PM Dagvatten

Nykvarn Byggnads AB

Detaljplan Hökmossen 2B, Nykvarn

Uppsala 2022-03-23

Detaljplan Hökmossen 2B, Nykvarn

PM Dagvatten

Datum	2022-03-23
Uppdragsnummer	1320011103

Johan Fäldt	Susanna Ciuk Karlsson
Uppdragsledare	Handläggare

Ramböll Sverige AB
Box 1932, Pelle Bergs Backe 3
791 19 Falun

Telefon 010-615 60 00
www.ramboll.se

Unr 1320011103 Organisationsnummer 556133-0506

Sammanfattning

Detaljplanen för Hökmossen etapp 2b ingår i en delvis genomförd exploatering av villabebyggelse nära sjön Yngerns östra strand. En rad tidigare dagvattenutredningar har genomförts för etappen (MARKTEMA AB, 2011, Ramböll 2018, 2019-01-04, 2019-03-14, 2020). På grund av ändrade förhållanden har här en ny utredning gjorts på uppdrag av exploatören.

Detaljplaneområdet ligger på en höjdrygg mellan Yngern i väst, en sumpskog utpekad som nyckelbiotop i söder och en stor mosse i öst. Idag fördelas avrinnande vatten från det aktuella området mellan de tre recipienterna. Sumpskogen står i förbindelse med Yngern och mosse i öst får sitt vatten från Yngern via Turingeån.

Enligt tidigare förslag för dagvattenhantering ska allt dagvatten ledas mot mossen i öst då Yngern har ett stort skyddsvärde då det är en möjlig reservvattentäkt för Stockholmsregionen. Med nuvarande planer är det inte möjligt att med självfall leda allt dagvatten österut. Detta kvarstår för den senaste planändringen.

Likt tidigare utredning föreslås därmed dagvattensystemet utformas så att det dagvatten som kan ledas österut utan pumpning leds till mossen via makadamdiken längs vägarna och spridningsdammar. Makadamdikena ger både rening och fördröjning av dagvattnet. Dagvatten som inte kan ledas med självfall till mossen i öster leds via makadamdiken till respektive recipient. Stenkistor placeras för enskilda tomter som inte kan avvattnas mot makadamdiken. Överskottsvatten då magasinen går fulla översilas befintlig mark ner mot recipient.

Fastigheterna ska själva hantera sitt dagvatten genom att anordna fördröjningsvolymer motsvarande 10 mm nederbörd på hårdgjorda ytor.

Dagvattenutredningen har i övrigt med hänsyn till områdets förutsättningar föreslagit att fördröjningsvolym motsvarande totalt 20 mm nederbörd ska införas i planområdet. Detta för att säkerställa att 90 % av årsnederbörden passerar en renande dagvattenåtgärd innan utsläpp till recipient.

Beräkningar för dagvattenflöden och föroreningar före och efter exploatering, samt för efter exploatering inklusive föreslagen dagvattenhantering har genomförts. Flödesberäkningar har gjorts för de tre delavrinningsområdena separat medan föroreningsberäkningar genomförts för hela planområdet sammanslaget.

Flödesberäkningarna visar att exploateringen medför kraftigt ökade dagvattenflöden. Om dagvattenåtgärder införs med 20 mm fördröjningsvolym minskar dagvattenflödet efter exploatering, för dimensionerande 10-årsregn.

Föroreningsberäkningarna visar att för samtliga föroreningar ökar mängderna avsevärt i och med exploateringen. Med dagvattenåtgärder fås kraftigt minskade föroreningsmängder relativt scenariot utan dagvattenåtgärder. Relativt före exploatering ökar 7 av 13 föroreningar i mängd i och med exploateringen, trots dagvattenåtgärder. Detta är i princip oundvikligt då naturmark exploateras. Utifrån ett helhetsresonemang kring områdets karaktär och storlek relativt recipientens hela avrinningsområde, kan bedömningen göras att exploateringen inte kommer att ha en reell påverkan på recipientens status.

Exploateringen inom planområdet har också bedömts utifrån skyfallsperspektiv. Flöden vid 100-årsregn har beräknats och redovisas för varje delavrinningsområde. Bebyggelsen är planerad kring en topografisk höjdrygg och inga större flödesvägar eller uppströms avrinning finns att ta hänsyn till. Två av tre delavrinningsområden inom planområdet avrinner direkt till recipient (Yngern och alsumpskogen, varav ingendera är känsliga för höga flöden). Det tredje delavrinningsområdet avrinner till mossen, där en bedömning utifrån allmänt tillgängliga underlag har gjorts att dagvattenflöden kommer utjämnas över mossens yta och avrinna österut.

Lågpunkter inom planområdet har bedömts utifrån volym, djup och utbredning. Hantering av dessa för att undvika instängda områden med stående vatten vid skyfall har föreslagits. Mindre lågpunkter bör fyllas ut och en större lågpunkt i planområdets nordöstra del bör förskjutas i möjlig mån.

Innehållsförteckning

1. Inledning 1
1.1 Tidigare utredningar 1
1.2 Uppdaterad plankarta 2
2. Förutsättningar 3
2.1 Topografi 3
2.1.1 Delavrinningsområden 5
2.1.2 Lågpunktsanalys SCALGO Live 5
2.2 Jordarter 8
2.3 Befintligt VA 9
2.4 Hydrologi och recipienter 9
2.4.1 Nyckelbiotopen alsumpskogen 10
2.4.2 Sjön Yngern 11
2.4.3 Mossen i nordöst/öst 12
3. Flödes- och föroreningsberäkningar 14
3.1 Markanvändning 14
3.2 Flödesberäkningar 17
3.3 Erforderlig magasinsvolym 19
3.3.1 Dagvattenhantering på fastigheter 19
3.3.2 Förutsättningar utifrån recipienter 19
3.3.3 Förutsättningar utifrån befintlig bebyggelse 20
3.3.4 Beräknad erforderlig fördröjningsvolym 20
3.4 Föroreningsberäkningar 21
4. Åtgärdsförslag 23
4.1 Delavrinningsområde A 25
4.2 Delavrinningsområde B-C 26
4.2.1 Översiktlig bedömning hur erforderliga magasinsvolymer inryms 27
4.3 Delavrinningsområde D 28
4.3.1 Översiktlig bedömning hur erforderliga magasinsvolymer inryms 29
4.4 Avskärande diken 30
4.5 Flödesberäkning inkl. åtgärder 31
4.6 Föroreningsberäkning inkl. åtgärder 32
4.7 Kommentar snöupplag 33
5. Skyfallshantering 34
6. Slutsatser 35

6.1 Kommentar befintlig bebyggelse 36

\\ramse\pubyfin1\sby\2014\1320011103\3_teknik\w\dv-kompletterring_2021-2022\2022-03-25_dagvattenutredning_hökmossen_2_slutversion.docx

Detaljplan Hökmossen 2B, Nykvarn
PM Dagvatten

1. Inledning

Hökmossen ligger sydväst om Nykvarn intill sjön Yngern, se orienteringskarta i Figur 1. I området finns dels gles bebyggelse och dels ett nybyggt område, Hökmossen etapp 1.

Figur 1. Orienteringskarta. Planområdet Hökmossen 2 visas i rött.

1.1 Tidigare utredningar

Detaljplan för etapp 2 samt tillhörande PM dagvatten, vatten och avloppshantering (MARKTEMA AB, 2011) har varit ute på remissrunda och synpunkter har inhämtats från bl.a. länsstyrelsen.

Ramboll levererade ett nytt dagvatten PM 2018-03-19 efter förändrade förutsättningar i och med fortskridandet av detaljplanearbetet. Det gjordes ytterligare en komplettering, som levererades som en bilaga, 2020-09-11. Kompletteringen innefattade föroreningsberäkningar i StormTac samt en fördjupning av kapitel 3.4 från den tidigare utredningen (2018-03-19).

Strukturen i detaljplanen har omarbetats och därför ges nu en uppdaterad dagvattenutredning. I denna version är de tidigare levererade PM (2018-03-19 och 2020-09-11) delvis inarbetade.

Det finns också en teknisk notering ”Kommentarer åtgärdsförslag Detaljplan Hökmossen 2 och 2B” levererad av Ramboll 2019-03-13.

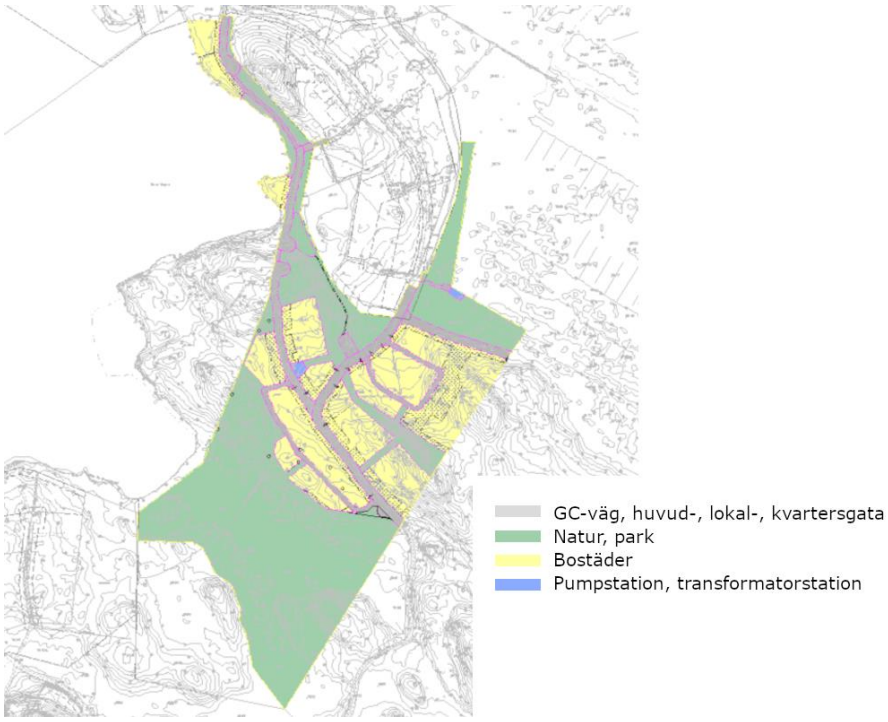
Geosigma levererade ”PM – Teknisk lösning för dagvattenhantering från utbyggnadsområde vid Hökossen, Nykvarn”, 2019-01-04. Detta PM ska på begäran av Nykvarns kommun inte beaktas i den nya utredningen.
En komplett lista av nämnda underlag ges i Tabell 1.

Tabell 1. Tidigare dagvattenutredningar, sorterat i datumordning.

Typ av underlag	Datum	Aktör	Rubrik
PM dagvatten	2011	MARKTEMA AB	PM dagvatten, vatten och avloppshantering
PM dagvatten	2018-03-19	Ramboll	PM dagvatten
PM teknisk lösning	2019-01-04	Geosigma	PM – Teknisk lösning för dagvattenhantering från utbyggnadsområde vid Hökmossen, Nykvarn
Teknisk notering	2019-03-13	Ramboll	Kommentarer åtgärdsförslag Detaljplan Hökmossen 2 och 2B
PM dagvatten komplettering föroreningsberäkningar	2020-09-11	Ramboll	PM

1.2 Uppdaterad plankarta

I framtagandet av detta PM användes en plankarta daterad 2022-01-10 som underlag, i vilken omfattande justering gjorts relativt tidigare underlag. Inför leverans av slutversion uppdaterades plankartan igen, denna gång med mindre justeringar. Den senaste plankartan, daterad 2022-03-14, visas i Figur 2.



Figur 2. Utklipp av ny plankarta, daterad 2022-03-14.

Justeringarna 2022-03-14 innefattade:

- Tillägg av ytor för snöupplag (ses som gröna ”korridorer”).
- Tillkommande mindre parkeringsyta (ca 500 kvm).
- Förskjutningar i utbredning av bostadsområden och lokalgator.

Samtliga figurer har uppdaterats. Flödes- och föroreningsberäkningar har inte uppdaterats, då själva omfattningen i kvm för markanvändningarna inte förändrats.

2. Förutsättningar

Koordinatsystem
plan Sweref99 18 00
höjd RH2000

2.1 Topografi

Området ligger på en liten höjdrygg mellan sjön Yngern och mossen i öst, se Figur 3. Detaljplaneområdets högsta punkt ligger på drygt +50 m och de bägge

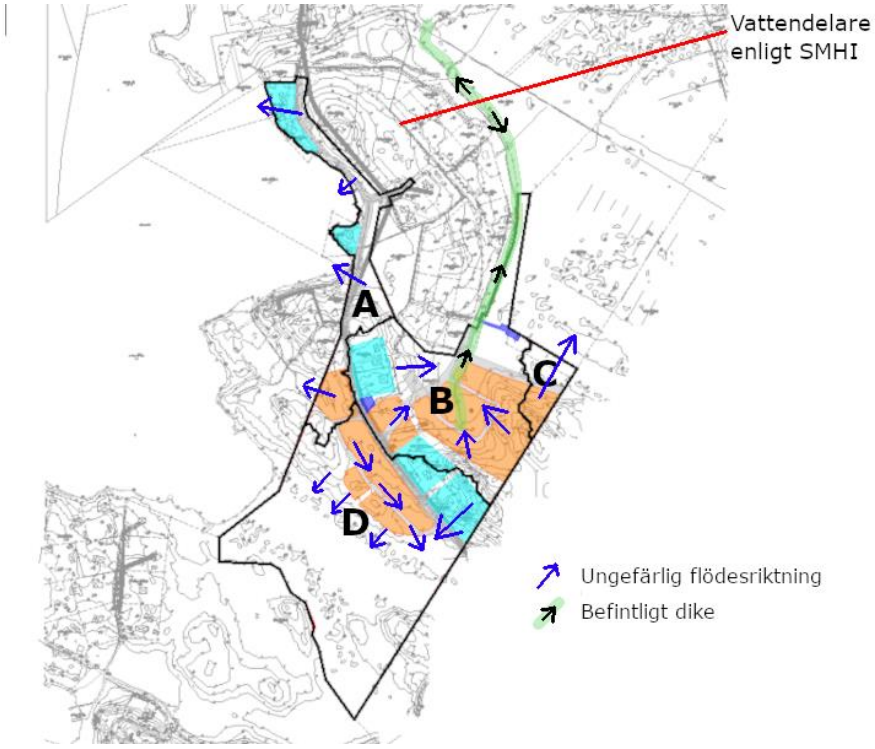
mossarna ligger på omkring +39 m. Den ojämna topografin inom planområdet gör att planområdet innehåller ett flertal delavrinningsområden.

Figur 3. Topografi inom planområdet. Planområdet och struktur för kvarter och gator visas med svarta tjocka linjer. Figur framtagen via Scalgo Live.

2.1.1 Delavrinningsområden

Ytlig avrinning enligt befintliga förhållanden inom planområdet visas i Figur 4. Det förekommer för befintlig topografi totalt 4 delavrinningsområden:

A - Avrinning sker västerut rakt till sjön Yngern.
B - Avrinning sker till befintligt dike norr om området, se grön markering för dike.
C - Avrinningen sker till mossen i öst / nordöst.
D – Avrinningen sker mot nyckelbiotopen söder om planområdet (alsumpskogen).

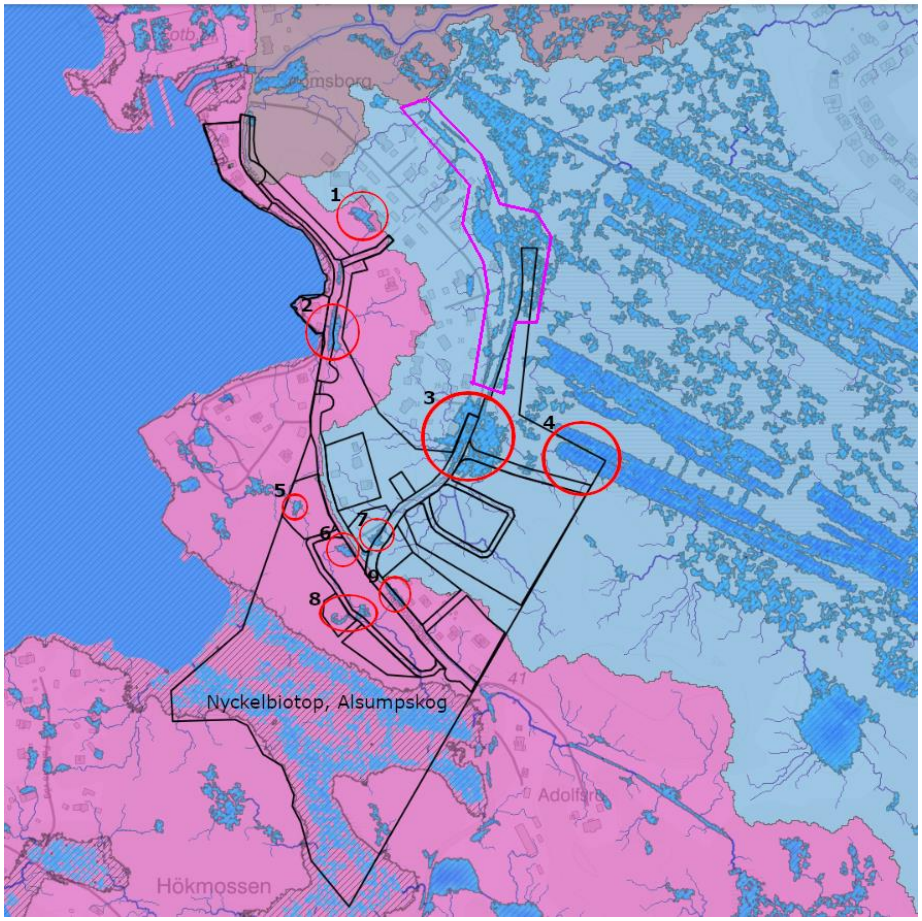


Figur 4. Delavrinningsområden, markerade A – D. Befintlig ytavrinning visas ungefärligt med blå pilar. Befintligt dike markerat med grönt.

2.1.2 Lågpunktsanalys SCALGO Live

SCALGO Live har använts för att ta fram en översikt av lågpunkter och ytliga avrinningsvägar, se Figur 5. SCALGO Live beräknar hur vatten kommer att fördela sig i terrängen vid ett valt regndjup. Verktyget visar också de rinnvägar som uppstår vid valt regndjup. SCALGO Live utnyttjar Lantmäteriets kartdata i en upplösning om 1 x 1 m. SCALGO Live tar inte hänsyn till tid, infiltration eller underjordiska strukturer så som ledningsnät.

Simuleringen gjordes med 76 mm regndjup, vilket översiktligt motsvarar ett 100-årsregn. I och med att det Resultatet speglar ett ”worst-case-scenario” i och med att effekten av ledningsnät, och andra underjordiska strukturer, förmodligen är underskattad.



Figur 5. Lågpunkter och rinnvägar enligt SCALGO Live. Lågpunkter visas med mellanblå ytor och är inringade med rött. Magenta markering visar problematiskt område med mycket stående vatten invid befintlig bebyggelse. Rinnvägar ses som mörkblå linjer. Rosa, ljusblå och ljusbrun symboliserar olika avrinningsområden. Svarta linjer visar planområdet, inklusive struktur för kvarter och gator.

Lågpunkternas egenskaper i form av djup och volym stående vatten ges i Tabell 2. Observera att dessa siffror är beräknade utifrån generella höjddata och ska betraktas som grova uppskattningar. Enligt höjddata är de flesta av de markerade vattenansamlingarna relativt små sett till volym och har ett djup om ca 0,1-0,2 m (se Tabell 2).

Tabell 2. Lågpunkter, djup och volym stående vatten. Obs att dessa siffror är beräknade utifrån generella höjddata och ska betraktas som grova uppskattningar. Röd markering indikerar en större lågpunkt.

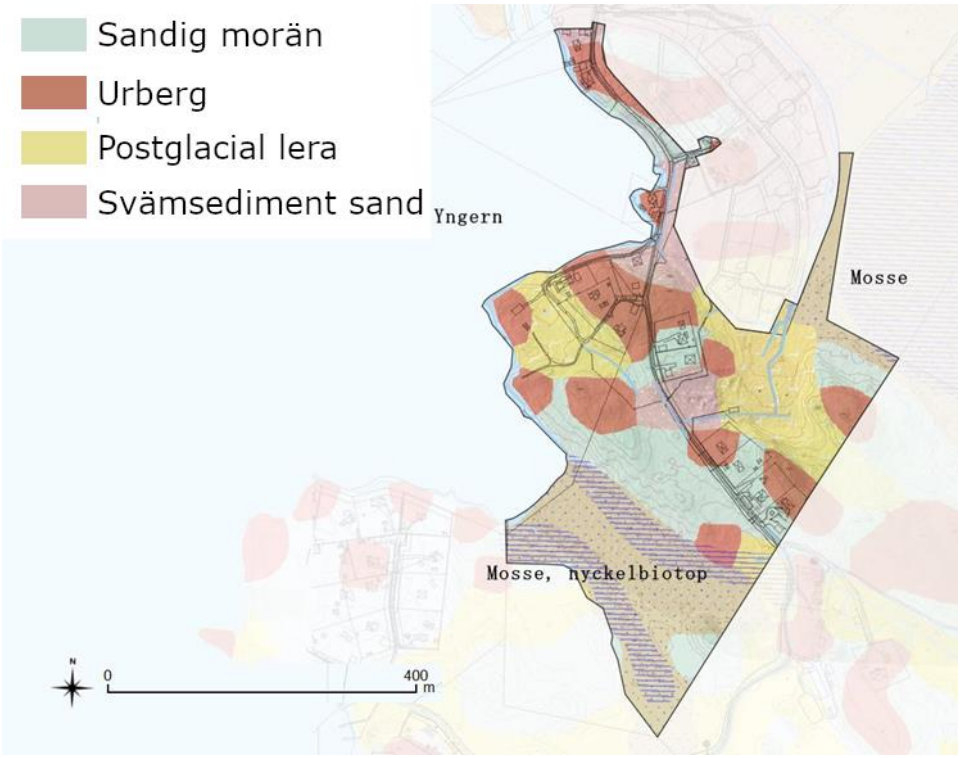
Lågpunkt nr	Max djup (m)	Volym stående vatten (m^3)
1	0,19	18
2	0,68	35
3	0,30	345
4	0,45	-
5	0,20	4
6	0,16	9
7	0,35	18
8	0,17	8
9	0,12	5

Följande är indikerat av simuleringen i SCALGO Live utifrån Figur 5 och Tabell 2:

- Viktigt att behålla flödesvägen vid lågpunkt ”2”. Vägen riskerar annars att dämma upp vatten vid skyfall på den östra sidan.
- Lågpunkt ”3” är en omfattande lågpunkt sett till volym, och innefattar befintlig bebyggelse. Detta låga område kommer sannolikt vara problematiskt vid skyfall med risk för skador på byggnader. Stående vatten med djup över 0,2 anses också utgöra drunkningsrisk.
  Exploateringen inom planområdet (ARO ”D” i Figur 4) kommer innebära hårdgjorda ytor som ger en ökad och snabbare avrinning, vilket kan förvärra befintlig problematik.
- Lågpunkt ”7” innebär risk för instängt område. I och med att djupet och utbredningen av lågpunkten är relativt begränsade är detta relativt enkelt att justera via markarbete.
- Magenta markering i Figur 5 visar låglänt område med stående vatten. Ett flertal befintliga bostadshus ligger i stående vatten. Även för övriga hus är det en olägenhet att ha risk för stående vatten så nära inpå fastighetsgräns.
  Befintligt dike, nämnt i tidigare rubrik, ligger inom detta område. ARO ”D” av planområdet avvattnas till diket via lågpunkten, se tidigare punkt.

2.2 Jordarter

Jordarter inom planområdet visas i Figur 6. Inom planområdet förekommer sandig morän, urberg, postglacial fin- och grovlera samt svämsediment. Förekomsten av de olika jordarterna är varierande.



Figur 6. Jordarter enligt SGU's jordartskarta. Planområdet visas inom svart linje.

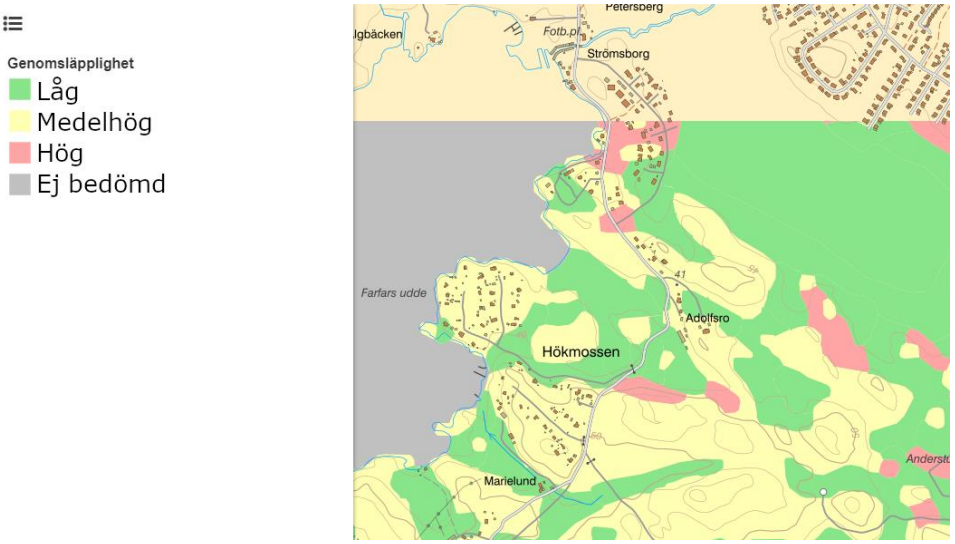
SGU:s kartvisare för "Genomsläpplighet" visas i Figur 7. SGU beskriver verktyget med följande:

"Kartvisaren "Genomsläpplighet" presenterar en starkt förenklad bild över markens genomsläpplighet. Informationen bygger på en omklassning av grundlagret i datamängden Jordarter 1:25 000–1:100 000 till fyra klasser av genomsläpplighet: låg, medelhög, hög eller ej bedömd genomsläpplighet. Klassificeringen baseras på kornstorlek hos jordarten i grundlagret.

Informationen kan användas som ett första underlag vid bedömning av spridningsrisken av förorenande ämnen från olyckor. Med tanke på eventuella brister i underlaget ska det alltid göras en platsspecifik bedömning i terrängen.

En jordarts förmåga till genomsläpplighet beror dock inte bara på kornstorlek utan även på till exempelvis läge i terrängen, mättnadsgrad, grundvattennivå samt det utsläppta ämnets viskositet med mera. Produkten tar inte hänsyn till detta, och inte heller till eventuella ytlager eller underliggande lager."

Kartan visar att genomsläppligheten varierar inom planområdet. Planområdet är till stor del klassificerat att ha medelhög genomsläpplighet.



Figur 7. Karta över genomsläpplighet, från SGU (2021-12-22).

2.3 Befintligt VA

Idag finns vatten och avloppsledningar som försörjer den befintliga bebyggelsen men inga kommunala dagvattenanläggningar. Detaljplaneområdet Hökmossen 2 norr om Hökmossen 2b avvattnas till ett anlaggt dike norrut mot Turingeån. Enligt kommunikation med Nykvarns kommun ska verksamhetsområde inrättas för att betjäna utredningsområdet (epost 2021-12-14).

2.4 Hydrologi och recipienter

Delavrinningsområden enligt SMHI visas i Figur 8. Det aktuella planområdet är utmarkerat med rött. Som konstaterat tidigare medför planområdets placering i topografin att det förekommer ett flertal delavrinningsområden inom planområdet. De olika recipienterna förhåller sig varandra enligt följande; alsumpskogen söder om planområdet avrinner till Sjön Yngern. Sjön Yngern har i sin tur utlopp till Turingeån, norr om planområdet. Mossen öster om planområdet står eventuellt i förbindelse till Turingeån, men enligt underlag från SMHI ligger mossen inom avrinningsområdet för Vällingen.

Figur 8. Planområdet (rött) ligger Yngerns och Vällingens tillrinningsområde. Yngern avrinner via Turingeån mot Turingen.

Enligt tidigare framtagen dagvattenutredning för detaljplaneområdet (marktema 2011) ska inget vatten ledas mot nyckelbiotopen eller Yngern, för att skydda dessa från föroreningar. Länsstyrelsen kommenterade att detta innebär vatten skulle ledas bort, vilket skulle kunna påverka vattentillgång för dricksvatten.

Vidare studier av befintliga höjder i detaljplaneområdet har visat att det inte är möjligt att leda allt dagvatten till mossen i nordöst. Detta hade krävt anläggande av mycket djupa ledningar eller pumpning av dagvatten, vilket bör undvikas om andra lösningar finns.

2.4.1 Nyckelbiotopen alsumpskogen

Nyckelbiotopen i områdets södra del består av 5,1 ha alsumpskog med mestadels klibbal. Sumpskogen har enligt Skogsstyrelsens inventering stora hydrologiska värden.[1] Marknivån ligger enligt las-data mellan +38,8 och +39,5 inom större delen av nyckelbiotopen. Vattennivån i sumpskogen styrs troligtvis av nivån i sjön Yngern, där sumpskogen har sitt utlopp.

[1] https://www.skogsstyrelsen.se/skogens-parlor/Nyckelbiotop/?objektid=2896439

2.4.2 Sjön Yngern

Utredningsområdet ligger intill sjön Yngern (VISS EU_CD: SE656206-159170), se Figur 9.

Figur 9. Vattenförekomsten Yngern, markerad med turkos linje. Utredningsområdets placering ungefärligt markerad med röd punkt. Bildkälla: VISS, 2021.

Yngern har en area på 14 km^2 och belägen längst uppströms i sitt avrinningssystem. Tillrinningen kommer till största delen från omkringliggande mark som domineras av skogsmark. En mindre del av tillrinningen kommer via två större isälvsavlagringar. Yngerns nivå regleras av en fördämning vid dess utlopp mot Turingeån. Regleringen ska ske enligt en vattendom från 1952. Vattendomens höjdsystem ligger cirka 0,6 m lägre än RH2000. Enligt vattendomen ska sjöns vattenyta hållas mellan ca +38,2 och +39,3 omräknat till RH2000.

Yngern anses som en mycket värdefull vattenresurs som bedöms ha god potential för framtida vattenförsörjning/reservvattenförsörjning i Storstockholmsregionen. Förutsättningarna både för inducerad infiltration och för konstgjord grundvattenbildning i närliggande rullstensåsar bedöms som goda[2] och sjön är utpekad som prioriterad för framtida vattenförsörjning[3]. Yngern har en lång omsättningstid på 10,4 år och är därför enligt länsstyrelsen Stockholm känslig för föroreningar.

Recipienten är klassad enligt miljökvalitetsnormer (MKN). År 2021 klassades Yngern till att ej uppnå god kemisk ytvattenstatus samt till att ha god ekologisk status (VISS, 2021-12-22).

[2] Drickvattenförekomster i Stockholms län, prioriteringar för ett långsiktigt skydd, VAS-rådets rapporter nr 6, 2009
[3] Regional utvecklingsplan för Stockholmsregionen 2010.

Bedömningen att Yngern ej uppnår god kemisk ytvattenstatus grundar sig i att gränsvärdena för de prioriterade ämnena PFOS, kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE) överskrids i vattenförekomsten.
Halterna av Hg och PBDE bedöms överskrida gränsvärdet i fisk i samtliga av Sveriges vattenförekomster. Problemet bedöms ha en sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda det (VISS, 2021-12-22). Det finns därför inget satt år för när god kemisk ytvattenstatus ska uppnås i Yngern.

Sjön har god näringsbalans och är varken försurad eller övergödd. Utöver de allmänt förekommande problemen med kvicksilverdeposition finns inga betydande miljöproblem eller påverkanskällor utpekade för vattenförekomsten.

De åtgärder som enligt vattenmyndigheten behöver vidtas för Yngern är att ett vattenskyddsområde inrättas samt att en fiskvandringsväg skapas förbi fördämningen mot Turingeån. Kvalitetskrav för sjön definieras av dricksvattenföreskrifterna.

På grund av bl.a. sin goda vattenkvalitet och rika växt- och djurliv är Yngern utpekad som ett riksintresse för naturvård vilket tidigare har beskrivits i MKB för detaljplanerna Hökmossen 2 och 3.

2.4.3 Mossen i nordöst/öst

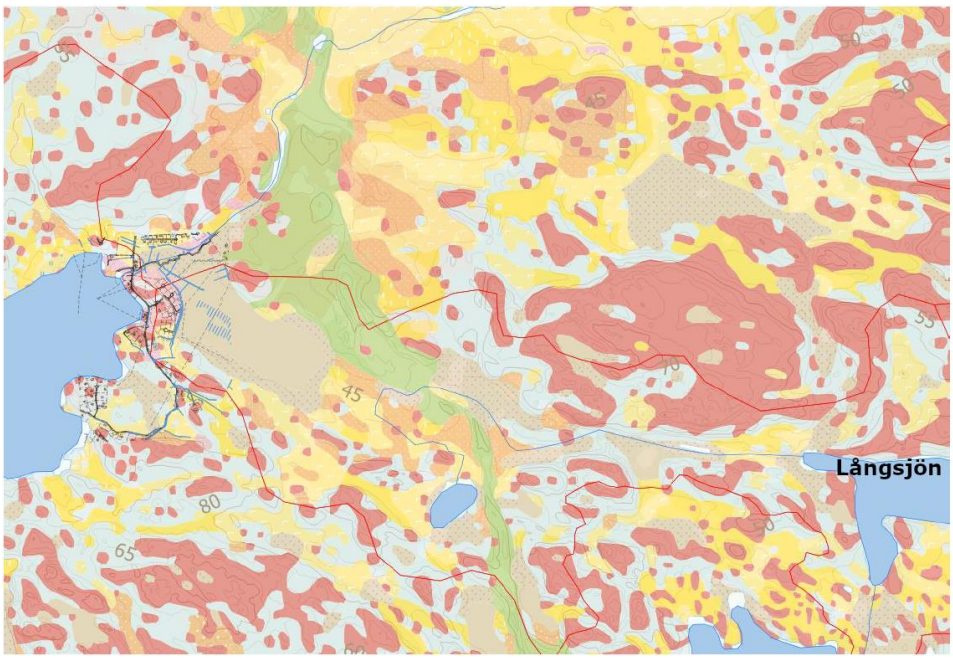
Observera att texten i detta stycke är till stor del återgiven från teknisk notering, Ramboll 2019-03-13. I lantmäteriets laserskannade höjddata kan sår ses i mossen efter torvbrytning. I dessa fåror är de skannade nivåerna lägre än Turingeåns vattennivå, det framgår dock inte om det är mark- eller vattennivåer. Vidare mot sydost kan fördjupningar ses som förefaller vara avdikning av mossen. Dessa diken leder ner mot vattendraget mot Långsjön, se Figur 10. Avrinningsområdet visas med tunn röd linje i Figur 10, det finns alltså en generell vattenströmning i mossen från väst till öst, mot recipienten.

Vattennivån i våtmarken styrs möjligen av Turingeåns nivå vilket gör att vattenströmningen skulle kunna vara riktad från eller mot ån beroende på åns variationer i vattenföringen.

Enligt jordartskartan utgörs Hökmossen av i huvudsak mossetorv omgärdat av kärrtorv, se Figur 10. Nord-nordöst om Hökmossen löper en isälvsavlagring. Generellt sett i morän följer grundvattenytan ofta markytan och ytvattendelare och grundvattendelare sammanfaller ofta. I våtmarker, sandiga områden och isälvsavlagringar kan dock grundvattnets tillrinningsområde skilja sig från avrinningsområdet.

Gissningsvis är så fallet för Hökmossen som förutom det område som ytmässigt avvattnas till mossen även skulle kunna få tillrinning via grundvattnet från

Turingeån, skogsbacken norr om ån samt ha ett grundvattenutbyte med isälvsavlagringen på östra sidan. Grundvatten skulle både kunna läcka ut ur åsen mot mossen och rinna i motsatt riktning. De vattenspeglar som ses i en våtmark är vanligtvis grundvatten som går i dagen, dvs den fria vattenytan ligger i nivå med grundvattenytan.



Figur 10. SGU:s jordartskarta för Hökmossen med omgivning. Röda streck visar SMHI:s delavrinningsområden för ytvattenavrinning.

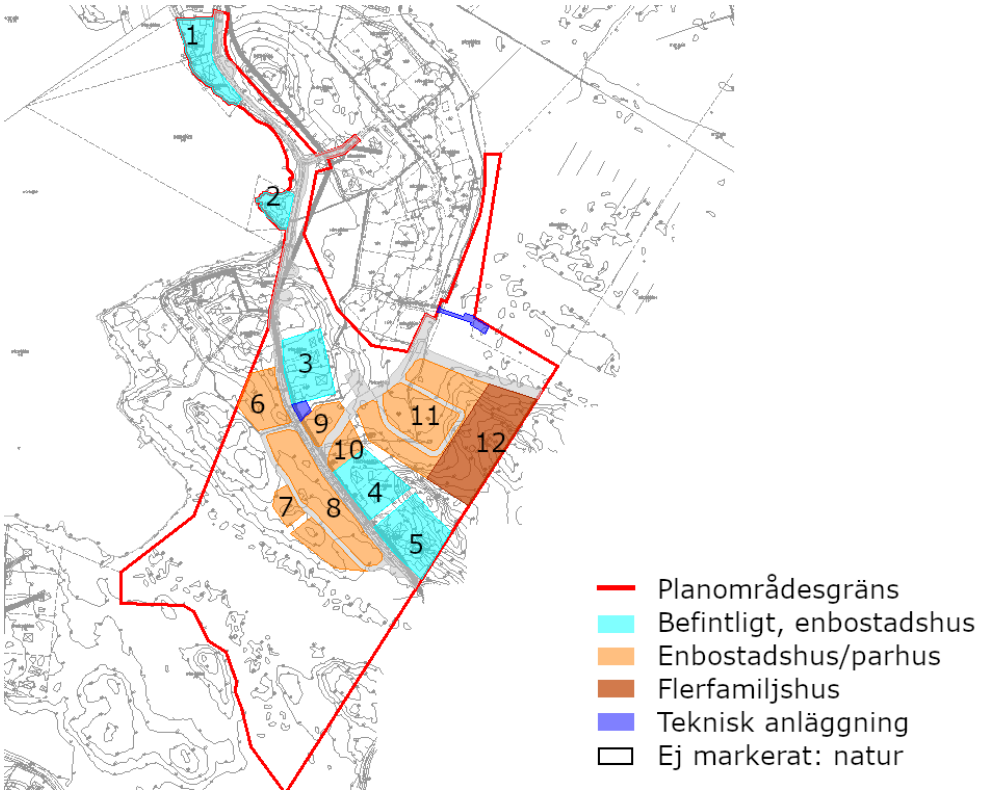
3. Flödes- och föroreningsberäkningar

3.1 Markanvändning

Markanvändning inom planområdet har karterats för befintliga förhållanden, se ortofoto i Figur 11. Marken är förberedd för samtliga vägdragningar. En del av de tilltänkta villatomterna är redan bebyggda. För att göra en rättvis jämförelse för hela planområdet beräknas scenariot ”före exploatering” som ej bebyggt. Markanvändningen för exploatering bedöms som skogs- och ängsmark.

Figur 11. Ortofoto. Planområdet visas med grön linje, kvartersstruktur med lila och gator i blått.

Markanvändning efter exploatering har bedömts utifrån plankartan, daterad 2022-01-10, se Figur 12.



Figur 12. Karterad markanvändning utifrån plankartan. Planområdesgränsen visas med röd markering.

Hårdgjord andel har uppskattats utifrån angiven max takarea i förhållande till minsta tomtstorlek i plankartan. Hårdgjord yta från infart och parkering har inte reglerats i plankartan, så den har antagits som +10 % hårdgjord andel. För flerfamiljshusområdet har ytterligare +10 % hårdgjord andel lagts till för att täcka in cykelparkeringar, uteplatser, gångvägar etc.

Den hårdgjorda andelen är förmodligen uppskattad i överkant, då det är bedömt utifrån max hårdgjord area och minsta tillåtna tomtstorlek. Det finns en viss risk för att enskilda villaägare kan bygga stora altaner och hårdgör större andel av tomten genom till exempel stensättning och asfaltering. I ett sådant framtida utfall är den hårdgjorda andelen här istället underskattad.

De befintliga fastigheterna med enbostadshus har en mindre andel hårdgjord yta än vad de tillkommande fastigheterna förväntas ha, 0,25 mot 0,34 (Tabell 3). Detta beror på att de befintliga fastigheterna har en större tomtarea än vad som är beskrivet som minsta tomtstorlek.

Tabell 3. Beskrivning per delområde och uppskattad hårdgjord andel.

Delomr. nr	Beskrivningar	Hårdgjord andel
1	Befintligt, enbostadshus	0,25
2	Befintligt, enbostadshus	0,25
3	Befintligt, enbostadshus	0,25
4	Befintligt, enbostadshus	0,25
5	Befintligt, enbostadshus	0,25
6	Friliggande enbostadshus	0,25
7	Friliggande enbostadshus eller parhus	0,34
8	Friliggande enbostadshus eller parhus	0,34
9	Friliggande enbostadshus	0,34
10	Friliggande enbostadshus	0,34
11	Friliggande enbostadshus eller parhus	0,34
12	3 st flerfamiljshus om 350 kvm, samt komplement byggnad max 1000 kvm	0,45

Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för valda markanvändningar visas i Tabell 4. Avrinningskoefficienter har beräknats utifrån den uppskattade andelen hårdgjord yta (Tabell 3), som antas ha avrinningskoefficient 0,9, och att övrig yta utgörs av grön yta (dvs gräsmattor och planteringar) med avrinningskoefficient 0,9.

För att beräkna effekt av dagvattenhantering kommer markanvändningarna villaområde (LOD) och flerfamiljshusområde (LOD) användas, se Tabell 4. En högre avrinning för naturmark har tillämpats då marken i området inte är flack. Det är rimligt att anta att naturmarken har en relativt snabb och kraftig avrinning till de två recipienterna alsumpskogen och torvmossen, då området är relativt långsmalt och kuperat.

Tabell 4. Markanvändning och avrinningskoefficienter som använts vid flödesberäkningarna, kvartersmark.

Markanvändning	**Avr. koeff**
Naturmark	0,20
Villaområde (befintligt)	0,30
Villaområde (kommande)	0,37
Flerfamiljshusområde	0,46
Villaområde (LOD)	0,15
Flerfamiljshusområde (LOD)	0,22
Vägyta	0,90

En kartering av markanvändning efter exploatering har gjorts för de tre huvudsakliga delavrinningsområdena som förekommer inom planområdet, se Tabell 5. För karteringen räknas område B och C tillsammans, då dessa i områden i och med exploateringen kommer att avrinna gemensamt.

Tabell 5. Kartering av planområdet för markanvändning efter exploatering.

Markanv.	**Avr. koeff**	**Del.aro. A**		**Del.aro. B-C**		**Del.aro D**	
		Area	Red. area	Area	Red. area	Area	Red. area
Naturmark	0,20	10 110	1 011	36 851	3 685	68 683	6 868
Villaområde (befintligt)	0,30	4 368	1 310	1 919	576	6 583	1 975
Villaområde (kommande)	0,37	2 971	1 099	12 374	4 578	8 211	3 038
Flerfamiljs-husomr	0,46	0	0	8 181	3 763	0	0
Vägyta	0,90	5 008	4 507	7 518	6 766	4 844	4 360
Area planområde		22 457	7 928	5 6743	19 369	81 738	16 241
Exploaterad yta		12 347	6 917	29 992	15 684	19 638	9 373

3.2 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen från området har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 1 nedan (Svenskt Vatten, 2016).

$$qdim = A \cdot \varphi \cdot i(tr) \cdot kf \quad (1)$$

qdim är det dimensionerande flödet (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficienten (-) och i(tr) är den dimensionerande regnintensiteten (l/s, ha), beräknad med Dahlström 2010 (Svenskt Vatten, 2011). tr står för regnets varaktighet vilken i rationella metoden likställs med områdets rinntid, tc (s). kf är klimatfaktorn (-) som används för att kompensera för framtida klimatförändringar.

Rinntiden avser den tid det tar för hela området att bidra till flödet i beräkningspunkten. Rinntider har uppskattats utifrån den längsta sträcka som vattnet rinner och vattenhastigheter i olika typer av avledning, hämtade från Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016). Rinntiden är i detta fall kortare än 10 minuter, men eftersom kortaste rinntiden som ska användas vid beräkningar är 10 minuter enligt P110 (Svenskt Vatten, 2016) är det 10 minuter som använts vid beräkningarna.

För att utföra beräkningarna har StormTac använts (v22.1.1). Som indata har korrigerad nederbörd 592 mm använts. De flöden som studeras är valda enligt Svenskt Vatten P110 (2016), tabell 2.1 här återgiven i Figur 13. Denna tabell anger minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem.

Tabell 2.1 Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem.

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

Figur 13. Minimikrav på återkomsttider för regn vid dimensionering av nya dagvattensystem, från Svenskt Vatten P110 (2016).

Flöden vid 2, 10 samt 100-årsregn ges i Tabell 6. De olika återkomsttiderna svarar mot dimensionering av ledningsnät, dimensionering av öppna dagvattenåtgärder och flöde vid skyfall, respektive. Beräkningen har endast gjorts för de ytor inom planområdet som exploaterats, dvs natur- och parkmark har uteslutits. Detta eftersom det inte är relevant att införa dagvattenåtgärder för den oförändrade naturmarksavrinningen. De områden som kommer att ges mer av en park-karaktär antas ges försumbar förändring.

Det beräknade resultatet visar att flödet vid dimensionerande regn ökar med mer än dubbelt för efter exploatering. Om klimatfaktor appliceras blir flödet ungefär 3 gånger så stort efter exploatering relativt före, se Tabell 6.

Tabell 6. Flöden vid olika regnhändelser, för befintlig markanvändning samt efter exploatering. Flöde med applicerad klimatfaktor 1.25 redovisas för flöden efter exploatering. Varaktighet för samtliga regn är 10 minuter.

	Del.aro. A, flöde (l/s)			**Del.aro. B-C, flöde (l/s)**			**Del.aro D, flöde (l/s)**		
	Före expl.	**Efter expl.**	**m. k.f.**	**Före expl.**	**Efter expl.**	**m. k.f.**	**Före expl.**	**Efter expl.**	**m. k.f.**
2-årsregn	33	93	116	80	210	263	53	130	163
10-årsregn	56	160	200	140	350	438	90	210	263
100-årsregn	120	340	425	290	760	950	190	460	575

3.3 Erforderlig magasinsvolym

3.3.1 Dagvattenhantering på fastigheter

Enligt tidigare utredning (Ramböll, 2018) gäller följande för dagvattenhantering på fastigheter:

Inga dagvattenanslutningar för takvatten eller vatten från hårdgjorda ytor ges till fastigheter, detta regleras i köpeavtal mellan exploatören och köparen. Fastigheterna ska själva anordna utjämnings och infiltrationsvolymer motsvarande den hårdgjorda ytan *10 mm. Brädd från dessa får anslutas mot makadamytorna.

Takavvattning leds via utkastare till genomsläppliga ytor så som gräsytor. Om det inte är möjligt ska takvattnet ledas till ett magasin med volym motsvarande den avvattnade ytan *10 mm med bräddavlopp mot naturmark alternativt mot makadamdiken.

3.3.2 Förutsättningar utifrån recipienter

I den tidigare utredningen (Ramböll, 2018) konstaterades följande:

Då Yngern är utpekad som en möjlig dricksvattentäkt/reservvattentäkt blir rening av dagvattnet styrande för dagvattenhanteringen. Några direkta fördröjningsbehov bedöms däremot inte finnas. Sjön Yngern med sin area på 14 km^2 är inte känslig för de flöden som kan tänkas genereras från planområdet som med sina 0,2 km^2 endast utgör 0,3 % av dess totala tillrinningsområde på 60 km2 (eller 0,4 % om man räknar bort själva vattenytan). De bägge våtmarkernas vattennivåer styrs av nivån i Yngern respektive Turingeån och bedöms inte känsliga för vattenmängden men punktvisa direktutsläpp av kraftiga dagvattenflöden skulle kunna leda till lokal erosion och grumlig. Behovet av rening medför dock även en viss fördröjning av dagvattnet.

Då rening är avgörande att uppnå med dagvattenhantering är en lämplig fördröjningsvolym så stor att den inrymmer 20 mm regndjup. Detta motsvarar ca 90 % av årsnederbörden (Svenskt vatten P110, fig 1.17), vilket ger en acceptabel bypass av endast 10 % av årsnederbörden. Inryms en mindre volym än 20 mm släpps orenat dagvatten förbi åtgärder i sådan utsträckning att tillräcklig rening inte uppnås.

3.3.3 Förutsättningar utifrån befintlig bebyggelse

Det finns en känd problematik med stående vatten, se magenta markering i tidigare visad Figur 5.

Avrinnande dagvatten från delområde B och C riskerar att förvärra den befintliga problematiken, framförallt om dagvattnet skulle släppas direkt till lågpunkterna närmast befintlig bebyggelse. För att säkerställa att detta inte sker bör dagvattenflödet efter exploatering inte överstiga befintliga dagvattenflöden. Vidare bör dagvattnet släppas från delområde B och C via diffus avrinning, då detta efterliknar den befintliga situationen.

De översiktliga underlag som finns att tillgå pekar på att det stående vattnet vid torvmossen är kopplat till grundvatten, och det finns också en påverkan från nivån i Turingeån. Den generella flödesriktningen i mossen är från väst till öst, alltså bort från befintlig bebyggelse. Hela området som innesluter mossen är mycket flackt och utdikat. Den sannolika utgången vid ett framtida häftigt regn över bebyggelsen i delområde B-C är att avrinningen kommer utjämnas över det låglänta området som utgör mossen. Dagvattenflödet från delområde B-C kommer ge en försumbar påverkan på stående vatten i lågpunkterna, relativt den påverkan som kommer uppkomma av stigande vattennivåer i omkringliggande vattendrag samt grundvatten.

Det har diskuterats inom kommunen, samt via tidigare utredningar, att en vall mellan ån och mossen ska återställas för att förhindra att dessa står i förbindelse.

3.3.4 Beräknad erforderlig fördröjningsvolym

Den beräknade erforderliga fördröjningsvolymen enligt krav om 20 mm ges i för varje delavrinningsområde. Den erforderliga volymen beräknas med hjälp av ekvation 2:

$$U_i = d_r \cdot A_{red} \qquad (2)$$

Där U_i är erforderlig volym [m3], d_r är åtgärsnivån [m] och A_{red} den reducerade arean [m^2].

Åtgärdsnivån för fastighetsmark är 10 mm, men enligt slutsatser av denna utredning bör åtgärdsnivån för området totalt vara 20 mm. Beräknade erforderliga fördröjningsvolymer ges i Tabell 7. För delavrinningsområde B-C ges också den volym som krävs för att fördröja flödet efter exploatering till befintligt flöde, vid

ett 10-minuters 10-årsregn. Denna volym är betydligt mindre än volymen för att fördröja 20 mm regndjup, det blir alltså det senare som avgör dimensionering.

Tabell 7. Beräknade erforderliga fördröjningsvolymer för varje delavrinningsområde.

	Del.aro A	**Del.aro B-C**	**Del.aro D**
20 mm åtgärdsnivå (m^3)	138	314	187
20 mm åtgärdsnivå, med avdrag för 10 mm åtgärdsnivå inom fastigheter (m^3)	114	224	137
Erforderlig fördröjningsvolym vid krav om ej ökat flöde (m^3)	-	210	-

Den fördröjningsvolym som följer av åtgärdsnivån 10 mm för fastighetsmark ges i Tabell 8.

Tabell 8. Fastighetsmark och korresponderande erforderlig fördröjningsvolym inom varje delavrinningsområde.

	Del.aro A	**Del.aro B-C**	**Del.aro D**
Fastighetsmark, red area (kvm)	2 410	8 917	5 013
Erforderlig fördröjningsvolym, 10 mm åtgärdsnivå, (m^3)	24	89	50

3.4 Föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har genomförts i StormTacs webbapplikation (version v21.4.2), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller processer för avrinning, flödestransport, föroreningstransport, recipienter, rening och flödesutjämning.

Som indata kräver StormTac årsnederbörd och markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns schablonhalter för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten. Genom att ange aktuella areor för respektive markanvändning beräknas dagvattnets föroreningsinnehåll (årsmedelvärden) för angivet område. Modellen omfattar dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten) och ger en årsmedelkoncentration på dagvattnets föroreningsinnehåll samt årlig massbelastning. Föroreningstransport har i denna utredning beräknats med StormTacs schablonårsnederbörd för Stockholmsområdet på 601 mm/år.

De ämnen som har beräknats är näringsämnena kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS) samt oljeindex och BaP. För metaller och näringsämnen avses alltid totalhalter. För

föroreningsberäkningarna redovisas resultatet för hela planområdet, men oförändrad naturmark har uteslutits.

Beräknad föroreningsmängd, före och efter exploatering, visas i Tabell 9. Beräkningen visar att samtliga föroreningsmängder ökar kraftigt i och med exploatering.

Tabell 9. Beräknade föroreningsmängder, före och efter exploatering av Hökmossen.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Skillnad %
P	g/år	150	2 600	1 633%
N	g/år	3 300	28 000	748%
Pb	g/år	34	140	312%
Cu	g/år	49	320	553%
Zn	g/år	120	920	667%
Cd	g/år	1,2	7,7	542%
Cr	g/år	23	180	683%
Ni	g/år	37	130	251%
Hg	g/år	0,07	0,83	1 086%
SS	kg/år	190	950	400%
Oil	kg/år	0,96	12	1 150%
PAH16	g/år	0,59	6	917%
BaP	g/år	0,059	0,86	1 358%

Beräknad föroreningshalt, för före och efter exploatering, visas i Tabell 10. Beräkningen visar att samtliga föroreningshalter ökar i och med exploateringen.

Tabell 10. Beräknade föroreningshalter, före och efter exploatering av Hökmossen. Röd indikerar ökning relativt befintligt.

Ämne	Enhet	Före	Efter	Skillnad (%)
P	µg/l	16	140	775%
N	µg/l	360	1 500	317%
Pb	µg/l	3,7	7,4	100%
Cu	µg/l	5,3	17	221%
Zn	µg/l	13	49	277%
Cd	µg/l	0,13	0,41	215%
Cr	µg/l	2,5	9,7	288%
Ni	µg/l	4	6,8	70%
Hg	µg/l	0,0076	0,044	479%
SS	µg/l	21 000	51 000	143%
Oil	µg/l	100	660	560%
PAH16	µg/l	0,064	0,32	400%
BaP	µg/l	0,0064	0,046	619%

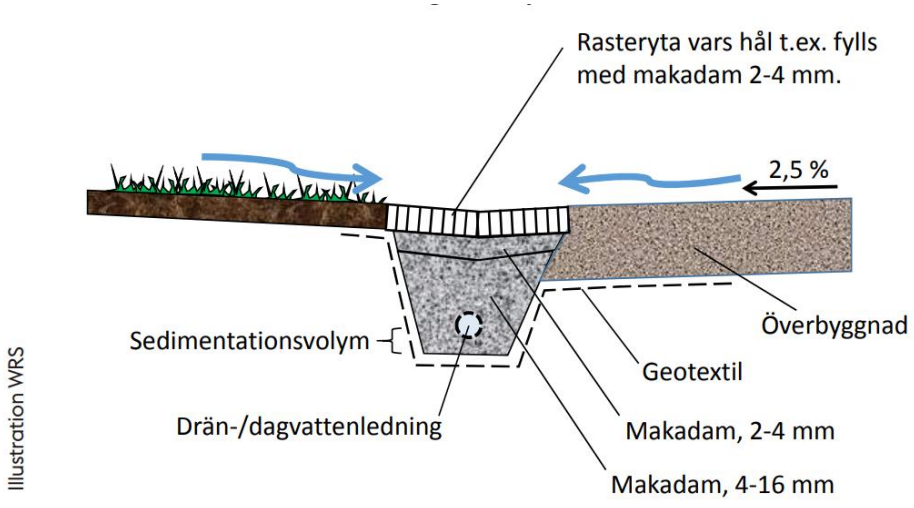
4. Åtgärdsförslag

Dagvattenutredningen Ramböll 2018 diskuterar huruvida hela planområdet kan avledas till våtmarken i nordöst via teknisk avledning. Det fastslogs att det inte är inte möjligt att genomföra pga den höjdrygg som avdelar delavrinningsområdena inom planområdet.

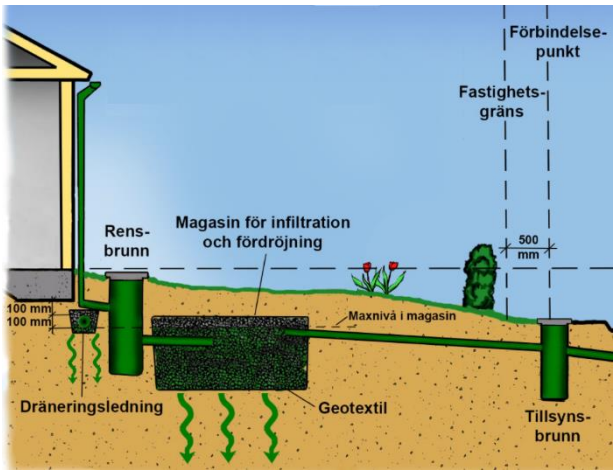
Denna utredning utgår fortsatt från att de befintliga delavrinningsområdena består i och med exploateringen. Denna utredning baserar också dagvattenhanteringen på samma principer som tidigare dagvattenutredning, dvs. makadamdiken i kombination med stenkistor och en utjämnande åtgärd (såsom svackdike eller översvämningsyta) vid utlopp där möjligt. Även översilningsyta och infiltrationsanläggning föreslås. En infiltrationsanläggning följer samma princip som ett makadamdike, men med anpassad utbredning.

Avrinnande dagvatten samlas upp i makadamdiken med dräneringsledning vilket både bromsar upp flödet så att fördröjning, rening och infiltration erhålls av dagvattnet. För att minska risken för igensättning bör vattnet om möjligt infiltrera direkt ned i makadamen och i annat fall ska sandfång eller motsvarande finnas i dagvattenbrunnarna. Vid kraftig lutning kan makadamdiket behöva sektioneras för att säkerställa att fördröjningsvolymen erhålls.

En principskiss av ett makadamdike visas i Figur 14, och exempel på anläggande av en stenkista visas i Figur 15. Observera att ifall förutsättningarna för infiltration inte är tillräckligt goda för att säkerställa att stenkistan töms via infiltration inom ett rimligt tidsspann (12-14 timmar), krävs en dräneringsledning i botten av stenkistan.



Figur 14. Schematisk skiss makadamdike (Stockholm vatten och avfall, 2021).



Figur 15. Exempel på tillämpning av stenkista (Härryda kommun, 2022).

Ett fotoexempel på översilningsyta ges i Figur 16 (foto: WRS AB; källa Stockholm vatten och avfall, 2021). Översilningsytor utformas som grönytor med en lutning på två till tio procent. Vid kraftigare lutningsförhållanden kan översilningsytan delas upp i terrasser. Kapaciteten att rena och fördröja dagvatten blir bäst om en fördelningsanordning anläggs längs ytans översida. Exempelvis i form av ett makadamlager, som en träkonstruktion eller via rör som placeras i en dämmande vall. En jämn spridning gör att vattnet kan flöda långsamt över hela ytan. Uppstår fåror och rännilar flödar vattnet hastigare, vilket reducerar översilningsytans kapacitet för att både rena och fördröja vattenflöden (Stockholm vatten och avfall, 2021).

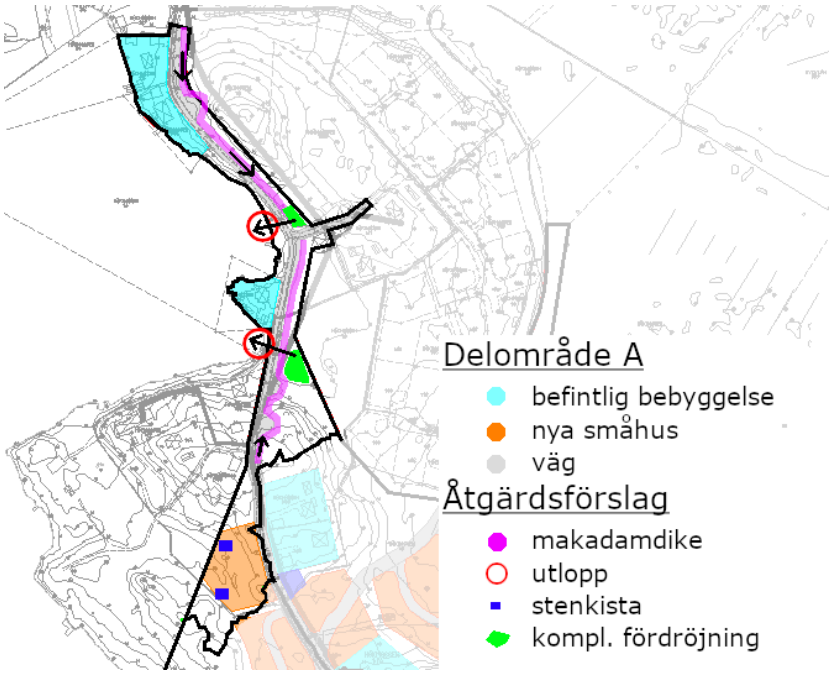
Figur 16. Exempel översilningsyta, Kvisthamra Norrtälje. Växtligheten är anpassad att tåla stora variationer i fuktighet. Inloppsdiket är beklätt med makadam för att säkerställa ett jämnt och långsamt flöde, vilket motverkar erosion och kanalbildning på ytan. Foto: WRS AB.

4.1 Delavrinningsområde A

De åtgärder som föreslås är:

- Makadamdiken längs vägytan. Makadamdiket bör placeras på den östra sidan.
  Vägytan är ca 410 m lång. Den erforderliga fördröjningsvolymen för delavrinningsområde A är 114 m^3, alltså ca 0,28 m^3 per m vägyta. Denna volym kan inrymmas i ett makadamdike med ca 1 m^2 tvärsnittsarea och uppskattad porositet på 30 %.
  Det finns två lågpunkter dit dagvatten från delavrinningsområdet koncentreras, varav den södra är något lägre (ca 0,2 m). Utlopp till recipient bör placeras vid dessa lågpunkter. På så sätt uppnås avledning via självfall.
- Eventuellt kan ytterligare åtgärder för rening och fördröjning placeras innan utloppen. Detta för att säkerställa att minimalt med dagvatten avleds till Yngern. En lämplig åtgärd är att låta makadamdiken mynna ut över en bredare, uppsamlande yta (så kallad torr damm eller översilningsyta). Denna avvattnas sedan via dagvattenledning till recipienten.
  Vägytan uppgår till ca 5 000 m^2, vilket kräver en erforderlig fördröjningsvolym om 88 m^3. Om denna volym införs fördröjs dagvattenflödet från vägytan vid ett 10 minuters 10-årsregn, inklusive klimatfaktor, från 130 till 20 l/s. För att åstadkomma ett minimalt utflöde, t. ex. 5 l/s, skulle ytterligare 72 m^3 fördröjningsvolym krävas. Detta innebär t. ex. en infiltrationsanläggning med porositet 0,3, djup 1 m och 240 m^2 yta. Enligt översiktlig bedömning kan detta inrymmas vid gröna markeringar i Figur 17.
- Ytan för planerade småhus kan inte ledas mot makadamdiket enligt topografin. I den mån det är möjligt bör infarter höjdsättas så att de avrinner mot vägen och makadamdiket.
  För att säkerställa fördröjning och i viss mån rening bör varje fastighet förses med en stenkista på fastigheternas västra sida. Utloppet från dessa bör mynna i slänten mot Yngern, där diffus avrinning i naturmarken sker innan det når sjön.

Översiktlig placering av föreslagna åtgärder visas i Figur 17.



Figur 17. Föreslagna åtgärder för delavrinningsområde A (område inom svart linje). Svarta pilar visar flödesriktning i dike.

4.2 Delavrinningsområde B-C

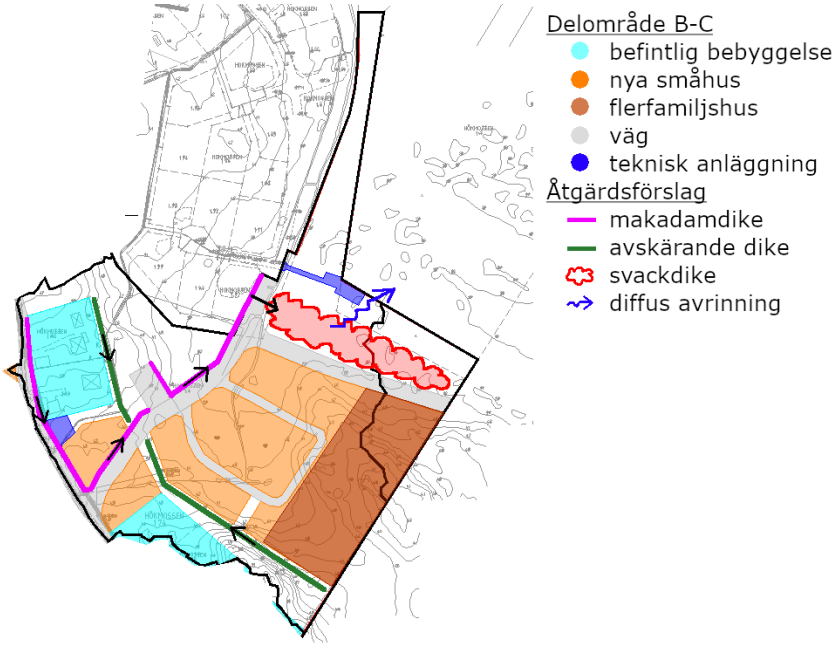
De åtgärder som föreslås är:

- Makadamdiken längs vägytor där det är möjligt, se magenta linjer i Figur 18). Huvudgatan utgör ett lågstråk för delavrinningsområdet B. Det är därför viktigt att kunna hantera dagvatten som koncentreras hit.
- Avskärande diken behövs vid fastighetsgränser för att förhindra avrinning mellan dessa, se mörkgröna linjer i Figur 18. Avskärande diken beskrivs i detalj i efterkommande rubrik.
- Svackdike, alternativt en nedsänkt översilningsyta, föreslås vid röd markerad yta i Figur 18. Denna placering sammanfaller med den stora lågpunkt som identifierades, se tidigare stycke 2.1.2 och Figur 5. Lågpunkten bör förskjutas i den utsträckning det är möjligt, så att den ligger bort från befintlig och kommande bebyggelse och närmare mossen. Då lågpunkten ligger delvis inom en befintlig fastighet kan det vara svårt att åtgärda i helhet.
  Röd markering är en lämplig yta att samla avrinnande dagvatten från hela delavrinningsområde B-C. Vattnet kan uppehållas och släppas till omkringliggande mark via diffus avrinning.
  Svackdiket måste hållas grunt på grund av grundvattenförhållandena i området. Det kan bli svårt att undvika stående vatten i åtgärden, vilket som konsekvens ger mindre möjlig fördröjningsvolym och innebär olägenhet för boende i området.

Åtgärden kan fyllas med kross för att undvika vattenspegel.
Avrinning från röd markerad yta i Figur 18 måste säkerställas på så sätt att funktionen i nedströms dikessystem upprätthålls. Frågan är under utredning av kommunen. Om åtgärder för detta inte vidtas kommer sannolikt röd markerad yta bilda ett instängt område där dagvatten ansamlas.

- Inga diken föreslås för kvartersgatan, då denna är relativt smal och ska förses med utfarter på båda sidor. Dagvatten bör föras bort från kvartersgatan via dräneringsledning, med utlopp till makadamdiket, alternativt svackdiket/översilningsytan, för rening av dagvattnet.

Översiktlig placering av föreslagna åtgärder visas i Figur 18.



Figur 18. Föreslagna åtgärder för delavrinningsområde B-C (område inom svart linje). Svarta pilar visar flödesriktning i dike.

4.2.1 Översiktlig bedömning hur erforderliga magasinsvolymer inryms

Det är svårt att göra en exakt bedömning hur den erforderliga fördröjningsvolymen ska fördelas över delområdet. Detta behöver göras i ett senare skede (detaljprojektering).

För att göra en översiktlig bedömning har det antagits att makadamdiket längs huvudgatan (se magenta linje i Figur 18) kan tillgodose fördröjningsvolym som motsvarar avrinningen från angränsande vägyta och parkeringen. Övrig fördröjningsvolym ska tillgodoses av svackdiket/översilningsytan.

Makadamdiket har längd om ca 220 m och med en tvärsnittsarea om 0,7 m^2 skulle 46 m^3 inrymmas (obs antaget enkelsidigt makadamdike med porositet 30 %). På delområdets västra sidan ligger vägytan precis på gräns mellan delavrinningsområden. Vägytan bör lutas så att avrinning sker i makadamdike på östra sidan, alltså in till delområde B-C. Vägytan uppgår till en area om ca 1600 m med en erforderlig fördröjningsvolym om ca 29 m^3. Denna fördröjningsvolym kan inrymmas i ett makadamdike med längd ca 150 m långt, samt tvärsektion 0,64 m^2.

För svackdiket/nedsänkta ytan skulle en utbredning ungefärligt motsvarande den i figuren (ca 4 000 m^2), och ett djup om 0,2 m, ge en volym på 800 m^3. Det finns alltså möjlighet att införa överkapacitet.

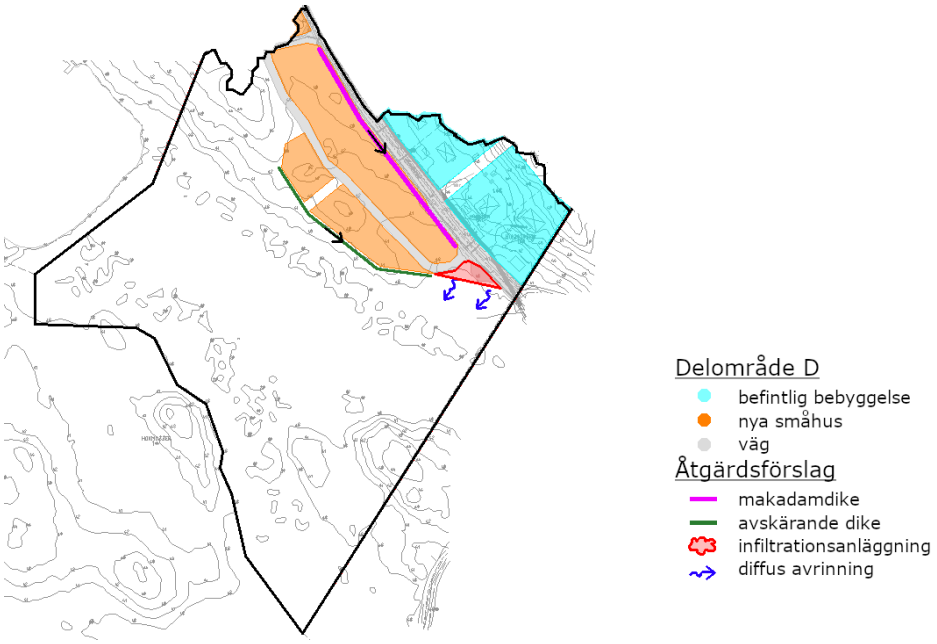
Det är en god idé att i projekteringsskede först rita diken längs vägarna, uppskatta möjlig volym att inrymma i dessa, och sedan anpassa svackdikets volym för att säkerställa den totala erforderliga fördröjningsvolymen.
Den översiktliga bedömningen är att det finns goda förutsättningar att inrymma den erforderliga fördröjningsvolymen inom detta delområde.

4.3 Delavrinningsområde D

De åtgärder som föreslås är:

- Makadamdike längs huvudgatan. Vid utfarter sektioneras diket och en trumma under vägen släpper fram dagvattnet. Diket ansluts till infiltrationsanläggning.
- Inga diken föreslås för kvartersgatan, då denna är relativt smal och ska förses med utfarter på båda sidor. Dagvatten bör föras bort från kvartersgatan via dräneringsledning, med utlopp till infiltrationsanläggningen för rening av dagvattnet.
- En infiltrationsanläggning föreslås vid röd markerad yta i Figur 19. Röd markering är en lämplig yta att samla avrinnande dagvatten från hela delavrinningsområde D. Vattnet kan uppehållas och släppas till alsumpskogen via diffus avrinning.
- Avskärande dike sydväst om bostadsområdet, för att säkerställa att dagvattnet transporteras till föreslaget svackdike för fördröjning och rening. Ingen fördröjningsvolym räknas in för själva avskärande diket, då det ska dimensioneras för flödestransport. Trots detta sker en viss fördröjning och rening även i det avskärande diket. Avskärande diken beskrivs i detalj i efterkommande rubrik.

Översiktlig placering av föreslagna åtgärder visas i Figur 19.



Figur 19. Föreslagna åtgärder för delavrinningsområde D (område inom svart linje). Svarta pilar visar flödesriktning.

4.3.1 Översiktlig bedömning hur erforderliga magasinsvolymer inryms

Det är svårt även här att göra en exakt bedömning hur den erforderliga fördröjningsvolymen ska fördelas över delområdet. Detta behöver göras i ett senare skede (detaljprojektering).

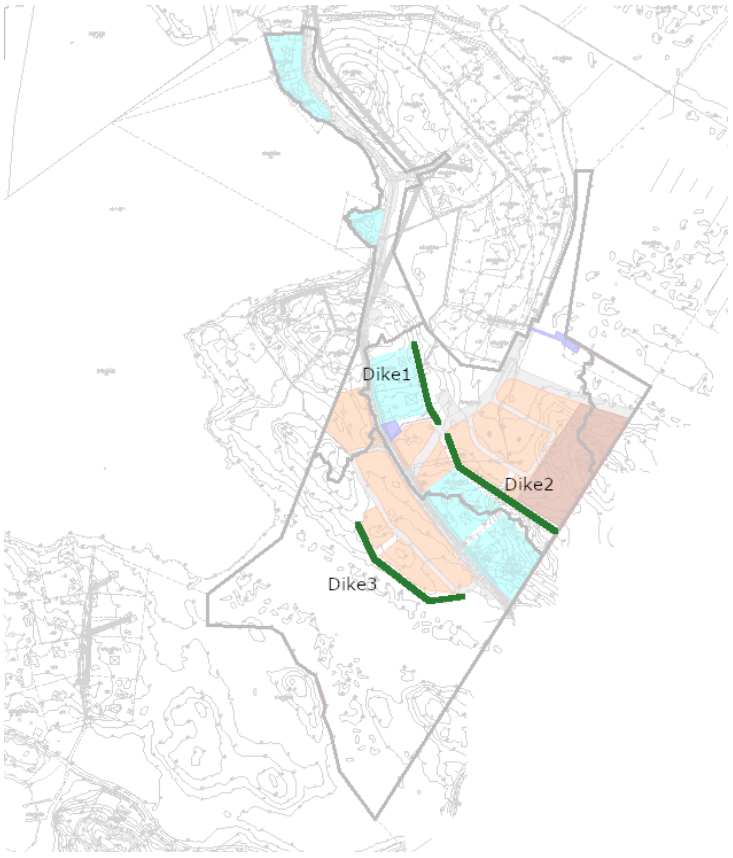
För att göra en översiktlig bedömning har det antagits att makadamdiket längs huvudgatan kan hantera dagvatten från den angränsande vägytan. Makadamdiket har längd ca 175 m och med en tvärsnittsarea om 0,73 m^2 skulle 38 m^3 inrymmas (obs antaget porositet 30 %). 38 m^3 motsvarar 20 mm över den angränsande vägytan, vilken har en reducerad area om 1920 m^2.

Platsen för infiltrationsanläggning (röd linje i Figur 19) begränsas av ett område för högt naturvärde. Det finns en tillgänglig yta som är ca 250 kvm stor, med ytterligare 118 kvm om utrymmet för vändplanen utnyttjas. En infiltrationsanläggning med 250 m^2, 1 m djup och 30 % porositet skulle ge en fördröjningsvolym om 75 m^3. Erforderlig volym för delavrinningsområdet (exklusive vägytan som leds till makadamdiket) är ca 102 m^3. Om infiltrationsmagasinet sträcker sig under vändplanen, skulle den totala fördröjningsvolymen uppgå till 110 m^3. Det förutsätter en körbar konstruktion. Notera att detta är en grov uppskattning som inte tar hänsyn till slänter, vilket ger en överskattad volym. Ytan har också en oregelbunden karaktär och det kan därför vara svårt att utnyttja hela ytan.

Som alternativ kan makadamdiket utökas för att ta emot delar av bostadsområdet, på så sätt krävs en mindre volym för infiltrationsanläggningen. Det är en god idé att i projekteringsskede först rita diken längs vägarna, uppskatta möjlig volym att inrymma i dessa, och sedan anpassa infiltrationsanläggningens volym för att säkerställa den totala erforderliga fördröjningsvolymen.

4.4 Avskärande diken

Det föreslås totalt 3 st avskärande diken inom planområdet, se Figur 20. För att kontrollera lutning har profiler över befintlig topografi studerats i Scalgo Live. Marken inom planområdet är topografiskt småkullig och genomförandet av avskärande diken förutsätter att marken jämnas ut. Enligt figurer är dikenas placeringar grovt uppskattade och redovisas med linjer. Men det kan vara fördelaktigt att anpassa dikena efter topografin genom att låta diken anta meandrande karaktär.



Figur 20. Avskärande diken inom planområdet.

Ungefärlig dimensionering av dessa diken ges i Tabell 11 och Figur 21. Notera att dimensioneringen utgår från ungefärliga befintliga höjder och släntlutning 2:1 är antagen. Vid detaljprojektering behöver dikena justeras efter eventuella nya

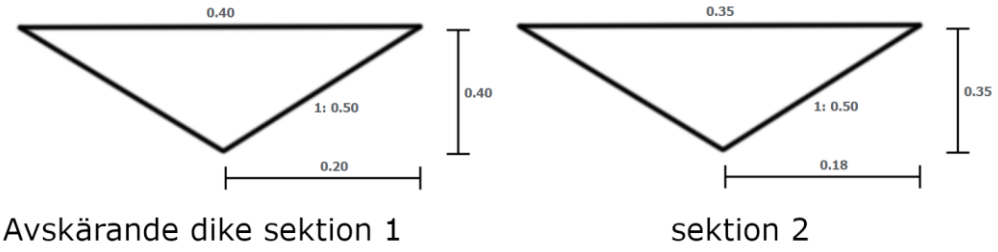
höjder samt bedömd släntstabilitet. Beräknade dimensioner som ges, samt placering, är grova uppskattningar.

Tabell 11. Uppskattade flöden och dimensionering av avskärande diken.

	Flöde, l/s (10 min 10-årsregn)*	**Lutning**	**Tvärsnitt-sarea dike m²**	**Hanterar flöde, l/s**	**Säkerhets-faktor**	**Sektion (se** Figur 21**)**
Dike 1	53	0,03	0,08	69	1,31	1
Dike 2	49	0,06	0,06	69	1,41	2
Dike 3	36	0,02	0,08	57	1,58	1

*Uppskattad avrinning till diket

Skisser dikessektioner ges i Figur 21.



Figur 21. Uppskattade sektioner för avskärande diken.

4.5 Flödesberäkning inkl. åtgärder

Flöden vid 10 samt 100-årsregn för före och efter exploatering med tillämpade dagvattenåtgärder ges i Tabell 6. Klimatfaktor är inkluderad. Flöden vid 2-årsregn och för flöden utan tillämpad klimatfaktor redovisas ej, då dessa flöden inte har relevans för dimensioneringen av dagvattenåtgärder.

För att beräkna effekten på dagvattenflödet i och med dagvattenåtgärder har markanvändning som inkluderar LOD använts, vilket betyder att avrinningskoefficienter har anpassats. Beräkningarna utgår också från att de erforderliga magasinsvolymerna i Tabell 7 införs.

Det beräknade resultatet visar att dagvattenflödet vid dimensionerande regn (10 minuters 10-årsregn) för samtliga delområden minskar kraftigt i och med exploatering, om dagvattenåtgärder införs (Tabell 12).

Vid extrema regnhändelser, här beräknat resultat för 100-årsregn, ökar dagvattenflödet efter exploatering trots åtgärder. För delområdet B-C, som avrinner till problemområdet vid befintlig bebyggelse, är den beräknade ökningen av dagvattenflödet vid ett 100-årsregn försumbar (290 l/s före exploatering och 300 l/s efter exploatering).

Tabell 12. Flöden vid olika regnhändelser, för befintlig markanvändning samt efter exploatering med dagvattenåtgärder. Klimatfaktor 1.25 är inkluderad. Varaktighet för samtliga regn är 10 minuter.

	Del.aro. A, flöde (l/s)		**Del.aro. B-C, flöde (l/s)**		**Del.aro. D, flöde (l/s)**	
	Före expl.	**Efter expl.**	**Före expl.**	**Efter expl.**	**Före expl.**	**Efter expl.**
10-årsregn	56	25	140	50	90	40
100-årsregn	120	165	290	300	190	230

4.6 Föroreningsberäkning inkl. åtgärder

Föroreningsberäkning för efter exploatering inklusive dagvattenåtgärder redovisas i detta kapitel. För att representera åtgärdernas effekt har markanvändningskategorierna anpassats. Reningseffekt av makadamdiken har tillämpats för hela planområdet. I själva verket är det föreslaget att delar av planområdet går till stenkistor och svackdike, men makadamdike antas som en tillräckligt god uppskattning av områdets rening.

Resultaten av föroreningsberäkningarna redovisas för hela planområdet, men beräkningen har endast inkluderat de områden som har, eller ska, bebyggas. Beräknad föroreningsmängd, före och efter exploatering, visas i Tabell 13. Beräkningen visar att föroreningsmängderna av fosfor, kväve, koppar, krom, kvicksilver, PAH16 och BaP ökar i och med exploateringen, trots dagvattenåtgärder. Samtidigt fås en minskning av föroreningsmängderna av bly, zink, kadmium, suspenderat material och olja.

Tabell 13. Beräknade föroreningsmängder, före och efter exploatering av Hökmossen. Scenario efter exploatering inkluderar dagvattenåtgärder.

Ämne	**Enhet**	**Före exploatering**	**Efter exploatering, med åtgärder**	**Skillnad %**
P	g/år	150	560	273%
N	g/år	3 300	7 200	118%
Pb	g/år	34	13	-62%
Cu	g/år	49	56	14%
Zn	g/år	120	78	-35%
Cd	g/år	1,2	0,54	-55%
Cr	g/år	23	39,6	72%
Ni	g/år	37	24,5	-34%
Hg	g/år	0,07	0,2365	238%
SS	kg/år	190	92	-52%
Oil	kg/år	0,96	0,6	-38%
PAH16	g/år	0,59	1,16	97%
BaP	g/år	0,059	0,172	192%

Beräknad föroreningshalt, för före och efter exploatering med åtgärder, visas i Tabell 14. Beräkningen visar att föroreningshalterna av fosfor, kväve, koppar, krom, nickel, kvicksilver och BaP ökar i och med exploatering. Samtidigt fås en minskning av föroreningshalterna av bly, zink, kadmium, suspenderat material, olja och PAH16.

Tabell 14. Beräknade föroreningshalter, före och efter exploatering av Hökmossen. Scenario efter exploatering inkluderar dagvattenåtgärder. Röd indikerar ökning relativt befintligt.

Ämne	Enhet	Före	Efter	Skillnad (%)
P	µg/l	16	64	300%
N	µg/l	360	900	150%
Pb	µg/l	3,7	1,6	-57%
Cu	µg/l	5,3	6,3	19%
Zn	µg/l	13	11,25	-13%
Cd	µg/l	0,13	0,06	-54%
Cr	µg/l	2,5	4,5	80%
Ni	µg/l	4	5,25	31%
Hg	µg/l	0,0076	0,0165	117%
SS	µg/l	21 000	8 000	-62%
Oil	µg/l	100	40	-60%
PAH16	µg/l	0,064	0	-100%
BaP	µg/l	0,0064	0,012	88%

4.7 Kommentar snöupplag

Det planeras för ett antal snöupplag inom planområdet. Enligt Havs och vattenmyndigheten, gäller följande:

Snö bör i så stor utsträckning som möjligt läggas upp på mark i närområdet för smältning. Den smälta snön med innehåll av partiklar med mera tas omhand i jorden på naturligt sätt. (Havs och vattenmyndigheten, 2021).

Vidare skriver Havs och vattenmyndigheten att:

Uppläggning av snö är en miljöfarlig verksamhet i enlighet med 9 kap. 1 § miljöbalken och det är oftast kommunen som är tillsynsmyndighet.

Hur snöupplag hanteras sker på olika sätt i olika kommuner. Större snöupplag medför ofta att skräp ansamlas på ytan (skor, plastpåsar, bråte etc), och detta kan sedan sätta stopp i det dagvattensystem som mottar det avrinnande smältvattnet. Som åtgärd är flacka diken och galler för eventuella brunnar lämpliga. I detta fall handlar det om att snö från det direkta närområdet läggs upp i delar av naturmarken. Tillvägagångssättet är att det inte är anmälanspliktigt och att ingen särskild rening behöver beaktas.

5. Skyfallshantering

Höjdsättningen av nya fastigheter inom området ska utföras så att det vatten som dikena inte kan avbörda svämmar över mot vägyta och leds via vägen alternativt gröna släpp mellan fastigheterna bort från byggnaderna. Infarter höjdsätts så att ytligt avrinnande vatten på vägbanan inte orsakar skada på byggnader.

Inom planområdet är den mesta av planerad bebyggelse placerad längs en höjdrygg och det finns därmed ingen identifierbar risk för skador på grund av skyfall. T ex förekommer inga större flödesvägar från uppströms områden inom planområdet, vilket annars typiskt bör tas hänsyn till vid hantering av skyfall.

I tidigare kapitel har lågpunkter inom och med direkt närhet till planområdet beskrivits. Lågpunkter medför en risk för instängda områden som fylls med vatten vid skyfall. De flesta av de identifierade lågpunkterna är relativt små sett till utbredning och volym. Dessa bör, som en del av framtagandet av markmodellen, jämnas ut och fyllas upp för att stående vatten ska kunna undvikas.

En större lågpunkt, ”3” utifrån Figur 5 och Tabell 2, ska enligt åtgärdsförslaget åtgärdas på så sätt att lågpunkten förskjuts från bebyggelsen. Marken bör vid ny lokalisering sänkas för att utgöra någon form av svackdike/översvämningsyta. Den planerade bebyggelsen ska inte förvärra situationen, genom att föreslagna åtgärder införs så ska det säkerställas att dagvattenflödet fördröjs lokalt och att det släpps ut via diffus avrinning. Redovisade beräknade resultat visar att flödet efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering endast är något högre än för befintligt vid ett 100-årsregn med klimatfaktor.

Det är också viktigt att behålla flödesvägen vid lågpunkt ”2” (Figur 5). Vägen riskerar annars att dämma upp vatten vid skyfall på den östra sidan.

Överlag har makadamdiken, som föreslås genomgående i hela planområdet, god funktion även vid skyfall. De utgör öppna, styrda flödesvägar som snabbt kan transportera undan stora flöden.

Rekommenderad färdig golvnivå +39,7 m baserat på sjöns dämningsnivå (högsta nivå Yngern +39,3 m enligt vattendom plus 0,4 m säkerhetsmarginal).

6. Slutsatser

Dagvattenutredningen har identifierat tre delavrinningsområden inom planområdet och beskrivit hur dagvattenhantering kan införas inom vart och ett av dessa. Den åtgärd som föreslås primärt är makadamdiken längs gator. Dessa har stor kapacitet till fördröjning och utgör öppna, gröna lösningar för dagvattenhantering. Som komplement, där enskilda tomter ej har avrinning mot planerade makadamdiken, bör stenkistor anläggas. Det föreslås också svackdiken och en infiltrationsanläggning vid utlopp för delområden B-C och D för att säkerställa en långsam, diffus avrinning.

Erforderliga fördröjningsvolymer har räknats fram med utgångspunkt i att tillräcklig rening ska uppnås på årsbasis, dvs att 90 % av årsnederbörden ska fångas upp i föreslagna åtgärder. Detta bedöms som tekniskt och ekonomiskt genomförbart.

Om den föreslagna fördröjningsvolymen införs inom planområdet kommer dagvattenflödet för dimensionerande regn (10 minuters 10-årsregn) att vara lägre efter exploatering relativt före exploatering, för samtliga delavrinningsområden.

Föroreningsberäkningarna visar dock att reningseffekten i dagvattenhanteringen inte är tillräcklig. För 7 av 13 ämnen visar beräkningen att föroreningsmängden ökar efter exploatering relativt före exploatering. Det ska nämnas att den modell som används för beräkning är ett trubbigt verktyg och resultaten ska inte tolkas som exakta siffror. Resultatet är snarare en grov uppskattning av tendenser, dvs här fås ett tvetydigt resultat som visar ökning för vissa ämnen och minskning av andra ämnen.

Det är i regel aldrig möjligt att visa att exploatering av naturmark inte medför ökade utsläpp. Exploateringen inom planområdet är också av sådan karaktär att det inte är rimligt att införa en dagvattenhantering med rening i flera steg, varken ekonomiskt eller utifrån verkliga förutsättningar. Planområdets exploatering innebär sparsam bostadsbebyggelse och lågtrafikerade gator. Det utgående dagvattnet är relativt rent jämfört med andra typer av urban markanvändning, och reningen i makadamdikena kommer att ha en stor effekt (vilket visats med redovisade beräkningsresultat i tidigare kapitel). Att därefter låta ett sådant relativt rent dagvatten passera ytterligare reningssteg har liten vinning, eftersom reningseffekt i åtgärder är högre för mer förorenat vatten.

Det ökade utsläppet bör istället ställas i relation till en helhetsbedömning av recipienten. Det bör finnas en långsiktig planering för recipienten där man bedömer hur mycket av avrinningsområdet som man kan exploatera utan att negativ påverkan blir för stor. Negativ påverkan kan också motverkas genom att t ex dagvattendammar planeras som samlar upp och renar dagvatten från ett flertal bebyggda områden.

Planområdet utgör med sina 0,2 km^2 endast 0,3 % av Yngerns totala tillrinningsområde på 60 km^2. Den planerade bebyggelsen är sparsam och möjligheterna att införa erforderliga fördröjningsvolymer för att fördröja och rena 90 % av årsnederbörden inom planområdet är goda. Exploateringen kommer inte ha en reell mätbar påverkan på vattenförekomsten Yngern, särskilt om dagvattenhanteringen införs som beskrivit.

Det har kommenterats av Länsstyrelsen att det ej är lämpligt att släppa dagvatten mot Yngern i och med dess status som dricksvattentäkt. För planområdet är det främst delområde A som avrinner med ett direkt utsläpp till Yngern. Det föreslås ytterligare fördröjningsvolymer för uppsamling och rening av dagvatten innan utlopp till Yngern. Det är dock tveksamt att kostnaden för en sådan åtgärd står i proportion till nyttan, då rening i föreslagna makadamdiken kommer ge ett relativt rent utgående dagvatten (förtydligande: rent relativt de flesta markanvändningar men inte rent relativt just naturmark).

Dagvatten från delområde D avrinner till Yngern via alsumpskogen. Det kan resoneras så att passagen genom alsumpskogen kommer att ge ytterligare rening av dagvattnet (se tidigare utredning Ramboll, 2020).

Om inget utsläpp till Yngern tillåts måste dagvattnet transporteras bort via pumpning. Pumpstationer placeras då vid de föreslagna utsläppspunkterna. Dagvattenpumpar medför kostnader för energi och har begränsad kapacitet. Det kommer också medföra en investering att anlägga en trycksatt dagvattenledning. En ny målpunkt för dagvattnet behöver utredas.

6.1 Kommentar befintlig bebyggelse

Lågpunktsstudien visade vidare att magenta markering i Figur 5 visar låglänt område med stående vatten. Ett flertal befintliga bostadshus ligger i stående vatten, enligt simuleringen. Även för övriga hus är det en olägenhet att ha risk för stående vatten så nära inpå fastighetsgräns. Ramböll levererade en teknisk notering 2019-03-04 som beskriver problematiken kring befintlig bebyggelse i detalj.

Nuvarande utredning (2022) drar slutsatsen att området inom magenta markering i Figur 5 inte kommer att påverkas av dagvattenflöden från exploateringen inom planområdet. Detta eftersom föreslagna åtgärder fördröjer flöden efter exploatering till flöden före exploatering. Utloppet för planområdets dagvatten från delavrinningsområde B-C ska också planeras så att det sker via diffus avrinning till mossen. Detta säkerställer att eventuellt dagvattenflöde utjämnas direkt över mossens yta. Ett punktutsläpp å andra sidan hade medfört risk för att under en kort tidsram höja nivån på stående vatten i direkt anslutning till utsläppspunkten (detta vatten hade troligen relativt fort också utjämnats).

Enligt tillgängliga generella underlag, dvs SGU:s jordartskarta, SMHI:s avrinningsområden samt topografi i området, i kombination med högsta nivå för

Yngern +39,3 enligt vattendom, kan slutsats dras att problematiken med stående vatten är kopplad till grundvattennivåer och högsta nivån för Yngern. Under sådana omständigheter ger ett dagvattenflöde från ett till arealen relativt litet område ingen påverkan på vattennivån nedströms.

Referenser

Havs och vattenmyndigheten, 2021. Tillgängligt online:
https://www.havochvatten.se/vattenkraft-och-arbete-i-vatten/dumpning/dumpning-och-hantering-av-sno---fragor-och-svar.html

Härryda kommun, 2022. Hämtad online (2022-02-14):
https://www.harryda.se/images/18.268933cf15a36400d1046374/1487325400688/Figur%20dagvattenhantering%20HK_150928.jpg

SGU, 2021. Kartvisaren. Hämtad online (2021-12-22):
https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html

Stockholm vatten och avfall (2021). Anläggningsbeskrivningar. Tillgängliga online:
https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/bibliotek/dokument-om-dagvatten/anlaggningsbeskrivningar/
Hämtad: 2021-11-19

VISS, 2021. VattenInformationsSystem för Sverige, Länsstyrelsen. Hämtad online (2021-12-22):
https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA84246238Yngern - Sjö

StormTac, 2022. v22.1.1. Tillgänglig online: app.stormtac.com. Hämtad online: 2022-02-10.

Scalgo Live, 2022. Tillgänglig online: scalgo.com. Hämtad online: 2022-02-21.

Svenskt vatten, P110. 2016.