

2023-09-14

PM

Ver 12

Upprättad av Didrik Nilsson  
Uppdragsnummer 30002580-002  
Uppdrag Nacksta 5:6 omtag  
Kund OBOS Mark AB  
Uppdragsledare Emelie Sjöström

# Dagvattenutredning Nacksta 5:6

Sundsvall



Didrik Nilsson  
Gustav Viberg

2023-09-14

**Sweco**  
Didrik Nilsson  
Handläggare  
didrik.nilsson@sweco.se  
Mobil +46721780315

Box 110  
SE 901 03 Umeå  
Sweden  
Telefon +46 (0) 8 695 60 00  
www.sweco.se

Sweco Sverige AB

## Sammanfattning

Den planerade exploateringen av Nacksta 5:6 innebär en ökad avrinning från området. Uppströms den planerade exploateringen återfinns en betydande del naturmark som bidrar med stora mängder vatten. För att kunna hantera detta bör så mycket som möjligt av naturmarksavrinningen förhindras från att rinna in i det exploaterade området. Detta föreslås göras med vallar uppströms området.

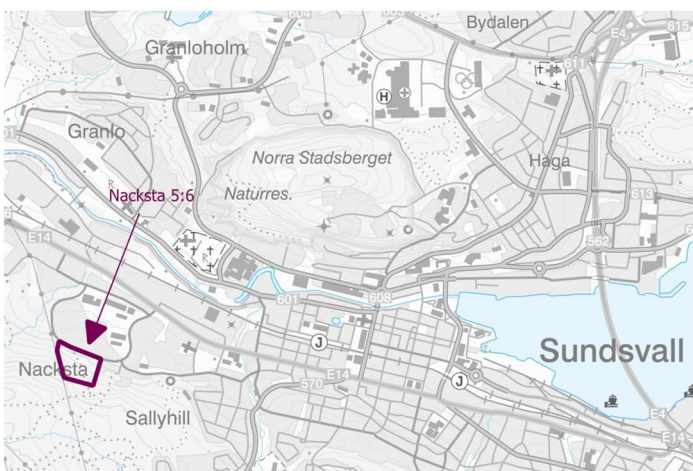
I det exploaterade området bör så mycket vatten som möjligt ledas västerut eftersom förutsättningarna för att fördröja vatten är bättre där. Trots den föreslagna omledningen av vatten inom området kommer det att behövas fördröjning även i det östra området.

# 1 Inledning

Obos mark AB har anlitat Sweco för att utföra en dagvattenutredning för det planerade flerbostadsområdet Nacksta 5:6, Sundsvall, i enlighet med Sundsvalls kommuns riktlinjer. Utöver bostäder omfattar planen även vägar och parkeringar. Utredningen tar avstamp i den strukturstudie för hela Katrinehill och Klisshöjden som Sweco tog fram 2016, samt annat underlag som tagits fram i tidigare processer.

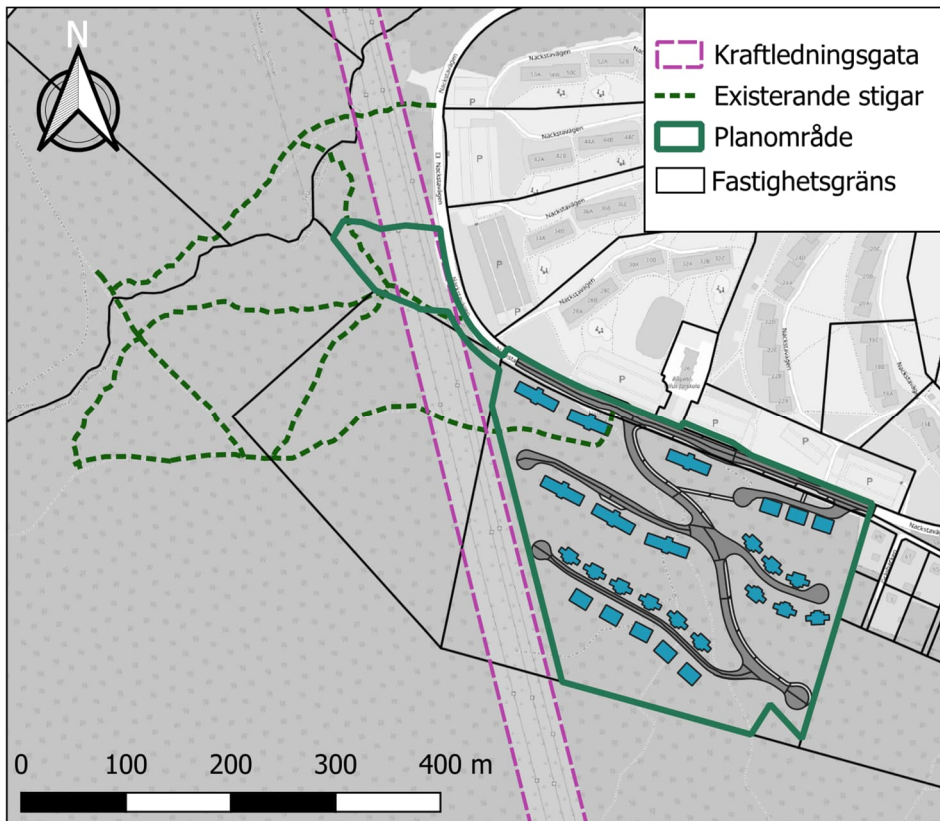
## 2 Förutsättningar

Nacksta 5:6 är beläget i norra delen av Katrinehill i västra delen av Sundsvall, se Figur 1.



Figur 1. Planområdet för Nacksta 5:6.

Området begränsas till väster av en kraftledningsgata och bevarandevärda stigar. Området väster om planområdet redovisas i Figur 2.



Figur 2. Begränsande faktorer till väster om planområdet och fastighetsgränser.

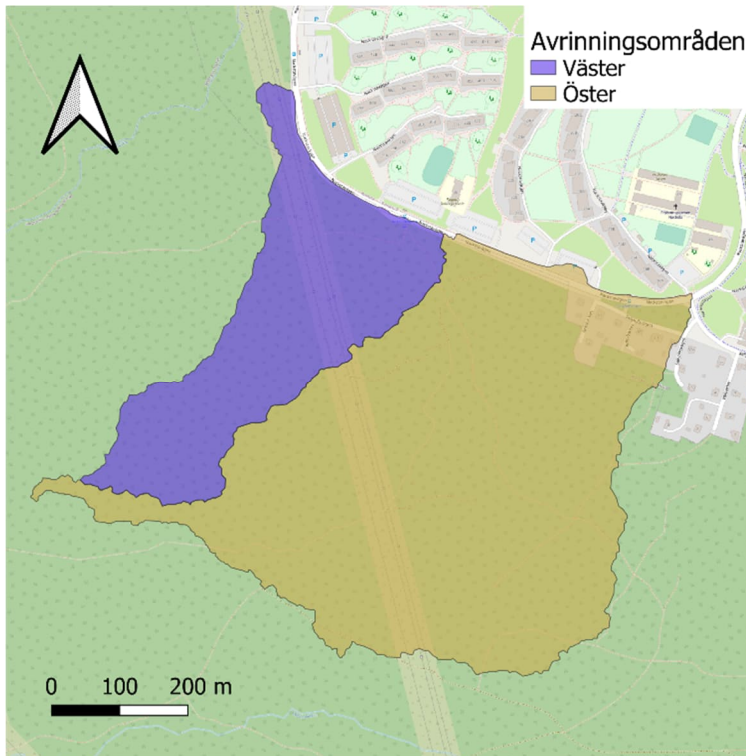
## 2.1 Geohydrologiska förhållanden

Nacksta 5:6 är beläget i en sluttning med relativt brant lutning och består utöver en kraftledningsgata till största del av skog och berg i dagen. I den geologiska undersökning som ÅF gjorde i området uppvisade området hög infiltrationsförmåga baserat på att området inte upplevdes som alltför blött trots att inventeringen föregicks av en regnig period. Detta bekräftas av SGU:s genomsläpplighetskarta<sup>1</sup> där området klassificeras som berg med medelhög genomsläpplighet. SGU:s analys är dock främst gjord via flygbilder och fältundersökningar i anslutning till vägnätet varpå resultatet får ses som osäkert.

<sup>1</sup> <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>

## 2.2 Recipienter

Planområdet ligger i två olika avrinningsområden (Figur 3), ett som avrinner åt öster och ett som avrinner åt väster. Det östra området avleds med kommunala dagvattenledningar, medan det västra området avleds till Sandbergsbäcken som i sin tur mynnar ut i Selångersån vars sträckning visas i Figur 4.



Figur 3. Avrinningsområden framtagna med hjälp av en hydrologisk analys med ett regn på 100 mm.



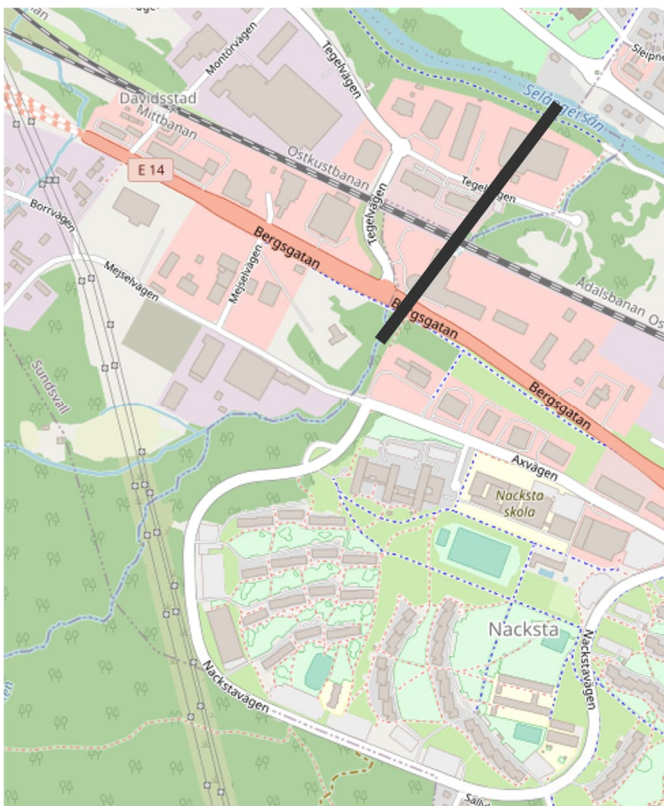
Figur 4. Selångersån är markerade med ljusblått i figuren. Från VISS 2023.

### 3 Dagvattenhantering

Efter exploatering av Nacksta 5:6 kommer flödesförhållandena att förändras i området vilket beskrivs närmare i kommande avsnitt.

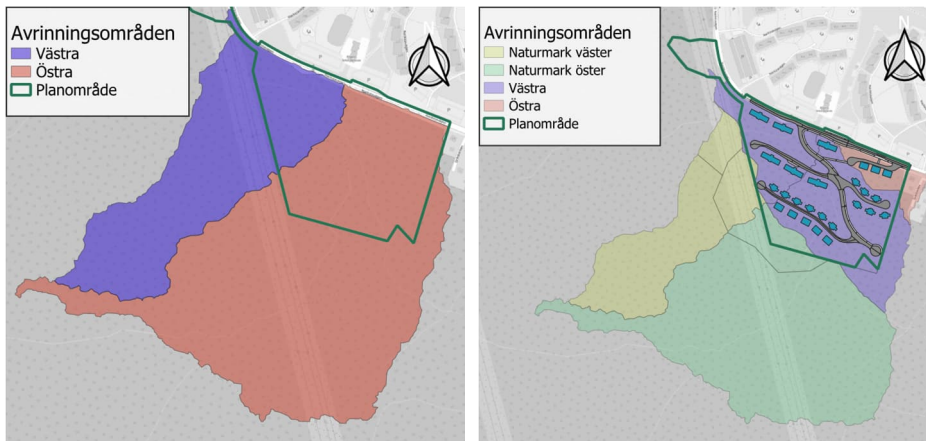
#### 3.1 Dimensioneringsförutsättningar

Utgångspunkten för beräkningarna har varit flödesneutralitet, det vill säga att det maximala utflödet från området innan exploatering inte får överstigas efter exploatering. Området har uppskattats till gles bostadsbebyggelse och VA-huvudmannens ansvar uppgår därför till ett regn med en återkomsttid på 10 år.



Figur 5. Principskiss som visar var Sandbergsbäcken är kulverterad. Exakt hur kulverten går från start till utlopp är dock okänt.

Figur 6 visar hur avrinningsområdena förändras efter exploatering. Möjligheterna att fördröja dagvatten är sämre på den östra sidan varför det förelås att så mycket vatten som möjligt från det exploaterade området leds till den västra sidan.



Figur 6. Figuren visar de två avrinningsområden som påverkas av exploateringen. Vänster: före exploatering, höger: efter exploatering. Bakgrundskarta från Lantmäteriet.

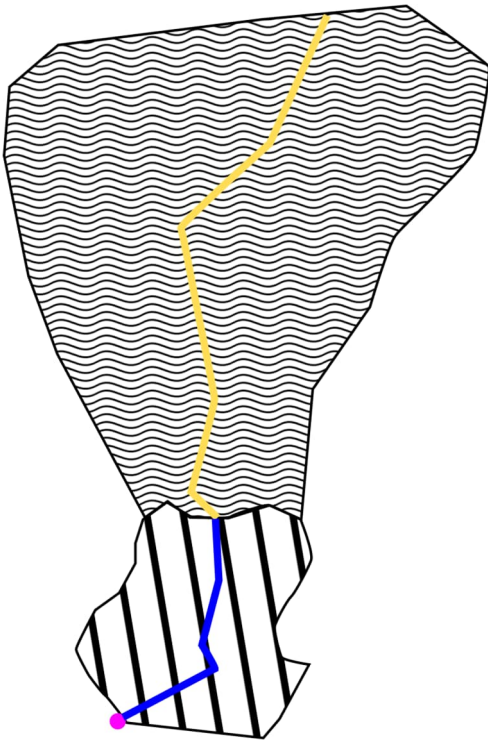
Området uppströms planområdet består av naturmark som bidrar med långsam avrinning. Att räkna på naturmark är komplicerat då de lokala förutsättningarna för infiltration, interception och avrinningshastighet kan variera stort. I P110 finns förutsättningar för två olika beräkningar av naturmarksavrinning. Antingen kan någon av de snarlika metoderna rationella metoden eller tid area-metoden användas, eller kan en grafisk metod som endast tar hänsyn till regnets återkomsttid och områdets storlek användas. I den här utredningen har en kombination av tid area-metoden och rationella metoden använts.

Med anledning av att avrinningsförloppet skiljer sig stort mellan de exploaterade områdena och naturmarken har två olika nederbördsfall undersökts. Det ena fallet motsvarar ett kort regn med hög intensitet där främst de exploaterade ytorna bidrar till dagvattenflödet eftersom endast en liten del av naturmarksområdet hinner aktiveras. Det andra fallet motsvarar ett längre regn där hela avrinningsområdet hinner aktiveras men där den låga regnintensiteten medför att påverkan från de exploaterade ytorna blir mindre. För både det västra och det östra området visar analysen att ett kortare, mer intensivt regn blir dimensionerande efter exploatering.

I rapporten kommer härnäst "snabb avrinning" användas för att beteckna avrinning som uppstår under korta intensiva regn, och "långsam avrinning" kommer att användas för att beteckna lågintensiva regn där hela avrinningsområdet börjar bidra till flödet.

Den långsamma avrinningen beräknas med en rinntid som motsvarar hur lång tid det tar för regndroppen längst bort i avrinningsområdet att nå områdets utlopp, medan den snabba avrinningen beräknas med en rinntid som motsvarar hur lång tid det tar för en regndroppe längst bort inom det exploaterade området att nå utloppet.

Den långsamma och snabba avrinningen illustreras i Figur 7 där naturmarken representeras av det vågformade mönstret och den exploaterade ytan representeras av det streckade området. Rinntiden för den långsamma avrinningen beräknas som summan av rinntiden för den blåa och lila rinnvägen, medan den snabba avrinningen representeras med den blåa rinnvägen.



Figur 7. Figuren illustrerar rinntiden för ett avrinningsområden med både ett exploaterat område och naturmarksavrinning, där det vågformade området motsvarar naturmark. Det blåa strecket illustrerar snabb avrinning medan kombinationen av det gula och blåa strecket illustrerar långsam avrinning.

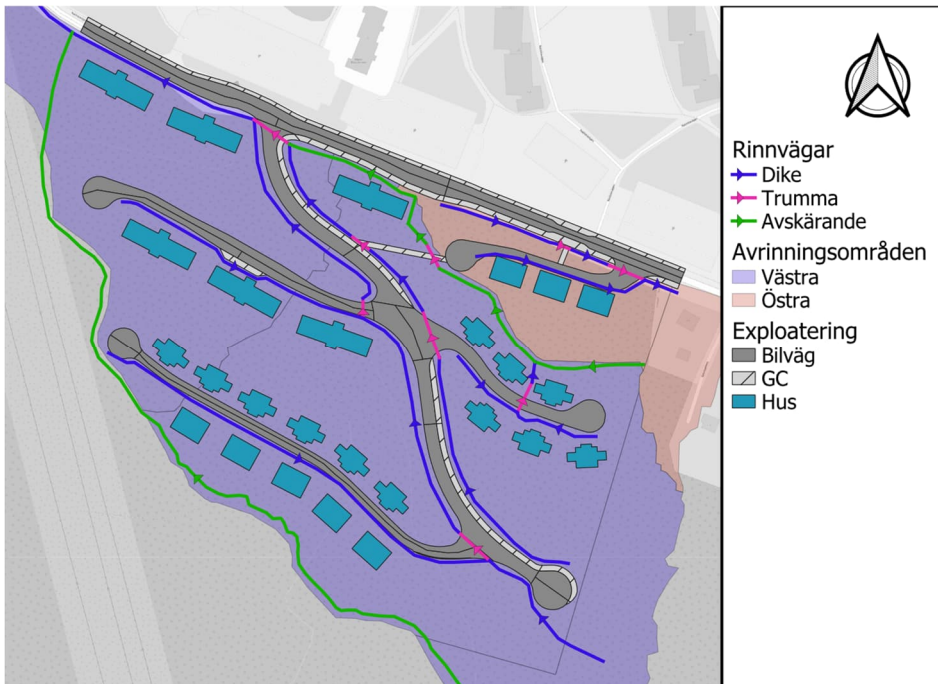
Förutsättningarna för denna detaljplan är speciella med brant marklutning och mycket naturmark. Dessa faktorer ökar osäkerheterna i beräkningarna och resultatet.

### 3.2 Principiell utformning

Utformningen av dagvattenlösningar redovisas i Figur 8. Det krävs ett stort antal diken inom området för att omhänderta dagvattnet i och med den branta lutningen. Uppströms exploateringsområdet krävs att en avskärande konstruktion som förhindrar att vatten rinner in i det exploaterade området och därmed reducerar risken för erosion och vattensanmlingar inom området. I Figur 8 redovisas avrinningsområdena inom planområdet efter exploatering, och med den föreslagna dagvattenlösningen är det bara en liten del av vattnet som leds österut.

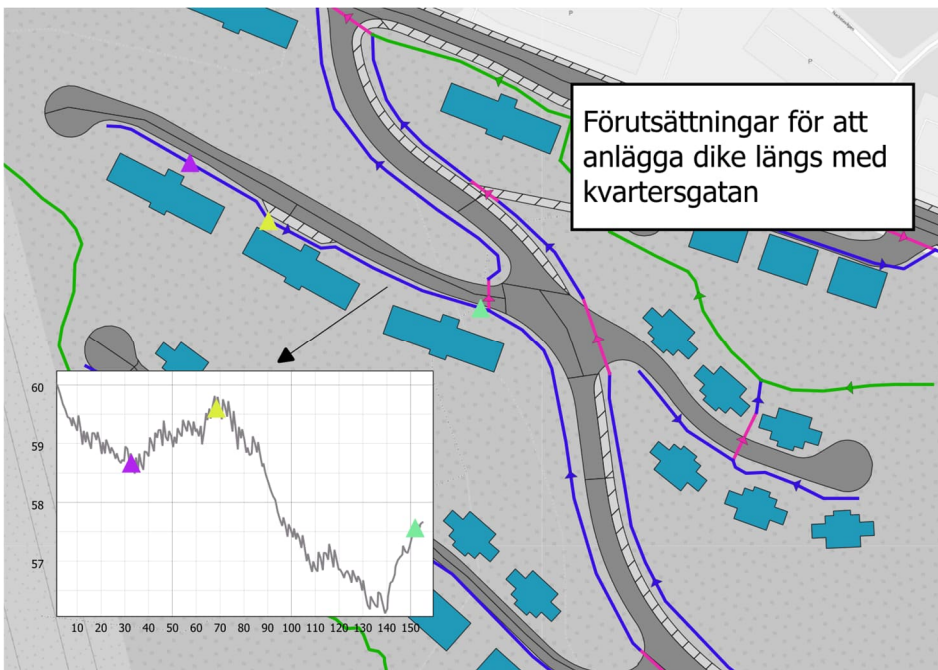
Den avskärande konstruktion får som konsekvens att flödesbalansen för ytvatten ändras, och anläggs ett dike finns det en risk att även markvatten leds västerut och i sådana fall kan tillstånd för markavvattning krävas. Om grundvattenytan är nära marknivå finns det också en risk att ett kontinuerligt flöde av grundvatten avlides västerut vilket inte är önskvärt. Om den avskärande funktionen i stället erhålls med en vall behövs inte tillstånd för markavvattning eftersom en vall endast fångar upp avrinningen längs ytan, varför även risken för ett kontinuerligt flöde till den västra dammen minskas.





Figur 8. Figuren visar hur området ska utformas inom planområdet för att leda dagvatten ut från området. Genom att anlägga ett avskärande dike i den nordöstra delen av området kan den yta som avleder vatten österut minimeras.

Längs en av kvartersgatorna är det komplicerat att leda vattnet ut mot huvudgatan där både en högpunkt och en lågpunkt måste korsas varför en del schaktarbete kommer krävas. I Figur 9 visas markprofilen där diket förelses anläggas, där de mest problematiska punkterna är markerade.



Figur 9. Markprofil för de två dikesalternativen.

I Tabell 1 redovisas det västra och östra avrinningsområdets storlek före och efter exploatering, där det framgår att majoriteten av det östra avrinningsområdet leds västerut efter exploatering.

Tabell 1. Tabellen redovisar det västra och östra avrinningsområdets storlek före och exploatering.

	Före [ha]	Efter [ha]
Västra avrinningsområdet	10	31
Östra avrinningsområdet	22	1

### 3.3 Västra området

Både flödet från ett kortvarigt, intensivt regn och ett långvarigt, lågintensivt regn har undersökts. Under ett lågintensivt regn hinner en större del av avrinningsområdet bidra till dagvattenflödet ut ur området vilket representeras av en längre rinntid. Under ett kortvarigt och intensivt regn hinner inte hela avrinningsområdet bidra till dagvattenflödet ut ur området, men eftersom exploateringsområdet har en betydligt högre sammanvägd avrinningskoefficient än naturmarken kan ändå det dimensionerande flödet bli högre. I Tabell 2 redovisas flödet vid ett kortvarigt regn och ett långvarigt regn; flödena är inklusive en klimatfaktor på 1,25. Det kortvariga regnet blir dimensionerande.

Tabell 2. Rinntid och dimensionerande flöde för snabb och långsam avrinning.

	Rinntid [min]	Flöde [l/s]
Kortvarigt regn	25	720
Långvarigt regn	90	360

Den yta som bidrar till avrinning inom det västra området vid det dimensionerande regnet (det kortvariga) redovisas i Tabell 3. Där framgår även vilka avrinningskoefficienter (a) som använts; typen Annan exploaterad yta motsvarar marken i området som varken är vägar eller hus.

Tabell 3. De ytor som bidrar till avrinning inom området.

Typ	Yta [m <sup>2</sup> ]	a	Reducerad yta [m <sup>2</sup> ]
Hus	6 600	0,9	5 930
Bilväg	8 560	0,8	6 850
GC	1 480	0,8	1 180
Annan exploaterad yta	48 970	0,3	14 700
Totalt	65 600	0,6	13 960

Utöver avrinning från planområdet tillkommer även avrinning från den uppströms liggande naturmarken där avrinningskoefficienten har antagits vara 0,1, se Tabell 4. För det kortvariga regnet är ytan som redovisas den del av naturmarken som hinner bidra med flöde till utloppet under den dimensionerande rinntiden, och för det långvariga regnet motsvarar det all naturmark som rinner till utloppet inklusive det östra områdets naturmark.

Tabell 4. De naturmarksytor som bidrar till dimensionerande avrinning vid ett kortvarigt och långvarigt regn.

2023-09-14

Ver 12

	Naturmark [m <sup>2</sup> ]	a	Reducerad yta [m <sup>2</sup> ]
Kortvarigt regn	28 000	0,1	2 800
Långvarigt regn	239 500	0,1	23 950

Tabell 5 jämför det västra avrinningsområdets storlek, reducerad yta och flöde före och efter exploatering för det dimensionerande fallet med snabb avrinning efter exploatering. Flödet ökar markant efter exploatering och för att erhålla flödesneutralitet krävs att en stor del av dagvattnet kan fördröjas.

Tabell 5. Flöde ut från det västra avrinningsområdet före och efter exploatering.

	Totalt yta [m <sup>2</sup> ]	Reducerad yta [m <sup>2</sup> ]	Flöde [l/s]
Innan exploatering	99 700	9 970	50
Efter exploatering	93 000	31 400	510

För att klara kravet på flödesneutralitet kommer fördröjning att krävas. Efter kraftledningsgatan, i planområdets nordvästra del, finns det en yta som skulle kunna vara lämplig för ett magasin. Arbetet runt kraftledningsgatan måste begränsas och därför har det antagits att diket för naturmarksavrinning rinner ihop med diket från planområdet innan dessa korsar kraftledningsgatan vilket innebär att ett fördröjningsmagasin måste fördröja både naturmarksavrinning och avrinningen från det exploaterade området. Dimensionering av magasinet avhandlas i avsnitt 3.6, Fördröjning.

### 3.4 Östra området

Som illustrerats i Figur 8 förändras utformningen på avrinningsområdet betydligt och storleken på det östra området reduceras markant. I Tabell 6 redovisas de ytor som bidrar till avrinning inom det östra området.

Tabell 6. De ytor som bidrar till avrinning inom det östra området.

Typ	Yta [m <sup>2</sup> ]	a	Reducerad yta [m <sup>2</sup> ]
Hus	740	0,9	660
Bilväg	1 500	0,8	1 200
GC	430	0,8	350
Annan exploaterad yta	5 450	0,3	1 640
Totalt	8 122	0,47	3 850

I och med att områdets utbredning förändras markant påverkas även avrinningens karaktär. Reducerad yta, rinntid och flöde ut från området före och efter exploatering redovisas i Tabell 7. Trots att den reducerade ytan efter exploatering är betydligt mindre än före exploatering ökar avrinningen eftersom det kortare regnet medför en högre intensitet.

Tabell 7. Tabellen visar ytor som bidrar med avrinning vid dimensionerande regn, rinntid och flöde före och efter exploatering.

	Yta [m2]	Red. yta [m2]	Rinntid [min]	Flöde [l/s]
Före exploatering, kort regn	3 550	355	10	8
Före exploatering, långt regn	218 400	21 840	176	89
Efter exploatering	11 950	4 230	10	120

Den övergripande ambitionen har varit att erhålla flödesneutralitet i området. Att bestämma ett rimligt flöde från det östra området innan exploatering har varit svårt, vilket spannet på 80 l/s i Tabell 7 visar. Med anledning av detta har MSVA undersökt hur mycket vatten det allmänna dagvattennätet kan hantera, och beräkningarna visar att nätet kan ta emot ytterligare 80 l/s i det skick det är i nu, och 100 l/s om åtgärder utförs på nätet. För att begränsa flödet till 80 l/s krävs ett magasin vilket berörs ytterligare i avsnitt 3.6, Fördröjning.

### 3.5 Diken och avledande konstruktioner

De diken som är viktiga för planens genomförande är de avskärande konstruktionerna i och utanför det exploaterade området samt diket som leder vattnet från exploateringsområdet till magasinet. Resterande diken behövs för generell avvattnings vars funktion kan erhållas från vägdiken och liknande.

### 3.6 Fördröjning

Fördröjning kommer att krävas i både det västra och östra området, men hur mycket vatten som måste fördröjas beror på ett antal faktorer, bland annat vilka utflöden som tillåts och hur vattnet fördelas mellan det västra och östra området. För att klara dimensioneringskraven föreslås två magasin. Det ena magasinet fördröjer vattnet från det västra avrinningsområdet inklusive naturmarken, och det andra fördröjer dagvattnet inom det östra, exploaterade området. Magasinens placering redovisas i Figur 10.

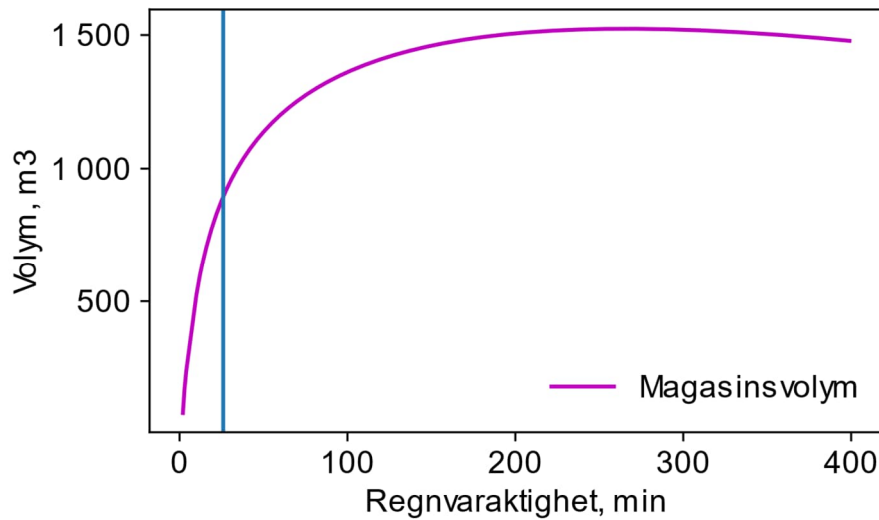


Figur 10. De olika polygonerna redovisar områden vari de två magasinerna kan placeras.

I P110 redovisas en metodik för att dimensionera dagvattenmagasin där ett konstant utflöde ansätts och därefter belastas magasinet med ett dimensionerande inflöde. Inflödet kan beräknas på olika sätt, men i den här utredningen har det gjorts med rationella metoden.

### 3.6.1 Västra området

Exploateringsområdet har utformats så att det mesta av vattnet rinner västerut eftersom det finns bättre förutsättningar att fördröja vattnet i det området. Denna förändring av avrinningsområdena tillsammans med ett stort naturmarksområde medför att ett stort magasin krävs för att kunna hantera den ökade avrinningen, där magasinvolymen beräknats till drygt 1 500 m<sup>3</sup>. I Figur 11 redovisas varaktigheten för det dimensionerande regnet och nödvändig magasinvolym. Det vertikala strecket visar området rinntid.

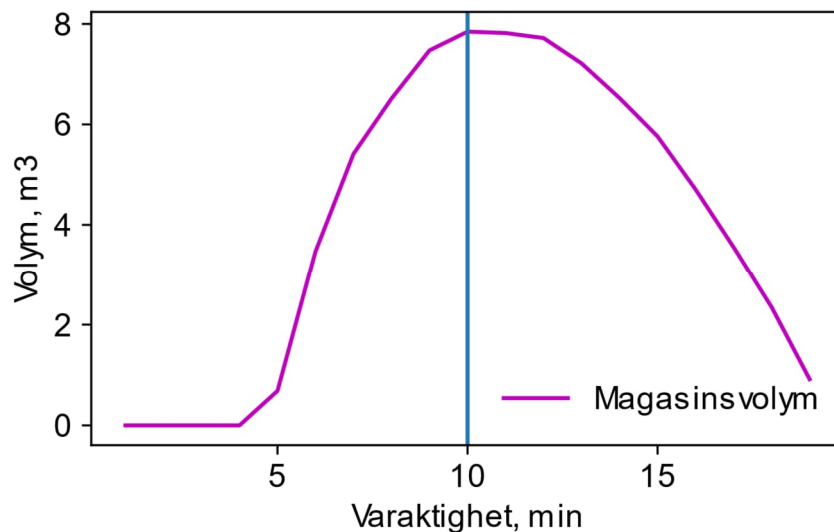


Figur 11. Nödvändiga fördröjningsvolymen vid olika varaktigheter för det västra magasinet. Det blåa strecket visar områdets rinntid.

### 3.6.2 Östra området

För det östra området måste utflödet begränsas till 80 l/s för att dagvattenlösningarna nedströms inte ska bli överbelastade. För att uppnå detta måste dagvatten fördröjas inom området.

I Figur 12 redovisas dimensionerande regn och magasinvolym för magasin 2. Eftersom endast runt 10 m<sup>3</sup> måste fördröjas antas fördröjningen kunna lösas inom området på olika sätt via exempelvis sektionerade diken, översvämningssytor och underjordiska magasin med kassetter.



Figur 12. Nödvändiga fördröjningsvolymen vid olika varaktigheter för det östra magasinet. Det blåa strecket visar områdets rinntid.

## 4 Miljö

Selångersån har problem med både punkt- och diffusa föroreningskällor. Statusklassningen för ån enligt VISS kan ses i Tabell 8. Både den ekologiska och den kemiska statusen ska framgent uppnå god status, och för ekologisk status är målet tidsatt till 2027. I november 2020 föreslogs dock att målet skulle skjutas fram till 2033.

Grundvattenrecipienten för Nacksta 5:6 är inte registrerad i VISS och inga styrande parametrar är därför kända. Däremot är huvudrecipienten Selångersån kopplad till ett grundvattenmagasin som är registrerat i VISS, och för det magasinet är kvantiteten bedömd som god, medan den kemiska statusen är bedömd som ej tillfredsställande (sammanfattning i Tabell 8). Ambitionen är att magasinet ska ha god kemisk status, och för detta är en tidsfrist satt till 2027.

Tabell 8. Status på recipienten Selångersån och grundvattenmagasinet Sundsvalls tätort utifrån VISS.

	Ekologisk status	Kemisk status	Kvantitativ status	Tillkomst/Härkomst
Selångersån	Måttlig	Uppnår ej god	–	Naturlig
Sundsvalls tätort	–	Otillfredsställande	God	–

I och med att statusen ska förbättras för både Selångersån och omkringliggande grundvattenmagasin kan inte exploateringen öka föroreningsmängden. Mellan Nacksta 5:6 och huvudrecipienten Selångersån finns flera industrier som är potentiella förorenare. Majoriteten av industrierna är inte inventerade med Naturvårdsverket inventeringsmetod MIFO och har därför inte tilldelats något riskvärde i EBH-registret. Väster om Nacksta 5:6 finns Sandbergsbäcken som används som recipient för det västra området, och till öster finns Sidsjöbäcken. Mellan dessa bäckar finns två verksamheter som har inventerats och återfinns i EBH-registret: dels ett sågverk med riskklass 3, dels en verksamhet med ytbehandling av metaller som sysselsättning med en riskklass på 1 (1 är högst risk och 4 lägst).

I Sundsvalls dagvattenplan finns en matris som redovisar vilken rening som krävs för olika kombinationer av belastningar på ytor och recipienter. För en medelbelastad yta med ett större vattendrag som recipient är reningskravet ”Rening”, vilket omfattar både partikelavkiljning och filtrering med reningsmetoder som krossdike, infiltrationsdike, perkolationsmagasin och våta dammar.

För att säkerställa att vattnet renas till nödvändig kvalitet ska diken anläggas som antingen svackdiken eller sektionerade diken med vegetation som utöver att bidra till fördröjning även ger längre tid för sedimentation och infiltration och därmed renar vattnet. Dessutom föreslås att det västra magasinet anläggs som en damm som utöver en fördröjande funktion även har en renande funktion. Dessutom bör dammen anläggas som en torrdamm för att minska risken med fåglar vid kraftledningsgatan.

Där det är möjligt bör hårdgjorda ytor undvikas och istället ersättas med ytor som tillåter infiltration för att både reducera mängden avrinning och öka reningen, exempelvis armerat gräs. Detta berörs närmare i avsnitt 6, Utformning.

Sammanfattningsvis bör gräsklädda diken anläggas för att fördröja vatten i så hög grad som möjligt då det främjar infiltration och sedimentation och magasin

1 ska anläggas som en torrdamm. Där plats och lutning tillåter bör andra renande ytor såsom översilningsytor anläggas. Då föroreningsgrad är låg för denna typ av bostadsområde bedöms föreslagna öppna lösningar ge en fullgod rening av dagvattnet innan det når recipienterna. Ytterligare en fördel med dessa öppna lösningar är att de kan bidra till estetiska och ekologiska mervärden inom området.

## 5 Skyfall

Definitionen av skyfall kan variera, men i följande diskussion antas ett skyfall motsvara ett regn med en återkomsttid på 100 år.

Vid ett skyfall kommer inte dagvattenlösningarna inom området kunna avleda vattnet på ett kontrollerat sätt utan området måste i stället utformas så att skadorna vid ett sådant regn blir begränsade. Detta bör göras genom att höjdsätta området på ett sätt som främjar avrinning bort från hus och vägar och säkerställa sekundära rinnvägar som leder vattnet bort från riskområden och till tänkta ansamlingspunkter. För att möjliggöra detta kan exempelvis trummor genom vägar behöva dimensioneras för större flöden än vad den generella dagvattenhanteringen dimensioneras för. Eftersom området ligger i en sluttning ska inte detta vara ett problem, däremot finns det en risk för erosionsskador varför utsatta platser måste skyddas.

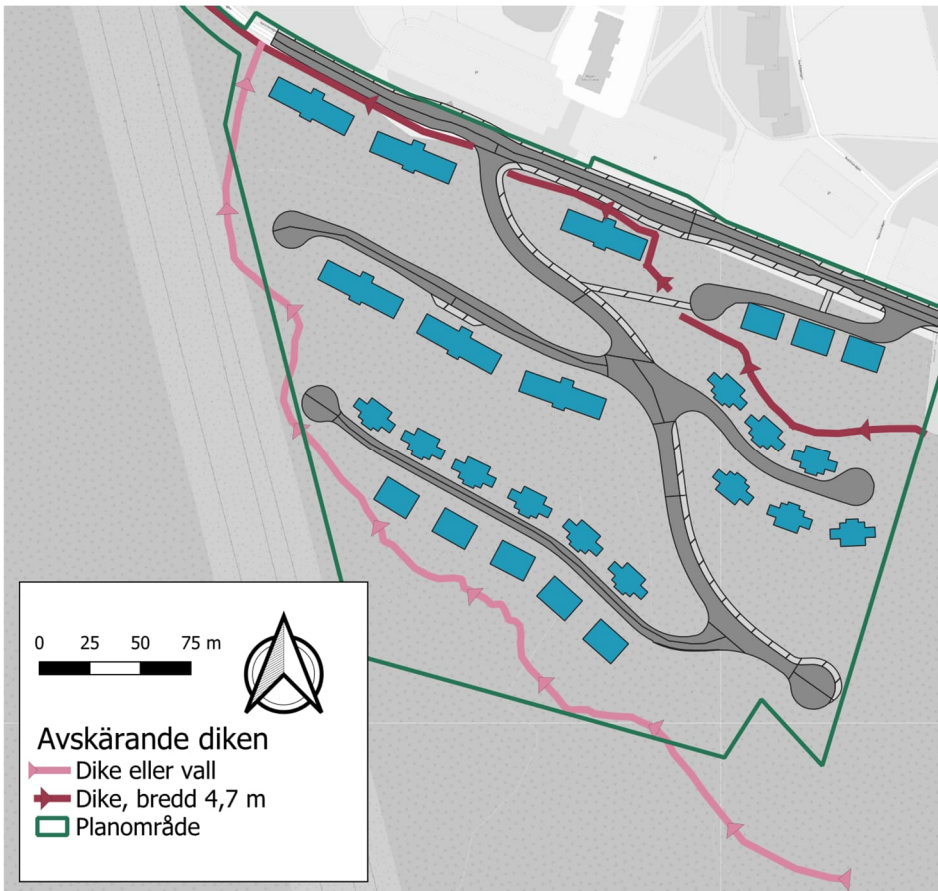
Även om planområdet kan utformas på ett sätt så att risken för betydande skador inom området är låg riskerar exploateringen att förvärra situationen för områdena nedströms planområdet. I och med att avrinningskaraktäristiken i området förändras finns det en risk att det maximala flödet nedströms området ökar vilket kan leda till problem inom nya områden, men dessa är svåra att bedöma utan en hydraulisk 2D-modell av Nacksta. Vid ett skyfall bedöms det dock att det redan i dag kommer stora flöden från de existerande naturmarksområdena, och även om avrinningen blir ännu större vid en exploatering bedöms det ökade flödet inte skapa några nya riskområden. Existerande riskområden såsom lågpunkter, instängda områden och platser där marken lutar mot husen kommer fortsätta att vara riskområden.

## 6 Utformning

För att erhålla god fördröjning i området föreslås att området avvattnas med öppna lösningar såsom anvisas i Figur 8. Majoriteten av avledningen inom området erhålls via vägdiken och regleras utifrån detta, men det är ett dike vars funktion är särskilt viktigt och därför måste regleras separat. Detta är det avledande diket inom området som leder vattnet västerut och representeras av den mörkröda linjen i Figur 13. Om en bottenbredd på 0,5 m antas med en slätlutning på 1:3 måste diket vara 0,7 meter djupt med en bredd på 4,7 meter vid marknivå för att kunna avleda det dimensionerande flödet från området vid en lutning på 10 %. För att möjliggöra underhåll av diket där det inte ligger i anslutning till en väg måste ytan runt diket utökas med någon eller några meter för att säkerställa att nödvändigt utrymme finns.

Den södra, avskärande konstruktionen, representerat av den ljusröda linjen i Figur 13, har inte tilldelats någon ytutbredning eftersom det rekommenderas att avledningen säkerställs med en vall som endast fångar upp avrinning längs markytan; om ett dike anläggs kan tillstånd för markavvattning krävas. Om ett dike anläggs finns också en risk att grundvatten kontinuerlig leds till den västra dammen vilket dels minskar dammens fördröjande kapacitet, dels medför en risk att dammen inte kommer att vara tom mellan regn.

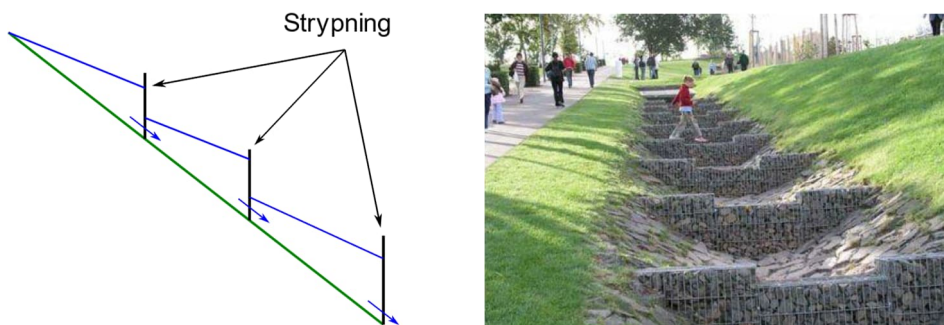




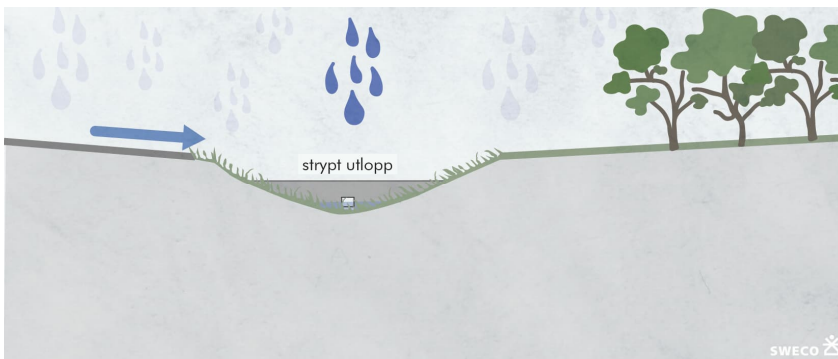
Figur 13. Figuren redovisar bredden för respektive dike. Anläggs ett dike som exempelvis svackdike för att öka fördröjning och rening kan ytbehovet ökas.

Där det är möjligt bör dikena antingen utformas som sektionerade diken eller svackdiken för att främja rening av dagvattnet, men även för att förbättra fördröjningen. Dikena kommer då uppta än mer plats; exempel på utformning av ett sektionerat dike och ett svackdike visas i Figur 14 respektive Figur 15. Ska sektionerade diken eller svackdiken anläggas kommer ytterligare ungefär en meter tillkomma på dikenas ytbredd.

Genom att begränsa utloppet i ett svackdike kan utflödet styras. Detta kan användas för att magasinera vatten i det östra området.



Figur 14. Exempel på hur ett dike i sluttning kan sektioneras för att öka fördröjningen. Den vänstra figuren visar principen, och den högra figuren visar ett exempel.



Figur 15. Exempelutformning på ett svackdike. I bilden finns ett strypt utlopp men det är inte alltid nödvändigt.

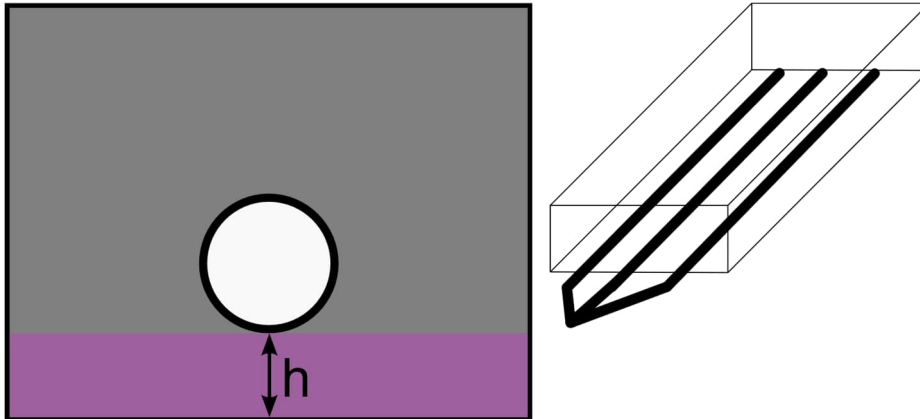
Hårdgjorda ytor bör utformas med annat material än asfalt där möjligheten finns för att öka infiltrationen; exempelvis uppfarter och parkeringar kan anläggas med armerat gräs eller grus i stället för asfalt. Ett exempel på en parkering med armerat gräs visas i Figur 16.



Figur 16. Bilden visar en bilparkering med armerat gräs som beläggning.

Fördröjningsmagasinet i det västra området ska utformas som en torrdamm för att öka magasinets renande förmåga. Genom att anlägga utloppet något över magasinets bottennivå kan även mindre regn fördröjas och renas eftersom utflödet blir noll om nivån är lägre än höjden till öppningen ( $h$ ), se den vänstra bilden i Figur 17. För att ändå säkerställa att magasinet kan tömmas inom rimliga tidsförlopp kan infiltrationsledning anläggas i botten, se den högra figuren i Figur 17. Att anlägga utloppet en bit ovanför magasinbotten kan även vara fördelaktigt ur ett flödesperspektiv då det tillåter att ett sedimentskikt med höjden  $h$  ansamlas utan att utloppet påverkas.

En negativ aspekt med att anlägga utloppet  $h$  meter över botten är dock att volymen  $V = A \times h$  inte kan tillgodoräknas vid fördröjning av regn där vattendjupet i magasinet överstiger  $h$  m.



Figur 17. Vänster: Exempel på hur ett utlopp kan utformas med utloppet något förhöjt över magasinbotten. Höger: Magasin med dräneringslösning.

Ytterligare en variant på magasinets utformning är att utforma inloppet till magasinet så att vattnet upp till ett visst flöde leds förbi magasinet och därefter breddar vattnet in i magasinet. På så sätt minskar risken att magasinet delvis är fyllt med vatten när en fördröjning verkligen behövs. Med en sådan lösning försvinner dock möjligheten att fördröja vissa mindre regn. Funktionen kan uppnås genom att exempelvis anlägga en trumma med en viss kapacitet där vattnets leds in i magasinet när trumman börjar dämna.

För att kunna anlägga dammen så enkelt som möjligt föreslås att dammen anläggs mellan kraftledningsgatan och Sandbergsbäcken då marken är planare där. En yta var det bör vara möjligt att placera dammen är markerad i Figur 18. Ytan är vald utifrån att delar av den är relativt flack och är belägen mellan kraftledningsstolparna. Om dammen anläggs på föreslagen plats måste dessutom hänsyn tas till ett säkerhetsavstånd från stolparna till dammen.

Den markerade ytan för ett magasin i Figur 18 är drygt 4 000 m<sup>2</sup>, och den nödvändiga magasinvolymen är drygt 1 500 m<sup>3</sup>. Detta bör lämna utrymme för att utforma en lämplig damm vars placering och konstruktion måste göras i en framtida utredning.

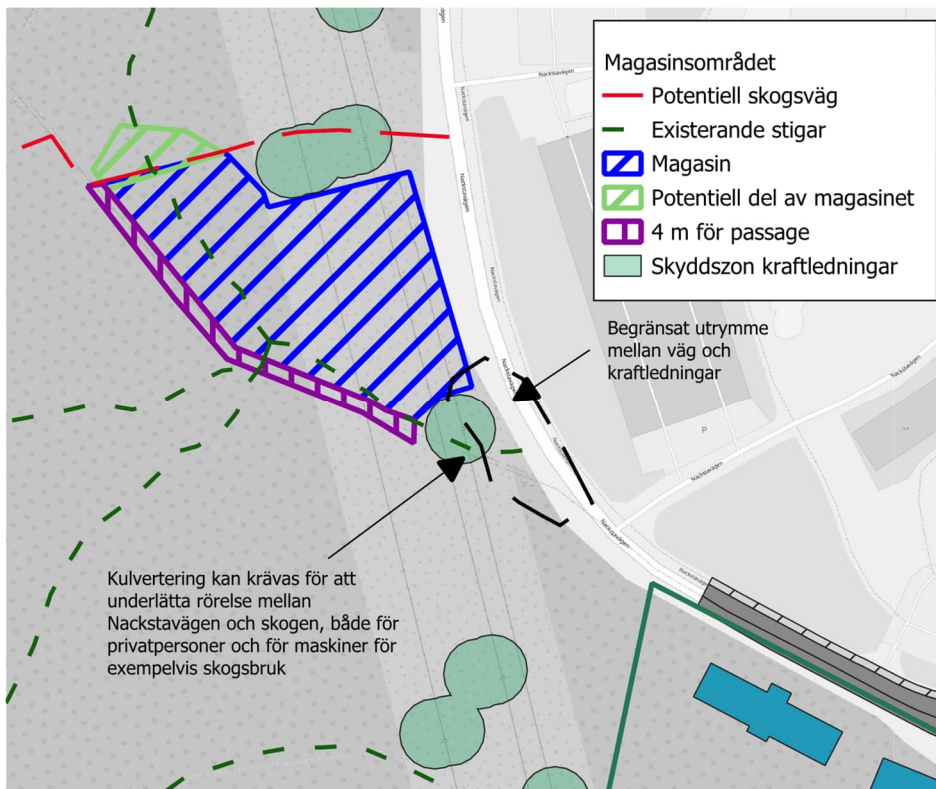


Figur 18. Figuren visar en yta vari det bör vara möjligt att placera dammen. Ytan är vald utifrån kraftledningsstolparnas placering och markens lutning.

Anläggandet av magasin 1 är behäftat med en antal komplikationer. Avståndet mellan Nackstavägen och kraftledningsgatans skyddszoner är begränsat och vid detaljprojektering måste hänsyn tas till detta. Dessutom kan delar av diket behöva kulverteras för att tillåta privatpersoner att enkelt nå naturområdet, och möjliggöra för maskiner att nå området för att exempelvis bedriva skogsbruk.

I Figur 19 visas en skiss över området närmast dammen i det nordvästra hörnet. I dag går det en stig där dammen föreslås placeras (grönt streck) och därför föreslås att denna stig flyttas till det lilaskrafferade område i figuren.

I figuren har ett område med en bredd på fyra meter markerats som ersättning för den existerande stigen för att möjliggöra för skogsmaskiner att färdas längs stigen. Skulle en väg för skogsmaskiner i stället anläggas norr om magasinet kan remsan göras smalare, och då går det eventuellt att få ut en större area för magasinet trots att den översta delen av magasinet då försvinner.



Figur 19. Figuren visar området närmast dammen. Både det tillrinnande diket och dammen ligger i anslutning till en kraftledningsdata vilket försvårar anläggandet. Stolparna har ett skyddsavstånd på tio meter vilket medför att passagen mellan Nackstavägen och stolparna blir smal.

## 7 Förutsättningar för genomförande av detaljplan

Det ursprungliga planområdet har uppdaterats för att även inkludera yta för den västra dammen och de avskärande dikena. Hänsyn måste dock bland annat tas till kraftledningsgatan och existerande stigar och en diskussion måste därför hållas mellan Sundsvalls kommun, MSVA, exploitören och andra intressenter såsom kraftnätsägaren Eon angående möjligheten för genomförande.