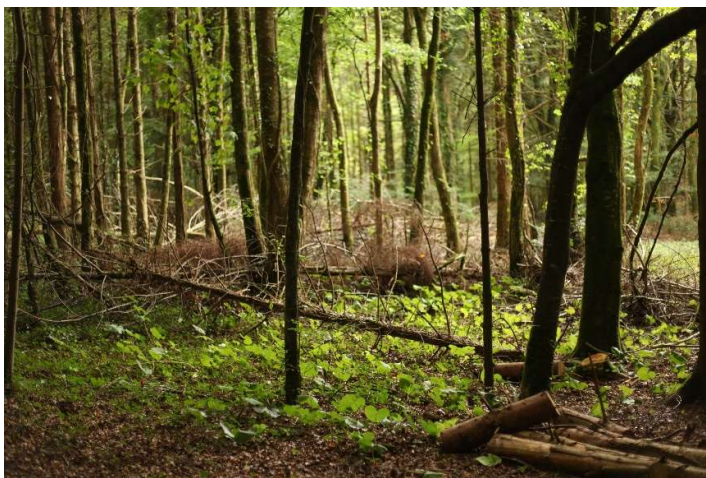

RAPPORT

ALINGSÅS KOMMUN

Dagvatten – och skyfallsutredning för Stadsskogen etapp 4

UPPDRAGSNUMMER 30013270-002



SLUTLEVERANS

2021-04-22

REVIDERAT 2022-11-28

GBG VATTENSYSTEM

SWECO AB

Swecos organisation

Hilde Björngaas | Uppdragsledare och handläggare

Anna Dahlström och Elisabet Norén | Handläggare VA

Mathias Molau | Biologi

Sofia Refsnes | Kvalitetsgranskare VA

Johanna Borlid | Kvalitetsgranskare biologi

Sammanfattning

I Stadsskogen i Alingsås pågår arbeten med etappvis utbyggnad av området, och i etapp 4 provas nu möjligheten för utbyggnad av den västra delen av norra Stadsskogen. Föreliggande dagvattenutredning syftar på att utreda möjligheter och utmaningar kopplade till dagvatten och skyfall inom detaljplanen. Utbyggnadsförslaget innebär bebyggelse av höjdryggar i form av små- och flerbostadshus samt lokalgata. Dalarna, där lågpunkter och naturliga rinnvägar för avrinnande dagvatten och skyfall idag finns, ska ej förändras. Detta innebär möjligheter för en fördelaktig hantering av dagvatten och skyfall som kan följa samma stråk som i dag. Flödet från planområdet ökar efter exploatering, som följd av ökningen av hårdgjorda ytor.

Avrinning från bebyggelsen inom etapp 4's västra delar föreslås avledas mot Naturdalen, där det i dag finns ett omfattande lågstråk som leder vattnet ner till befintliga dagvattendammar där bland annat åkergröda har påträffats. Genom att dämna upp en befintlig lågpunkt skapas en våtmark med syfte att rena och fördröja dagvattnet från kommande bebyggelse. Denna åtgärd innebär att flödet till den befintliga dammen ej kommer att ändras vid regn med återkomsttider mindre än 20 år. Våtmarken ger även mycket god rening av dagvattnet. Förutsättningarna för groddjur i befintlig dagvattendamm bedöms ej ändras på ett betydligt sätt, våtmarken förväntas istället skapa ytterligare livsmiljöer och lekområden för groddjur. Detaljplanen bedöms därmed inte aktualisera förbuden i artskyddsförordningens §4 för den population av åkergröda som hittats i områden. Ett samråd med Länsstyrelsen bedöms krävas eftersom exploateringen utan åtgärder enligt förslagen i föreliggande rapport skulle försämra grodornas förutsättningar i området.

Avrinning från bebyggelsen inom etapp 4's östra delar ska samordnas med framtida avrinning från etapp 5. Dagvattnet föreslås omhändertas i befintliga, naturliga dikesstråk som bedöms i stor grad bevara den naturliga miljön i Kulturdalen. Stråken behöver däckas upp och breddas för att kunna omhänderta den erforderliga fördröjningsvolymen, som även inkluderar dagvatten från etapp 5.

Avrinning från Trollskogsgatan föreslås avledas i makadamstråk och sedan till dagvattenledningssystem till anslutning i Stadsskogsgatan. Från Mellersta Stadsskogsgatan föreslås avrinningen ske genom makadamstråk längs med gatan med utlopp till lågpunkter. Dagvattnet fördröjs och renas i makadamstråken och avleds vidare mot Mjörn i både öppna och slutna dagvattensystem, vilket innebär att viss ytterligare kan förväntas ske. Höjdsättning av gator behöver medge avrinning till makadamstråken.

Skyfallrisker har bedömts som få och möjliga att undvika genom höjdsättning och planbestämmelser. Genomförda föroreningsberäkningar visar på att föreslagen exploatering med dagvattenanläggningar ökar föroreningshalterna och -mängderna i dagvattnet. Spädningsberäkningar visar emellertid på att ökningen utgör en mycket liten del av den totala föroreningsbelastningen i vattenförekomsten Mjörn och recipienthalten

är styrande för statusen. Planen bedöms inte påverka vattenförekomstens möjligheter till att uppnå MKN i sin helhet.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund	6
1.1	Syfte med utredningen	6
1.2	Utredningsområde	6
1.3	Underlag	7
2	Befintliga förhållanden	8
2.1	Geotekniska och hydrogeologiska förhållanden	8
2.2	Markföroreningar	8
2.3	Recipient och MKN	8
2.3.1	Bedömning av recipientpåverkan	8
2.3.2	Mjörn	9
2.3.3	Vattenförlust i recipient	10
2.4	Naturvärden	10
2.4.1	Åkergroda, vanlig groda och mindre vattensalamander	11
2.5	Befintlig dagvattenavledning	13
3	Beräkningsmetodik	15
3.1	Dimensioneringsförutsättningar dagvatten	15
3.2	Beräkning av dagvattenflöden	15
3.3	Skyfallsanalys	17
3.4	Beräkning av föroreningsbelastning	18
4	Analys och beräkningar	19
4.1	Förändrad markanvändning	19
4.2	Dimensionerande dagvattenflöden	20
4.3	Erforderligt fördröjningsbehov	20
5	Systemförslag dagvattenhantering	21
5.1	Avrinning västerut från etapp 4 (delområde 4A)	22
5.1.1	Föreslagen utformning dagvatten från kvartersmark: Alternativ 1	22
5.1.2	Befintlig dagvattendamm	24
5.1.3	Alternativ 2: Avledning från kvartersmark	25
5.2	Avrinning österut från etapp 4 samt delar av etapp 5 (delområde 4B och 5B)	26
5.2.1	Föreslagen utformning dagvatten från kvartersmark	26
5.2.2	Föreslagen utformning dagvatten från kommande lokalgata (delområde 4C)	31
5.3	Avrinning norrut på Trollskogsgatan (delområde 4C)	31
5.3.1	Föreslagen utformning dagvatten från gata	31
5.4	Avrinning från Mellersta Stadsskogsgatan (delområde 4D, 4E och 4F)	33
5.4.1	Föreslagen utformning dagvatten från gata	33

3(58)

5.4.2	Korsande lågstråk	34
5.5	Naturmarksavrinning	35
5.6	Dimensioner dagvattenledningar under ny GC-koppling	35
5.7	Belastning nedströms	37
5.8	Föroreningsberäkningar	37
5.8.1	Generellt	37
5.8.2	Beräkningar hela planområdet	38
5.8.3	Bedömning av exploaterings påverkan på Mjörn	40
5.8.4	Beräkning av föroreningsbelastning till befintlig dagvattendamm	42
6	Skyfallsanalys	43
6.1	Analys och förslag på åtgärder: Etapp 4 och 5	43
6.2	Generella rekommendationer avseende höjdsättning	46
6.3	Samordning mellan dagvatten och skyfall	47
6.4	Befintlig dagvattendamm vid skyfall	47
7	Påverkan på groddjur och kompensation	48
7.1	Påverkan från ökade flöden och föroreningar	48
7.2	Utformning av våtmark	49
7.3	Övervintrings- och födosöksmiljöer	50
7.4	Sammanfattning påverkan och åtgärder groddjur	52
8	Drift och underhåll	52
8.1	Våtmark Naturdalen	52
8.2	Dikesstråk Kulturdalen	52
8.3	Makadamstråk Mellersta Stadsskogsgatan och Trollskogsgatan	53
9	Ansvar för dagvattenanläggningar	53
10	Rekommendationer inför framtida planarbete	54
10.1	Förslag på planbestämmelser	54
10.2	Anläggningsskedet samt uppföljning av åtgärder	55
11	Slutsatser och förslag på vidare arbete	56
11.1	Slutsatser	56
11.2	Förslag på vidare arbete	57
12	Referenser	58

1 Bakgrund

Alingsås kommun arbetar med att pröva möjligheterna att exploatera Stadsskogen med blandad bostadsbebyggelse. Stadsskogens etapp 4 och 5 som är de två sista utbyggnadsetapperna för Norra Stadsskogen med totalt upp till 400 planerade bostäder. Bebyggelsestrukturen bygger till stor del på att bebygga höjdryggar och spara naturen som finns i områdets dalar.

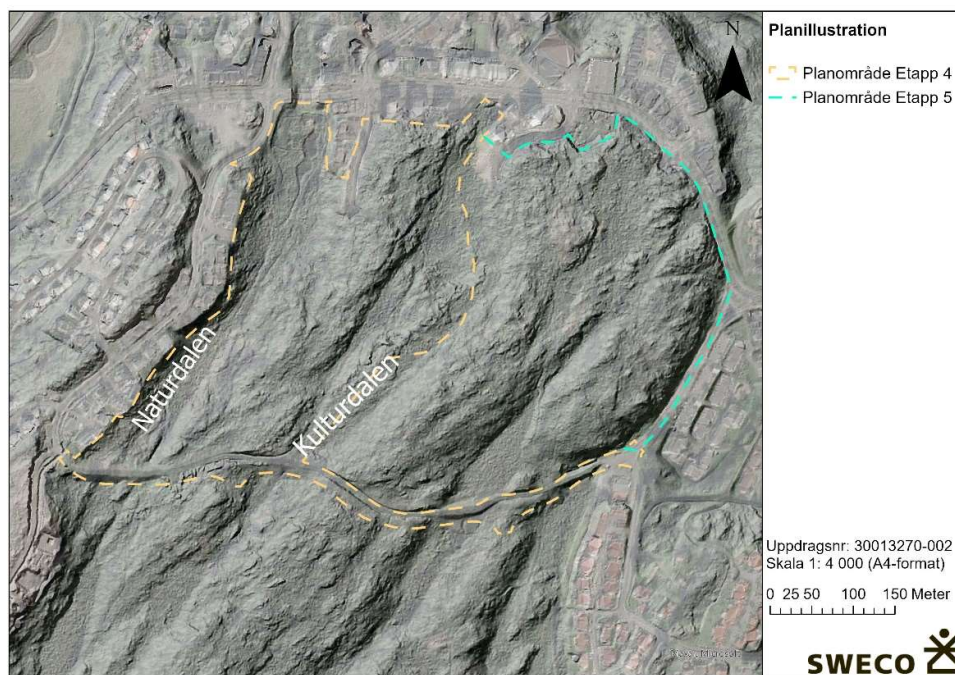
1.1 Syfte med utredningen

Utredningen syftar på att grundat i tillgängligt underlag och utredningar beskriva förutsättningarna för en hållbar dagvatten- och skyfallshantering inom etapp 4 i Stadsskogen. Utredningen kommer även ta hänsyn till viss avledning från etapp 5.

En revidering av föreliggande utredning utfördes under hösten 2022, detta för att besvara synpunkter som av Länsstyrelsen har inkommit under samrådsskedet.

1.2 Utredningsområde

Planområdet, härifrån omnämnt som utredningsområdet, sträcker sig från Stadsskogsgatan i norr till planerad genomfartsgata (Mellersta Stadsskogsgatan) i söder. I väster finns befintlig bebyggelse på Skogskullegatan. Etappgränsen mellan etapp 4 och etapp 5 ligger i Kulturdalen.



Figur 1. Plangränser etapp 4 (baserat på tidigare underlag från Alingsås kommun, uppdaterat av Sweco 2022).

1.3 Underlag

Underlaget som ligger till grund listas nedan. Materialet härstammar från beställaren om inte annat är angett.

- Planillustration (erhållen 2021-04-13)
- Översiktlig dagvattenutredning, slutversion daterat 2020-06-30
- Platsbesök etapp 4 2021-03-02
- VISS (Vatteninformation Sverige, under mars månad 2021)
- Naturvärdesinventering, Melica, daterat 2019-09-30
- PM Trafikförslag för deptaljplan Stadsskogen, etapp 4, Sweco, uppdragsnummer 30017543, 2021-03-03, rev B
- PM Trafikflöden för miljöberäkningar, Sweco, uppdragsnummer 30017543, 2021-03-03, v. 2.0
- Korrespondens med trafikgrupp Sweco (våren 2021)
- Samrådsyttrande från Länsstyrelsen (ärende LM2021/038417)
- Vägledning groddjur DP Stadsskogen etapp 4 (Länsstyrelsen, 2022)

Alingsås kommun har sammanställt analyskartor avseende naturvärden, trafikkopplingar och föreslagen dagvattenhantering som även har funnits som underlag för utredningen.

2 Befintliga förhållanden

Föreliggande kapitel syftar till att beskriva befintliga förhållanden viktiga för dagvattenhanteringen inom området.

2.1 Geotekniska och hydrogeologiska förhållanden

Stadsskogen är en skogbevuxen högplatå, kraftigt kuperat och etapp 4 består som resterande delar till största delen av berg som ligger täckt med tunna lager torv, lera eller friktionsjord. Grundvattenytan ligger enligt de geotekniska undersökningarna utförda inom området i dalarna ibland i marknivå.

Höjdryggarna och de mellanliggande dalarna löper i nordöstlig – sydvästlig riktning. Etapp 4 sträcker sig mellan Naturdalen i väster och Kulturdalen i öster (se Figur 1), och den planerade bebyggelsen ligger på en höjdrygg medans dagvattenhanteringen är tänkt att ske i lågpunkterna. I områdets dalar samlas avrinnande vatten där grundvattennivån sannolikt står relativt högt. Antagandet stöds av flera av de tidigare geotekniska utredningarna.

Sett till marktäcke så består etapp 4 till största del av skogsmark med blandskog, för ytterligare beskrivning se kapitel 2.3.3.

2.2 Markföroreningar

Inga markföroreningar är kända inom utredningsområdet.

2.3 Recipient och MKN

2.3.1 Bedömning av recipientpåverkan

Miljökvalitetsnormer för vattenförekomster fastställs med stöd av 5 kap. miljöbalken, enligt vattenförvaltningsförordningen och Havs- och vattenmyndighetens föreskrift HVMFS 2019:25. Miljökvalitetsnormer för ytvattenförekomster ska fastställas för Ekologisk status samt för Kemisk status. Miljökvalitetsnormerna beskriver den önskade vattenkvaliteten för en vattenförekomst och tidpunkten för när den senast ska uppnås. Målet är att minst god status ska uppnås i samtliga vattenförekomster. För att fastställa miljökvalitetsnormer ska det först ske en statusklassning av berörd vattenförekomst. Statusklassningen är uppbyggd av olika kvalitetsfaktorer och de kan i sin tur bestå av olika parametrar. Tillståndet i vattenförekomsterna ska inte försämrats, det så kallade icke-försämringskravet (förordning 2015:516). Miljökvalitetsnormerna (MKN) för vattenkvalitet gäller för vattenförekomsten som helhet.

Bedömningen av hur dagvatten från utredningsområdet påverkar recipientens ekologiska status baseras på de fysikalisk-kemiska kvalitetsfaktorer, parametrarna näringsämnen och särskilda förorenande ämnen. Bedömningen av kemisk status baseras på prioriterade ämnen. Det är dessa tre kvalitetsfaktorer som huvudsakligen visar på kopplingen mellan dagvatten från detaljplaneområdet och recipientens status.

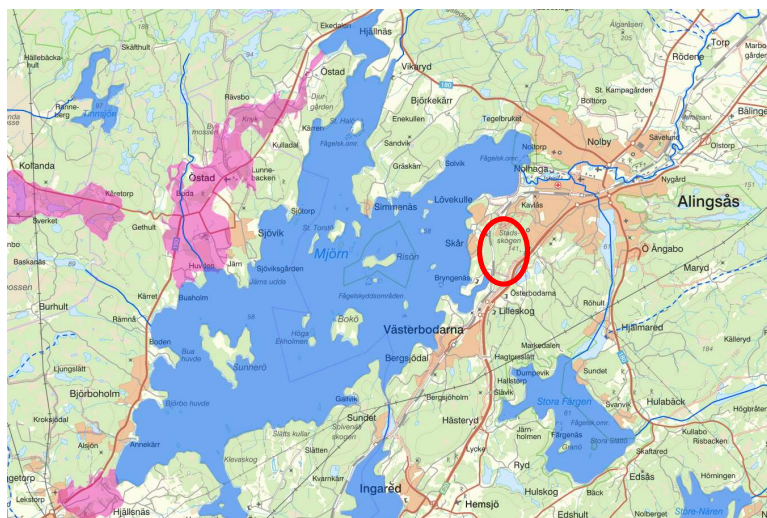
Sammanfattningsvis är det framför allt tre kvalitetsfaktorer kan påverkas av en detaljplan som innebär exploatering i recipientens avrinningsområde:

- Näringsämnen
- Särskilt förorenande ämnen (SFÄ)
- Prioriterade ämnen

2.3.2 Mjörn

Den huvudsakliga recipienten för utredningsområdets avrinnande vatten är Mjörn, Figur 2. En liten del av dagvattnet från Mellersta Stadsskogsgatan avrinner mot Kavlåsbäcken, med utlopp i Sävveåns mynning mot Mjörn. Kavlåsbäcken är inte en klassad vattenförekomst enligt VISS (Vatteninformation Sverige). Både Kavlåsbäcken och Sävveån finns beskrivna i den övergripande dagvattenutredningen (Sweco, 2020). I och med utloppets placering samt nästan identisk status i vattenförekomsterna bedöms det motiverat att utgå ifrån att Mjörn är recipient för dagvattnet från etapp 4.

I VISS databas där Vattenmyndigheterna/Länsstyrelserna samlar information om sina bedömningar av alla vattenförekomster har Mjörn VISS-ID SE642138-130063. Nedanstående bedömning av vattenförekomsten utgår från informationen i VISS databas.



Figur 2 Recipienten Mjörn. Utredningsområdets ungefärliga läge i röd cirkel.

Enligt den senaste klassificeringen har Mjörn måttlig ekologisk status och uppnår inte god kemisk status. Kvalitetsfaktorn fisk är utslagsgivande för bedömningen för ekologisk status. Status för kvalitetsfaktorn fisk bedöms som måttlig då fiskar och andra vattenlevande djur inte kan vandra naturligt i vattensystemet. Den kemiska statusen beror på att ett eller flera prioriterade ämnen har bedömts ej uppnå god status.

Senaste beslutade miljökvalitetsnormer (MKN) säger att recipienten ska uppnå god ekologisk status år 2021. God kemisk ytvattenstatus ska också uppnås.

Bland de prioriterade ämnena har antracen, kvicksilver, bromerad difenyleter och tributyltennföreningar bedömts inte uppnå god status. För kvicksilver och bromerad difenyleter gäller att dessa ämnen överskrider uppsatta riktvärden i alla landets vattenförekomster. Tributyltennföreningar (TBT) kopplas till båtbottnfärg, varpå planområdet inte bedöms ge upphov till TBT i det avrinnande dagvattnet.

I Mjörn finns ingen problematik kopplad till kvalitetsfaktorn näringsämnen, dvs Mjörn har ingen övergödningssjukdom enligt VISS. Samtidigt bör nämnas att på kommunens egen hemsida görs följande bedömning: "De två största sjöarna Anten och Mjörn, hotas av övergödning då de stora tillflödena Sävån och Mellbyån, vilka rinner genom jordbruksbygder, för med sig stora mängder fosfor. Detta ger ett oönskat tillskott av näringsämnen som kan orsaka stora problem med algblooming och annan onormal igenväxning i sjöarna." (Alingsås Kommun, 2020).

Statusen för särskilt förorenande ämnen, SFÄ, är angiven som måttlig, med hänvisning till att halter av PCB uppmättes i abborre 2012 (mätningen anses dock ha låg tillförlitlighet).

Urban markanvändning är inte en identifierad påverkanskälla i VISS. Däremot är transport och infrastruktur identifierade som källor med betydande påverkan på Mjörns status. Bedömningen i VISS baseras på att trafikintensiteten i vattenförekomstens avrinningsområde är hög, enligt en analys baserad på data från Trafikverket. Ämnen som ofta förekommer i höga halter i dagvatten och där dagvatten därmed ensamt eller tillsammans med andra källor kan leda till att miljökvalitetsnormerna för vatten inte följs är främst PAH'er och metaller, som koppar, zink, bly och kadmium.

2.3.3 Vattenföring i recipient

Medelflödet i vattenförekomsten Mjörn uppgår till 15,3 m³/s (total stationskorrigerad vattenföring, SMHI:s vattenwebb 2021-03-23). Hela avrinningsområdet till vattenförekomsten är 1115 km².

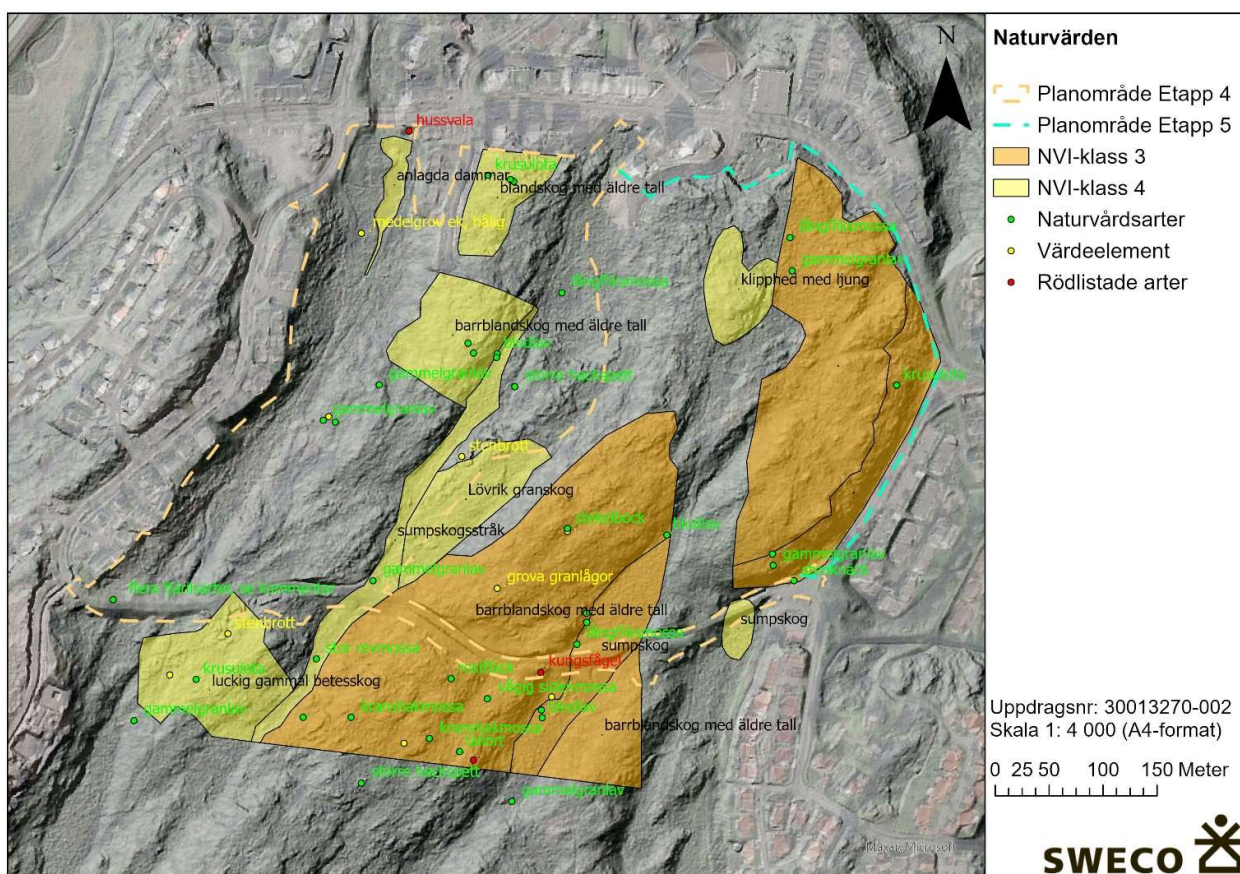
Tabell 1. Vattenföring i recipient.

Avrinningsområde SUBID	Medellågvattenföring MLQ (m ³ /s)	Medelvattenföring MQ (m ³ /s)	Medelhögvattenföring MHQ (m ³ /s)
40004	3,64	15,3	42,4

2.4 Naturvärden

På utredningsområdets höjder domineras naturmarken av barrblandskogar eller ekskogar och i dalgångarna återfinns fuktstråk. Naturvärdesinventeringen visar att naturmarken inom södra Stadsskogen inte omfattas av något formellt skydd och angränsar inte till formellt skyddad natur. Däremot finns utpekade naturvärden i området och dess närhet.

Naturvärdena är i första hand knutna till den stora sammanhängande arealen äldre skog, och även till de större bestånden av gamla lövskogar och till de äldre barr- och blandskogarna, se *Figur 3*. Det är den sammanhängande skogen (främst barrskog) som bedöms innehålla de största naturvärdena. Största delen av denna återfinns utanför plangränsen för etapp 4, och är markerad med orange i figuren nedan. På artportalen finns inom området fynd av rödlistade arter såsom kungsfågel och mindre hackspett (Melica, 2019).



Figur 3. Sammanställning av naturvärden, (2022-09-28, Sweco)

2.4.1 Åkergroda, vanlig groda och mindre vattensalamander

Sweco gjorde på uppdrag av Alingsås kommun under 2020 en övergripande dagvattenutredning för hela området Stadsskogen. Utredningen föreslog bland annat avledning av dagvatten från bebyggelse till större nedströmsliggande lösningar. Delar av etapp 4 föreslogs i utredningen avledas till befintlig damm, se Figur 4.

Naturvärdesinventeringen visar på att det i dammen finns åkergroda, vanlig groda och mindre vattensalamander (Melica, 2020). Alla ovannämnda amfibier är fridlysta i hela Sverige, vilket bland annat innebär att man ej avsiktligt får skada djur eller ägg, med undantag enligt 11 § miljöbalken. Avseende åkergrodan är det även viktigt att ej påverka det vatten där arten finns, då arten har ett striktare skydd än vanlig groda och vattensalamander, eftersom den är strikt skyddad enligt 4§ Artskyddsförordningen. Det är inte känt vilka livsmiljöbetingelser som är en förutsättning för åkergrodans överlevnad men områdets naturliga hydrologi bedöms vara en betydande faktor. Förutsättningarna för att kunna exploatera inom dammens avrinningsområde är enligt utredningen således att den naturliga hydrologin ej ändras, en bedömning som stöds av Länsstyrelsen i Västra Götalands län.

En förutsättning för avledning av dagvatten till den befintliga dagvattendammen bedöms därför vara att dagvattnet ej får innehålla mer föroreningar och inte heller skapa ett högre flöde än vad som i dag avleds till dammen. Detta för att så långt det är möjligt bevara den naturliga hydrologin och miljön i dagvattendammen.

Det är främst åkergrodan som är styrande för ovannämnda förutsättning. Av denna anledning är det främst åkergrodan som beskrivs i kommande kapitel. Även om det inte är känt i vilken utsträckning åkergrodan är känslig mot föroreningar, så är bedömningen att den är mer känslig mot förorenat lekvatten jämfört med den vanliga grodan.

I Stadsskogen bedöms det finnas förutsättningar för att hitta amfibier på fler ställen än de platser som kartlagts vid inventeringstillfällena¹.

¹ Kommentar vid granskningsmöte med Alingsås kommun, 2021-04-12



Figur 4. Groddjur och salamandrar i den befintliga dagvattendammen (Melica, 2020).

2.5 Befintlig dagvattenavledning

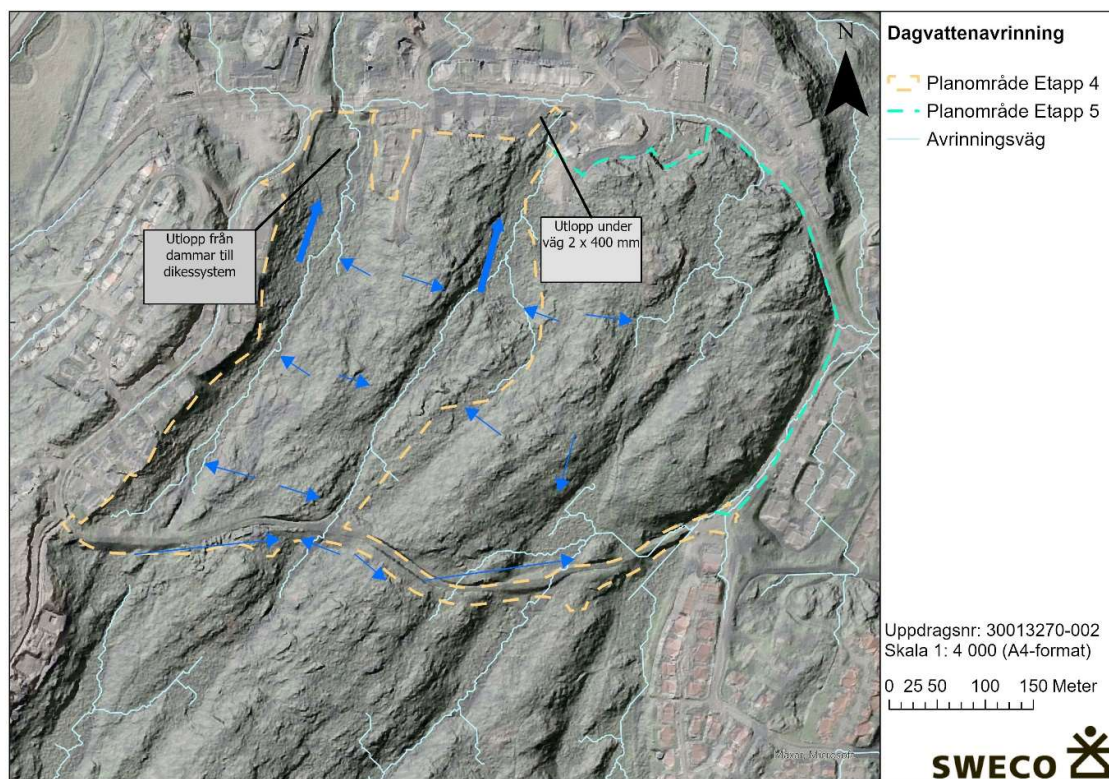
I dagsläget avleds dagvatten från utredningsområdet huvudsakligen via två rinnvägar, den västra i Naturdalen och den östra i Kulturdalen. Enkel beskrivning av ytliga rinnvägar och utlopp finns i nedan *Figur 5*.

Det västra systemet består inom utredningsområdet av mindre meanderande diken och bäckar som samlar vatten från höjdryggen mellan dalarna. Från dammarna uppströms Stadsskogsgatan avleds dagvattnet under vägen och vidare i öppna och slutna system innan det når Mjörn. Dammarna anlades i sin tid för rening och fördröjning av dagvatten. Dammarnas utloppsdelar är enligt Alingsås kommun relativt igenslammade idag.

Det östra systemet samlar upp mindre rinnvägar som till slut mynnar i en större rinnväg med utlopp under Stadsskogsgatan (2 x 400 mm ledningar). Dagvattnet avleds vidare

mot det västra stråket i dagvattenledningar som ligger som underjordiska ledningar på Stadsskogsgatan.

Dagvattnet från passagen där Mellersta Stadsskogsgatan planeras avrinner lokalt mot områdets lågpunkter i dalarna.



Figur 5. Befintlig dagvattenavrinning innan exploatering (Sweco, 2022).

3 Beräkningsmetodik

3.1 Dimensioneringsförutsättningar dagvatten

Förutsättningar för beräkning av framtida flöden och fördröjningskrav har tagits fram i samarbete med kommunen, se tabell 1.

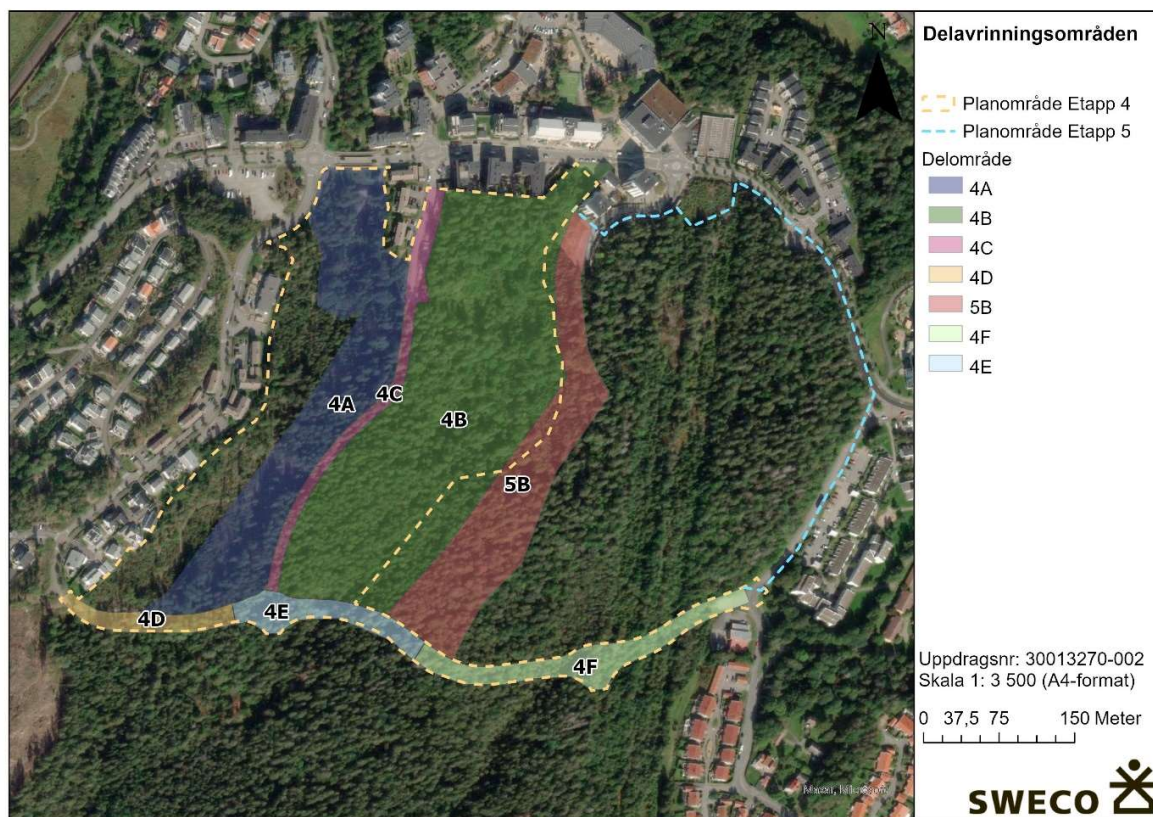
Enligt Svenskt Vattens publikation P110 rekommenderas nya dagvattensystem för tät bostadsbebyggelse dimensioneras för ett 20-årsregn för trycklinje i marknivå. Planerad bebyggelse består av en blandning av flerbostadshus och småhus, varpå dagvattensystemet rekommenderas att dimensioneras för tät bostadsbebyggelse.

Tabell 2. Beräkningsförutsättningar för dimensionerande flöden och fördröjningsvolymen för dagvatten.

Parameter	Kommentar	Förutsättning
Dagvattenflöden	Enligt rekommendationer P110	20-årsregn för trycklinje i marknivå
Klimatfaktor	Ökning av framtida flöden enligt rekommendation P110.	1,25 (25 % ökning). Klimatfaktor beräkning av befintliga flöden är 1,0.
Fördröjningskrav	Enligt Alingsås riktlinjer för dagvatten. Kravet gäller för både allmän platsmark och kvartersmark. Beräknad fördröjningsvolym inkluderar ej skogsmark som förblir oförändrad, se Figur 6.	12 mm per reducerad area
Undantag fördröjningskrav	Delområde 4A avrinner till en befintlig damm där åkergröda påträffats. Fördröjningskravet gäller för att säkerställa att flödena till dammen inte ökar jämfört med befintligt.	Strypt flöde motsvarande befintlig avrinning (regn med 20 års återkomsttid).

3.2 Beräkning av dagvattenflöden

Etapp 4 består i huvudsak av två avrinningsområden, då dagvatten från etapp 4 kommer att rinna av från höjdryggen ner mot Naturdalen i väster (delområde 4A) och Kulturdalen i öster (delområde 4B). Delar av etapp 5 avvattnas till Kulturdalen, med samma avrinningsstråk som delområde 4B. Trollskogsgatan utgör ett eget delavrinningsområde (4C), likaså Mellersta Stadsskogsgatan som är indelad i tre delavrinningsområden (4D, 4E och 4F). Delområdena har tagits fram utifrån befintliga höjder inom utredningsområdet och framgår av Figur 6. Flöden har beräknats för respektive delområde.



Figur 6 Delområden för avrinning inom planområdet för etapp 4 samt del av etapp 5 (Sweco, 2022).

Beräkning av befintliga flöden samt framtida dimensionerade flöden beräknas enligt vägledning i P110 med rationella metoden, vilken tar hänsyn till områdets markanvändning, avrinningskoefficient och rinntid.

Avrinningskoefficienten är nära kopplad till andelen hårdgjord yta och är ett mått på den maximala andelen av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinning. Avrinningskoefficienten har alltid ett värde mellan 0 och 1. Desto högre värde desto större andel av vattnet rinner av från ytan efter ett regn. Avrinningskoefficienter har valts för kuperade markförhållanden enligt rekommendation i P110 och framgår av Tabell 3.

Tabell 3. Avrinningskoefficienter för olika ytor inom utredningsområdet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient
Flerfamiljshus	0,6
Småhus	0,6
Service (industri- och skolområde)	0,7
Gata	0,8

Skogsmark	0,1
-----------	-----

Rinntiden bestäms genom att beräkna den tid det tar för vattnet att ta sig från uppströms till nedströms i ett avrinningsområde. Rinntiden ändras när markanvändningen inom ett område ändras. Rinntiden för befintlig situation har satts till 40 minuter då områdena är stora och vattnet rinner över naturmark, undantaget delområde 4C som utgör området för Mellersta Stadsskogsgatan där avrinning idag sker norrut och vinkelrät mot riktningen på planerad väg. Rinntiden för framtida situation har satts till 30 minuter, undantaget gatorna för vilka rinntiden ansatts till 10 min, då rinnhastigheten ökar vid hårdgörning av ytor samt att avståndet till ledningsnätet förkortas.

Rinntiden motsvarar den varaktighet på regnet som är dimensionerande, och ger en regnintensitet som används vid beräkning (liter per sekund och hektar). I Tabell 4 redovisas en sammanställning av antagna rinntider.

Tabell 4. Rinntider och dimensionerande regnintensitet för respektive delområde vid befintlig och framtida exploatering.

Delområde	Rinntid, min	Regnintensitet, återkomsttid 20 år, l/s, ha
<i>Befintlig exploatering</i>		
4A, 4B och 5B	40	119
4C	40	119
4D, 4E och 4F	10	287
<i>Framtida exploatering</i>		
4A, 4B och 5B	30	145
4C	10	287
4D, 4E och 4F	10	287

3.3 Skyfallsanalys

En studie i form av en skyfallskartering har av Sweco (Sweco, 2021) genomförts med syfte att beskriva hur Stadsskogen och omkringliggande områden påverkas av ett skyfall i dag, samt efter sen utbyggnad i Stadsskogen. I skyfallsmodellen har två fall studerats. Det första fallet avser skyfall i dag, som grundas i nuvarande markanvändning och topografi. Det andra fallet avser skyfall i framtiden, grundad i nuvarande förslag med höjder på Mellersta Stadsskogsgatan. I skyfallsmodellen inkluderas topografi, markens råhet och infiltration. Ledningsnät inkluderas inte i skyfallsmodellen, däremot har ett avdrag motsvarande det dagvattenförande systemets kapacitet gjorts från nederbördsvolymen som belastar modellen. Mer om skyfallsmodelleringen finns i "PM skyfallskartering" (Sweco, 2021).

Skyfallsmodelleringen och dess resultat är baserat på det underlag som var aktuellt i samband med utredningens genomförande. Planerad bebyggelse, inkluderat gator (Trollskogsgatan och Mellersta Stadsskogsgatan), har analyserats utifrån skyfallsmodellens resultat.

Syftet med analysen är att kunna härleda vilka risker som finns idag och vilka som kan förväntas efter en utbyggnad av etapp 4 i Stadsskogen. Vissa riskområden inom etapp 5 har även identifierats.

3.4 Beräkning av föroreningsbelastning

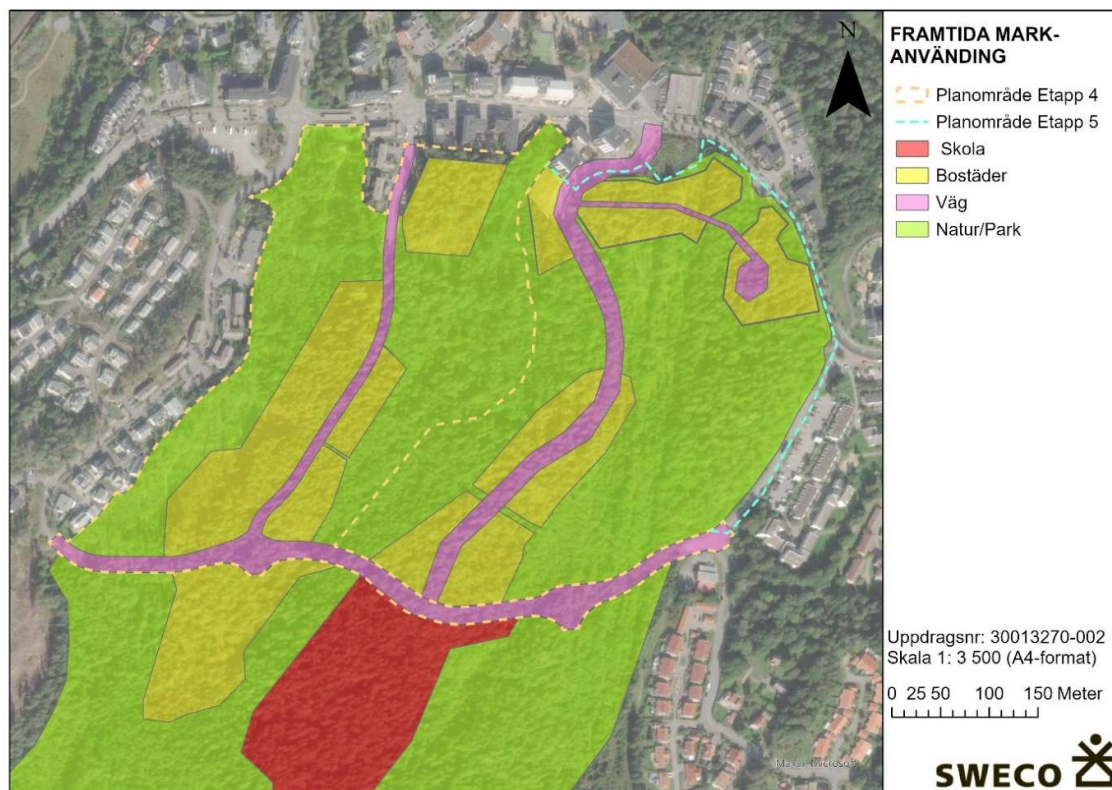
Dagvatten- och recipientmodellen StormTac WEB (v.20.2.2) har använts för att beräkna föroreningshalter och -mängder. Modellen bygger på schablonvärden av föroreningar baserat på ett flertal studier. Modellen är ingen hydraulisk modell, vilket betyder att den inte tar hänsyn till dynamiken i dagvattensystemet vid dimensionering. Notera att föroreningsberäkningar endast görs för ytor som exploateras. Befintlig skogsmark ingår alltså inte i beräkningar av föroreningar. Trafikmängden på kommande Trollskogsgatan har satts till 600 fordon per dygn.

4 Analys och beräkningar

4.1 Förändrad markanvändning

Planområdet för etapp 4 planeras att exploateras med blandad bebyggelse bestående av flerfamiljshus och småhus, samt två nya gator. I Figur 7 illustreras förändrad markanvändning tillsammans med en sammanställning av areor i Tabell 5. Ytorna ligger till grund för beräkning av dagvattenflöden och -föroreningar.

För befintliga förhållanden utgörs hela planområdet av skogsmark.



Figur 7. Planerad framtida markanvändning inom planområdet etapp 4 och del av etapp 5 (Sweco, 2022).

Tabell 5. Area markanvändning vid framtida exploatering inom respektive delområde.

	Area markanvändning, ha						
Delområde	4A	4B	5B	4C	4D	4E	4F
Flerfamiljshus	1,01	1,74	0,19	0	0	0	0
Småhus	0	0,65	0,39	0	0	0	0
Service	0	0	0,67	0	0	0	0
Trollskogsgatan ²	0	0	0	0,57	0	0	0
Mellersta Stadsskogsgatan ³	0	0	0	0	0,28	0,44	0,71
Skogsmark	2,06	3,81	0,95	0	0	0	0
Total area, ha	3,07	6,20	2,20	0,57	0,28	0,44	0,71

4.2 Dimensionerande dagvattenflöden

Dimensionerande flöden för befintlig och framtida exploatering vid ett 20-årsregn framgår av Tabell 6. Flödena ökar inom samtliga delområden till följd av exploateringen och klimatförändringarna.

Tabell 6. Dimensionerande dagvattenflöden från detaljplan etapp 4 och del av etapp 5 vid befintlig och framtida exploatering.

	Delområde	4A	4B	5B	4C	4D	4E	4F
Dim. dagvattenflöde vid 20-årsregn (l/s)	<i>Befintlig exploatering (skogsmark)</i>	40	75	25	10	10	15	20
	<i>Framtida exploatering, inklusive klimattfaktor</i>	120	270	135	140	70	105	170

4.3 Erforderligt fördröjningsbehov

Erforderligt fördröjningsbehov har beräknats för vardera delområde och redovisas i Tabell 7. Observera att beräkning av erforderlig fördröjningsvolym för delområde 4A frångår det generella fördröjningskravet enligt Alingsås riktlinjer för dagvatten. Fördröjningsvolymen

² Fördelning av yta väg 57%, 29% och flexzon 14%, enligt PM Trafikförslag för detaljplan Stadsskogen, etapp 4, Sweco, uppdragsnummer 30017543, 2021-03-03, rev B, ligger till grund för föroreningsberäkningar.

³ Fördelning av yta väg 44%, GC-bana 38% och flexzon 19%, enligt PM Trafikförslag för detaljplan Stadsskogen, etapp 4, Sweco, uppdragsnummer 30017543, 2021-03-03, rev B, ligger till grund för föroreningsberäkningar.

beräknas för ett strypt utflöde motsvarande avrinning från befintlig exploatering vid ett 20-årsregn. Detta görs med anledning av förekomst av åkergröda i befintlig dagvattendamm nedströms.

Tabell 7. Erforderliga fördröjningsvolymen inom respektive delområde.

Delområde	4A	4B	5B	4C	4D	4E	4F
Erforderlig fördröjningsvolym, m ³	160	170	100	50	25	35	60

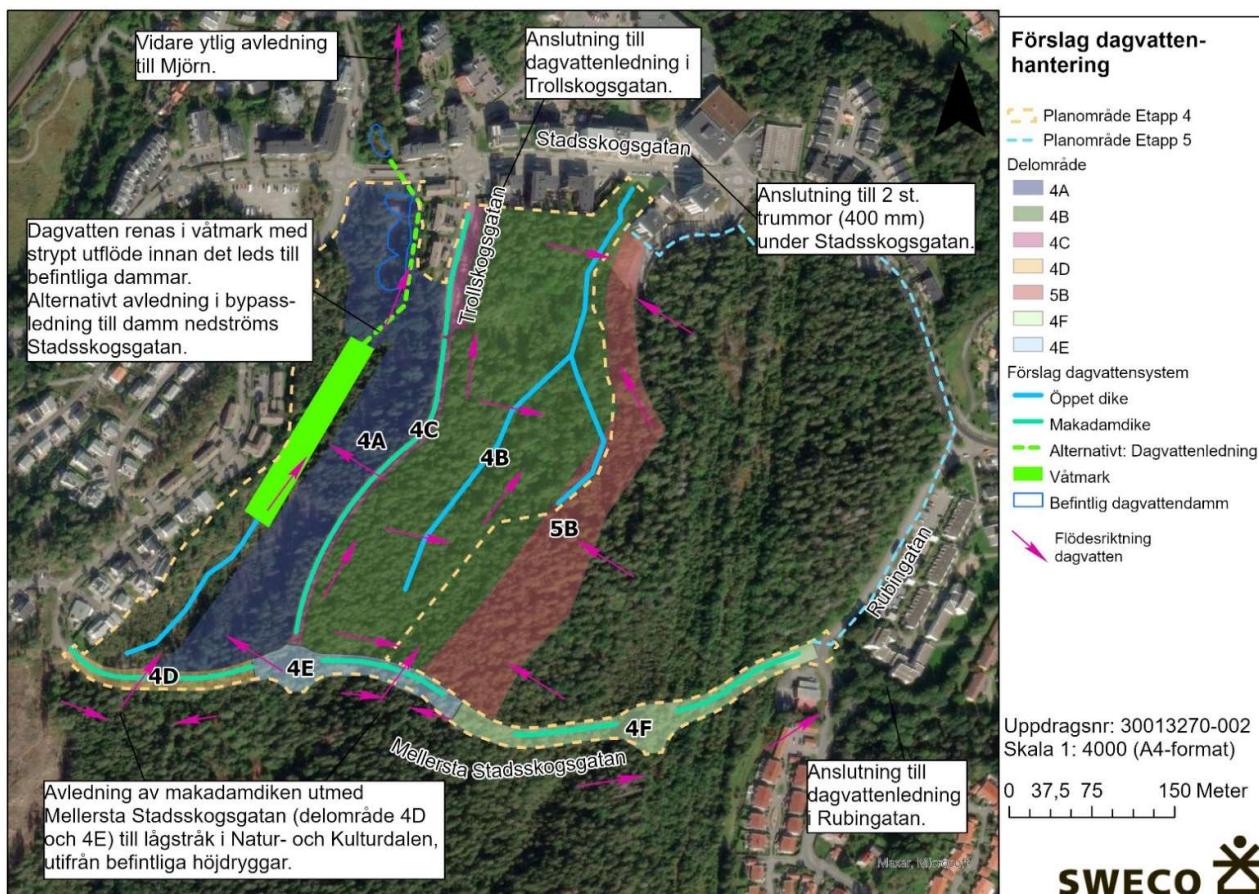
Beräknade erforderliga volymer är betydligt lägre än de volymer som beräknades i den övergripande dagvattenutredningen (Sweco, 2020). Det finns flera orsaker till detta. Den största enskilda orsaken är att ovan beräkning baseras på Alingsås stads krav på 12 mm som för exploatering på jungfruelig mark ofta kommer erfordra lägre volymer än om man stryper framtida utflöde ner till dagens naturmarksflöde. Dessutom följer inte avrinningsområdena i den övergripande utredningen etappgränserna, samt är större och avleder därmed större flöden. Erforderliga beräknade fördröjningsvolymer baserade på Alingsås stads krav på 12 mm tar inte hänsyn till klimatkraften.

5 Systemförslag dagvattenhantering

I kommande kapitel redovisas förslagen avseende på dagvatten- och skyfallshantering vid exploatering av etapp 4.

I Figur 8 ses en översiktlig illustration över systemet för föreslaget dagvattenhantering för samtliga delområden.

De dagvattenåtgärder som ligger innanför områden där åkergröda har påträffats omtalas i kapitel 5.1.



Figur 8. Principiell skiss över föreslaget dagvattensystem för planområdet etapp 4 och del av etapp 5. Skissen är inte skalenlig utifrån anläggningarnas faktiska ytbehov utan illustrerar endast systemet (Sweco, 2022).

5.1 Avrinning västerut från etapp 4 (delområde 4A)

5.1.1 Föreslagen utformning dagvatten från kvartersmark: Alternativ 1

På grund av områdets förutsättningar föreslås fördröjningsvolymen enligt kravet om 12 mm per hårdgjord area hanteras på allmän platsmark, det vill säga i dalarna. Detta är ett avsteg från Alingsås kommuns riktlinjer för dagvatten, där fördröjning även krävs på kvartersmark. I detta område anses förutsättningarna i de planerade bebyggda områdena vara svåra, på grund av höjdförhållanden och geologi. Samtidigt bedöms det att volymerna kan skapas på allmän platsmark i dalarna. Fördröjningsvolymen som har beräknats är dock baserat på att den antagna hårdgörningsgraden inom kvarteren ej överstigs. Skulle hårdgörningsgraden inom kvarteren ökas behöver lokal fördröjning anläggas för att ej behöva utöka föreslagna volymer nedströms.

Lågpunkten föreslås utformas som en våtmark. Inga schakter förväntas krävas för anläggning av våtmarken, däremot kommer viss uppdämning vid anläggningens utlopp samt södra sida krävas för att kunna hålla kvar volymen. Våtmark är en av Alingsås kommuns beskrivna dagvattenanläggningar som återfinns i dagvattenplanens bilaga 6 (Alingsås kommun, 2020). Dagvattnet från planerad bebyggelse föreslås avledas yttligt från tomtgräns ner mot lågstråket. Avledningen inom tomtgräns kommer bero på höjdsättning, taklutning och placering av dräneringsledningar. För att bidra till en hållbar avledning av dagvatten rekommenderas det att avledningen från kvarterens hårdgjorda ytor (exempelvis takvatten) i så stor grad som möjligt avleds yttligt västerut mot lågstråket i Naturdalen. Avleds dagvattnet från kvartersmark i ledning är det lämpligt att anlägga en samlingsbrunn väster om byggnadskroppen dit drän- och dagvatten samlas och yttligt avleds vidare till föreslagen anläggning i Naturdalen, se Figur 9.



Figur 9. Exempel på yttlig avledning lämpad för avledning av dagvatten på kvartersmark.

Utformnings- och gestaltungs-förslag våtmark:

Erforderlig fördröjningsvolym (12 mm per red.ha): 160 m³

Flöde vid ett 20-årsregn ut från våtmark: Dagens 50 l/s. Förslagsvis regleras utgående vatten genom att sätta ett skibord i nedströmsliggande ände av våtmarken

Våtmarken föreslås utformas som en grund anläggning, utan någon permanent vattenvolym. Reglervolymen som krävs för att fördröja dagvattnet vid ett 20-årsregn till befintligt flöde vid 20-årsregn har beräknats till 160 m³, jämfört med 75 m³ vid fördröjning av 12 mm per reducerad area. Volymen bedöms rymmas med god marginal och bedöms även kunna göras större vid behov.

För vidare beskrivning av utformningsförslag, se stycke 7.2, där utformning avseende både flöden, föroreningar och groddjur beskrivs.

Lågpunkten behöver viss omarbetning, men förslaget är att platsens naturliga gestaltning i så stor grad som möjligt bevaras, sett till former, vegetation och lutningar. Lågstråket nyttjas redan idag som avledare av naturmarksvatten, vilket gör att mark och växter är

lämpade för att vatten i bland blir stående i lågpunkten. Växter som finns på platsen föreslås bevaras. Våtmarken kan med fördel utformas med varierande vattendjup.

För att uppnå erforderlig volym föreslås våtmarken vallas upp, ej schaktas ur, där behovet finns. Detta för att bevara karaktären på dalen och lågpunkten. Att behålla marknivåerna innebär även att grundvattennivåerna ej påverkas i större grad. En viss utströmning till grundvattnet från våtmarken vid maximala vattennivåer kan dock förväntas, vilket även sker idag vid höga flöden.

Oljespill eller andra olyckshändelser bedöms mycket osannolikt, då dagvattnet endast härstammar från flerbilshus- och småhusbebyggelse. Det bedöms ej krävas avstängningsventil på våtmarkens utlopp, men en oljeskärm kan anläggas vid utloppet för att förhindra olja att rinna vidare från anläggningen. Vid drift av anläggning kommer eventuellt mindre spill upptäckas där och avlägsnas. En driftinstruktion bör tas fram som bland annat beskriver hur oljespill ska hanteras.

5.1.2 Befintlig dagvattendamm

I den befintliga dagvattendammen precis söder om Stadsskogsgatan har vanlig groda, åkergroda och vattensalamander påträffats. För vattenlevande ryggradsdjur som groda och vattensalamander kan dagvattendammar ofta vara det enda kvarstående, tillgängliga alternativet i det urbaniserade landskapet. Med tanke på förekomsten av dessa amfibier som grodor och vattensalamandrar i naturdammen är det skäligt att försöka reducera föroreningsbelastningen från den kommande exploateringen till ett minimum.

I kapitel 5.8 beskrivs föroreningsbelastningen före och efter exploatering. Denna visar på att belastningen ökar, trots rening, till den befintliga dammen.

Åkergrodan är mindre känslig än vanlig groda för förorening av vatten, men trivs bäst i vattenmiljöer där pH överstiger 5 (Söderman, 2006). Även övergödning kan påverka livsmiljön för åkergrodan, då främst på grund av att deras grunda vattenmiljöer med ökad näringshalt växer igen snabbare.

Dagvatten har i stort sätt relativt högt pH, och undersökningar från Stockholm vatten och avfall samt IVL⁴ visar på att pH i dagvatten och ytvatten ofta ligger på mellan som lägst 6,5 och som högst 8. Det bedöms därför att det ej finns risk för pH under 5 i dagvattnet från bostadsområdet.

Föreslagen våtmark bedöms vara bästa tillgängliga teknik för rening av dagvatten avseende på näringsämnen, och bedöms även kunna ge en minskning av halter och mängder lösta (och ekotoxiska) föroreningar. Våtmarken bedöms även kunna minska partiklar och slam genom sedimentering i våtmarken. Avrinnande dagvatten från

4

https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/pdf1/rapporter/dagvatten/dagvatten_klassificeringdel2.pdf
<https://www.ivl.se/download/18.343dc99d14e8bb0f58b7452/1445515550516/B1544.pdf>

kvartersmark har dessutom relativt låga föroreningshalter uppströms föreslagen våtmark. Rening sker även i det öppna dikessystemet som avleder dagvattnet från våtmark till befintliga dagvattendammar vid Stadsskogsgatan samt genom översilning, infiltration och fastläggning av föroreningar om dagvattnet avleds ytligt från tomtgräns till föreslagen våtmark. Effekten av den totala reningen bedöms som mycket god. Trots att föroreningshalterna enligt beräkningarna inte kommer ner i nivåer motsvarande avrinning från skogsmark, bedöms förändringen i den befintliga dammens föroreningsnivå bli marginell och att det därför ändå är motiverat att avleda dagvattnet via den befintliga dagvattendammen.

Notera att trafikdagvatten från Trollskogsgatan, som bedöms vara mer förorenat än dagvatten från kvartersmark, kommer avledas till separat reningsanläggning och vidare till dagvattenledning i Stadsskogsgatan.

Med föreslagen våtmark och strypt utflöde kommer flödet till den befintliga dagvattendammen inte att öka vid regn upp till återkomsttid 20 år. Dessutom skapas värden i den föreslagna våtmarken som anses vara lämpliga för både vanlig groda, åkergroda och vattensalamander, som gör det motiverat att förvänta sig att åkergroda även kan etablera sig i planerat våtmark. I Stadsskogen bedöms det dessutom finnas förutsättningar för att hitta amfibier på fler ställen än man har återfunnit vid inventeringstillfällena.

Sammanfattningsvis så bedöms grodornas lek- och livsmiljöer ej påverkas negativt av föreslagen avledning. Dagvattnet beräknas efter rening innehålla så pass låga halter föroreningar samt ha ett så pass högt pH att avledning av bostadsdagvatten via våtmark till befintlig dagvattendamm är att anse som skäligt. Flödena fördröjs med föreslagen volym så att flödet vidare från våtmarken till befintliga dammar inte överstiger dagens flöden vid ett 20-årsregn vilket minskar risken för bortspolning av grodornas livsmiljöer i de befintliga dagvattendammarna. Det skapas dessutom ytterligare en vattenmiljö uppströms i form av föreslagen våtmark som kommer gynna groddjur. För vidare analys se kapitel 7.

5.1.3 Alternativ 2: Avledning från kvartersmark

Dagvattnet kan alternativt ledas på samma sätt som beskrivet ovan fast tas in i bypassledning precis uppströms befintlig dagvattendamm. Det bedöms rimligt att kunna släppa dagvattenledningen nedströms bron på Stadsskogsgatan. En mindre damm finns även där, men till denna avrinner redan i dag befintliga dagvattenledningar. En bypassledning bedöms möjlig att anlägga i gångvägen som sträcker sig längs med befintlig dagvattendamm, se Figur 10. Att anlägga en bypassledning kommer innebära att bara en mycket liten del av naturmarks- och bostadsdagvattnet avleds till den befintliga dammen där amfibier har observerats. Den avrinning som i dag sker till dagvattendammarna kommer näst inntill upphöra som följd av att dagvattnet istället tas om hand i ledning förbi dammarna. Således kommer flödena till dammen att minska betydligt då den större delen av avrinningsområdet avleds mot den föreslagna våtmarken och vidare därifrån i bypassledning, vilket bedöms kunna försämrade förutsättningarna för groddjuren i dagvattendammen. Det rekommenderas att det innan ett beslut tas

25(58)

undersöks huruvida åkergröda finns i den norra, befintliga dammen. Notera att de befintliga dammarna på sin tid anlades med syfte att rena och fördröja dagvatten.

Det kan tilläggas att en bypassledning ur ett anläggningstekniskt perspektiv vara svårt, och att grävarbeten i samband med förläggning av ledning kan försämra förhållanden för åkergröda och andra amfibier vid anläggning men även över tid.



Figur 10. Alternativ avledning från föreslagen våtmark i bypass till damm nedströms bro. Ledningsläget är endast en illustration på en alternativ placering (Sweco, 2022).

5.2 Avrinning österut från etapp 4 samt delar av etapp 5 (delområde 4B och 5B)

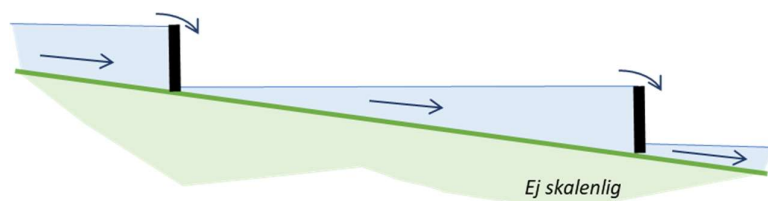
Till Kulturdalen rinner idag naturmarksvatten från östra delar av blivande etapp 4 samt västra delar av etapp 5. Dagvattnet avrinner idag i två lågstråk som möts i höjd med den planerade GC-banan och mynnar till dagvattenledningar i Stadsskogsgatan. Stråken har en naturlig karaktär och rinner bitvis i smala bäcksektioner och bitvis på bred front i naturmark. Inom delområde 4B och 5B har groddjur eller salamandrar ej påträffats under inventering. Det bedöms dock att dessa områden används som födosöks- och övervintringsområden för de groddjur som leker i befintliga dagvattendammar och andra våtmarker i området.

5.2.1 Föreslagen utformning dagvatten från kvartersmark

Dagvattnet från kvartersmark föreslås avledas till befintliga lågstråk. Avledningen från tomtmark till dagvattenstråk föreslås ske på samma sätt som för kvarteren på västra

sidan om Trollskogsgatan (delområde 4A), det vill säga i första hand yttligt och i andra hand via dräneringsledningar till samlingsbrunn. Från samlingsbrunn på tomtmark kan dag- och dränvatten avledas yttligt till dagvattenstråken på allmän platsmark.

Stråken ligger mer eller mindre alltid i sänkor i terrängen och bedöms ha god potential för en mindre breddning och omarbetning. Bäckarnas utformning är meanderande och naturliga, vilket föreslås bevaras i så stor utsträckning som möjligt. Stråken föreslås centreras mot lågpunkternas mitt, detta för att skapa tydliga rinnvägar. Genom att skapa uppdämningar med jämna mellanrum skapas volymer som långsamt fördröjer vattnet på sin väg ner mot Stadsskogsgatan, se princip i Figur 11. Ett exempel på bäckfåra som växlar mellan naturlig utformning och stadsanpassad utformning syns i Figur 12.



Figur 11. Principiell skiss över utformning av lågstråk med dämmen för att skapa yttligare fördröjning och rening av dagvatten.



Figur 12. Illustration av en delad bäcksektion, en "hård" (uppströms) och en "mjuk" (nedströms). Bilden är från en mindre, öppnad bäck i Oslo (Oslo Vann, 2015).

Oljespill eller andra olyckshändelser bedöms mycket osannolikt, då dagvattnet endast härstammar från flerfamiljshus- och småhusbebyggelse. Det bedöms ej krävas avstängningsventil vid stråkets utlopp. Vid drift av dikesystemet kommer eventuellt

mindre spill så som mindre förekomst av olja upptäckas och hanteras. En driftinstruktion bör tas fram för dikesstråket.

Utformnings – och gestaltungs-förslag:

Erforderlig fördröjningsvolym (12 mm per red.ha): 270 m³

Flöde vid ett 20-årsregn ut från dikessystem till trummor under Stadsskogsvägen: Dagens 115 l/s.

Stråken/dikena bör utformas med liknande material och växter som finns på platsen idag. Massor från byggarbetena kan användas, såsom stora stenar och jord. Dikena rekommenderas ej tätas i botten, utan bottentätning kan det ske en utväxling av grundvatten och dagvatten (likt idag). Grundvattnet tillför stråken/dikena vatten med mycket god kvalitet under torrvädersperioder och kommer även säkra upp basflödet.

Naturlig stensättning i diket, kan med fördel utformas med mindre dammar och dämmen vilket förutom magasinering även bidrar till ekologiska värden.

Bäckstråket mynnar i två st 400 mm-ledningar som går under Stadsskogsgatan, se Figur 13. Kapaciteten i dessa (förutsatt innerdiameter 350 mm samt lutning 10 promille) uppgår till ca 400 l/s. Detta innebär att även större regnhändelser än 20-årsregn efter föreslagen exploatering och dagvattenlösning kan avledas genom trummorna. Det finns dock en stor potential att på denna platsen skapa en fin multifunktionell yta, genom att till exempel strypa utlödet något med en mindre ledningsdimension och därmed skapa en större vattenspegel. Exempel på utformning illustreras i Figur 14.



Figur 13. Lågpunkt nedströms i Kulturdalen där potential för multifunktionell yta finns.



Figur 14. Inspirationsbild för möjlig utformning av lågpunkt vid Stadsskogsgatan.

5.2.2 Föreslagen utformning dagvatten från kommande lokalgata (delområde 4C)

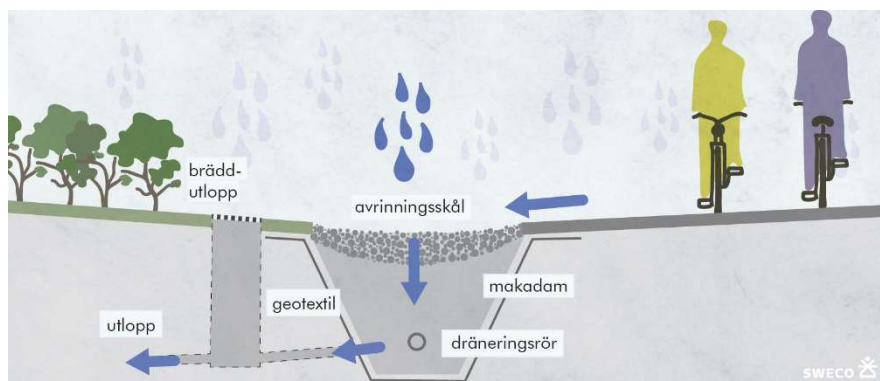
Gatuvattnet från kommande lokalgatan inom etapp 5 ska fördröjas med 12 mm per reducerad ha. Dagvattnet föreslås på samma sätt som för Trollskogsgatan avledas till ett smalt underjordisk makadamstråk som lämpligtvis ligger mellan körbanan och GC-vägen, och därefter ansluta till dagvattenledningar på Stadsskogsgatan.

5.3 Avrinning norrut på Trollskogsgatan (delområde 4C)

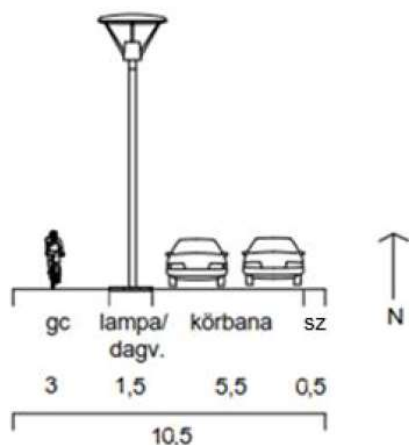
Inom delområde 4C har groddjur eller salamandrar ej påträffats under inventering. Det skulle kunna hittas groddjur i detta område, men dock mest troligt under de tid då groddjuren vandrar till sina lekvatten.

5.3.1 Föreslagen utformning dagvatten från gata

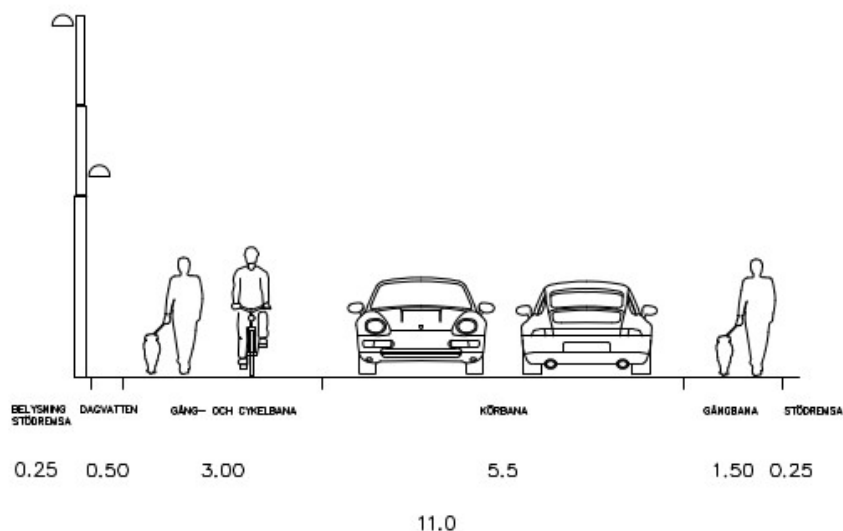
Gatuvattnet från Trollskogsgatan ska fördröjas med 12 mm per reducerad ha och den erforderliga fördröjningsvolymen för gatan beräknats till 50 m³. Dagvattnet föreslås avledas till ett smalt underjordisk makadamstråk som lämpligtvis ligger i flexzonen mellan körbanan och GC-vägen, se Figur 16. Stråket behöver anläggas i sektioner, då det troligtvis kommer behövas en annan typ av underbyggnad för lyktstolpar. Under makadamstråket ligger en dagvattenledning som dränerar och avledar dagvattnet vidare mot anslutningspunkt i norra delen av Trollskogsgatan. Dagvattnet leds härifrån vidare till dagvattensystemet i Stadsskogsgatan som har sitt utlopp i Mjörn. Ytterligare rening förväntas i nedströmsliggande system där dagvattnet passerar genom sträckor med öppna diken och stråk.



Figur 15. Exempel på utformning av makadamstråk i gatumiljö (Sweco, 2019).



Figur 16. Typsektion för Trollskogsgatan enligt trafikförslag. Flexzon för dagvattenhantering och lyktstolpar utgör en bredd på 1,5 m. (Sweco, 2021-03-03, Rev B.)



Figur 17. Alternativ utformning Trollskogsgatan (Sweco, 2021-04-13).

Skulle Trollskogsgatan utformas enligt Figur 17 bör makadamstråket troligtvis sträcka sig underjordiskt under planerad gång- och cykelbana. Förutsatt att gatuenheten accepterar att leda och rena vatten i GC-banans väggropp bedöms motsvarande volym som för originalutformningen finnas.

Det bör finnas möjlighet att vid behov stänga utloppet från Trollskogsgatan innan det når det öppna dagvattenstråket norr om Stadsskogsgatan. Förslagsvis illustreras vilken brunn man ska plugga (vid olycka och t.ex oljespill på Trollskogsgatan) i driftinstruktionen.

Utformningsförslag:

Erforderlig fördröjningsvolym (12 mm per red.ha): 50 m³

Exempel på dimensionering: 1 meter brett, 0,8-1 meter djupt. Minsta längd på dike för föreslagna dimensioner är 170-210 m (förutsatt makadam med hålrumsvolym 30%).

Alternativ utformning vid begränsad yta avsatt för dagvatten bedöms finnas om makadamstråket kan anläggas under GC-banan.

Avledning till dagvattenledning i vägbanan: Via dräneringsledningar i botten på makadamstråket

Bräddavlopp: Kupolbrunnar i makadambäddens överyta

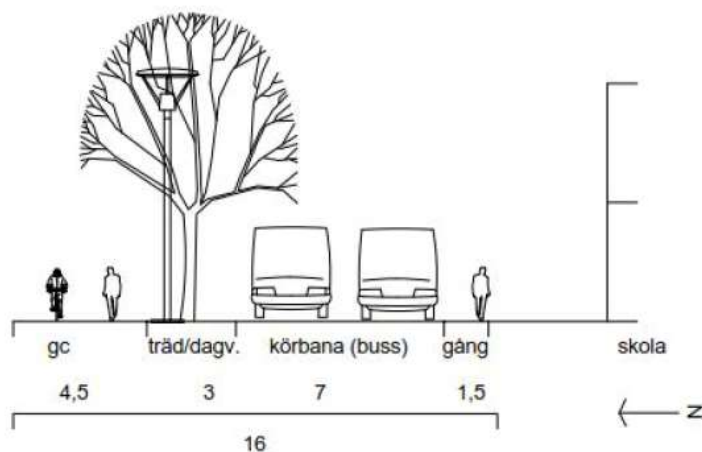
5.4 Avrinning från Mellersta Stadsskogsgatan (delområde 4D, 4E och 4F)

Inom aktuella delområden har groddjur eller salamandrar ej påträffats under inventering. Det kan dock förekomma groddjur i dessa områden.

5.4.1 Föreslagen utformning dagvatten från gata

Dagvattnet från gatan föreslås avledas till makadamstråk som löper parallellt med gatan, i flexzonen mellan körbanan och GC-vägen, se Figur 18. Gatans höjdsättning behöver medge avrinning mot makadamstråket.

Stråken behöver mynna ut i lågstråken mellan höjdryggarna, vilket medför att gatan delas in i tre delområden. Dagvatten från delområde 4D avleds norrut mot den föreslagna dagvattendammen (5.1.1), dagvatten från delområde 4E till det tröga dikessystemet (5.2.1) och dagvatten från delområde 4F avleds till anslutningspunkt i Rubingatan. Makadamstråken renar trafikdagvattnet som avrinner från Mellersta Stadsskogsgatan, och är ett yteffektivt sätt att hantera dagvatten i gatumiljö.



Figur 18. Typsektion för Mellersta Stadsskogsgatan enligt trafikförslag. Flexzon för dagvattenhantering, träd och lyktstolpar utgör en bredd på 3 m. (Sweco, 2021-03-03, Rev B.)

Makadamstråken beskrivs närmare i Alingsås kommuns dagvattenplan, bilaga 6 (Alingsås kommun, 2020). Stråket kan, vid önskemål om ökade mervärden på Mellersta Stadsskogsgatan, ersättas med en nedsänkt regnbädd. Denna har en något högre reningseffekt, och skapar en grönare miljö i gatan. Anläggningen är dyrare både i investering och drift.

Utlopp från lågpunkter till befintliga rinnvägar mot norr bör kunna pluggas vid olyckshändelser, så som oljespill eller annat. Det är viktigt att utloppsledningarna mot lågstråken är tillgängliga och inte igenväxta. Kontinuerlig drift och skötsel behövs för att kontrollera att utloppen bibehåller sin funktion. Utloppen bör vara driftpunkter i driftinstruktionen för att säkerställa driften och vara lätta att hitta för att plugga vid en eventuell olycka.

Utformningsförslag:

Erforderlig fördröjningsvolym (12 mm per red.ha): 25 m³ (4D), 35 m³ (4E) och 60 m³ (4F)

Exempel på dimensionering: 1 meter brett, 0,8-1 meter djupt. Minsta totala längd på dike (för samtliga delområden) för föreslagna dimensioner är 400-500 m (förutsatt makadam med hålrumsvolym 30%).

Avledning till dagvattenledning i vägbanan: Via dräneringsledningar i botten på makadamstråket

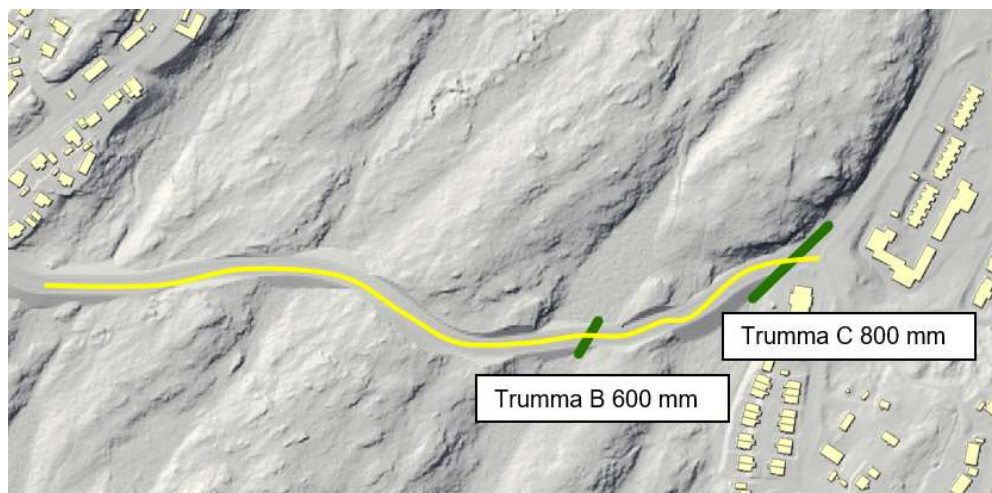
Bräddavlopp: Kupolbrunnar i makadambäddens överyta

5.4.2 Korsande lågstråk

Tre lågstråk kommer korsa framtida Mellersta Stadsskogsgatan. Alla stråken rinner från söder mot norr. Det västra stråket är ej markerat i nedan figur. Trumma B kommer avleda dagvatten och skyfall från södra till norra sidan av framtida gata. Dessa två stråken

kommer fortsätta som i dag att avleda dagvatten mot norr, skillnaden mot i dag är endast att vattnet kommer passera under gatan i en trumma.

Trumma C kommer avleda det dagvatten samt skyfall som rinner mot Rubingatan. Dagvattnet kommer avledas mot Rubingatan och ner till det dagvattensystem som ligger i gatan. Skyfallssituationen beskrivs i kapitel 6.



5.5 Naturmarksavrinning

För naturmarksavrinning föreslås att avrinningen, på samma sätt som i nuläget, leds ner i dalarna för infiltration eller vidare avledning vid behov. Naturmarksavrinningen kommer spåda ut dagvattnet från bebyggda delar inom etapp 4 och 5, och avleds mot samma stråk i Natur- och Kulturdalen.

5.6 Dimensioner dagvattenledningar under ny GC-koppling

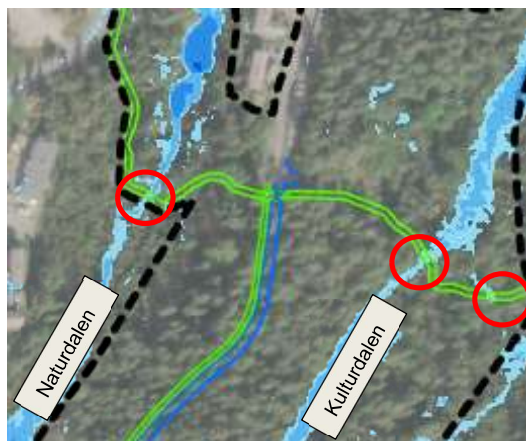
En ny GC-koppling planeras korsa området i öst-västlig riktning. Lågpunkter och rinnvägar kommer korsa gångvägen både i Natur- och Kulturdalen, se Figur 19. Kopplingen kommer vara grusad.

Genom att summera flöden från aktuella delområden har totala flöden tagits fram för dagvatten som passerar framtida gångväg. I och med att de totala volymerna även inkluderar bidragande ytor nedströms gångbanan bör vissa ytor räknas bort. En uppskattning av representativt flöde vid gångvägen har gjorts genom att multiplicera det totala flödet med 0,8. Flöden och erforderliga ledningsdimensioner återfinns i Tabell 8.

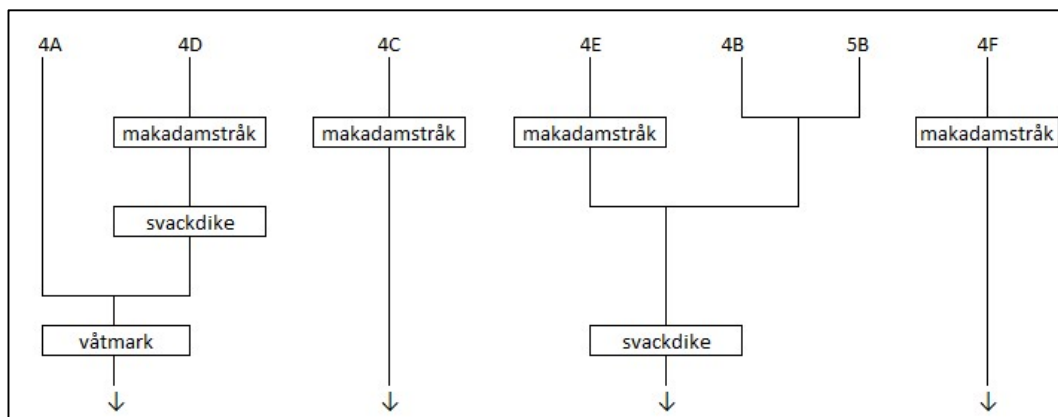
Tabell 8. Erforderliga ledningsdimensioner, korsning gångbana

Dagvattenstråk	Dim. flöde (l/s, 20-årsregn, inkl KF)	Justerat flöde (l/s, dim.flöde*0,8)	Erforderlig invändig ledningsdimension
----------------	---------------------------------------	-------------------------------------	--

			(mm, lutning 10 promille)
Naturdalen (4A+4D)	190	150	315 - 350
Kulturdalen (4B+4E)	512	300	500
Kulturdalen, öster (5B)	136	110	300



Figur 19. Rinnvågar för dagvatten passerar planerad gångväg i tre punkter, markerade med röda cirklar (Sweco, 2022).



Figur 21. Schematisk skiss av föreslagna reningsanläggningar. Med svackdike avses här de diken som i utredningen föreslås bevaras och utnyttjas i Natur – och Kulturdalen.

5.8.2 Beräkningar hela planområdet

Efter exploatering ökar alla halter för de studerade ämnena, se Tabell 9. Efter rening i föreslagna anläggningar enligt Figur 21 ökar de årliga utgående halterna från planområdet för fosfor, kväve, koppar, zink, kadmium, krom, nickel, kvicksilver, PAH16 och BaP. Samtliga mängder (kg/år) ökar till följd av exploateringen trots föreslagna dagvattenanläggningar. Den procentuella ökningen av näringsämnen beror på att man räknar med betydligt högre utsläpp av näringsämnen från bebyggda områden jämfört med skogsmark. Vore det däremot jordbruksmark man exploaterade skulle halter och mängder efter föreslagen rening däremot minska.

Tabell 9. Halter (µg/l) från hela planområdet före exploatering samt efter exploatering med och utan rening i föreslagna dagvattenanläggningar.

Hela planområdet µg/l				
	Före exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med föreslagna anläggningar	Procentuell ökning (före expl. jämf. efter exploatering med rening)
Fosfor	16	170	90,8	468%
Kväve	300	1600	898,7	200%
Bly	2,8	8,9	2,6	-6%
Koppar	4,9	22	9,0	83%
Zink	12	63	20,7	73%
Kadmium	0,09	0,45	0,1	33%
Krom	1,70	7,30	3,2	88%
Nickel	2,70	6,60	3,2	19%
Kviksilver	0,01	0,04	0,02	292%
Susp. Material	14000	54000	12594,4	-10%
Olja	100	650	70,7	-29%
PAH16	0,044	0,33	0,1	177%
Benso(a)Pyren	0,0044	0,033	0,012	178%
Arsenik	1,7	2,1	0,9	-45%

Tabell 10. Mängder (kg/år) från hela planområdet före exploatering samt efter exploatering med och utan föreslagna dagvattenanläggningar.

Hela planområdet kg/år				
	Före exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med föreslagna anläggningar	Procentuell ökning
	kg/år	kg/år	kg/år	
Fosfor	0,35	6,1	3,3	855%
Kväve	6,7	59	33,1	395%
Bly	0,061	0,32	0,09	59%
Koppar	0,11	0,78	0,3	192%
Zink	0,26	2,3	0,76	193%
Kadmium	0,0021	0,016	0,004	116%
Krom	0,038	0,27	0,114	202%
Nickel	0,059	0,24	0,112	97%
Kviksilver	0,00014	0,0014	0,001	551%
Susp. Material	300	1900	459,2	53%
Olja	2,2	23	2,56	16%
PAH16	0,00097	0,012	0,004	354%
Benso(a)Pyren	0,000097	0,0012	0,00044	355%
Arsenik	0,036	0,076	0,034	-6%

5.8.3 Bedömning av exploateringens påverkan på Mjörn

Föreliggande kapitel omhandlar exploateringens framtida belastning i sin helhet, på recipienten Mjörn. Mjörns statusklassning är måttlig ekologisk status, som beskrivits i kapitel 2.3.2. För att uppnå miljö kvalitetsnormen god ekologisk status 2021 är fisk utslagsgivande.

Bedömning av den föreslagna exploateringens påverkan på nedströms liggande vattenförekomst baseras på att dagvattnet från utredningsområdet genomgår föreslagen rening enligt Figur 21. Den totala vattenföringen från utredningsområdet har använts för att beräkna påverkan på vattenförekomsten. Det totala årliga flödet från exploateringen uppgår till 0,7 l/s för befintlig situation och 1,15 l/s framtida situation.

Totalhalten fosfor har observerats 10 µg/l i recipienten (VISS, 2019-06-03). Kvalitetsfaktorn för näringsämnen i sjön baseras på totalfosforhalt och status bestäms av en beräknad ekologisk kvot. Den ekologiska kvoten beräknas från referensvärdet delat med uppmätt halt i vattenförekomsten. Referensvärdet för totalfosfor i recipienten uppgår

till 10,6 µg/l. Den ekologiska kvoten uppgår till 1,03 under 2013-2017 enligt VISS (senaste bedömning 2019-06-03), vilket motsvarar hög status.

Den beräknade fosforhalten i recipienten efter planerad exploatering och föreslagen dagvattenrening motsvarar dagens uppmätta halt i recipienten, 10 µg/l. I Tabell 11 redovisas den totala fosforhalten i vattenförekomsterna efter tillskott från exploateringen. Den beräknade fosforhalten från exploateringen efter rening beräknas inte påverka recipienthalten och då inte heller den ekologiska kvoten som används som underlag till klassning av status av näringsämnen.

Tabell 11. Beräknad totalhalt av fosfor i vattenförekomsten efter tillskott från exploateringen

Planområdets påverkan på recipienthalt (µg/l)	Recipienthalt	Beräknad halt efter rening	Totalhalt i recipient vid medelflöde (MQ)
Total fosfor	10	90,8	10

För de särskilda förorenande och prioriterade ämnena finns haltgränser för ett antal ämnen. Överskrids dessa halter uppnår vattenförekomsten inte god status. Det saknas halter för flera av metallerna i vattenförekomsten. Framtida koncentrationstillskott från utredningsområdet till vattenförekomsten har därför istället räknats ut. För att erhålla totalhalten för metaller behöver bakgrundshalten läggas till de halter som redovisas i Tabell 12. Som framgår av tabellen bidrar planområdet med låga halter metaller till vattenförekomsten. Beräknade koncentrationer för metallerna från planområdet efter exploatering blir högre än innan exploateringen men bedöms inte försämra statusen i recipienten.

Tabell 12. Beräknat tillskott av metaller från planområdet till vattenförekomsten (ug/L).

	Bly	Kadmium	Koppar	Krom	Nickel	Zink	Arsenik	Kviksilver
Beräknat koncentrations-tillskott framtida situation med rening	0,0002	0,00001	0,0007	0,0002	0,0002	0,002	0,00007	0,000002
Gränsvärde recipient (SFÄ ¹), AA-MKN ²))	1,2	0,08-0,25 ³	0,5	0,34	4	5,5		0,07 ⁴

1) Särskilda förorenande ämnen, HVMFS 2019:25

2) Prioriterade ämnen, HVMFS 2019:25

3) AA-MKN beror på vattnets hårdhetsgrad. Denna halt gäller då vattnet är mjukt.

4) Enligt Direktiv 2013/39/EU är gränsvärdet för kvicksilver formulerat som maximal halt (MAC-MKN), 0,007 µg/

Beräknade halter i dagvattnet baseras på totalhalter (inkluderar både lösta och partikulärt bundna föroreningar). Gränsvärden (MKN) baseras enbart på lösta alternativt biotillgängliga halter. Detta innebär att de koncentrationer som redovisas i Tabell 12 omfattar den totala föroreningen och utgör en högre halt än det som ska jämföras med gränsvärdet. Beräknade koncentrationer från utredningsområdet efter exploatering blir högre än innan men utgör endast en mindre del av gränsvärdet. Exploateringen bedöms inte försämra statusen för dessa särskilda förorenande ämnen (SFÄ) och prioriterade ämnen.

Spädningsberäkningarna visar att halterna från planområdet kommer att utgöra en ytterst liten andel av föroreningshalterna i vattenförekomsten. Det är istället de befintliga föroreningshalterna som blir styrande för vad totalhalterna i vattenförekomsten uppgår till. Den ekologiska och kemiska ytvattenstatusen bedöms därför inte påverkas av det renade dagvattnet från exploateringen med avseende på de beskrivna metaller som ingår i SFÄ och prioriterade ämnen. De biologiska kvalitetsfaktorerna bedöms inte påverkas nämnvärt då halterna i vattenförekomsten i sin helhet bedöms bli opåverkade av den planerade exploateringen.

5.8.4 Beräkning av föroreningsbelastning till befintlig dagvattendamm

Föroreningsbelastningen till den befintliga dagvattendammen ökar, som följd av exploatering (väg) inom område 4D samt bostadshus inom område 4A. Ökningen föroreningar är betydlig, trots detta bedöms halterna och de årliga mängderna föroreningar relativt låga. För vissa ämnen så som suspenderat material ser man en minskning som följd av reningsanläggningen, se Tabell 13.

Tabell 13. Ingående halter ($\mu\text{g/l}$) till dagvattendamm med åkergröda före exploatering samt efter exploatering med och utan föreslagna dagvattenanläggningar.

Utsläpp till dagvattendamm (från område 4A och 4D)			
	Före exploatering	Efter exploatering (ingen rening)	Efter rening, efter exploatering
	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$	$\mu\text{g/l}$
Fosfor	16	161	69,6
Kväve	300	1554	861
Bly	2,8	8,9	1,6
Koppar	4,9	22,2	8
Zink	12	63,4	23
Kadmium	0,10	0,4	0,07
Krom	1,70	8,07	2,7
Nickel	2,70	6,81	4,4
Kvicksilver	0,01	0,03	0,02
Susp. Material	14000	48958	5900
Olja	100	560	19
PAH16	0,04	0,35	0,10
Benso(a)Pyren	0	0,03	0,01
Arsenik	1,70	2,10	0,99

En bedömning av huruvida dagvatten från planerat bebyggelse och väg inom område 4A och 4E ska ledas till eller förbi befintlig dagvattendamm finns i ovan kapitel 5.1.2.

6 Skyfallsanalys

6.1 Analys och förslag på åtgärder: Etapp 4 och 5

Skyfallsanalysen baseras på den skyfallsmodell som har tagits fram för Stadsskogen. Utifrån befintliga framtagna flödes hastigheter och vattendjup bedöms risken för översvämning vid bebyggelse enligt planförslaget. I PM Skyfall (Sweco, 2021) beskrivs hur modellen är uppbyggt och vad som ligger bakom resultaten.

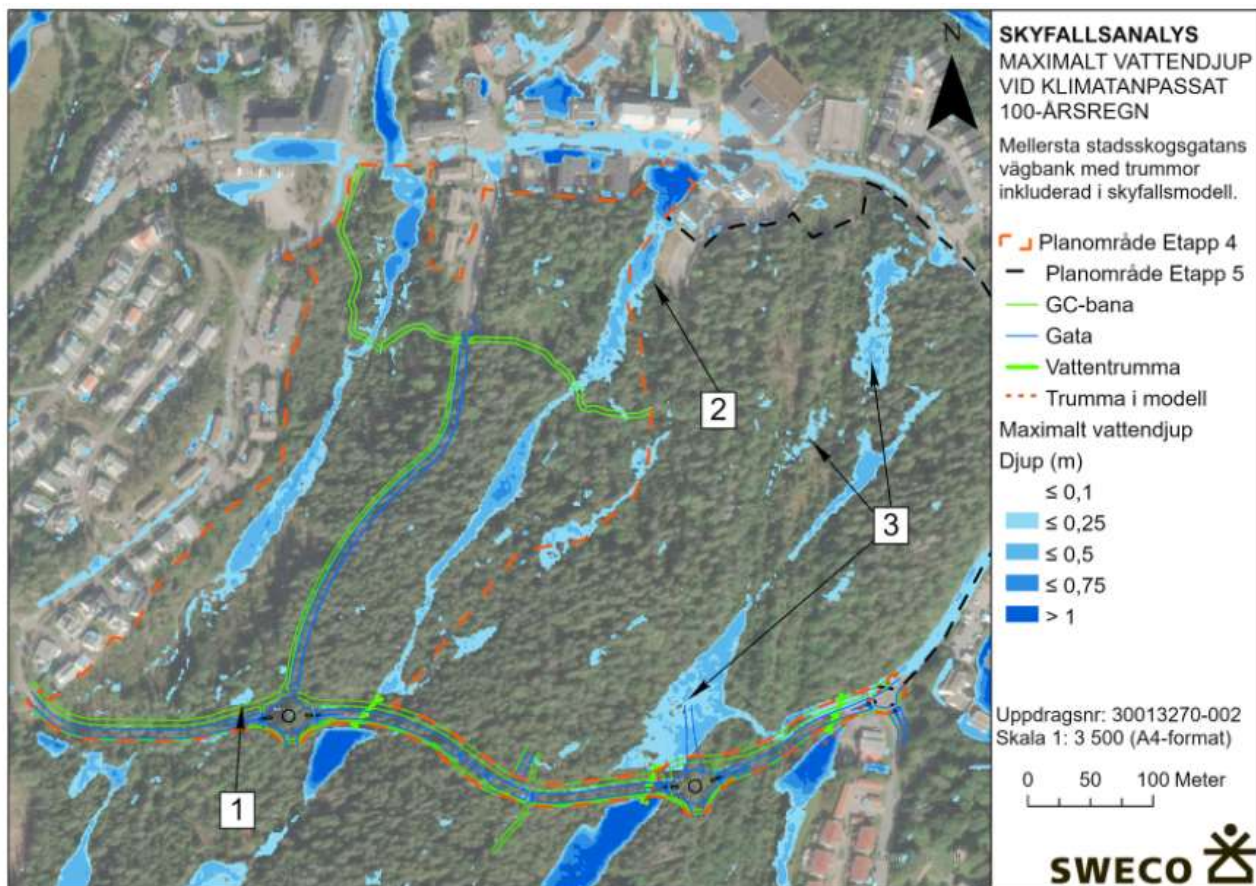
Bebyggelsestruktur och lokalgator ligger i planförslaget på till största delen på områdets höjdryggar. Rinnvägar och stråk för skyfall ligger i områdets lågpunkter, vilket innebär att området generellt, vid denna typen av bebyggelsestruktur, har ett bra skydd mot översvämningar som följd av skyfall.

Några enstaka, mindre lågpunkter finns i anslutning till planerad bebyggelse. Ytor, och även mindre lågpunkter, kring ny bebyggelse kommer jämnas ut i samband med exploatering vilket innebär att de naturliga lågpunkter som finns nära planerade

byggnader kommer försvinna. För att säkerställa detta föreslås planbestämmelser reglera lägsta marknivå och/eller lutningspilar som förtydligar åt vilket håll marken ska luta, se kapitel 6.2. Planbestämmelse som reglerar markhöjd jämfört mot sockelnivå rekommenderas införas i plankartan så att avledning bort från byggnad säkerställs.

De mindre lågpunkter som har identifierats inom etapp 4 bedöms inte ge någon större påverkan på vattenflöden eller mängder som avleds vid eventuell igenfyllnad vid byggnation av hus och vägar och bedöms således inte försämra situationen nedströms.

I Figur 22 illustreras identifierade skyfallsstråk med beräknade vattendjup, figuren är ett resultat från skyfallsmodellen (Sweco, 2021). Plangränsen för etapp 4 är utritad med svart streckad linje. Inom etapp 4 avleds två skyfallsstråk, ett i Naturdalen och ett i Kulturdalen. Bebyggelsen bedöms generellt ej riskera översvämmas som följd av skyfall, eftersom den planeras ligga på höjdryggarna. Även Trollskogsgatan ligger på höjden och bedöms heller inte påverkas vid skyfall.



Figur 22. Skyfallsanalys med fokusområden. Blå områden visar på vart vatten vid ett skyfall står samt vid vilket djup (Sweco, 2022).

Tre fokusområden har dock uppmärksamats vid analysen, se Figur 22. Dessa bör noteras vid fortsatt planläggning eller ändring av befintlig planläggning. Nedan finns förslag på vidare hantering av fokusområdena givet befintlig plankarta.

1. Mindre lågpunkt där vatten kan ansamlas vid skyfall, i anslutning till planerad bebyggelsegrupp. Här är det viktigt att höjdsätta GC-banan lägre än vägbana och bebyggelse för att möjliggöra att vatten kan avledas på denna i stället för på väg eller samlas upp vid byggnader. Planbestämmelse som reglerar markhöjd jämfört mot sockelnivå rekommenderas införas i plankartan så att avledning bort från byggnad säkerställs. Vid markprojektering och anläggning bör det ses till att markerad lågpunkt punkteras så att vattnet vid skyfall kan rinna vidare västerut på GC-banan. Plankartan rekommenderas förtydligas med lutningspilar som indikerar vattnet riktning från byggnad, via lågpunkten och avledning till GC-bana.

Planbestämmelserna bör nämnas och motiveras i planbeskrivningen.

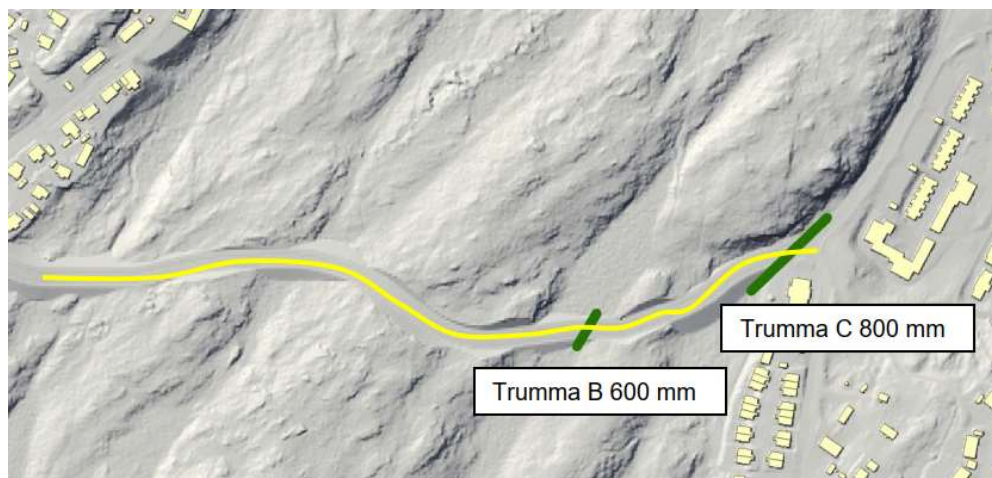
2. Skyfallsstråket i Kulturdalen passerar nära planerad bebyggelse inom etapp 5. Höjdsättning av tomter och byggnader är viktigt för att skapa hållbart och översvämningssäkra boenden. Planbestämmelser liknande som för fokusområde 1 kan bli aktuellt, men då detta är utanför aktuell detaljplan bör detta studeras i ett senare skede.
3. Inom etapp 5 finns flera grundare, men stora lågpunkter sett till utbredning. Vid projektering av mark och byggnader bör marken tillåtas luta ut från byggnaden vilket innebär att lågpunkterna sannolikt kommer byggas bort. För att inte försämrare för nedströmsliggande bebyggelse vid skyfall rekommenderas lågpunkterna ersättas. Exempelvis kan lågpunkterna utgöras av gatustrukturen inom kommande etapp 5.

Förutom fokusområdena nämnda ovan, uppmärksammas det att gångstråket som planeras korsa etapp 4 och 5 kommer passeras av två skyfallsstråk, ett i Naturdalen och ett i Kulturdalen.

- Passagen över skyfallsstråket i Naturdalen sker på bro som bedöms ha en nivå som är betydligt högre än vattendjupet enligt modellen (0,25-0,5 m). Risk för översvämning av passage vid skyfall bedöms som obefintlig.
- Skyfallsvattnet som passerar gångvägen i Kulturdalen kommer dämna upp på gångvägens södra sida och sedan avledas över vägen. Planerad kulvert under gångbanan är vid skyfall full men kommer avleda ett visst flöde tills att lågpunkten söder om gångvägen är tömd. Stråket ska enligt kommunen grusläggas och anses därför ej utgöra ett pendelstråk för cyklister. Att grusvägen vid skyfall spolats bort bedöms ej problematiskt. Gångvägen bedöms därmed ej behöva extra förstärkning vid passagen.

Vid Mellersta Stadsskogsgatan passerar skyfallsstråken den planerade gatan i lågpunkterna. En detaljerade studie av vägens översvämningssrisker vid skyfall har gjorts i PM Skyfallskartering (Sweco, 2021). I modellen har två trummor lagts till, för passage under vägen för de två östra skyfallsstråken, se Figur 23. Det västra skyfallsstråket har

bedömts leda så pass låga flöden att kulvert ej har lagts in i modellen. Kulvert kommer dock krävas även där, se PM Trafikförslag (Sweco, 2020).



Figur 23. Kulvertar inlagda i skyfallsmodell (Sweco, 2021).

Sammanfattningsvis kan det konstateras att befintliga dalgångar utgör en naturlig buffert som till viss del dämpar flöden vid skyfall. Tillsammans med en smart placering av kommande bebyggelse medför detta att risken för översvämning till följd av skyfall i etapp 4 är låg. Med ett bevarande av dalgångarnas topografi och växtlighet behövs inga ytterligare åtgärder för skyfallshantering. Planerad exploatering bedöms i PM Skyfallskartering ej påverka nedströmsliggande bebyggelse negativt vid skyfall. Detta förutsätter dock att:

- Det dagvattenförande systemet i Stadsskogen utformas för att hantera effekterna av ett klimatanpassad 20-årsregn, enligt Svenskt vattens P110.
- Att styrning av flödesvägar görs på ett sådant sätt att det inte påverkar bebyggelse nedströms negativt.

6.2 Generella rekommendationer avseende höjdsättning

Skyfallshanteringen bör följa Länsstyrelsens rekommendationer (*Fakta 2018:5. Rekommendationer för hantering till följd av skyfall – stöd i fysisk planering*). Länsstyrelsen rekommenderar att:

- Ny bebyggelse planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn bedöms i detaljplan och eventuella skyddsåtgärder säkerställs.
- Samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.

- Framkomligheten till och från utredningsområdet bedöms och ska vid behov säkerställas.
- En klimatkfaktor ska inkluderas för att bedöma översvänningsrisken i ett förändrat klimat. Underlaget till vilken klimatkfaktor som ska adderas till 100-årsregnet hämtas från SMHI:s rapport *Klimatologi 47. Extremregn i nuvarande och framtida klimat. Analyser av observationer och framtidsscenarioer*.

Grundförutsättningen är att planerad exploatering inte ska förvärpa befintlig dagvatten- och skyfallssituation i eller utanför Stadsskogen. Det innebär att belastningen på nedströmsliggande områden inte ska öka med förändrade markförhållanden som den nya bebyggelsen medför.

Om de befintliga och ovan beskrivna skyfallsstråken ändå väljs för bebyggelse kommer den fördröjningsvolym som ytan idag inrymmer behöva kompenseras. Kompensationen görs helst inom planområdet. Dessutom kommer byggnaden behöva ges extra säkerhetsnivå med hänsyn till översvänningsrisk. För att byggnader inte ska ta skada vid översvämning blir det viktigt att vidta skyddsåtgärder, förslagsvis med en robust, medveten och säker höjdsättning av planområdet.

För att förhindra att vatten rinner mot huskropp rekommenderas det i Svenskt Vattens publikation P105 att marken närmast byggnaden, inom 3 m, ska ha en lutning på 1:20 (5%). Längre bort från byggnaden kan marken ha en flackare lutning på minst 1:100 (>1%). Förbättrad avledningsmöjlighet kan ske med sekundär ytvattenavledning i gaturummen.

Till ovan är det dessutom bra om nivå för färdiga golvnivå placeras med en säkerhetsmarginal över den högsta vattennivån vid dimensionerande regn för skyfall och att prioriterade vägar för utrymning inte har stående vatten med ett djup större än exempelvis 20 cm.

6.3 Samordning mellan dagvatten och skyfall

Analysen visar på att skyfallstråk, dagvattenstråk och föreslagna anläggningar sammanfaller både i Naturdalen och Kulturdalen. Detta innebär att stråken i första hand kommer ta hand om dagvatten som avrinner från kringliggande naturmark samt planerad bebyggelse, men även uppträda som skyfallstråk vid regn med höga återkomsttider. Stråken anses lämpliga för avledning av både dagvatten och skyfall, och fungerar även på det sättet i dag.

6.4 Befintlig dagvattendamm vid skyfall

Vid ett skyfall i dag kommer befintlig dagvattendamm ta emot större flöden än vid normala regn. Det är sannolikt att grodorna redan i dag påverkas negativt av skyfall, som följd av höga flöden, erosion och bortspolning av slänter och material. Vid ett skyfall efter planerad exploatering kommer flödena öka och således sannolikt orsaka något större konsekvenser i befintlig dagvattendamm än innan exploatering. Åtgärder för att motverka

detta har ej studerats då det bedöms innefatta omledning av skyfallsled eller alternativt större skyfallsanläggning uppströms i detaljplaneområdet. Vid ett skyfall bedöms tillgänglighet och skydd av samhällsviktiga funktioner i samhället vara prioriterat.

7 Påverkan på groddjur och kompensation

Groddjur har identifierats i befintlig dagvattendamm nedströms i delavrinningsområde 4A. Föreliggande kapitel syftar på att beskriva de bedömningar som har gjorts avseende behövliga skyddsåtgärder, godtagbara förorenings- och flödesnivåer och förslag på alternativa fortplantningsmiljöer utifrån artskyddsförordningen.

Det bedöms att anläggningsarbete ej bör utföras i anslutning till dagvattendammarna under perioden mars-augusti, för att undvika störning i samband med groddjurens lekperiod.

7.1 Påverkan från ökade flöden och föroreningar

Dagvattenflödena från delområde 4A kommer öka som följd av ökad hårdgörningsgrad och minskade rinntider. Ökade flöden innebär en mekanisk stress på dagvattendammarna som riskerar att spola bort vegetation i strandzonen. Romklumpar från vanlig groda och åkergroda kan också spolats bort eller skadas. Föroreningshalter beäknas även öka vid en ökad hårdgörningsgrad.

Den åtgärd som föreslås i stycke 5.1, våtmark med fördröjande och renande effekt, kommer dock bromsa flödena så att flödet från våtmark till befintliga dagvattendammars minskas till dagens flöde vid ett regn med 20 års återkomsttid. Föreslagen våtmark bedöms vara bästa tillgängliga teknik för rening av dagvatten avseende på näringsämnen och föroreningar. Rening kommer dessutom ske uppströms våtmarken i öppna dikessystem samt genom översilning, infiltration och fastläggning av föroreningar och den totala reningen bedöms som mycket god. Våtmarken rekommenderas utformas med utloppsflöde som efterliknar dagens utloppsflöden, detta för att inte ändra förutsättningarna för groddjuren i dammarna.

Våtmarken bedöms vara bästa möjliga teknik både avseende dagvattenrening och nedströms liggande recipient men även avseende groddjur. Dessutom skapas värden i den föreslagna våtmarken som anses vara lämpliga för både vanlig groda, åkergroda och mindre vattensalamander, som gör det motiverat att förvänta sig att åkergroda även kan etablera sig i planerat våtmark. Föroreningshalter från dagvatten i bostadsområde bedöms vara låga, där varken pH eller föroreningshalterna bedöms nå halter som kan anses skadliga för groddjuren i dammen. I Stadsskogen bedöms det dessutom finnas förutsättningar för att hitta amfibier på fler ställen än man har återfunnit vid inventeringstillfällena.

Trots att föroreningshalterna enligt beräkningarna inte kommer ner i nivåer motsvarande avrinning från skogsmark, bedöms förändringen i den befintliga dammens föroreningsnivå bli marginell och att det därför ändå är motiverat att avleda dagvattnet via den befintliga dagvattendammen. De beräknade föroreningsnivåer som kommer nå befintliga

dagvattendammar bedöms inte uppträda i halter som anses vara skadliga för groddjuren som finns i dagvattendammarna.

7.2 Utformning av våtmark

Påverkan av lekmiljöer som följd av ökad avledning från planerad bostadsområde bedöms kunna minimeras genom att dagvatten leds till den våtmark som föreslås ovan stycke samt kapitel 5. Det är viktigt att volymen och utformningen i kommande skeden (ex detaljprojektering) ej kompromissas så att den erforderliga volymen som krävs för att fördröja ett regn med 20 års återkomsttid ej kompromissas.

Våtmarken minskar flödeshastigheter och föroreningshalter som avleds till de befintliga dagvattendammarna där groddjuren har påträffats. Avledningen från våtmarken kommer strypas, vilket således minimerar skadan som sker på lekområden under höga flöden. Våtmarken är dimensionerad för att efterlikna det flödet som i dag når dagvattendammarna. Anläggning av våtmark minskar flödeshastigheter till en sådan grad att det bedöms att lekmiljöerna inte kommer att påverkas märkbart negativt. Våtmarken minskar även risken för att nedströmsliggande (befintliga) dagvattendammar torkar ut genom att dagvatten och naturmarksvatten fördröjs i uppströms föreslagen våtmark och avleds i långsam takt till befintliga dagvattendammar.

Den föreslagna våtmarken kan, förutom sin funktion som fördröjningsmagasin, även utformas på ett sätt som gör den till en god lekmiljö för åkergroda, vanlig groda och mindre vattensalamander. En funktionell våtmark som även fungerar som lekmiljö har som regel ett djup mellan 1 och 2 meter, en strandzon med låg lutning och god förekomst av flytbladsväxter. Pluggkantsetablering kan användas för att snabbt etablera önskvärda vattenväxter, vilket är de som återfinns i de befintliga dagvattendammarna. Det är viktigt att inhemska växter används vid denna etablering. Denna snabba etablering minskar risken att pionjärarter som bladvass och bredkaveldun tar över och beskuggar vattnet. Det minskar också risken för att invasiva arter som vattenpest får fäste i dammen. Ett beskuggat vatten är inte attraktivt för groddjur, vilka föredrar varmare, solbelysta vatten. Innan vattenväxterna har hunnit etablera sig kommer strandkanten fortfarande att vara bar, vilket gör det viktigt att skapa extra strukturer och skydd i strandkanten, t.ex. genom att lägga ut stenblock, död ved, takpannor eller liknande material. Notera att fördröjningsvolymen för våtmarken föreslås motsvara avrinning från befintlig exploatering vid ett 20-årsregn för ett strypt utflöde, och att detta görs med anledning av förekomst av åkergroda i befintlig dagvattendamm nedströms samt minskning av belastning på nedströmsliggande dagvattensystem.

Alternativ 2, som beskrivs närmare i kapitel 5, är att förbilda vattnet från planerat bostadsområde från våtmark och vidare till nedströmsliggande dagvattenledningar. Detta skulle göra att dagvattenflödena från området skärs av från befintliga dagvattendammar och flödena minska då det naturmarksvatten som i dag rinner av till dammarna istället leds förbi. Mekaniska skador på lekmiljöer vid höga flöden skulle undvikas, men alternativet riskerar istället att lekmiljöerna torkar ut under månader med liten nederbörd, speciellt under sen vår och sommar. Detta skulle påverka populationerna av alla groddjur i dagvattendammarna negativt. Under extremt torra perioder är det sannolikt att

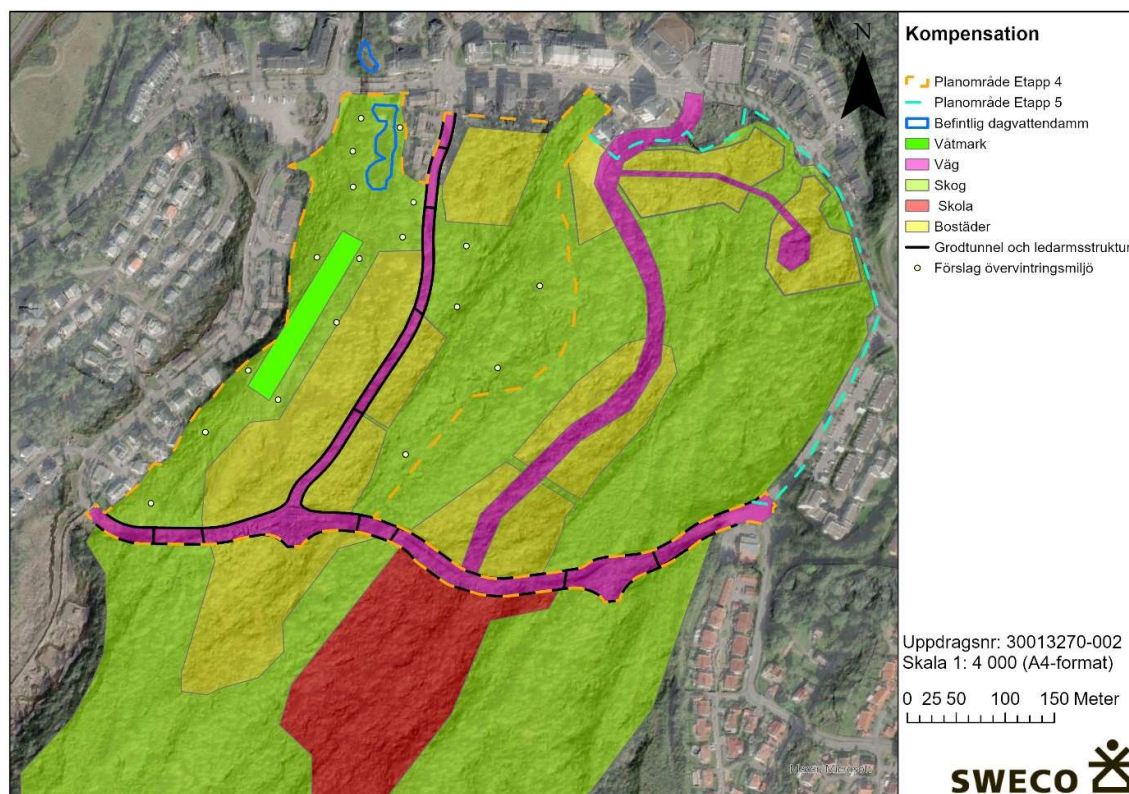
dammarna även i dag står nästan tomma på grund av liten avrinning samt avdunstning, men utan avrinnig från det nya bostadsområdet skulle torka i dammarna uppstå allt mer ofta. Alternativ 2 rekommenderas inte, utan rekommendationen är att följa alternativ 1 som innebär avledning från planerat bostadsområde, via våtmark och till befintliga dagvattendammar.

7.3 Övervintrings- och födosöksmiljöer

Groddjurens övervintrings- och födosöksmiljöer bedöms påverkas negativt av exploateringen, då delar av skogsområdena i närheten av lekmiljöerna i dagvattendammarna tas i anspråk. Denna negativa påverkan bedöms kunna åtgärdas genom att anlägga övervintringsplatser i kvarvarande skogsområde. Den enklaste åtgärden är att placera ut stenhögar och högar med död ved. Tillgången på lämpliga övervintringsmiljöer kan förbättras ännu mer genom att gropar om 2x2 m grävs till frostfritt djup (80-100 cm). Dessa täcks med lövkompost, grenar och grovt stenmaterial (15-25 cm diameter). Övervintringsmiljöerna bedöms ej kräva något underhåll utan gropar och stenhögar kommer med tiden att snarare bli bättre som följd av att löv och grenar samlas och skapar miljöer där grodorna trivs.

Tillgängligt födosöksområde bedöms vara stort nog att täcka populationens behov, även efter exploatering, eftersom existerande population är relativt liten. Förslag på preliminära övervintringsområden redovisas i Figur 24.

Groddjurens vandringsvägar från lekmiljöer till födosöksplatser och övervintringsområden kommer att försvåras, då vägar utgör en mortalitetsfaktor. De två vägar som byggs i anslutning till etapp 4 bedöms ge påtagligt negativ påverkan på populationen, då dessa kommer trafikeras främst på tidig morgon och kväll, vilket är den tid då groddjur söker sig till varma miljöer, där vägar är särskilt attraktiva då de under dagen värms upp av solen. För att undvika att groddjuren blir trafikdödade bedöms ledarmar och grodtunnlar vara nödvändigt för att populationen inte ska påverkas negativt. Dessa föreslås placeras enligt Figur 24 och utformas enligt Figur 25. Grodtunnlar måste skötas, där vegetation ej får lov att täcka ledarmarna. Förslagsvis sköts tunnlar i samband med tillsyn av dagvattenkultvertar under vägarna, se förslag på vidare arbete i kapitel 11.2.



Figur 24. Förslag på placering av ledarmar, grodtunnlar och övervintringsområden inom planområdet (Sweco, 2022).



Figur 25. Exempel på utformning av ledarmar och grodtunnel (Banverket, Trafikverket, 2005; Foto Mats Lindqvist)

7.4 Sammanfattning påverkan och åtgärder groddjur

I det fall föreslagen våtmark anläggs bedöms lekmiljöerna i de befintliga dammarna ej påverkas negativt av ökade vattenflöden i den mån att groddjur eller deras livsmiljöer bedöms störas eller skadas. Föreslagen våtmark beskriven under stycke 5.1 innebär en fördröjning och således uppbromsning av dagvattenflöden med syfte att reducera flödet till dagens flöde vid stora regn (20 års återkomsttid). Under förutsättning att våtmarken utformas enligt stycke 7.2 så bedöms reningsförmågan vara mycket hög och våtmarken kan då leda till en positiv påverkan för groddjurspopulationerna, då antalet goda lekmiljöer ökar.

Övervintringsmiljöer kommer att påverkas negativt då skogsområden i närheten av dagvattendammarna tas i anspråk. Det bedöms att utplacering av död ved, övervintringsgropar och stenhögar i naturområden i närheten av dagvattendammar och föreslagen våtmark kommer att kompensera för förlusten av övervintringsplatser. Förlust av födosöksområden i närliggande skog bedöms ge obetydliga negativa konsekvenser för populationerna i området, då kvarvarande skogsområde är stort nog att försörja dem.

Sammantaget bedöms föreslaget alternativ med våtmark vara det mest lämpliga för att säkerställa att groddjurens livsmiljöer inte påverkas negativt. Ett särskilt artskyddssamråd bedöms därför behövas enligt Länsstyrelsens yttrande då anläggandet av en våtmark samt åtgärder för att ersätta övervintringsmiljöer bedöms krävas för att inte utlösa förbuden enligt §4a Artskyddsförordningen.

8 Drift och underhåll

Drift och underhåll VA-huvudmannens samt väghållarens anläggningar är viktigt för att säkerställa dess funktioner.

Tillsynsfrekvens för respektive anläggning behöver bestämmas efter detaljprojektering av anläggningarna, gärna i samråd med Alingås kommuns driftorganisation. Tillsyn av dagvattenanläggningar är viktigt efter skyfall då stråken används både för dagvatten och skyfall.

8.1 Våtmark Naturdalen

Driftinstruktioner bör tas fram för den föreslagna våtmarken i Naturdalen, och inkludera vilka driftpunkter som ska ses över vid varje tillsyn. De första åren bör tillsyn ske minst två gånger om året, för att sedan möjligtvis reduceras till en gång per år, då systemet föreslås ha en mycket naturlig utformning. Tillsyn bör inkludera en översyn över hela systemet från den föreslagna våtmarken ner till den befintliga dagvattendammen söder om Stadsskogsgatan.

8.2 Dikesstråk Kulturdalen

Driftinstruktioner bör även tas fram för dikesstråket föreslaget i Kulturdalen, då stråket i framtiden kommer vara en viktig anläggningsdel som avleder dagvatten från etapp 4 och 5. Tillsyn bör inkludera en översyn över hela sträckan, med fokus på kulvertar och

dämmen. Tillsyn kan även inkludera viss bortforsling av vegetation och annat som riskerar att dämna upp systemet.

8.3 Makadamstråk Mellersta Stadsskogsgatan och Trollskogsgatan

Driftinstruktioner bör tas fram för makadamstråken som föreslås på Mellersta Stadsskogsgatan och Trollskogsgatan. Viktiga punkter i instruktionerna är regelbunden kontroll och eventuell slamsugning av sandfångsbrunnar innan avledning till makadamstråk, samt kontroll och eventuell rensning av skräp och annat. Makadamstråket bedöms behöva tillsyn två gånger om året.

9 Ansvar för dagvattenanläggningar

Ansaret för makadamstråket på Trollskogsgatan och Mellersta Stadsskogsgatan bedöms ligga på väghållaren, då det enbart är vägdagvatten som kommer avledas till stråket. Förvaltaransaret innebär även ett driftansvar, nödvändigt för vägens avvattning.

Ansaret för dagvattenstråket i väster, bestående av en våtmark och ett dikesstråk som leder till befintlig dagvattendamm norr om Stadsskogsgatan, bedöms åligga VA-huvudmannen. Detta då stråken tar emot dagvatten från bebyggda områden som annars skulle vara i behov av ett ledningssystem. Det är även i VA-huvudmannens intresse att bibehålla stråkets kapacitet och reningsgrad, varför det är rimligt att driften ligger på VA.

Ansaret för dagvattenstråket i öster, bestående av ett långsamt och naturligt dikesstråk, bedöms av samma anledningar som ovan åligga VA-huvudmannen.

För båda dagvattenstråken bedöms det att VA-huvudmannen först har ett ansvar vid första anslutande dagvatten från verksamhetsområde, betydande att förvaltningen av naturmarksvatten och de stråk som detta vatten följer ej ska åligga VA-huvudmannen. Då trafikdagvatten från Mellersta Stadsskogsgatan föreslås ansluta till dagvattenstråken i deras södra delar, kan det bli aktuellt att gata park förvaltar dagvattenstråken fram till anslutning av bostadsdagvatten sker.

10 Rekommendationer inför framtida planarbete

10.1 Förslag på planbestämmelser

I kommunens riktlinjer för dagvatten, bilaga 4, finns användbara planbestämmelser för dagvatten. Vid detaljplaneläggning bör kommunen införa planbestämmelser för dagvatten på allmän platsmark så väl som på kvartersmark. Det är även viktigt att i planbeskrivningen förklara dagvattenhanteringens och anläggningarnas syfte och funktion.

För aktuell plan bedöms följande planbestämmelser vara användbara:

Typ av åtgärd	Användningsbestämmelse	Egenskapsbestämmelse	Aktuellt i
Våtmark, allmän platsmark	NATUR	Våtmark	Naturdalen
Dikessystem	NATUR	Dike	Kulturdalen
Makadamstråk	NATUR	Dike	Lokalvägar
Skyfallsstråkens maximala utbredning	NATUR	Natur	Skyfallsstråk
Dagvatten på kvartersmark		n ₃ – Andelen hårdgjord yta av fastigheternas markyta får inte överstiga X % Plushöjder på byggnad – färdigt golv	Kvartersmark
Avrinning		Lägsta marknivå (plushöjd) samt lutningspilar	Anslutning till Mellersta Stadsskogsgatan

10.2 Anläggningsskedet samt uppföljning av åtgärder

Planerade gator och bebyggelse inom etapp 4 bedöms ligga på så pass stort avstånd att anläggningsarbeten ej påverkar grodorna under den perioden när grodorna förökar sig. Skulle arbeten dock utföras närmare befintlig dagvattendamm än 50 meter bör arbetena ej utföras under perioden mars – mitten av augusti.

Länsvatten som uppkommer under anläggningsskedet bör ej avledas till befintliga stråk som leder vattnet vidare till befintlig dagvattendamm utan rening.

För att inte förbudet enligt artskyddsförordningen ska utlösas, bedöms föreslagna åtgärder (våtmark samt begränsning av utflöde från denna, övervintringsplatser och ledarmar) vara strikt nödvändiga. Det är därför viktigt att under och efter planarbetet följa upp att åtgärder faktiskt utförs. Detta föreslås göras genom att kommunen i samband med detaljprojektering specificerar platser och åtgärder som ska inkluderas i projekteringen samt följer upp detaljprojekteringsprocessen.

11 Slutsatser och förslag på vidare arbete

11.1 Slutsatser

Följande slutsatser har gjorts baserat på analyser och diskussioner i föregående kapitel:

- Det finns stora fördelar vid att omhänderta dagvattnet från kvartersmark i öppna stråk. Kapaciteten är större, reningen är högre, och vattnet tillför värden som en ledning aldrig kan göra. Systemen som föreslås kan även vara ett pedagogiskt inslag i den befintliga naturmiljön, som troligtvis kommer användas mer efter exploateringen på grund av utbyggnaden av förskolor och annat.
- Dagvatten från kvartersmark samt naturmarksvatten från etapp 4's västra delar föreslås avledas till befintlig dagvattendamm och vidare söderut i öppna och slutna dagvattensystem mot Mjörn. Dagvatten från kvartersmark samt naturmarksvatten från etapp 4's östra delar kommer avledas till befintlig dagvattenledning i Stadsskogsgatan och sedan till samma system. Trafikdagvatten från Trollskogsgatan kommer ansluta till samma dagvattenledning och alltså ledas förbi den befintliga dagvattendammen.
- Under förutsättning att dagvattnet från etapp 4, delområde 4A, leds genom föreslagen våtmark och att denna utformas enligt kapitel 5.1.1. och 7.2 samt att ytterligare åtgärder (ersättningsmiljöer, övervintringsplatser) enligt kapitel 7 utförs, så bedöms groddjuren ej påverkas negativt av exploateringen. Ett samråd med Länsstyrelsen behövs, då exploateringen *utan* åtgärder påverkar groddjuren negativt.
- Kommande dagvatten från kvartersmark inom etapp 4 och 5 bedöms ha låg föroreningsbelastning. Föreslagna dagvattenanläggningar för fördröjning och rening av dagvattnet inkluderar öppna dikesstråk samt naturlig utformad våtmark med hög reningsförmåga samt fördröjande effekt. Från våtmarken rekommenderas dagvattnet avledas till befintliga dagvattendammar enligt alternativ 1 (stycke 5.1.1), i vilka groddjur har påträffats vid inventering. Som följd av våtmarkens utformning avseende rening och fördröjning bedöms inte groddjuren påverkas negativt av åtgärden. Föroreningsbelastningen är låg och pH så pass högt att grodorna bedöms tåla framtida belastning. Flödet bromsas upp vid normala regn (till och med regn med 20 års återkomsttid) vilket innebär att risken för bortspolning av strandzon och lekmiljöer endast kommer ske vid skyfall. Dessutom skapas liknande miljöer i föreslagen våtmark uppströms som bedöms kunna locka även flera groddjur till sig.
- Att avleda dagvatten förbi befintlig dagvattendamm enligt förslag Alternativ 2 bedöms påverka grodornas miljö negativt genom att det tillrinnande flödet minskar, vilket kan medföra att dammen torkar ut under nederbördsfattiga perioder. Detta bedöms medföra en stor risk för negativ påverkan på groddjur jämfört med Alternativ 1.
- Rinnvägar som efter exploatering föreslås användas som avledande stråk bör ha viss skötsel. Stråken föreslås efter anslutning av dagvatten från kvartersmark

förvaltas av VA-huvudman. Från anslutning av vägdagvatten tills anslutning av dagvatten från kvartersmark bör Gata/Park förvalta stråken.

- Trafikdagvatten från Mellersta Stadsskogsgatan, Trollskogsgatan och kommande lokalgata inom etapp 5 föreslås hanteras separat genom att avleda det till makadamstråk och dagvattenledningar.
- Då skyfallsstråken rör sig i lågstråken och bebyggelsen planeras på områdets höjdryggar är planerad bebyggelse och vägstruktur inom etapp 4 skonade mot översvämningsrisker som följd av skyfall. 3 fokusområden har i utredningen pekats ut, dessa rekommenderas följas upp vid vidare arbete med markprojektering. Viss reglering genom planbestämmelser rekommenderas.
- Med föreslagna dagvattenanläggningar bedöms exploateringen inte försämra MKN i vattenförekomsten som helhet. Trots ökning av utgående halter och mängder från planområdet efter exploatering med rening blir recipienthalten styrande då planområdet utgör en mycket liten del av den totala vattenföringen i recipienten.

11.2 Förslag på vidare arbete

Nedan listas det arbete som rekommenderas i vidare planarbete för att kunna spika och säkerställa föreslagen dagvatten – och skyfallshantering.

- I samband med förprojektering skapa markmodell där erforderliga volymer och hur dessa passar in i terrängen kan ge en bättre uppfattning av det ytbehov som föreslagna lösningar kräver
- I samband med planens granskningsskede bör det samrådats med Länsstyrelsen kring frågorna som rör åkergröda.
- I projekteringsskedena genomförs detaljutredning av dimensionering av dagvattensystem och dagvattenanläggningar, anslutningspunkter och höjder, samt behov av att flytta ledningar i konflikt.
- I detaljprojektering skapa samverkan mellan VA, landskap och biologi för att främja och optimera utformning av våtmarkerna utifrån samtligas perspektiv. För att inte artskyddsförordningen ska träda i kraft behöver våtmarken utformas enligt de principer som finns i stycke 7.2.
- I underlag till detaljprojektering och i senare skede, entreprenad av dagvattenanläggningarna och kringliggande ytor, specificera (i teknisk beskrivning) de utpekade platser där ersättningsmiljöer krävs samt de rekommendationer till utformning som har angivits i föreliggande rapport.
- I kommande detaljplaneskeden är det lämpligt att ta fram en drift- och underhållsplan för planerade dagvattenanläggningar som tydliggör vad och när samt av vem drift och underhåll ska genomföras.

57(58)

- Det bedöms att anläggningsarbete ej bör utföras i anslutning till dagvattendammarna under perioden mars-augusti, för att undvika störning på groddjurens parningssäsong och skada på juvenila groddjur. Det bör utredas vidare i detaljplan vilka avstånd som ska hållas till dagvattendammarnas.
- En drift- och underhållsplan rekommenderas tas fram i samband med detaljprojektering. I denna bör skötsel och drift av VA finnas, men även drift av grodtunnlar och tillsyn av övervintringsplatser finnas med. Lämpligtvis görs en drift – och underhållsplan av VA och Park.

12 Referenser

- Alingsås kommun. (2020). *Dagvattenhandbok*.
- Alingsås Kommun. (2020). *Sjöar och vattendrag*. Hämtat från <https://www.alingsas.se/bygga-bo-och-miljo/luft-vatten-och-avlopp/sjoar-och-vattendrag/>
- Melica. (2019). Naturvärdesinventering Stadsskogen.
- Melica. (2020). *Inventering av groddjur, Alingsås kommun*. Alingsås kommun.
- Oslo Vann. (2015). <http://www.osloelveforum.org/wp-content/uploads/2017/10/Prinsipper-for-gjen%C3%A5pning-av-bekker-og-elver-i-Oslo-2015.pdf>.
- SMHI. (2003). *Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik*.
- Sweco. (2020). *PM Trafikförslag för Stadsskogen etapp 4*.
- Sweco. (2020). *Övergripande dagvattenutredning Stadsskogen*. Alingsås kommun.
- Sweco. (2021). *PM Skyfallskartering Stadsskogen*. Alingsås kommun.
- Sweco. (2021-03-03, Rev B.). *Trafikförslag för detaljplan Stadsskogen, etapp 4*.
- Trafikverket, B. (2005). *Vilda djur och infrastruktur*. Ineko.
- Vattenmyndigheterna. (den 12 12 2020). *VISS*. Hämtat från VISS: <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA71482804>
- Banverket & Trafikverket (2005) *Vilda djur och infrastruktur – en handbok för åtgärder*, sid 35-37 och 65-67. Banverket miljösektionen rapport 2005:5, Vägverket publikation 2005:72
- Söderman, F., (2006) *Comparative Population Ecology in Moor Frogs with Particular Reference to Acidity*. Doktorsavhandling, Uppsala universitet, Teknisk-naturvetenskapliga vetenskapsområdet, Teknisk-naturvetenskapliga fakulteten, Biologiska sektionen, Institutionen för ekologi och evolution.