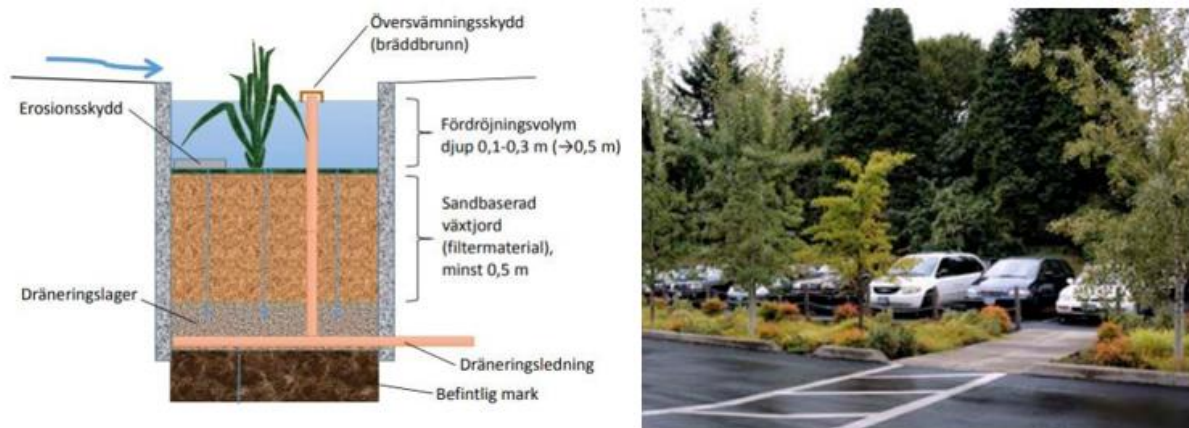
I sydvästra delen av avrinningsområde 2 ligger en kyrka, skola och förskola som kommer vara oförändrade efter exploatering, ytorna avleds via ledningsnät och på ytan rinner vatten både norrut och söderut.

Söder om Sörbyängsvägen ligger en befintlig byggnad, i form av ett kontor med parkeringsyta. Marknivåerna ligger i västra delen av fastigheten på ca +29,60 och i östra delen på ca +31,00. Ytan öster om kontorsbyggnaden ligger på högre nivå och fastigheten väster om kontorsbyggnaden ligger på en lägre nivå. Detta innebär att den gångfartsgata som planeras söder om kontorsbyggnaden kommer att luta från öster till väster om nya nivåer följer den nuvarande marklutningen. Gångfartsgatan fortsätter luta även på västra sidan av Norrköpingsvägen och den lägsta punkten för gångfartsgatan ligger vid västra kanten av utredningsområdet.

De ovan nämnda ytorna lutar alltså idag delvis mot Sörbyängsvägen och delvis söderut. Framtida höjdsättning rekommenderas ske så att hela ytan i detta område avleds norrut för att kunna fördröja dagvatten i svackdiken längs Sörbyängsvägen. Det vore en fördel om även den befintliga kontorsfastigheten kunde avvattas till föreslagen dagvattenåtgärd.

6.3.3 Växtbädd som fördröjnings- och reningsåtgärd

En växtbädd är en planteringsyta med fördröjnings- och översvämningsszon där dagvatten tillåts infiltrera och renas. Rening sker via de filtrerande materialen i växtbädden men även växterna bidrar till rening. Fördröjning av dagvatten sker i de filtrerande materialen och vid stora mängder vatten, leds vatten bort via dräneringsledning, se Figur 29. Växtbäddar kan utföras på flera olika sätt, de går t.ex. att ha ovan mark eller under mark (Stockholm Vatten och Avlopp, 2017). Ett exempel på växtbädd som samlar upp vatten från gata och parkering visas i Figur 29.



Figur 29. Principskiss växtbädd (t.v.). (Illustration WRS) Exempel på växtbädd vid parkering och gata (t.h.). (Foto WRS) För beskrivning av svackdike som fördröjnings- och reningsåtgärd, se text i kapitel 6.2.2. ovan.

6.3.4 Föroreningsförhållanden

I Tabell 5 redovisas beräknade föroreningsmängder samt halter för avrinningsområde 2, före och efter rening i svackdike.

Tabell 5. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 2 i StormTac, före och efter exploatering.

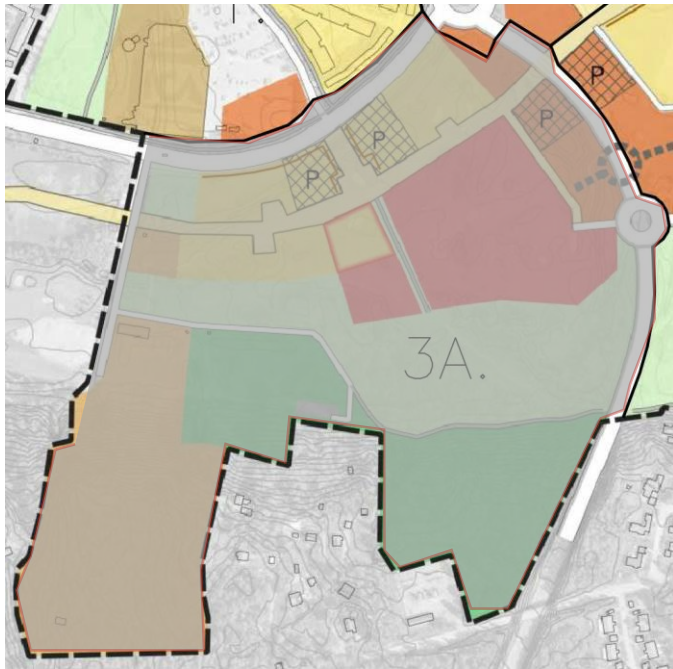
Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	9,5	77	0,52	1,1	3,4	0,021	0,39	0,31	0,0019	2800	30	0,022	0,0019
Planerad markanvändning, enl. planförslag	10	86	0,65	1,2	4,1	0,026	0,45	0,34	0,0021	3100	36	0,030	0,0026
Planerad markanvändning, enl. planförslag, efter rening	8	59	0,25	0,60	1,7	0,011	0,21	0,18	0,0018	1300	8	0,013	0,0012
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	190	1600	11	21	70	0,44	8,0	6,3	0,038	57000	620	0,44	0,038
Planerad markanvändning, enl. planförslag	190	1600	12	22	76	0,47	8,4	6,3	0,039	57000	680	0,55	0,049
Planerad markanvändning, enl. planförslag, efter rening	140	1100	5	11	32	0,2	3,9	3,4	0,033	25000	150	0,25	0,022

Resultatet visar att föroreningsmängderna ökar i och med framtida exploatering. Det beror på att marken i området hårdgörs ytterligare, då avrinningsområdet förtätas. Efter rening i föreslagen dagvattenåtgärd, minskar föroreningsmängderna för många av parametrarna så att de blir mycket lägre än vid befintlig markanvändning. Detta är positivt för recipienten, som idag är hårt belastad.

6.4 AVRINNINGSSOMRÅDE 3A

Marken inom avrinningsområde 3A (se Figur 30) är i princip oexploaterad idag. Det ligger ett aktivitetscentrum (Sörbybacken) i den sydvästra delen, som även ska vara kvar i framtiden. Det som tillkommer i detta område är bostadsområden, ett par områden för verksamheter, en gångfartsgata samt skola/ev. förskola.

Vidare utredning rekommenderas gällande snösmältningen från Sörbybacken. Föreslagna dagvattenåtgärder tar inte hänsyn till flöden från snösmältning då uppgifter om detta saknas. Föreslagen placering av dagvattendamm inom området ligger i nära anslutning till Sörbybacken och kan troligtvis nyttjas om tillräcklig buffertvolym kan uppnås.

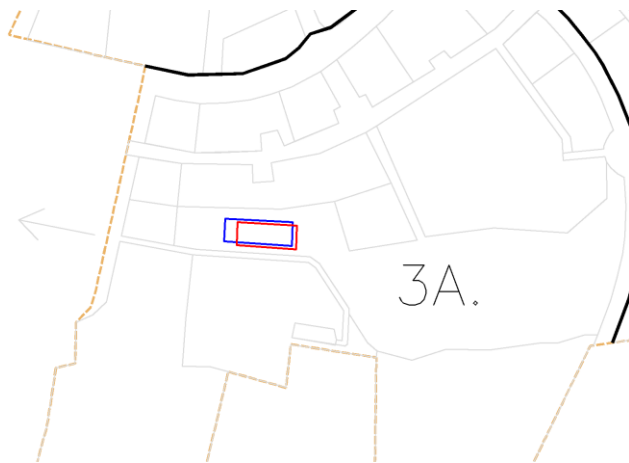


Figur 30. Avrinningsområde 3A.

6.4.1 Dagvattenåtgärd

Beräkningar av fördröjningsvolym och ett uppskattat ytbehov för en dagvattendamm i område 3A redovisas i kapitel 1.4 i Bilaga 1. Utifrån planerad markanvändning har ett förslag på placering av damm i väster studerats, se Figur 31 nedan. Blå linje i figuren är ytbehov vid utflöde för ett 2-års regn (ca 1600 m²) och röd linje motsvarar ytbehovet vid utflöde 5-års regn (ca 1400 m²). Dammens placering har valts med hänsyn till att hela område 3A skall kunna fördröjas. Vid placering av damm östra delen av området skulle de västra delarna (inkl. Sörbybacken) få begränsad möjlighet att kunna fördröjas i dammen.

Inom avrinningsområde 3A finns inga befintliga ledningsnät, endast ett fåtal dagvattentrummor. Vattnet rinner idag på ytan till diken och golfbanehinder. Vid framtida exploatering kommer sannolikt ledningsnät för dagvatten anläggas. Dagvattnet leds på ytan eller via ledning till en dagvattendamm i söder och avleds sedan via samma trumma och dike som idag.



Figur 31. Ytbehov för en dagvattendamm i avrinningsområde 3A. Blå linje i figuren är ytbehov vid utflöde för ett 2-års regn och röd linje motsvarar ytbehovet vid utflöde 5-års regn.

För avrinningsområde 3A behövs en fördröjningsvolym på ca 1500 m³ för ett 20-års regn med varaktighet 15 minuter. En standardutformning på en dagvattendamm har använts i StormTac. Utifrån ett utflöde motsvarande ett 2-årsregn ger det en fördröjningsvolym på ca 1790 m³, enligt Tabell 6 nedan.

Tabell 6. Beräknade volymer inom område 3A.

Utflyde 2-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflyde 2-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)	Utflyde 5-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflyde 5-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)
390	1790	1600	525	1500	1400

Inom avrinningsområde 3A finns idag golfbanehinder som ses som en passande plats för anläggandet av en/flera dagvattendammar, se Figur 32. Dessa har idag en totalyta på ca 3700 m².

Golfbanehindren ligger idag i ett lågstråk för området, dit vatten kan rinna både från de södra och norra delarna av avrinningsområde 3, se flödesvägar i Figur 11. De båda golfbanehindren ligger inom och i nära anslutning till områden där det planeras för skola och bostäder, vilket ses som en begränsning. Det är idag okänt hur dessa "golfbanehinder" är dimensionerade. Det rekommenderas vidare utredning kring detta, för att kunna utreda möjligheten att utnyttja dessa ytor till en samlad dagvattendamm inom avrinningsområdet. Flödet från Sörbybacken och uppströms liggande naturmark rekommenderas också att studeras vidare.

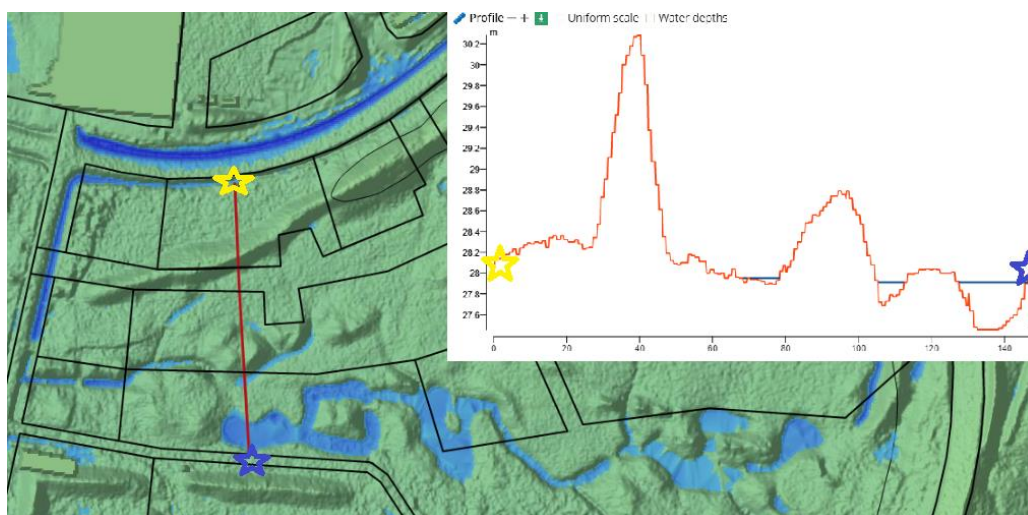


Figur 32. Befintliga golfbanehinder i förhållande till markanvändning. (Scalگو Live, 2021)

6.4.2 Höjdsättning

Marknivån i lågpunkten på östra sidan av Norrköpingsvägen har en lägsta nivå på ca +28,6 och nivån i golfbanehindret närmst Norrköpingsvägen ligger på ca +27,7, vilket innebär att vatten från den östra sidan av Norrköpingsvägen även kan ledas till ny damm inom detta avrinningsområde, se Figur 33.

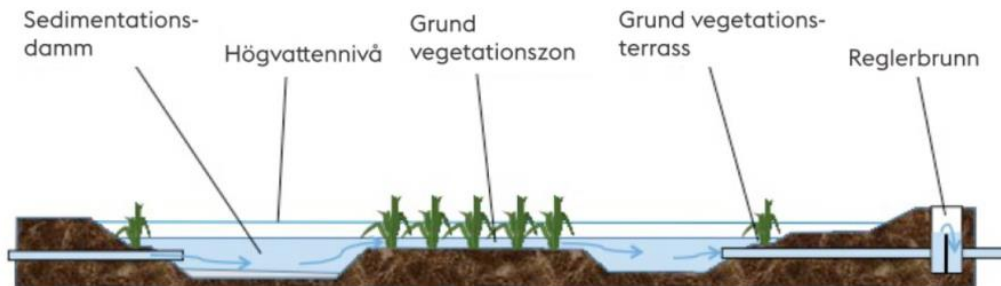
Inom område 3A finns flertalet vallar som i samband med exploatering behöver tas bort och marken jämnas ut för att säkerställa att vatten kan rinna på ytan mot nya damm. Höjdsättningen inom de framtida fastigheterna längs Sörbyängsvägen behöver säkerställa att dagvatten kan rinna på ytan söderut. Dessa ytor rekommenderas att inte avledas till diken längs Sörbyängsvägen, då ingen fördröjning kan uppnås där. Höjdsättning av gångfartstråket måste ta hänsyn till nivåer för ytor både norr- och söder om stråket för att säkerställa att vatten kan rinna på ytan från norr till damm i söder.



Figur 33. Befintlig höjdsättning från Sörbyvägen och söderut mot golfbanehindren. (Scalگو Live, 2021)

6.4.3 Damm som fördröjnings- och reningsåtgärd

Dagvattendammar kan fördröja stora volymer vatten och vid väl avvägning av uppehållstid, utformning och dimension tillsammans med regelbunden underhållning blir dammens reningseffekt god. En dagvattendamm bör vara ett antal gånger längre än vad den är bred för att gynna skötsel och funktion. Dimensionsmässigt bör en dagvattendamm motsvara ca 1,5–2,5 procent av den hårdgjorda avrinningsytan för att uppfylla en god rening och funktion. Utformning och dimensionering av dagvattendamm/-ar rekommenderas genomföras enligt Svenskt Vatten, 2019 och Svenskt Vatten, 2016. Figur 34 visar på en principskiss över en damm och Figur 35 visar på den variation som förekommer när det kommer till funktion, rekreation och gestaltning av dagvattendammar.



Figur 34. Principskiss för en dagvattendamm med försedimenteringszon samt våtmarksdel. (Bildkälla: WRS)



Figur 35. Exempel på dagvattendamm i olika miljöer (Bildkälla: WRS, Svenskt Vatten).

6.4.4 Föroreningsförhållanden

I Tabell 7 redovisas beräknade föroreningsförhållanden (mängder samt halter) för avrinningsområde 3A, före och efter rening i en dagvattendamm.

Tabell 7. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 3A i StormTac, före och efter exploatering.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	5,8	64	0,17	0,48	0,99	0,0082	0,11	0,097	0,00096	1300	9,6	0,0058	0,00027
Planerad markanvändning, enl. planförslag	10	100	0,47	1,2	3,0	0,021	0,36	0,28	0,0022	3100	30	0,020	0,0015
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	4,0	71	0,12	0,45	0,83	0,0091	0,071	0,12	0,0013	660	4,6	0,0029	0,00036
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	110	1200	3,2	9,0	18	0,15	2,0	1,8	0,018	25000	180	0,11	0,0051
Planerad markanvändning, enl. planförslag	140	1400	6,6	16	41	0,29	5,0	4,0	0,031	43000	420	0,28	0,021
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	55	980	1,7	6,3	12	0,13	0,98	1,6	0,018	9200	63	0,040	0,0050

Resultatet visar att föroreningsmängderna ökar i och med framtida exploatering. Det beror på att en stor del obebyggd naturmark exploateras med hårdgjorda ytor. Efter rening i föreslagen dagvattenåtgärd, minskar föroreningsmängderna för många av parametrarna så att de blir lägre än vid befintlig markanvändning. De parametrar som inte riktigt kommer ner till befintlig markanvändning är kväve, kadmium, nickel, kvicksilver och BaP.

6.5 AVRINNINGSOMRÅDE 3B

Marken inom avrinningsområde 3B (se Figur 36) är i princip oexploaterad idag. Det ligger en grusparkering i öster. Det som planeras i detta område är främst områden för verksamheter, bostadsområden, lokalgator samt en förskola i öster.

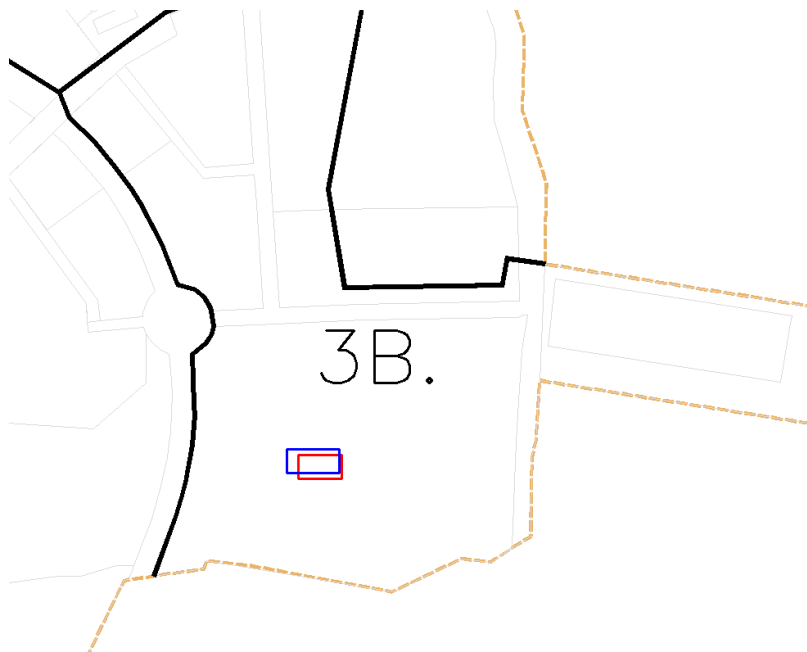


Figur 36. Avrinningsområde 3B.

6.5.1 Dagvattenåtgärd

Beräkningar av fördröjningsvolym och ett uppskattat ytbehov för en dagvattendamm i område 3B redovisas i kapitel 1.4 i Bilaga 1. Utifrån planerad markanvändning har ett förslag på placering av damm i södra delen studerats, se Figur 37 nedan. Se mer information om damm som fördröjnings- och reningsåtgärd i kapitel 6.4.3 ovan. Blå linje i figuren är ytbehov vid utflöde för ett 2-års regn (ca 700 m²) och röd linje motsvarar ytbehovet vid utflöde 5-års regn (ca 600 m²).

Inom avrinningsområdet finns idag ett befintligt dagvattenledningsnät (D 1600) som går mellan (delvis inom yta för planerad exploatering) planerad mångfunktionell bebyggelse och planerade bostäder. Ledningsnätet inom område 3B har endast ett fåtal rännstensbrunnar i sydvästra delarna. Dagvatten från området antas därför rinna till största delen på ytan till den lågpunkt som finns i söder. Vidare utredning kring lämplig placering av dammen krävs med hänsyn till de befintliga dagvattenledningarna som finns i området.



Figur 37. Ytbehov för damm i avrinningsområde 3B. Blå linje markerar ytbehov vid utflöde för ett 2-års regn och röd linje motsvarar ytbehovet vid utflöde 5-års regn.

För avrinningsområde 3B behövs en fördröjningsvolym på ca 680 m³ för ett 20-års regn med varaktighet 10 minuter. En standardutformning på en damm har använts i StormTac. Utifrån detta och ett max. utflöde motsvarande ett 5-årsflöde (377 l/s) ger det en dammutformning enligt Tabell 8 nedan.

Tabell 8. Beräknade volymer inom område 3B.

Utflöde 2-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 2-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)	Utflöde 5-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 5-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)
280	825	700	377	680	600

6.5.2 Höjdsättning

För det planerad förskole-området i östra delen av området, ligger marken som lägst längst österut, på en marknivå på ca +29,40. Den närmaste dagvattenledningen ligger vid det sydvästra hörnet av förskole-området, där vattengången i en D1000 ligger på +27,74. Vid placering av nytt ledningsnät för dagvatten inom förskole-områdets östra kant ses svårigheter att kunna få självfall till befintligt ledningsnät. Mer information om förskole-området finns under kapitel 7.1.

Dammen föreslås placeras i det lågområde som finns i södra delen om område 3B. Profilen i Figur 38 visar att nuvarande marknivå i lågområdet ligger högre än nivåerna i golfbanehindren i område 3A. Vi exploatering föreslås marknivåerna i grova drag behållas för att avledning av vatten i dammen inom område 3B ska kunna ledas vidare väster ut via dike/trumma till dammen inom område 3A. Vid fortsatt arbete med de båda dammen inom område 3A och denna damm, måste nivåer och placeringar samspela för att få ett fungerande dagvattensystem.

Inom område 3B finns områden där det planeras för verksamheter och bostäder, inom dessa områden finns idag vallar som behöver tas bort för att möjliggöra att vatten kan rinna på ytan till dammen.



Figur 38. Befintlig höjdsättning genom dike/golfbanehinder. (Scalgo Live, 2021)

6.5.3 Damm som fördröjnings- och reningsåtgärd

Se beskrivning i kapitel 6.4.3. ovan.

6.5.4 Föroreningsförhållanden

I Tabell 9 redovisas beräknade föroreningsförhållanden (mängder samt halter) för avrinningsområde 3B, före och efter rening i en dagvattendamm.

Tabell 9. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 3B i StormTac, före och efter exploatering.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	2,6	37	0,069	0,25	0,51	0,0035	0,049	0,047	0,00053	540	4,9	0,011	0,00015
Planerad markanvändning, enl. planförslag	6,7	55	0,38	0,73	2,4	0,016	0,27	0,22	0,0011	1900	20	0,015	0,0014
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	3,3	41	0,14	0,34	0,92	0,0083	0,081	0,10	0,00069	620	3,0	0,0038	0,00038
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	95	1300	2,5	9,1	19	0,13	1,8	1,7	0,019	20000	180	0,39	0,0055
Planerad markanvändning, enl. planförslag	180	1500	10	19	63	0,43	7,3	5,7	0,029	52000	530	0,39	0,038
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	88	1100	3,7	9,2	25	0,22	2,2	2,8	0,019	17000	80	0,10	0,010

Resultatet visar att samtliga föroreningsmängderna ökar i och med framtida exploatering. Det beror på att den obebyggda naturmarken exploateras med större andel hårdgjord yta. Efter rening i föreslagen dagvattendamm, minskar föroreningsmängderna för samtliga parametrar. Dock inte till att motsvara föroreningsmängder vid befintlig situation, men det bedöms som svårt att uppnå då området idag består av stor andel naturmark som generellt inte har höga utsläpp av föroreningar.

6.6 FÖRSLAG PÅ DAGVATTENHANTERING INOM KVARTERSMARK

Utöver samlade lösningar på allmän platsmark rekommenderas dagvattenåtgärder på kvartersmark. Dagvattenåtgärder som skelettjordar och diken rekommenderas, se Bilaga 2 för förslag på lösningar.

Då utredningen har utförts i ett tidigt skede med syfte att föreslå dagvattenåtgärder på allmän platsmark, utreds inte dagvattenåtgärder för kvartersmark i detalj. Vilka åtgärder som blir aktuella får studeras djupare inför detaljplanläggning, då planens utformning är mer definitiv. Vid detaljplanläggning rekommenderas dagvattenutredningar tas fram för respektive planområde.

7 SKYFALLSHANTERING OCH LÅGOMRÅDEN

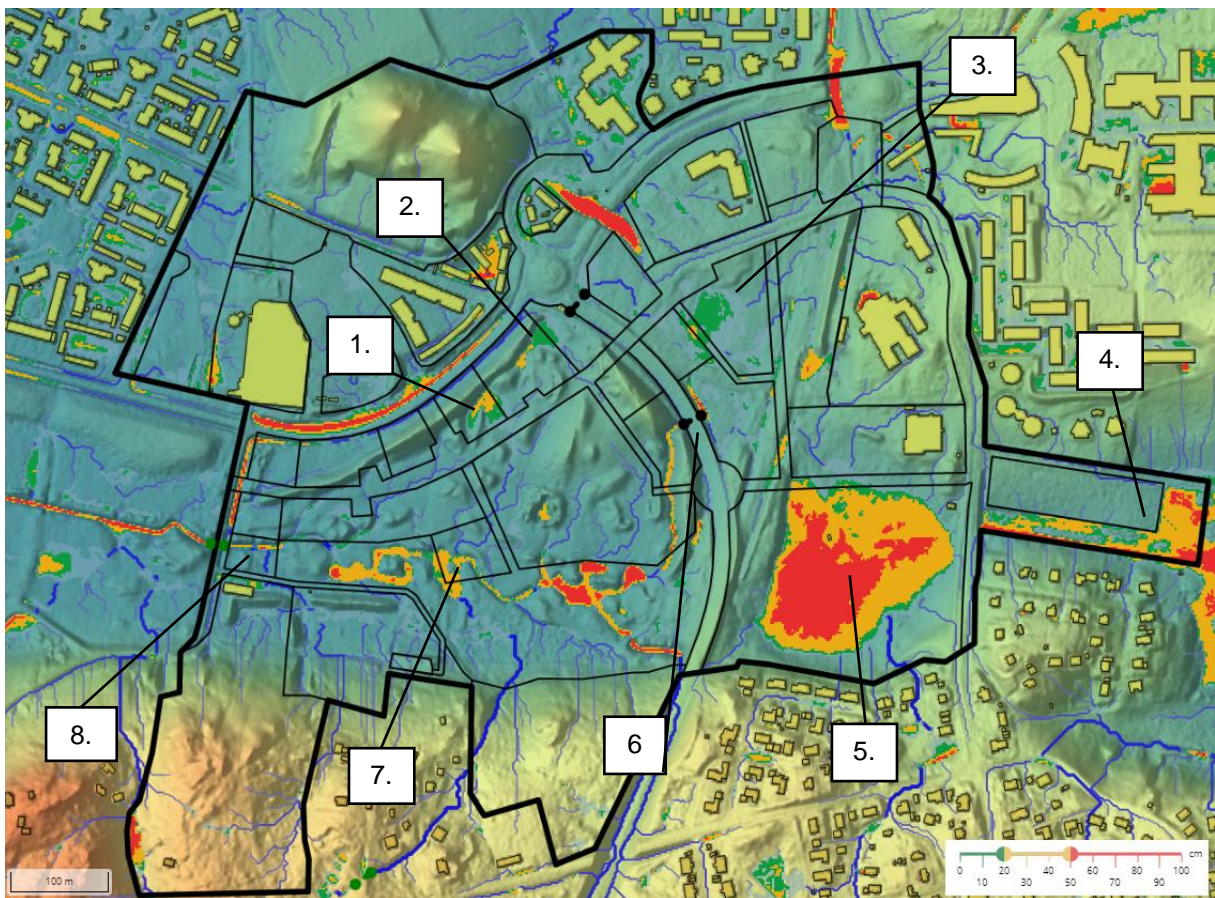
En analys har utförts i programmet Scalgo Live (2021) där markanvändningen vid planerad bebyggelse har jämförts med lågområden och översvämmade områden, dessa beskrivs mer i detalj nedan.

7.1 KRITISKA OMRÅDEN ATT TA EXTRA HÄNSYN TILL

Inom utredningsområdet har ett antal kritiska områden identifierats i Scalgo Live, som exempelvis lågpunkter och flödesvägar, där det planeras för exploatering. Där kan det vara lämpligt att höjdsätta marken på ett annat sätt jämfört mot idag, att höjdsätta färdig golvnivå på en viss nivå eller på annat sätt ta hänsyn till hur vatten leds eller blir stående på ytan. Riskområdena som har studerats visas i Figur 39. Nedan följer en analys för respektive del.

Under följande rubriker finns figurer där det visas en mer detaljerad bild för respektive riskområde som identifierats samt en beskrivning. I respektive figur visas en bild över området med en röd linje igenom lågpunkten/flödesvägen, vilket är profillinjen för profilen som också visas i figuren. (Profilerna är dock inte skalenliga.) Profilerna visar linje för marknivå i orange och vattennivå vid ett 100-års regn i blått. I varje figur finns även en liten färgskala som visar olika färg beroende på vattendjup det blir vid ett 100-års regn i lågpunkterna. Röd färg visar vattendjup större än 0,5 m. Gul färg visar vattendjup 0,2–0,5 m. Grön färg visar ett vattendjup på 0,1–0,2 m.

I Scalgo Live förutsätts ytan vara hårdgjord och ingen hänsyn tas till eventuellt ledningsnät. De två trummorna som finns under Norrköpingsvägen har manuellt lagts in i programmet för att på ett så korrekt sätt som möjligt, kunna redovisa flödesvägar och lågpunkter.

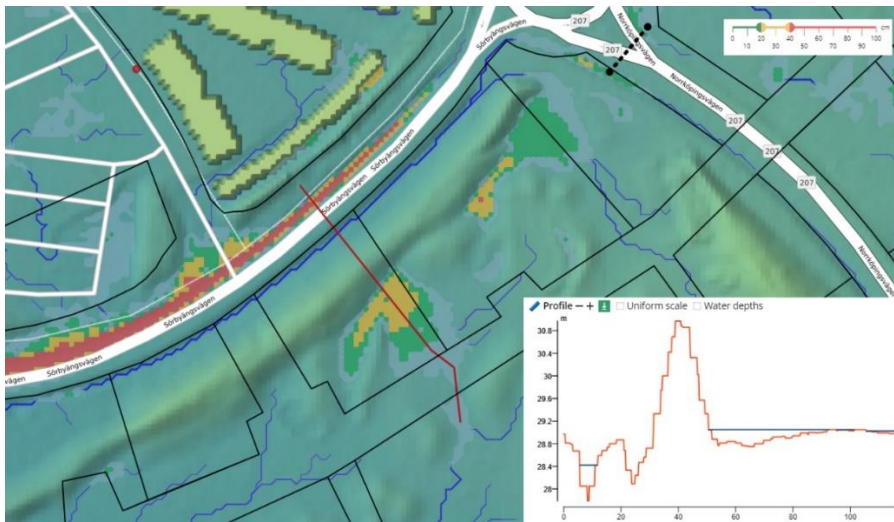


Figur 39. Översiktlig bild över kritiska områden. (Scalgo Live, 2021)

1. Sörbyängsvägen

Längs Sörbyängsvägens västra del planeras det för bostäder och möjligen ett underjordiskt garage. På platsen finns idag en bullervall och ett lågområde. Enligt Örebro Kommun (2021a) ska bullervallar inom utredningsområdet tas bort vid exploatering och i samband med det kan höjdsättning av ytan förändras för att förhindra att vatten blir stående inom ett framtida bostadsområde. Viktigt vid höjdsättning är att marken lutar söderut, alternativt avleda ytan via ledningsnät till dammar eller annan fördröjnings- och reningsåtgärd. Inom detta område ses inga hinder att bygga bostäder vid justering av höjdsättningen. Området ligger på en högre nivå och med ett långt avstånd till de dammar/diken som planeras längre söderut i utredningsområdet.

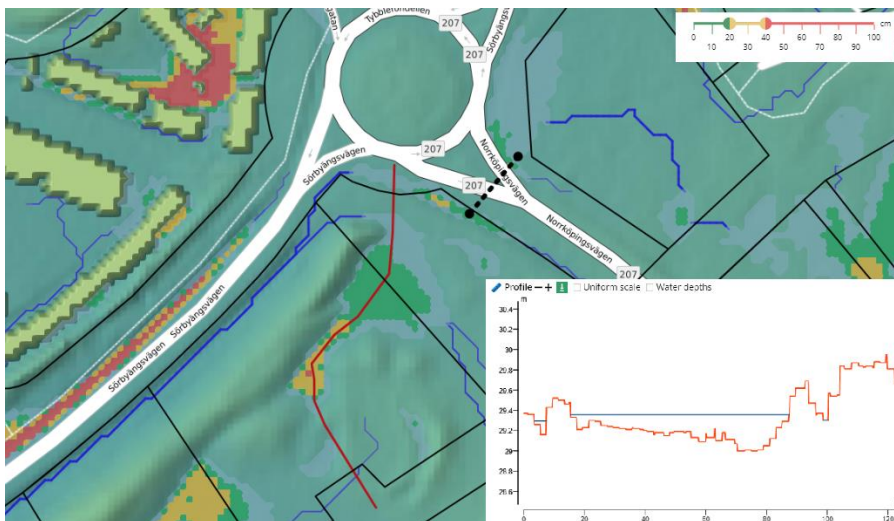
I Figur 40 nedan visas en profil genom lågpunkten där den högsta toppen i profilen är bullervallen. I plan visas en röd linje där profilen är dragen. Den blå linjen i profilen visar vart vatten blir stående, djupet vid ett 100-års regn är ca 30 cm.



Figur 40. Profil över område 1. Sörbyängsvägen. (Scalگو Live, 2021)

2. Söder om Tybllerondellen

Söder om Tybble-rondellen planeras det för mångfunktionell bebyggelse. Under Norrköpingsvägen finns en trumma som leder vatten från den västra sidan av Norrköpingsvägen till den östra sidan. Flödesvägen till trumman rekommenderas tas i beaktande vid fortsatt arbete med placering av byggnader inom detta område men även höjdsättningen av marken med tanke på den lågpunkt som visas i Figur 41. Vid ett 100-års regn så blir det ca 40 cm stående vatten i lågpunkten enligt profilen.

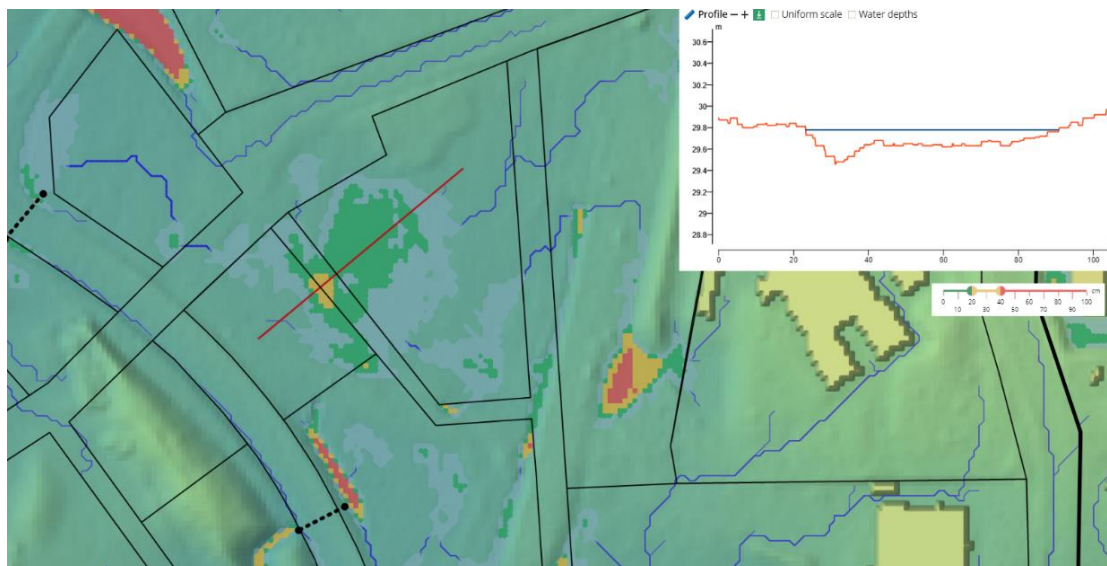


Figur 41. Profil över område 2. Tybllerondellen, med ca 40 cm stående vatten i lågpunkten. (Scalگو Live, 2021)

3. Sydöst om Tybble-rondellen

Strax sydöst om Tybble-rondellen finns idag en lågpunkt där det planeras för mångfunktionell bebyggelse och bostäder. Även en gata planeras där lågpunkten är som lägst, se Figur 42.

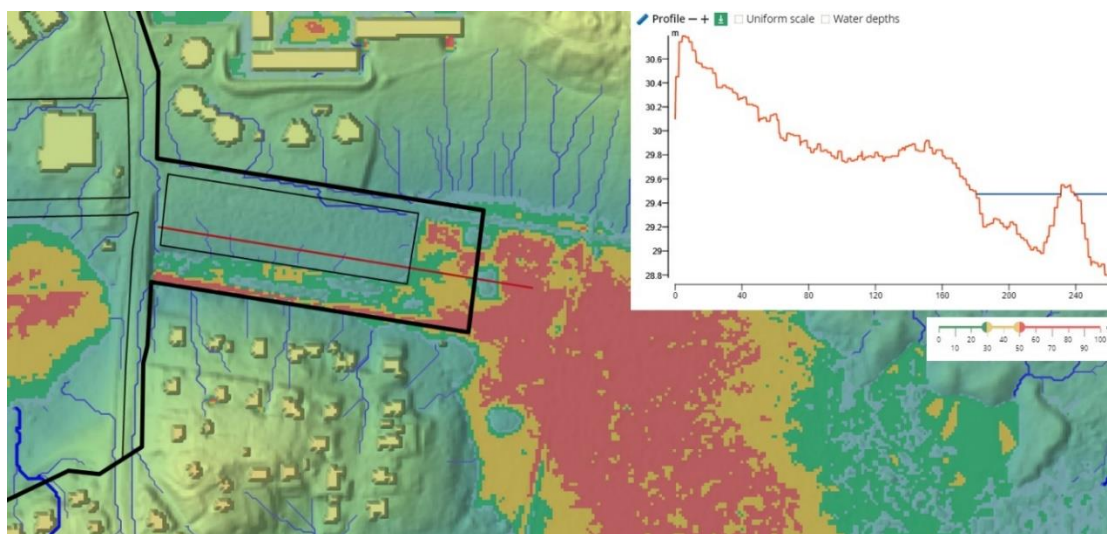
Vattendjupet vid ett 100-årsregn är ca 30 cm. Ett förslag på lösning skulle kunna vara att anlägga ett dike längs Norrköpingsvägen och att höjdsätta marken inom det aktuella området så att vatten avleds till diket. Det är inte lämpligt att placera byggnader vid lågpunkten utan att förändra höjdsättningen.



Figur 42. Profil över område 3. Sydöst om Tybble-rondellen. (Scalگو Live, 2021)

4. Östra förskolan

I östra delen av utredningsområdet där det planeras för en förskola finns idag en grusparkering. Längs södra långsidan av grusparkeringen finns ett dike som leder in vatten från Markasjön till utredningsområdet. Vid kraftiga regn som 100-års regn kan vattennivån stiga så högt att det blir stående ca 50 cm vatten inom utredningsområdets östra kanten, se Figur 43. Placering av byggnader inom skolområdet rekommenderas placeras i nordväst, för att minimera att risken att vatten från den östra delen och det längsgående diket når byggnaderna. Flödesvägen i söder är viktig att behålla vid exploatering för att inte dämna upp detta flöde och för att inte orsaka en ännu högre stående vattennivå.

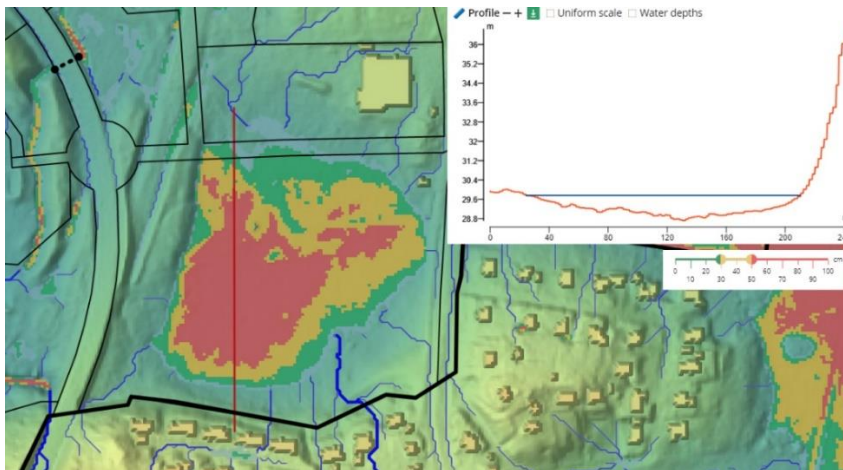


Figur 43. Profil över område 4. Östra förskolan. (Scalگو Live, 2021)

5. Öster om Norrköpingsvägen

Öster om Norrköpingsvägen finns ett stort lågområde i grönområdet, där det kan bli vatten stående. Enligt Scalgo Live, skulle det kunna bli ett vattendjup på upp till 1 meter (upp till en nivå på ca +29,8) vid ett 100-års regn, se Figur 44.

För att säkerställa att planerade byggnader norr om lågområdet inte riskerar att skadas av vatten från lågområdet rekommenderas färdig golvnivå ligga på minst +30,0. Flödet till lågområdet väntas öka jämfört med idag då omkringliggande områden planeras exploateras. Detta bör tas hänsyn till vid fortsatt utredning och beslut om färdig golvhöjd.

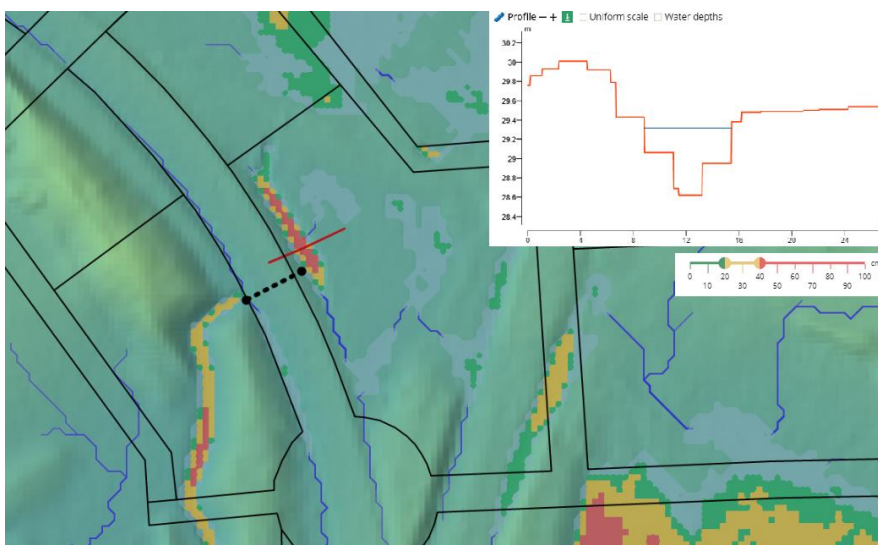


Figur 44. Profil över område 5. Öster om Norrköpingsvägen. (Scalgo Live, 2021)

6. Trumma under Norrköpingsvägen och flödesväg uppströms/nedströms

Under Norrköpingsvägen ligger en trumma som leder vatten från östra sidan till västra sidan, se svart markering för ungefärlig placering i Figur 45. Då det planeras för mångfunktionell bebyggelse vid trummans inlopp behöver den framtida höjdsättning av marken och placeringen av byggnader säkerställa att vatten som idag leds till trumman, fortsatt kan göra det. Vid inloppet till trumman kan det vid ett 100-års regn bli stående ca 70 cm vatten.

Det rekommenderas vidare utredning gällande dimension och placering av trumman, för att säkerställa att trumman har en kapacitet att klara av den flödesökning som förväntas i samband med exploatering. Det rekommenderas att diket både nedströms/uppströms trumman flyttas så att det ligger på allmän platsmark, längs med bilvägen, istället för att ligga inom framtida kvartersmark.

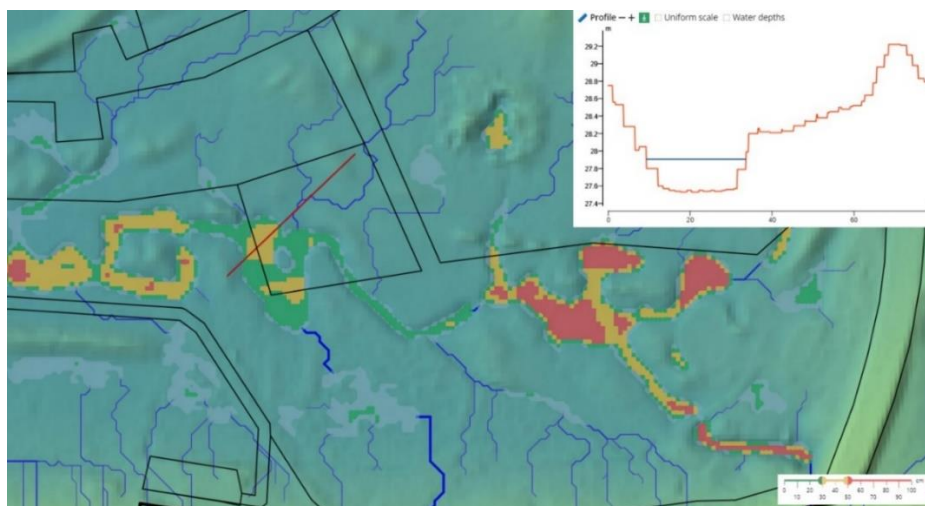


Figur 45. Profil över område 6. Trumma under Norrköpingsvägen. (Scalgo Live, 2021)

7. Skolan i väst

På marken i västra delen av utredningsområdet, där det planeras för skolområde, ligger idag ett golfbanehinder. Hindret utgör en stor del av den yta som planeras bli skolområde, se Figur 46. I de djupare delarna i hindret inom skolområdet kan det vid ett 100-års regn bli stående ca 40 cm vatten. Det är inte bara hindret som behöver tas hänsyn till vid exploatering utan även den flödesväg som leds in i detta delområde från öster och fortsätter västerut. Flödet måste även i fortsättningen kunna rinna från östra delen av utredningsområdet till den västra delen.

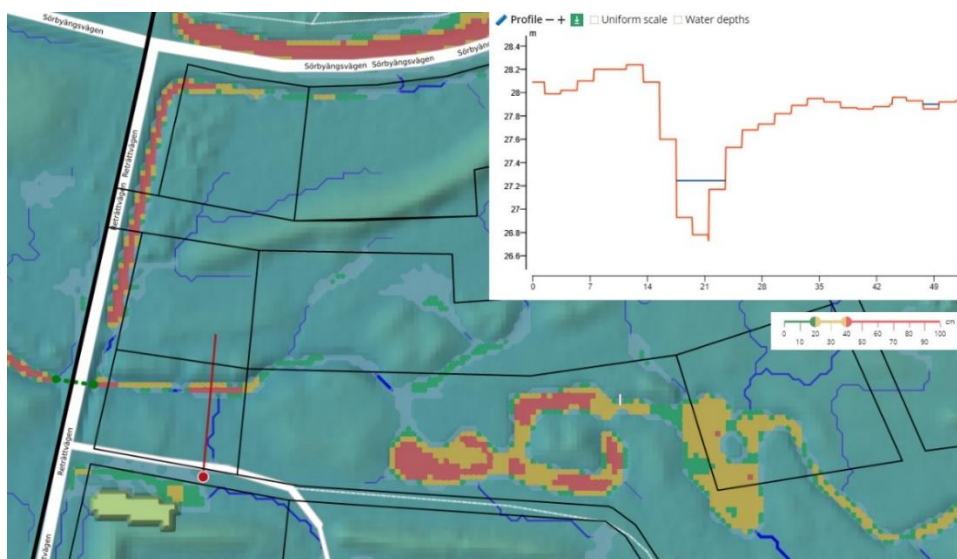
Marknivåerna inom området varierar mycket enligt profilens dragning. Marken behöver jämnas ut (höjdpunkt i nordöst). Med hänsyn till detta finns tre alternativ; att fylla igen golfbanehindret och flytta flödesvägen söderut, att justera markanvändningen eller att ta bort markanvändningen.



Figur 46. Profil över område 7. Skolan i väst. (Scalگو Live, 2021)

8. Dike vid Sörbyvägen

I västra delen av utredningsområdet leds ett dike västerut, från golfbanehindren i södra delen. Diket är ett viktigt utlopp från utredningsområdet, se Figur 47. Vattendjupet i diket kan bli ca 50 cm vid ett 100-års regn. Dikets placering sammanfaller med planerad bostadsbebyggelse och rekommenderas därför att flyttas till grönområdet söder om föreslagna byggnation. Ett annat alternativ är att minska bostadsbebyggelsen. Byggnadernas höjdsättning bör ta hänsyn till vattendjupet i diket. Det är alltid en säkerhetsfråga att ha öppna vattenytor i närheten av byggnation. Vid fortsatt planering, får säkerhetsåtgärder ses över ifall diket/golfbanehindren anläggs i området söder om bostadsområdena.



Figur 47. Profil över område 8. Dike vid Sörbyvägen. (Scalگو Live, 2021)

8 KONSEKVENSER AV FÖRESLAGNA ÅTGÄRDER

8.1 FLÖDEN OCH FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN EFTER ÅTGÄRDER

8.1.1 *Avrinningsområde 1*

Avrinningsområde 1 är till stor del redan bebyggt idag, vilket gör att de förändrade dagvattenflödena och föroreningsförhållandena är förhållandevis små. Flödet vid framtida markanvändning vid ett 20-årsregn ökar med ca 200 l/s. Resultatet för föroreningsberäkningarna visar att föroreningsmängderna i stort sett minskar för samtliga parametrar efter exploatering av avrinningsområdet, vilket sannolikt beror på en minskad andel parkeringsyta.

Fördröjnings- och reningsåtgärder för dagvattnet bedöms som små och föreslås ske genom ett svackdike i den nordvästra delen av området. Genom rening i ett svackdike minskar föroreningsförhållandena för avrinningsområdet till under befintliga nivåer. Det bör utredas vidare om det är möjligt att reservera en större yta i västra delen av detta område, för att möjliggöra att anlägga en dagvattenåtgärd (ytligt eller underjordiskt magasin) som kan fördröja dagvatten från både befintlig och framtida bebyggelse. Detta skulle vara positivt då dagvattensystemet nedströms är hårt belastat.

8.1.2 *Avrinningsområde 2*

Avrinningsområde 2 står för en något större flödesökning (ca 770 l/s vid ett 20-årsregn), då delar av naturmarken kommer att bebyggas. Flödet vid framtida markanvändning vid ett 20-årsregn blir totalt ca 2240 l/s. Föroreningsförhållandena ökar i och med framtida exploatering. Det beror på att marken i området hårdgörs ytterligare, då naturmark exploateras.

Fördröjningsvolymen som krävs för tillkommande bebyggelse är ca 200 m³. Fördröjning och rening föreslås ske i växtbäddar som placeras i gångfartsstråket och svackdiken längs Sörbyängsvägen. Ytbehovet för växtbäddar blir ca 290 m², och för svackdikena ca 600 m² för att fördröja och rena dagvatten för den planerade förändringen inom område 2. Genom rening i föreslagna åtgärder minskar föroreningsmängderna för många av parametrarna och de blir mycket lägre än vid befintlig markanvändning. Detta är positivt för recipienten, som idag är hårt belastad.

8.1.3 *Avrinningsområde 3A*

I avrinningsområde 3A sker störst förändring mot den befintliga situationen. Flödet från området blir totalt ca 2020 l/s vid ett 20-årsregn. Detta beror på att naturmark till stor del kommer att bebyggas. Resultatet från föroreningsberäkningarna visar att föroreningsmängderna ökar i och med framtida exploatering. Det beror på att en stor del obebyggd naturmark exploateras med hårdgjorda ytor. Ett fördröjningsbehov på ca 1500 – 1790 m³ krävs för området (beroende på utflödet för ett 5- eller 2-årsregn). En dagvattendamm föreslås placeras i sydvästra delen av området för att fördröja och rena dagvattnet. Efter rening i föreslagen damm minskar föroreningsmängderna för samtliga parametrar.

8.1.4 *Avrinningsområde 3B*

I avrinningsområde 3B sker stor förändring mot befintlig situation. Flödet från området blir totalt ca 1350 l/s vid ett 20-årsregn. Detta beror på att exploateringen innebär att naturmark till stor del kommer att bebyggas. Dagvattenflödena ökar och en fördröjningsvolym på bedöms behövas. Föroreningsmängderna ökar i och med framtida exploatering. Det beror på att den obebyggda naturmarken exploateras med större andel hårdgjord yta. Ett fördröjningsbehov på ca 680 – 825 m³ krävs för området. En dagvattendamm föreslås placeras i södra delen av området för att fördröja och rena dagvattnet. Efter rening i dammen minskar föroreningsmängderna för samtliga parametrar.

8.2 PÅVERKAN PÅ RECIPIENTENS STATUS OCH MÖJLIGHETEN ATT UPPNÅ MILJÖKVALITETSNORMERNA

Bedömningen för gränsvärden görs utifrån årsmedelvärden. Vid ett regn kan haltpåslag uppkomma i samband med ytvavrinning men det är inte troligt av tillfälliga regn påverkar årsmedelbasis. Några prioriterade ämnen har istället gränsvärden för maximal tillåten koncentration och skulle därmed kunna påverkas vid kraftiga regn.

8.2.1 Näringsämnen

Kvalitetsfaktorn för näringsämnen i inlandsvatten klassas utifrån halten totalfosfor och uttrycks genom en ekologisk kvot (EK-värde), som beräknas enligt bedömningsgrunder för ytvattenförekomster, näringsämnen i vattendrag (Havs- och Vattenmyndigheten, 2021).

Referensvärdet för totalhalt fosfor för Svartån från Lindbacka till Hjälmarens är 19,08 µg/l enligt VISS. Bedömningen av EK-värde har gjorts med mätvärden från provtagningsstationen Svartån uppströms Skebäck.

I Tabell 10 redovisas beräknade och uppmätta halter av fosfor (P-tot) i Svartån. Nedströmshalten i Svartån (nuläge) är medelhalt från befintlig miljöövervakning från provtagningsstationen Närkes Svartå Örebro O2 mellan år 2017–2019 (SLU, 2021) och den beräknade nedströmshalten är beräknad efter tillförd årlig mängd från detaljplaneområdet. Bedömningen av ekologisk status är alltså gjord utifrån mätdata från en annan provtagningsstation än bedömningen i VISS, men EK-värdet hamnar ändå inom klassgränsen för måttlig status. Mängden fosfor som släpps ut från området beräknas bli mindre efter ombyggnad jämfört nuläget eftersom det planeras för viss rening.

Beräkningarna visar att den mängd av fosfor som tillförs från detaljplaneområdet inte inverkar på halterna i recipienten. Mängden som tillförs är således väldigt liten i förhållande till den mängd av näringsämnen som finns i recipienten.

Tabell 10. Uppmätta och beräknade totalhalter av fosfor (P-tot). Beräknad halt avser halt i recipienten med utsläpp av dagvatten.

Svartån				
	Enhet	Halt nedströms (Nuläge)	Beräknad halt nedströms med rening (framtid)	Beräknad halt nedströms utan rening (framtid)
P-tot	µg/l	54,30	54,27	54,31
Ref-P (VISS)	µg/l	19,1	19,1	19,1
EK-värde*		0,35	0,35	0,35
Ekologisk status		Måttlig	Måttlig	

* Enligt HVMFS 2019:25, bilaga 2, avsnitt 2.3 är klassgränsen för näringsämnen Måttlig status $0,3 < EK < 0,5$.

8.2.2 Särskilda förorenande ämnen

Gränsvärden för särskilda förorenande ämnen anges i HVMFS 2019:25 eller i VISS för vattenförekomster av intresse. Av de ämnen som klassas som särskilda förorenande ämnen i HVMFS 2019:25, avgränsas denna utredning till de ämnen som är möjliga att modellera med StormTac, med tillförlitligt resultat och som riskeras spridas ut från detaljplaneområdet (arsenik, koppar, krom och zink).

För bedömning av utsläppens påverkan på vattenförekomsterna har uppmätta och beräknade halter i recipienten (Svartån) nedströms detaljplaneområdet jämförts med respektive gränsvärde. För arsenik och zink ska jämförelsen mot gränsvärdet göras efter subtraktion av bakgrundshalten (HVMFS 2019:25). Någon subtraktion har inte gjorts eftersom det inte blir någon skillnad i arsenik- och zinkhalten mellan de båda scenariona.

För koppar och zink gäller gränsvärdena biotillgänglig halt. Biotillgängliga halter beräknas med verktyget Bio-met 5.0 som tar hänsyn till uppmätt pH, DOC och kalcium för de fall där den totala halten av respektive ämne överstiger gränsvärdet.

I Tabell 11 redovisas beräknade halter av ett urval av SFÅ i Svartån. Nedströmshalter är medelhalter från befintlig miljöövervakning från provtagningsstationen Närkes Svartå Örebro O2 mellan år 2017–2019 (SLU, 2021) och beräknade nedströmshalter är uppmätt och beräknad halt utifrån tillförd årlig mängd från detaljplaneområdet. Liksom resultatet för näringsämnen leder inte detaljplanen till någon påverkan på halterna nedströms. Genom rening av dagvatten i föreslagna åtgärder så minskar mängden av SFÅ ut från området efter ombyggnad jämfört med nuläget.

Tabell 11. Beräknade halter av särskilda förorenande ämnen (SFÅ) tillsammans med gällande gränsvärden.

Ämnen	Enhet	Svartån			HVMFS 2019:25
		Halt nedströms (nuläge)	Beräknad halt nedströms med rening (framtid)	Beräknad halt nedströms utan rening (framtid)	Gränsvärde (årsmedelhalt)
As	µg/l	0,496	0,496	0,497	0,5
Cu	µg/l	1,718	1,715	1,721	-
Cu bio	µg/l	0,02	0,02	0,02	0,5
Zn	µg/l	5,71	5,70	5,72	-
Zn bio	µg/l	0,87	0,87	0,87	5,5
Cr	µg/l	0,361	0,360	0,362	3,4

8.2.3 Prioriterade ämnen

Den kemiska statusen baseras på vattenförekomstens halter av så kallade "prioriterade" ämnen. De prioriterade ämnena anges i direktiv 2008/105/EG. Gränsvärden anges i HVMFS 2019:25, och består för inlandsytvatten av ett årsmedelvärde och en maximalt tillåten koncentration. Av de 45 ämnen som lyfts fram som prioriterade ämnen i HVMFS 2019:25 avgränsas denna utredning till de ämnen som riskeras spridas ut från utredningsområdet och som kan modelleras fram via StormTac. Beräknade nya halter i recipienten jämförs sedan med gällande gränsvärden.

För nickel och bly gäller gränsvärdet för biotillgänglig halt. Biotillgängligheten beräknas på samma sätt som för SFÅ.

I Tabell 12 nedan redovisas beräknade halter av ett urval av prioriterade ämnen i Svartån. Nedströmshalter är från befintlig miljöövervakning (SLU, 2021) och beräknade nya nedströmshalter är beräknade utifrån tillförd årlig mängd från detaljplaneområdet. Samtliga halter ligger under gällande gränsvärden.

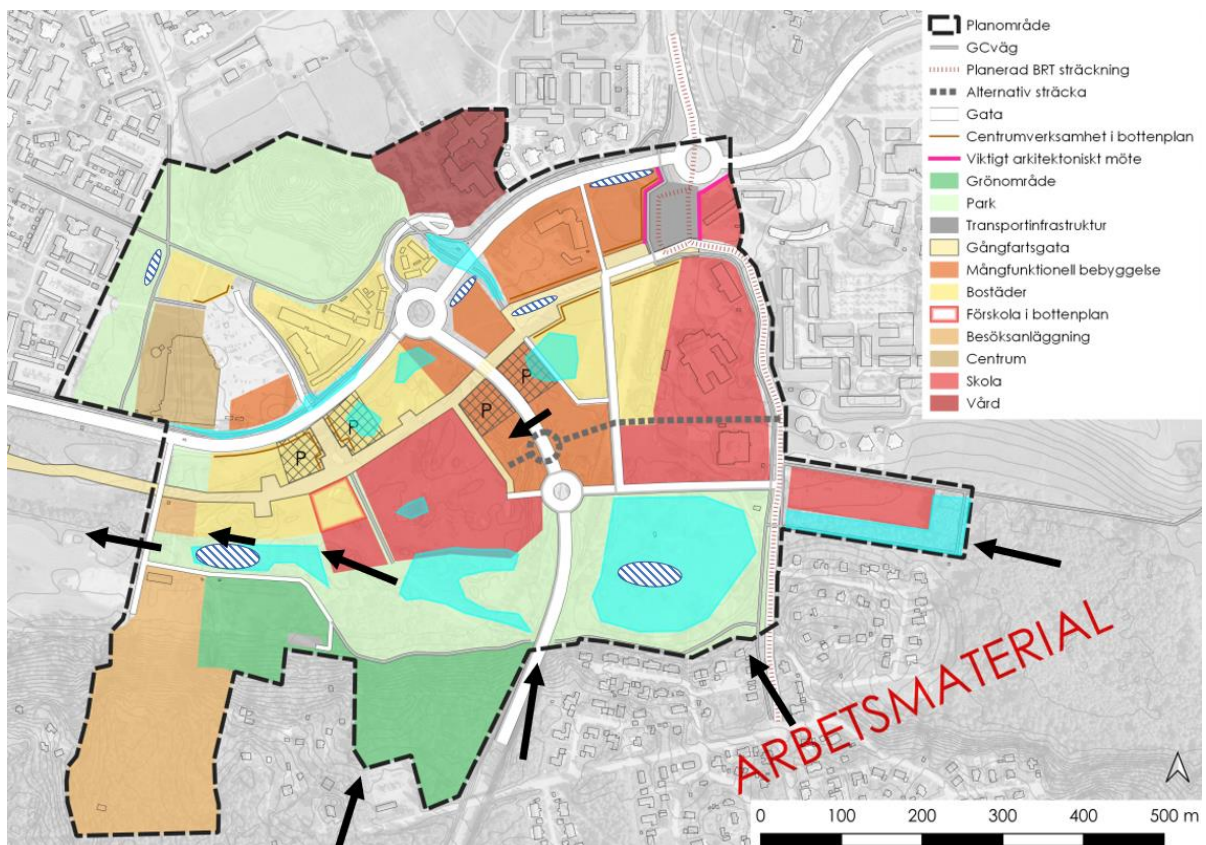
Tabell 12. Beräknade halter av ett urval av prioriterade ämnen tillsammans med gällande gränsvärden. Gränsvärden utgörs av årsmedelhalter bortsett kvicksilver som är en maximal halt vid ett givet tillfälle.

Ämnen	Enhet	Svartån			HVMFS 2019:25
		Halt nedströms (nuläge)	Beräknad halt nedströms med rening (framtid)	Beräknad halt nedströms utan rening (framtid)	Gränsvärde (årsmedelhalt)
Pb	µg/l	0,324	0,323	0,326	-
Pb bio	µg/l	Överskrids ej	Överskrids ej	Överskrids ej	1,2
Hg	µg/l	-	-	-	0,07 (max)
Ni	µg/l	1,664	1,663	1,664	-
Ni bio	µg/l	Överskrids ej	Överskrids ej	Överskrids ej	4
BaP	µg/l	-	Överskrids ej	Överskrids ej	0,00017

9 ATT BEAKTA I PLANPROGRAMMET

Med utgångspunkt i den planerade markanvändningen inom planprogrammet, finns flera områden som behöver beaktas särskilt i det fortsatta arbetet med planprogrammet. Dessa sammanfattas i Figur 48 och beskrivs i korthet nedan:

- Ytor för dagvattenåtgärder bör reserveras och säkerställas (se blårandig markering i Figur 48).
- Flödesvägar bör beaktas så att vatten kan transportera sig genom områdena och att dem inte däms upp. Det bör även säkerställas att vatten ytligt kan rinna från bebyggelse till lämpliga lågområden eller utlopp (svarta pilar och turkosa ytor i Figur 48).
- Trumman under Norrköpingsvägen (placering och dimension) och flödesvägen uppströms/nedströms bör ses över (svart pil i Figur 48).
- Utbredningen av skolområdet i sydväst kan justeras eller tas bort. Alternativt kan befintligt golfbanehindret och flödesväg flyttas söderut (svart pil i Figur 48).
- Dike vid Sörbyvägen rekommenderas att flyttas söderut till grönområdet alternativt minska föreslagen bostadsbebyggelse norr om diket (svart pil i Figur 48).
- Ett grönområde rekommenderas reserveras längs med Sörbyängsvägens södra sida (sträckan Tybble-rondellen – Universitetsrondellen), för att möjliggöra fördröjnings- och reningsåtgärder. Detta innebär något minskade ytor för exploatering.
- Flöden från uppströms liggande områden, som kan komma att påverka utredningsområdets södra och östra delar, behöver fortsatt beaktning (svart markering i Figur 48). Det vore en fördel att uppströms planområdet skapa en fördröjning för detta vatten, för att skapa ytterligare säkerhet.



Figur 48. Viktiga områden att beakta i planprogrammet.
Blårandiga ytor visar placering av samlade dagvattenåtgärder
Svarta pilar redovisar flödesvägar för avledning till och igenom området
Turkosa ytor visar lågpunkter/instängda områden.

10 SLUTSATSER

Exploateringen av Tybbleängen kommer att leda till att både dagvattenflöden och föroreningstransport till recipienten Svartån ökar om inte insatser för dagvattenrening utförs. Svartån är redan idag en hårt belastad recipient. Det rekommenderas att reservera ytor för föreslagna dagvattenåtgärder i samtliga avrinningsområden. Även flödesstråk måste beaktas så att vatten kan transportera sig genom områdena. Genom att göra det i ett tidigt skede säkerställs möjligheten för en hållbar dagvattenhantering som både uppnår fördröjning och rening av dagvatten från framtida exploatering.

En aspekt vid indelning av planprogramområdet i olika detaljplaner är att om möjligt ta hänsyn till de olika avrinningsområdena för dagvatten. Detta för att underlätta för dagvattenåtgärderna inom respektive detaljplan och för att minska problemen som kan uppstå om föreslagen anläggning ligger inom en annan detaljplan. Det är också viktigt att beakta vilket område som bör färdigställas först då vissa dagvattenanläggningar blir mottagare av dagvatten från flera olika planområden.

Om möjlighet finns, kan även ytan för dagvattenhantering i exempelvis avrinningsområde 1 utökas, för att se över möjligheten att fördröja dagvatten från den befintliga bebyggelsen. Det vore positivt för systemet nedströms, som är hårt belastat idag, vilket skulle gynna Svartåns möjlighet till att uppnå miljö kvalitetsnormerna. Det vore även positivt ur fördröjningsaspekt, då dagvattensystemet nedströms är hårt belastat idag.

Om föreslagna (eller motsvarande) dagvattenåtgärder implementeras finns goda förutsättningar för att totalt sett minska flödes- och föroreningsutsläpp för planerad markanvändning inom utredningsområdet och minska belastningen på Svartån. Planprogrammets genomförande tillsammans med föreslagna dagvattenåtgärder ger god rening och det bedöms inte riskera möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna för Svartån.

10.1 FORTSATT ARBETE

Det rekommenderas att fortsatt utreda följande:

- Noggrannare beräkningar av flöden och föroreningar bör utföras per detaljplan som tar hänsyn till den slutliga bebyggelsen. Dagvattenåtgärder dimensioneras därefter.
- Utformning och placering av föreslagna dagvattenåtgärder måste utredas vidare.
- Hydrogeologiska förhållanden: Det rekommenderas att sätta flera grundvattenrör i olika delar av utredningsområdet, under cirka ett års tid, för att få en bild över grundvattennivån och dess variation under året. Inmätningar av grundvattennivåerna rekommenderas ske inom de olika delarna av utredningsområdet, då det påverkar möjligheten att anlägga dagvattenåtgärder samt dess utformning.
- Då kommunen avser att inrätta ett verksamhetsområde för dagvatten för planprogramområdet, rekommenderas vidare utredning gällande om markavvattningsföretaget ska rivas ut.
- Inmätningar av befintliga "golfbanehinder" för att ev. utnyttja dessa för dagvattenhantering eller för att göra om dem till en samlad dagvattendamm i avrinningsområde 3A.
- Geotekniska förutsättningar; sättningsbenägenhet, möjlighet till uppfyllnad.
- Inmätning av diket söder om förskolan i sydöstra delen av utredningsområdet.
- Ev. ytterligare inmätning av bef. trummor/kulvertar för att få en mer uppdaterad bild av nuläget.
- Tillkommande flöde och hantering av dagvatten från uppströms liggande naturmark och flöden från Sörbybackens anläggning rekommenderas studeras vidare.
- Nya kommunala dagvattenledningarna måste dimensioneras, projekteras och höjdsättas så att växtbäddar, skelettjordar och andra lösningar kan anslutas.

- Höjdsättning av mark och vägar är kritiskt för att undvika översvämningar i framtiden. Det är viktigt att det finns öppna stråk som leder vattnet ytligt till lågområdena i söder.
- Frågan om strandskyddet behöver upphävas eller om en ansökan om dispens från strandskyddet är tillräcklig för de åtgärder som kommer ske inom det strandskyddade området.

11 BILAGOR

Bilaga 1 – Beräkningar och beräkningsantaganden

Bilaga 2 – Kompletterande dagvattenåtgärder

12 REFERENSER

Fojab, 2019. Tamarinden gestalningskoncept 2019.06.28.

Grönatakhandboken, 2017. Växtbädd och vegetation, Vinnova

<http://gronatakhandboken.se/wp-content/uploads/2017/02/Gronatakhandboken-Vaxtbadd-och-Vegetation.pdf>

Tillgänglig 2021-04-19.

Havs- och Vattenmyndigheten, 2021. Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljö kvalitetsnormer avseende ytvatten. Hämtade från:

<https://viss.lansstyrelsen.se/ReferenceLibrary/55035/HVMFS%202019-25-ev.pdf>

Tillgänglig 2021-03-29

Lantmäteriet, 2021. Min karta. <https://minkarta.lantmateriet.se/>

Tillgänglig 2021-04-19

Länsstyrelsen, 2021. Naturvårdsprogram. [http://ext-](http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/orebro/Naturvardsprogram/80-94.txt)

[dokument.lansstyrelsen.se/orebro/Naturvardsprogram/80-94.txt](http://ext-dokument.lansstyrelsen.se/orebro/Naturvardsprogram/80-94.txt)

Tillgänglig 2021-03-29

Länsstyrelsen, 2021.

<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=f562080ed7e145219eef0a9354b4a21f>

Tillgänglig 2021-04-19.

MSB, 2021. Myndigheten för samhällsskydd och beredskap, översvänningsportalen (beräknat högsta flöde). Tillgänglig: 2021-06-07

Naturvårdsverket, 2006. Föreordnade områden och fysisk planering, Rapport 5608

<https://www.naturvardsverket.se/Documents/publikationer/620-5608-5.pdf>

Tillgänglig 2021-04-19

Orbicon, 2019. Rapport Översiktlig dagvattenutredning Örebro tätort, av Orbicon. Daterad: 2019-12-19.

SGU, 2021. Sveriges Geologiska Undersökningar, kartvisare:

<https://apps.sgu.se/kartvisare/>

Tillgänglig: 2021-03-29

SLU, 2021. Miljödata MVM. Hämtat från:

<https://miljodata.slu.se/MVM/>

Tillgänglig: 2021-05-26

SMHI, 2014. Dataserier med normalvärden för perioden 1961-1990.

StormTac, 2021. StormTac – Stormwater solutions. Version: 20.2.2. Tillgänglig:

<http://www.stormtac.com/>.

Svenskt Vatten, 2016. Avledning av dag-drän och spillvatten. Publikation P110.

Svenskt Vatten, 2019. Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten, Rapport 2019–20.

<https://www.svensktvatten.se/contentassets/c8abaf832f154888aa018c23752bf5a9/svu-920.pdf>

Tillgänglig 2021-04-19

Svenskt Vatten Utveckling. (2016–05) Rapport Kunskapssammanställning Dagvattenrening

Tillgänglig: 2021-05-31

Svenskt Vatten Utveckling, 2017. Att definiera normaldagvatten – förslag och resonemang. Rapport 2017-12.

Tyréns, 2021. DAGVATTENUTREDNING FÖR TAMARINDEN, ALMBY 11:148. Daterad: 2021-04-16

Vegtech, 2021. Veg Tech. Exempel på växtbäddar, rain gardens och gröna tak.

<https://www.vegtech.se/>

Tillgänglig 2021-04-19.

VISS, 2021a. Närkeslätten. Hämtad från:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA68642825>

Tillgänglig: 2021-03-29

VISS, 2021b. Svartån från Lindbacka till Hjälmarens. Hämtad från:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA70693410>

Tillgänglig: 2021-03-29

Örebro kommun, 2021a. Startmöte med Örebro kommun, 2021-03-16.

Örebro kommun, 2021b. Offertförfrågan – översiktlig dagvattenutredning Tybbleängen, daterad 2021-02-22.

Örebro kommun, 2021c. Erhållet underlag i form av tidigare utredningar, skisser och illustrationer.

Örebro kommun, 2021d. Avstämningsmöte med Örebro kommun, 2021-05-07.

Örebro kommun, 2005. Dagvattenstrategi för Örebro kommun. Antagen av Tekniska nämnden 2005-03-10. Antagen av Programnämnd Samhällsbyggnad 2005-05-26.

VI ÄR WSP

WSP är en av världens ledande rådgivare och konsultbolag inom samhällsutveckling. Med cirka 50 000 medarbetare i över 40 länder samlar vi experter inom analys och teknik, för att framtidssäkra världen.

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

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 8094
700 08 Örebro
Besök: Krontorpsgatan 1

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



BILAGA 1 – BERÄKNINGAR OCH BERÄKNINGSANTAGANDEN

1.1 SPECIFIKA UTFORMNINGAR OCH BERÄKNINGSANTAGANDEN

1.1.1 Maxi-parkeringen

Det är i dagsläget inte bestämt om/hur ICA Maxis parkeringsyta ska förändras i framtiden. Det har därför antagits i beräkningarna att cirka en tredjedel av parkeringsytan kommer att bebyggas med ett handelsområde i framtiden.

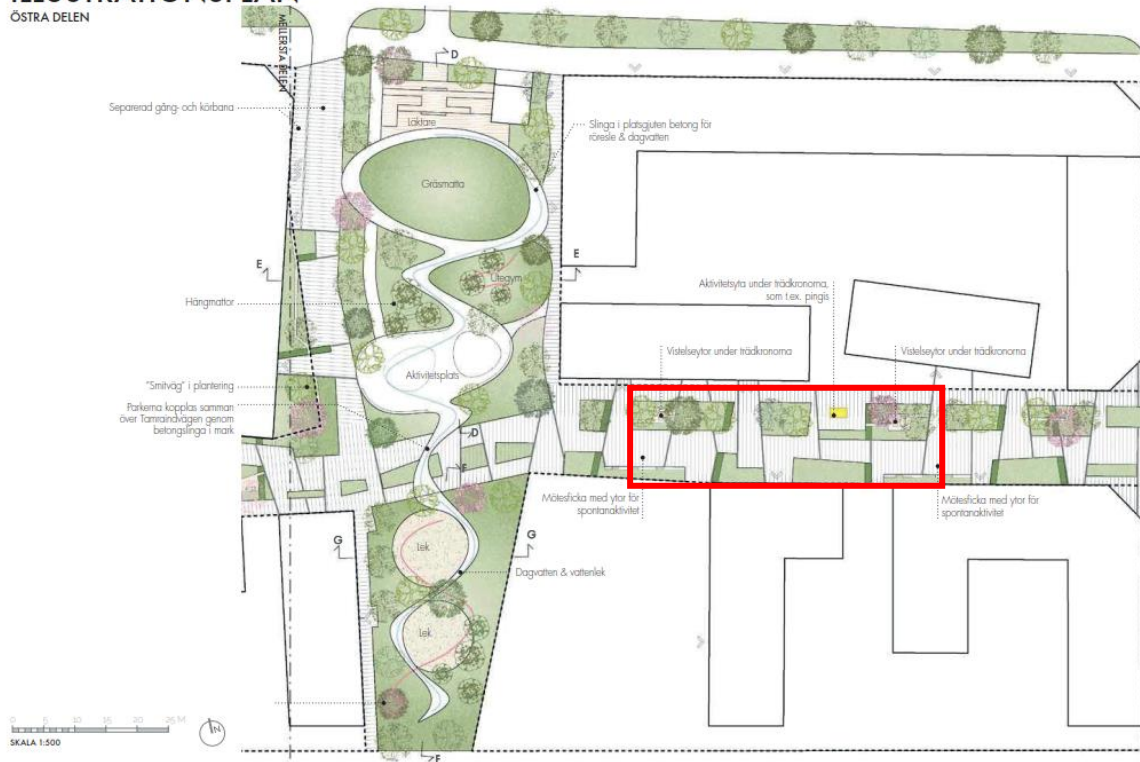
1.1.2 Gångfartsgata – fortsättning från Tamarinden

Den planerade gångfartsgatan genom planområdet, förutsätts få samma utformning som anslutande gångfartsgata i väster, inom detaljplan Tamarinden. Illustrationsplanen för gångstråkets östra del (i detaljplan Tamarinden) presenteras i Figur 1 nedan. Enligt önskemål från Örebro kommun har samma procentuella andel grönyta/hårdgjord yta (platsatt yta) använts för beräkningar för gångfartsgatan i utredningsområdet Tybbleängen.

På 50 meter gångfartsgata i Tamarinden, med en ungefärlig bredd på 15 m (se rödmarkerad yta i Figur 1) består marken av cirka 40 % av grönyta och 60 % av platsatt yta.

ILLUSTRATIONSPLAN

ÖSTRA DELEN



Figur 1. Tamarinden. Gestaltningskoncept 19.06.28. (FOJAB, 2019)

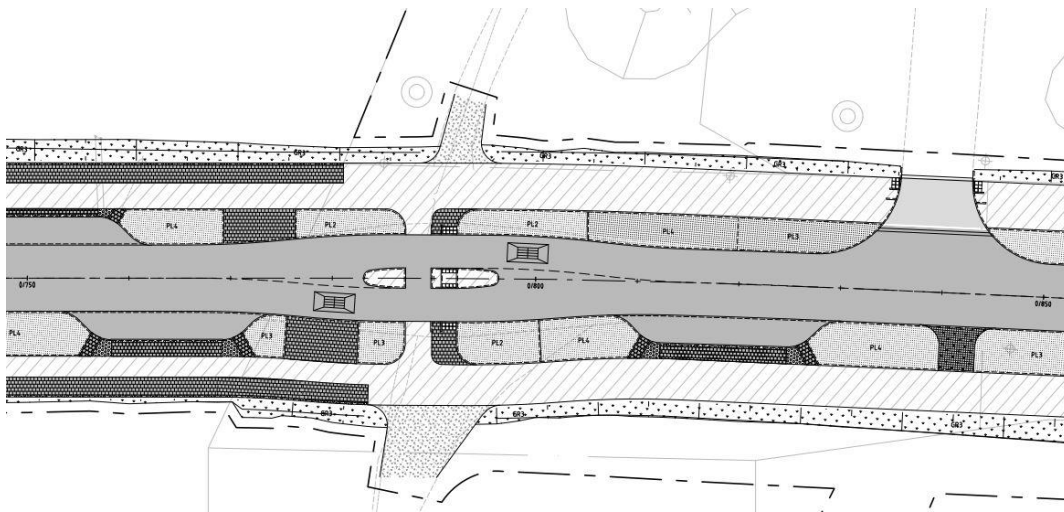
Med antagandet att gångfartsgatan utformas med samma procentandel grönyta/plattsatt yta som Tamarinden, ger det följande resultat, se Tabell 1 nedan.

Tabell 1. Dagvattenflöden för gångfartsgatan, med utformning enligt Tamarindens gestaltungsplan.

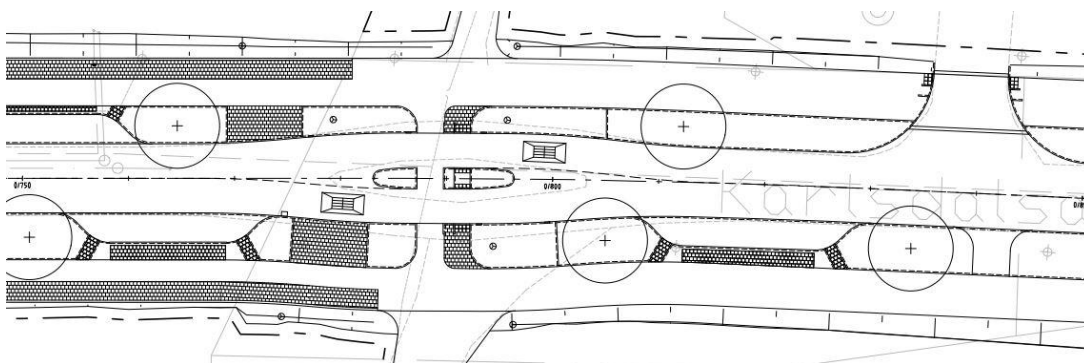
Markanvändning	Area (m ²)	Andel av totala ytan (%)	Avrinningskoefficient	A _{red} (m ²)	Flöde 20 årsregn, 10 minuters varaktighet, klimatfaktor 1,25
Plantering/växtbädd	7716	40	0,1	772	127
Plattor	11 574	60	0,7	8102	192
Totalt	19 290	100		8874	319

1.1.3 Norrköpingsvägen - två utformningar

För Norrköpingsvägen finns två alternativ på framtida utformning för vägsträckan mellan Tybble rondellen till en ny cirkulationsplats längre söderut. Vägsträckan är 160 m lång och 23 m bred. De båda förslagen är exempel på gatutformning för gator i nära anslutning till Norrköpingsvägen. Förslag 1 har större andel växtbäddar/planteringar, se Figur 2. Förslag 2 har en mindre andel växtbäddar, se Figur 3.



Figur 2. Vägförslag 1. PL står för plantering. (Örebro Kommun, 2021c)



Figur 3. Vägförslag 2. Växtbäddar/planteringar är de ytor som har en kupolbrunn. (Örebro Kommun, 2021c)

I Tabell 2 presenteras

markanvändning för vägförslag 1 med procentandel, area, reducerad area och flöden. I Tabell 3 presenteras markanvändning för vägförslag 2 med procentandel, area, reducerad area och flöden. Flödet för vägförslag 1 (23 % plantering) ger ett flöde på 114 l/s för vägsträckan mellan cirkulationsplatserna. Flödet för vägförslag 2 (4 % plantering) ger ett flöde på 140 l/s för vägsträckan. Detta innebär att flödet för förslag 2 blir 22 % större än för förslag 1, vilket innebär en flödesskillnad på 26 l/s.

Tabell 2. Dagvattenflöden enligt förslag vägförslag 1, väglängd 163 meter, bredd 23 meter.

Markanvändning	Area (m ²)	Andel av yta (%)	Avrinningskoefficient	A _{red} (m ²)	Flöde 20 årsregn, 10 minuters varaktighet, klimatfaktor 1,25
Plantering/växtbädd	1160	23	0,1	116	4
Gräsarmering	49	1	0,25	12	0,4
Plattor	791	15	0,7	554	20
Asfalt	3129	61	0,8	2304	90
Totalt	5129	100	0,62	3185	114

Tabell 3. Dagvattenflöden enligt förslag vägförslag 2, väglängd 223 meter, bredd 23 meter

Markanvändning	Area (m ²)	Andel av yta (%)	Avrinningskoefficient	A _{red} (m ²)	Flöde 20 årsregn, 10 minuters varaktighet, klimatfaktor 1,25
Plantering/växtbädd	205	4	0,1	21	0,7
Plattor	538	11	0,7	377	13
Asfalt	4386	85	0,8	3509	126
Totalt	5129	100	0,76	3906	140

1.2 DIMENSIONERANDE FLÖDEN

Tabellerna under respektive del redovisar beräknade flöden för ett 20- och 100-årsregn (inkl. klimatfaktor 1,25) utifrån tre scenarion:

- befintlig markanvändning,
- för planerad markanvändning, med antagen hushållsnivå (om framtida bebyggelse fördröjer ned till hushållsnivå 0,45),
- planerad markanvändning enligt planförslaget.

1.2.1 Hela planområdet

Tabell 4–6 nedan redovisar flöden för hela planområdet, före och efter exploatering.

Tabell 4. Flödesberäkningar före exploatering. Summering av flöden för avrinningsområden.

Avrinningsområde	Area (ha)	A _{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
1.	9,5	3,6	1040	1770
2.	13,3	5,1	1470	2510
3A.	24,4	3,7	830	1410
3B.	11,6	2	600	1020
Totalt	58,8	14,4	3940	6710

Tabell 5. Flödesberäkningar efter exploatering, vid hushållsnivå. Summering av flöden för avrinningsområden.

Avrinningsområde	Area (ha)	A _{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
1.	9,5	3,5	1240	2120
2.	13,3	5,6	1970	3350
3A.	24,4	7	1990	3390
3B.	11,6	3,4	1220	2070
Totalt	58,8	19,5	6420	10 930

Tabell 6. Flödesberäkningar efter exploatering. Summering av flöden för avrinningsområden.

Avrinningsområde	Area (ha)	A _{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
1.	9,5	3,6	1300	2210
2.	13,3	6,2	2240	3820
3A.	24,4	7,1	2020	3440
3B.	11,6	3,8	1350	2300
Totalt	58,8	20,7	6910	11 770

Den reducerade arean minskar med ca 1,2 ha ifall all mark skulle vara bebyggd med flerbostadshus (hushållsnivå) och 20-årsflödet minskar med cirka 830 l/s.

1.2.2 Avrinningsområde 1

I Tabell 7–9 nedan redovisas markanvändning samt flöde för ett 20-årsregn och ett 100-årsregn för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 1.

Tabell 7. Befintlig markanvändning och flöden för avrinningsområde 1. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter.

Befintlig markanvändning	Area (ha)	ϕ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
Flerfamiljshusområde	1,3	0,45	0,6	170	2820
Ica Maxi - takyta	1,6	0,9	1,4	420	720
Ica Maxi - parkering	0,9	0,8	0,7	190	320
Väg 3	0,1	0,8	0,09	20	40
Gång- och cykelväg	0,4	0,8	0,3	90	160
Parkmark	5,2	0,1	0,5	150	260
Totalt	9,5		3,6	1040	1780

Tabell 8. Framtida markanvändning och flöden för avrinningsområde 1, ifall hushållsnivå på det planerade. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter samt klimatfaktor 1,25.

Planerad markanvändning	Area (ha)	ϕ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
Flerfamiljshusområde (befintligt, ändras ej)	1,3	0,45	0,6	210	350
Flerfamiljshusområde (framtida)	0,4	0,45	0,2	60	110
Ica Maxi - takyta	1,6	0,9	1,5	520	890
Ica Maxi - parkering	0,6	0,8	0,4	160	270
Mångfunktionell yta	0,4	0,45	0,2	60	100
Väg 3	0,1	0,45	0,05	20	30
Gång- och cykelväg	0,2	0,45	0,1	40	700
Parkmark	4,9	0,1	0,5	180	300
Totalt	9,5		3,5	1250	2120

Tabell 9. Framtida markanvändning och flöden för avrinningsområde 1, enligt planförslag. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter samt klimattfaktor 1,25.

Planerad markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
Flerfamiljshusområde	1,7	0,45	0,8	270	460
Ica Maxi - takyta	1,6	0,9	1,4	520	890
Ica Maxi - parkering	0,5	0,8	0,4	160	270
Mångfunktionell yta	0,4	0,5	0,2	70	110
Väg 3	0,1	0,8	0,09	30	50
Gång- och cykelväg	0,3	0,8	0,2	70	120
Parkmark	4,9	0,1	0,5	180	300
Totalt	9,5		3,6	1300	2200

Skillnaden på hushållsnivå och framtida markanvändning enligt planförslaget är inte stor för avrinningsområde 1, det skiljer cirka 50 l/s vid ett 20-årsflöde.

1.2.3 Avrinningsområde 2

I Tabell 10 – 12 nedan redovisas markanvändning samt flöde för ett 20-årsregn och ett 100-årsregn för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 2.

Tabell 10. Befintlig markanvändning och flöden för avrinningsområde 2. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter.

Befintlig markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
Flerfamiljshusområde	0,2	0,45	0,09	30	50
Kontorsområde	1,3	0,5	0,6	180	310
Skolområde	4,0	0,5	2	580	970
Område med äldreboende	1,6	0,3	0,5	140	240
Väg 1	0,4	0,8	0,4	100	170
Väg 2	0,9	0,8	0,7	200	340
Väg 3	0,4	0,8	0,3	90	160
Gång- och cykelväg	0,4	0,8	0,3	90	160
Parkmark	4,1	0,1	0,4	120	200
Totalt	13,3		5,3	1530	2600

Tabell 11. Framtida markanvändning och flöden för avrinningsområde 2, vid hushållsnivå. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter samt klimattfaktor 1,25.

Framtida markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
Flerfamiljshusområde	0,2	0,45	0,09	30	60
Kontorsområde (befintligt, ändras ej)	1,2	0,5	0,6	230	390
Kontorsområde (framtida)	1,4	0,45	0,6	220	380
Skolområde + kyrka (befintligt, ändras ej)	4,0	0,5	2,1	630	1070
Område med äldreboende	1,6	0,3	0,5	170	290
Väg 1	0,4	0,45	0,2	70	120
Väg 2	0,7	0,45	0,3	110	180
Väg 3	0,3	0,45	0,1	40	70
Gång- och cykelväg	0,3	0,45	0,1	40	70
Buss-vändhållplats	0,5	0,45	0,2	80	140
Gångfartsområde	0,8	0,45	0,4	130	220
Parkmark	2	0,1	0,2	130	210
Totalt	13,3		5,4	1880	3200

Tabell 12. Framtida markanvändning och flöden för avrinningsområde 2. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter samt klimattfaktor 1,25.

Framtida markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 år (l/s)
Flerfamiljshusområde	0,2	0,45	0,1	30	60
Kontorsområde	2,6	0,5	1,3	480	810
Skolområde	4,2	0,5	2,1	760	1290
Område med äldreboende	1,6	0,3	0,5	170	290
Väg 1	0,4	0,8	0,4	130	220
Väg 2	0,7	0,8	0,5	190	320
Väg 3	0,3	0,8	0,2	70	120
Gång- och cykelväg	0,3	0,8	0,2	70	120
Buss-vändhållplats	0,5	0,8	0,4	150	270
Gångfartsområde	0,8	0,46	0,4	130	220
Parkmark	1,7	0,1	0,3	60	100
Totalt	13,3		6,3	2240	3820

Skillnaden på hushållsnivå och framtida markanvändning enligt planförslaget för avrinningsområde 2, är cirka 280 l/s vid ett 20-årsflöde och den reducerad area minska med 0,6 ha.

Avrinningsområde 3 har delats upp i två delar för att kunna beräkna flöden och fördröjningsvolymen för en damm på östra sidan av Norrköpingsvägen och en för på västra sidan.

1.2.4 Avrinningsområde 3A

I Tabell 13–15 nedan redovisas markanvändning samt flöde för ett 20-årsregn och ett 100-årsregn för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 3A.

Tabell 13. Befintlig markanvändning och flöden för avrinningsområde 3A. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 15 minuter.

Befintlig markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 (l/s)
Idrottsområde	4,7	0,25	1,2	270	460
Väg 2	0,6	0,8	0,5	110	190
Grusväg/yta	0,3	0,4	0,1	20	40
Parkmark/grönyta	18,8	0,1	1,9	430	730
Totalt	24,4		3,7	830	1420

Tabell 14. Flödesberäkningar efter exploatering för avrinningsområde 3A, vid hushållsnivå. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 15 minuter samt klimattfaktor 1,25.

Planerad markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 (l/s)
Flerfamiljshusområde	1,6	0,45	0,7	210	360
Kontorsområde	1,0	0,45	0,5	130	220
Skolområde	1,6	0,45	0,7	210	360
Idrottsområde	4,9	0,45	2,2	630	1070
Väg 2	0,9	0,45	0,4	120	200
Väg 3	0,9	0,45	0,4	110	180
Norrköpingsvägens nya utformning	0,5	0,45	0,2	70	110
Gång- och cykelväg	0,5	0,45	0,2	60	110
Grusväg/yta	0,1	0,45	0,1	20	30
Gångfartsområde	1,0	0,45	0,4	130	210
Grönområde	4,4	0,1	0,4	120	210
Parkmark	8,5	0,1	0,7	190	330
Totalt	24,4		7	1990	3390

Tabell 15. Flödesberäkningar efter exploatering för avrinningsområde 3A. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 15 minuter samt klimatafaktor 1,25.

Planerad markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 (l/s)
Flerfamiljshusområde	1,6	0,45	0,7	210	350
Kontorsområde	1,0	0,25	0,5	15	250
Skolområde	1,6	0,5	0,8	230	400
Idrottsområde	4,9	0,25	1,2	350	600
Väg 2	0,9	0,8	0,7	200	350
Väg 3	0,9	0,8	0,7	190	330
Norrköpingsvägens nya utformning	0,5	0,76	0,4	110	190
Gång- och cykelväg	0,5	0,8	0,4	110	190
Grusväg/yta	0,1	0,4	0,05	10	20
Gångfartsområde	1,0	0,46	0,4	130	220
Grönområde	4,4	0,1	0,4	120	210
Parkmark	8,5	0,1	0,7	200	330
Totalt	24,4		7,1	2020	3440

Skillnaden på hushållsnivå och framtida markanvändning enligt planförslaget för avrinningsområde 3A, är cirka 30 l/s vid ett 20-årsflöde och den reducerad arean skiljer inte så mycket.

1.2.5 Avrinningsområde 3B

I Tabell 16–18 nedan redovisas markanvändning samt flöde för ett 20-årsregn och ett 100-årsregn för befintlig och framtida markanvändning för avrinningsområde 3B.

Tabell 16. Befintlig markanvändning och flöden för avrinningsområde 3B. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter.

Befintlig markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 (l/s)
Väg 3	0,5	0,8	0,4	100	180
Grusväg/yta	2,0	0,4	0,8	230	400
Parkmark/grönyta	9,1	0,1	0,9	260	440
Totalt	11,6		2	590	1020

Tabell 17. Flödesberäkningar efter exploatering för avrinningsområde 3B, vid hushållsnivå. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter samt klimatfaktor 1,25.

Planerad markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 (l/s)
Flerfamiljshusområde	3	0,45	1,4	480	820
Kontorsområde	1,1	0,45	0,5	180	300
Skolområde	1,4	0,45	0,6	230	390
Väg 3	0,7	0,45	0,3	110	190
Gångfartsområde	0,2	0,45	0,07	30	50
Parkmark	5,2	0,1	0,5	190	320
Totalt	11,6		3,4	1220	2070

Tabell 18. Flödesberäkningar efter exploatering för avrinningsområde 3B. Återkomsttid 20 år och 100 år, varaktighet 10 minuter samt klimatfaktor 1,25.

Planerad markanvändning	Area (ha)	φ	A_{red} (ha)	Flöde 20 år (l/s)	Flöde 100 (l/s)
Flerfamiljshusområde	3	0,45	1,4	480	820
Kontorsområde	1,1	0,5	0,6	200	340
Skolområde	1,4	0,5	0,7	250	430
Väg 3	0,7	0,8	0,6	200	340
Gångfartsområde	0,2	0,46	0,07	30	50
Parkmark	5,2	0,1	0,5	190	320
Totalt	11,6		3,8	1350	2300

Skillnaden på hushållsnivå och framtida markanvändning enligt planförslaget för avrinningsområde 3A, är cirka 130 l/s vid ett 20-årsflöde och den reducerad area ökar med 0,4 ha.

1.3 FÖRORENINGSFÖRHÅLLANDEN

1.3.1 Avrinningsområde 1

Tabell 19 visar beräknade föroreningsförhållanden (mängder samt halter) för avrinningsområde 1, före och efter rening i svackdike.

Tabell 19. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 1 i StormTac, före och efter exploatering.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	4,8	48	0,26	0,52	1,6	0,015	0,19	0,18	0,00080	1400	10	0,024	0,00065
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	5,1	45	0,26	0,51	1,7	0,016	0,20	0,18	0,00060	1400	9,2	0,020	0,00071
Planerad markanvändning, enl. planförslag	4,9	48	0,23	0,50	1,5	0,015	0,18	0,17	0,00072	1300	9,6	0,020	0,00063
Planerad markanvändning, efter ren. i svackdike	3,7	33	0,098	0,27	0,66	0,0068	0,092	0,096	0,00061	620	2,1	0,0092	0,00028
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	140	1400	7,7	15	47	0,44	5,7	5,4	0,024	42000	300	0,70	0,019
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	150	1400	7,8	15	51	0,48	5,9	5,5	0,018	42000	280	0,61	0,022
Planerad markanvändning, enl. planförslag	140	1400	6,9	15	45	0,45	5,4	5,1	0,021	38000	280	0,60	0,019
Planerad markanvändning, efter rening i svackdike	110	970	2,9	8,0	20	0,20	2,7	2,8	0,018	18000	63	0,27	0,0084

1.3.2 Avrinningsområde 2

Tabell 20 visar beräknade föroreningsmängder samt halter för avrinningsområde 2, före och efter rening i svackdike.

Tabell 20. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 2 i StormTac, före och efter exploatering.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	9,5	77	0,52	1,1	3,4	0,021	0,39	0,31	0,0019	2800	30	0,022	0,0019
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	10	69	0,59	1,0	3,9	0,025	0,42	0,34	0,0012	2700	27	0,022	0,0022
Planerad markanvändning, enl. planförslag	10	86	0,65	1,2	4,1	0,026	0,45	0,34	0,0021	3100	36	0,030	0,0026
Planerad markanvändning, enl. planförslag, efter rening	8	59	0,25	0,60	1,7	0,011	0,21	0,18	0,0018	1300	8	0,013	0,0012
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	190	1600	11	21	70	0,44	8,0	6,3	0,038	57000	620	0,44	0,038
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	220	1500	13	23	84	0,54	9,2	7,3	0,025	58000	590	0,48	0,048
Planerad markanvändning, enl. planförslag	190	1600	12	22	76	0,47	8,4	6,3	0,039	57000	680	0,55	0,049
Planerad markanvändning, enl. planförslag, efter rening	140	1100	5	11	32	0,2	3,9	3,4	0,033	25000	150	0,25	0,022

1.3.3 Avrinningsområde 3A

Tabell 21 visar beräknade föroreningsförhållanden (mängder samt halter) för avrinningsområde 3A, före och efter rening i en dagvattendamm. En standardutformning på en damm har använts i StormTac, vilket ger en större föreslagen dammvolum än den beräknade i kapitel 1.4.3. Om allt dagvatten från avrinningsområde 3A renas i dammen ger det en rening av dagvattnet, så att föroreningsinnehållet är lägre än hushållsnivån, enligt Tabell 21 nedan.

Tabell 21. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 3 i StormTac, före och efter exploatering.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	5,8	64	0,17	0,48	0,99	0,0082	0,11	0,097	0,00096	1300	9,6	0,0058	0,00027
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	10	90	0,51	1,1	3,4	0,024	0,38	0,31	0,0012	2800	23	0,018	0,0015
Planerad markanvändning, enl. planförslag	10	100	0,47	1,2	3,0	0,021	0,36	0,28	0,0022	3100	30	0,020	0,0015
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	4,0	71	0,12	0,45	0,83	0,0091	0,071	0,12	0,0013	660	4,6	0,0029	0,00036
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	110	1200	3,2	9,0	18	0,15	2,0	1,8	0,018	25000	180	0,11	0,0051
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	150	1300	7,4	17	50	0,35	5,6	4,6	0,017	41000	340	0,26	0,022
Planerad markanvändning, enl. planförslag	140	1400	6,6	16	41	0,29	5,0	4,0	0,031	43000	420	0,28	0,021
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	55	980	1,7	6,3	12	0,13	0,98	1,6	0,018	9200	63	0,040	0,0050

1.3.4 Avrinningsområde 3B

Tabell 22 visar beräknade föroreningsförhållanden (mängder samt halter) för avrinningsområde 3B, före och efter rening i en dagvattendamm. En standardutformning på en damm har använts i StormTac, vilket ger en större föreslagen dammvolum än den beräknade i kapitel 1.4.4. Om allt dagvatten från avrinningsområde 3B renas i dammen ger det en rening av dagvattnet, så att föroreningsinnehållet är lägre än hushållsnivån, enligt Tabell 22 nedan.

Tabell 22. Resultat från föroreningsberäkningar för ARO 3 i StormTac, före och efter exploatering.

Föroreningsmängder (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	2,6	37	0,069	0,25	0,51	0,0035	0,049	0,047	0,00053	540	4,9	0,011	0,00015
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	6,1	50	0,33	0,70	2,3	0,015	0,26	0,22	0,00067	1600	16	0,013	0,0011
Planerad markanvändning, enl. planförslag	6,7	55	0,38	0,73	2,4	0,016	0,27	0,22	0,0011	1900	20	0,015	0,0014
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	3,3	41	0,14	0,34	0,92	0,0083	0,081	0,10	0,00069	620	3,0	0,0038	0,00038
Föroreningshalter (ug/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH16	BaP
Befintlig markanvändning	95	1300	2,5	9,1	19	0,13	1,8	1,7	0,019	20000	180	0,39	0,0055
Planerad markanvändning, om hushållsnivå	170	1400	9,4	20	65	0,44	7,4	6,2	0,019	47000	450	0,36	0,030
Planerad markanvändning, enl. planförslag	180	1500	10	19	63	0,43	7,3	5,7	0,029	52000	530	0,39	0,038
Planerad markanvändning, enl. planförslag, med rening i damm	88	1100	3,7	9,2	25	0,22	2,2	2,8	0,019	17000	80	0,10	0,010

1.4 DAGVATTENÅTGÄRDER

Magasinsvolymerna för respektive område har beräknats nedan med ett utlopp motsvarande ett 2-års regn och 5-års regn vid befintlig markanvändning.

1.4.1 Avrinningsområde 1

Ett 20 meter svackdike föreslås för att fördröja de få tillkommande delar inom detta avrinningsområde. Utifrån en regressionskonstant på 8 % av den reducerade arean, ger det ett ytbehov på 145 m². Om allt dagvatten från avrinningsområde 1 renas och fördröjs i ett 20 meter långt svackdike ger det ett volymbehov för dagvattnet enligt Tabell 23 nedan.

Tabell 23. Beräknade volymer inom område 1.

Utflöde 2-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 2-års regn. (m ³)	Utflöde 5-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 5-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)
5,4	60	7,3	53,4	145

1.4.2 Avrinningsområde 2

För avrinningsområde 2 har fördröjningsvolym beräknats för de två verksamhetsområden samt gångfartstråket som är den enda planerade exploateringen inom området. Fördröjningsvolymen som behövs för dessa är ca 210 m³ för hela området för ett 20-års regn med varaktighet 10 minuter. Med ett max. utflöde motsvarande ett 5-årsflöde (59 l/s) ger det ett volymbehov enligt Tabell 24 nedan. Utifrån en regressionskonstant (m²/ha reducerad area) på 8 % av den reducerade arean till växtbädd och 12 % av den reducerade arean till svackdike ger det ett ytbehov för fördröjnings- och reningsåtgärder inom område 2 på totalt 890 m².

Tabell 24. Beräknade volymer inom område 2.

Utflöde 2-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 2-års regn. (m ³)	Utflöde 5-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 5-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)
43	240	60	210	890

1.4.3 Avrinningsområde 3A

För avrinningsområde 3A behövs en fördröjningsvolym på ca 1500 m³ för ett 20-års regn med varaktighet 15 minuter. Utifrån detta och ett max. utflöde motsvarande ett 5-årsflöde (525 l/s) ger det en dammutformning enligt Tabell 25 nedan.

Tabell 25. Beräknade volymer inom område 3A.

Utflöde 2-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 2-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)	Utflöde 5-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 5-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)
390	1790	1600	525	1500	1400

1.4.4 Avrinningsområde 3B

För avrinningsområde 3B behövs en fördröjningsvolym på ca 680 m³ för ett 20-års regn med varaktighet 10 minuter. Utifrån detta och ett max. utflöde motsvarande ett 5-årsflöde (377 l/s) ger det en dammutformning enligt Tabell 26 nedan.

Tabell 26. Beräknade volymer inom område 3B.

Utflöde 2-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 2-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)	Utflöde 5-års regn (l/s)	Volym för ett 20-års regn, utflöde 5-års regn. (m ³)	Ungefärligt ytbehov (m ²)
280	825	700	377	680	600

BILAGA 2 – KOMPLETTERANDE DAGVATTENLÖSNINGAR

I tillägg till en samlad dagvattenlösning är det fördelaktigt att rena och fördröja dagvattnet i flera mindre steg inom utredningsområdet eftersom det är i linje med kommunens dagvattenstrategi och även kan innebära att dagvattendammarnas storlek kan minskas något.

1.1 DIKEN

Att anlägga öppna stråk i form av diken har många fördelar. I diken kan både utjämningsvolym och rening uppnås. Vattnet avleds genom trög avledning och rening av vattnet sker i diket när partiklar sedimenterar. Diket kan även kläs med växlighet för att öka sedimenteringen och därmed öka reningseffekten. Dikenas skötsel är viktig för både avvattningen och föroreningsspridningen. I Figur 1 visas ett exempel på makadamdike och ett exempel på svackdike.



Figur 1. Exempel på makadamdike mellan lokalgata och tomtmark (t.v). Exempel på svackdike mellan väg och cykelbana (t.h). (Foton: WRS)

1.2 SKELETTJORDAR

Skelettjord är en blandning av jord och makadam som har som främsta funktion att säkerställa att trädens rötter förses med luft och vatten i hårdjord miljö (Figur 2). Vattnet tar sig till skelettjorden via luftningsbrunnar och dagvattenbrunnar, som bör vara försedda med sandfång. Detta gör att dagvattnet delvis renas när det rinner in i skelettjorden. Skelettjorden förses även med en dräneringsledning samt en bräddmöjlighet.

Skelettjord är en typ av biofilter som leder till både fördröjning och rening genom bland annat växtupptag. Fördröjningsvolymen beror på hålrumsvolymen vilket i sin tur beror på blandningen av jordmaterial och makadam.



Figur 2. Principskiss för skelettjord (t.v.). Exempel på träd i skelettjord (t.h.). (Foto Stockholm Vatten och Avfall)

1.3 GRÖNA TAK

Ett grönt tak är ett tak med en matta av växtlighet som kan fördröja och minska mängden dagvatten (se Figur 3). Fördröjningen uppstår genom att vegetationen och underliggande jordlager tar upp och magasineras nederbörd. En del försvinner genom avdunstning och växtupptag. Under växtmattan anläggs ett dräneringslager. Ett antal faktorer påverkar takets förmåga att reducera och magasinera vatten: taklutning, tjocklek på växtmatta och dräneringslager och vegetationstyp.

Sedumväxter är lämpade för gröna tak eftersom de är slitstarka och torktåliga och inte kräver så tjockt jordlager. En traditionell sedummatta kan klara att fördröja drygt fem millimeter nederbörd om taket är relativt torrt när regnet börjar. Sedummattan kan också anläggas på ett dräneringslager med vattenhållande förmåga för att kunna magasinera upp till 20 millimeter. Det finns även tjockare gröna tak, så kallade intensiva gröna tak. Ett intensivt grönt tak med en mäktighet på över 15 centimeter kan fördröja och magasinera cirka 20 millimeter nederbörd. Dessa anläggs dock främst i syfte att skapa en utomhusmiljö att vistas i eller kring och kan liknas vid en takträdgård.

Beroende på vilka växter som väljs behöver taket olika mycket skötsel och underhåll. Det lokala klimatet och näringsbehovet bör beaktas vid valet av växter. Val av jord och växter är också viktigt för att inte riskera att de gröna taken bidrar till en ökad transport av näringsämnen.

Foto WRS



Foto WRS



Exempel på vegetationsklädda tak i olika skala. Till vänster en takträdgård med vegetation i olika nivåer, till höger ett extensivt grönt tak med en tunn matta av torktåliga växter.

Figur 3. Exempelbilder gröna tak (Bildkälla: Stockholm Vatten och Avfall).

1.4 NEDSÄNKT GRÖNYTA/INFILTRATIONSSTRK

Nedsänkta grönytor är lämpliga för att ta hand om överskottsvatten eller regn som är större än det som ledningssystemet normalt är dimensionerat för. Utformningen av nedsänkta grönytor kan variera avsevärt och även anläggas som stråk beroende på områdets platsspecifika egenskaper och vilka behov som föreligger (Figur 4). För en hög infiltrationsförmåga i grönytan används med fördel sand som huvudkomponent i jordlagret närmast markytan. Om de görs stora och grunda kan de även tjäna som multifunktionella ytor, det vill säga ha en normal funktion men sedan tillåtas översvämmas vid skyfall eller kraftigare regn.

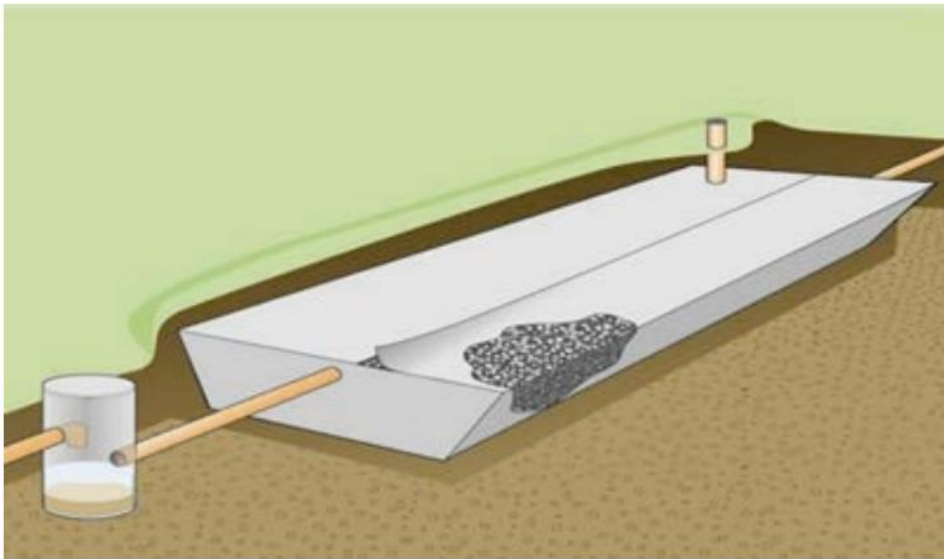
Nedsänkta grönytor kan hålla relativt stora volymer vatten. Via infiltration och kontakt med växytor sker dessutom rening av dagvattnet genom fastläggning och nedbrytning. Nedsänkta grönytor med växtlighet kan potentiellt ge mycket stora biologiska och ekologiska effekter beroende på hur de utformas.



Figur 4. Principskiss för en infiltrerbar grönyta till vänster, exempel på en nedsänkt grönyta till höger. Illustration av WRS.

1.5 MAKADAMMAGASIN

Makadammagasin är underjordiska magasin som kan bidra med fördröjning och i viss mån rening av dagvatten, se exempel i Figur 5. Ett makadammagasinens hålrumsvolym bedöms uppgå till cirka 30 %. Magasinen kan placeras under parkeringsytor eller grönytor och tar liten markyta i anspråk. Rening erhålles främst genom att partikelbundna föroreningar sedimenterar. Magasinen kräver underhåll i form av regelbunden rensning av sandfång vid inloppet och skötsel av filter på utloppssidan där sådana finns.



Figur 5. Ett exempel på makadammagasin. Illustration: Uponor. (Stockholm Vatten och Avfall, 2016a)