

NORRKÖPING KOMMUN

PM DAGVATTEN

LINDÖ 2:20, TEKNISK UTREDNING

SLUTVERSION 2023-09-08



wsp

PM DAGVATTEN

LINDÖ 2:20, TEKNISK UTREDNING

Norrköping kommun

KONSULT

WSP

Dragarbrunnsgatan 41

753 20 Uppsala

Besök: Lagergrens gata 8

Tel: +46 10-722 50 00

WSP Sverige AB

Org nr: 556057-4880

wsp.com

KONTAKTPERSONER

Ylva Geber, WSP, ylva.geber@wsp.com

PROJEKT

Lindö 2:20

UPPDRAGSNAMN

Lindö Teknisk utredning - dagvatten

UPPDRAGSNUMMER

10304658

FÖRFATTARE

Ylva Geber, Eirini Kapsa

DATUM

2023-09-08

ÄNDRINGSDATUM

GRANSKAD AV

Kristina Wilén

GODKÄND AV

Pär Almkvist

INNEHÅLL

1	Sammanfattning	5
2	Bakgrund och syfte	6
2.1	Syfte	6
2.2	Uppdrag	6
3	Förutsättningar	8
3.1	Styrande dokument	8
3.2	Underlag och källor	9
3.3	Koordinat och höjdsystem	10
3.4	Dimensioneringsförutsättningar	10
4	Befintliga förhållanden	11
4.1	Beskrivning av området	11
4.2	Topografi och hydrologi	11
4.3	Befintlig dagvattenhantering	14
4.4	Recipienter och miljö kvalitetsnormer	14
	Lindö kanal	15
4.5	Natur- och kulturintressen	16
4.6	Geologi, geoteknik och geohydrologi	18
	Geologiska förhållanden	18
	Geohydrologi	19
	Förorenad mark	20
4.7	Markavvattningsföretag	21
5	Framtida förhållanden	22
5.1	Planområdets föreslagna utformning	22
5.2	Karterad markanvändning	23
5.3	Beräkningar av dimensionerade flöden	25
	Dimensionerade flöde	25
5.4	Fördröjningsbehov	27
	Dimensionering kvartermark (10mm)	27
	Erforderlig fördröjning (20-årsregn)	27
5.5	Föroreningsbelastning	28
5.6	Bedömning av påverkan på recipient	29
5.7	Reningsbehov	30
5.8	Underlag för val av dagvattenlösning	30

6	Förslag till dagvattenhantering	31
6.1	Verksamhetsområde	31
6.2	Övergripande principer	31
6.3	Dagvattenhantering för mindre regn	32
	Nedsänkt växtbädd	33
	Infiltrationsstråk och svackdike	33
6.4	Dagvattenhantering för stora regn	34
6.5	Systemlösning	38
6.6	Dimensionering av dagvattenanläggningar	39
	Dagvattenhantering för mindre regn	39
	Dagvattenhantering för stora regn	40
6.7	Föroreningsbelastning efter åtgärder	41
6.8	Åtgärder för hantering av extrema regn	44
7	Ansvar och kostnader	47
7.1	Kostnadsbedömning	47
8	Effekter av föreslagna lösningar	48
8.1	Klimatförändringar	48
8.2	Flödesutjämning	48
8.3	Miljö kvalitetsnormer	48
8.4	Åtgärder utifrån föreslagna lösningar	49
	Höjdsättning av skolfastighet	49
8.5	Tillstånd och anmälan	50
9	Fortsatta utredningar	51
10	Referenser	52
	Bilaga 1	53

1 SAMMANFATTNING

WSP har fått i uppdrag av Norrköping kommun att göra en teknisk dagvattenutredning för detaljplanen Lindö 2:20 som ligger öster om Norrköping. Syftet med dagvattenutredningen är att utreda vilken påverkan ett genomförande av detaljplanen skulle ge ur ett dagvattenperspektiv.

Planerad förändring inom planområdet omfattar ny förskola/skola, utbyggnad av befintlig förskola, samt breddning av befintlig gata. WSP har vid beräkningar av flöden och föroreningar utrett två alternativa storlekar på skolbyggnaderna. Lösningar har dimensionerats utifrån alternativet med de största skolbyggnaderna.

Konsekvenserna av strukturplanen är en ökad hårdgöringsgrad då naturmark ersätts med nya skolbyggnader och asfalterade ytor. De dimensionerande flödena ökar i och med den ökade andelen hårdgjorda ytor samt på grund av hänsyn till framtida klimat. Då befintligt ledningsnät är underdimensionerat är fördröjningsåtgärder nödvändiga inom planområdet för att kunna ansluta till befintliga ledningar. Enligt föroreningsberäkningarna överskrids för planerad markanvändning Norrköpings kommuns riktvärde för utsläpp av dagvatten med avseende på fosfor, varvid det även bedöms föreligga ett reningsbehov.

Föreslagna dagvattenanläggningar är dimensionerade enligt Norrköpings kommuns åtgärder för hantering av mindre regn, vilket innebär omhändertagande av de första 10 mm vid ett regn. För omhändertagande av mindre regn (10 mm) föreslås svackdiken och växtbäddar på kvartersmark. För gaturummet anläggs ett gräsbeklätt krossdike dit dagvatten från både körbana och GC-bana kan avledas ytligt.

För att fördröja den erforderliga volymen vatten som genereras inom planområdet vid stora regn (återkomsttid på 20 år) har tre alternativa ytor lokaliserats för fördröjningsåtgärder innan anslutning på ledning. För de två senare alternativen där dagvattnet leds åt nordväst, kan fördröjningsåtgärden utformas som en grön lösning vilken även har renande effekter.

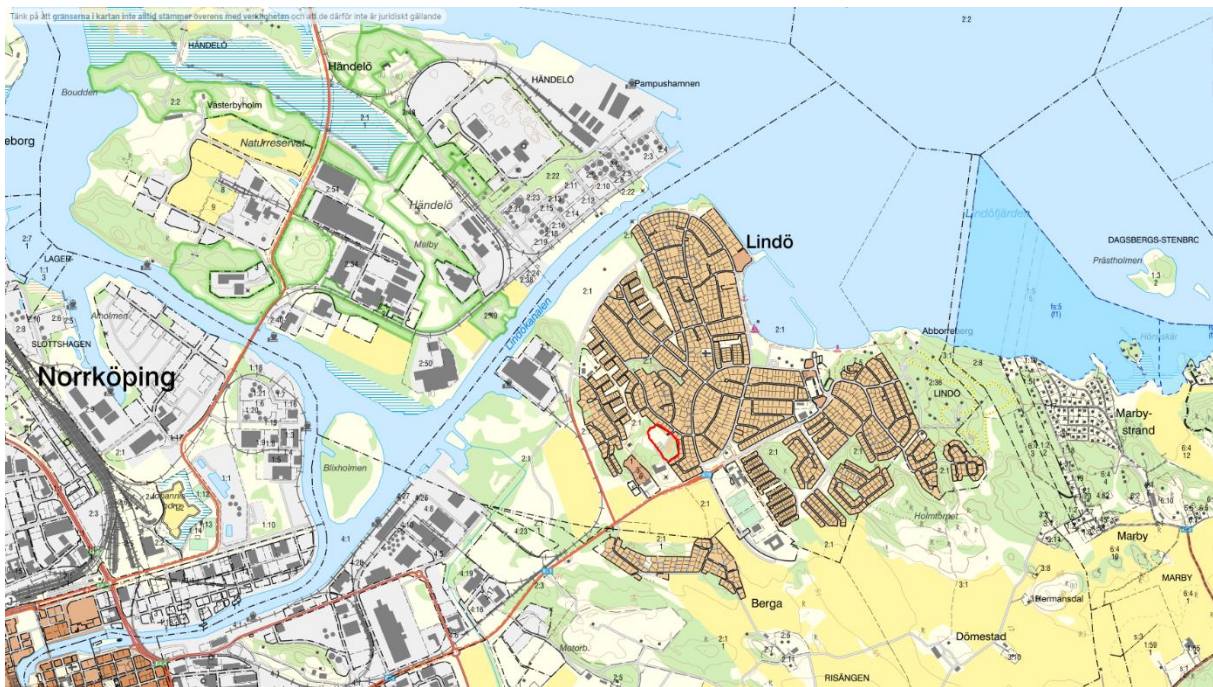
Om dagvattenanläggningen för stora regn utformas med en våt damm eller översilningsyta beräknas föroreningshalterna för de undersökta föroreningarna i planområdet understiga gällande riktvärden. Om ytan i sydöstra delen av skolfastigheten i stället nyttjas, är det på grund av höjdsättningen inte möjligt att utforma åtgärden som en reningsanläggning varvid man i stället behöver tillförlita sig på reningen i föreslagna dagvattenåtgärder på kvartersmark och i gaturummet. En minskad belastning bedöms som positiv för recipienterna och bidrar till en ökad status, vilket är en förutsättning för att nå satta miljö kvalitetsnormer för recipienten.

Då Spantgatan ligger högre än kvartersmarken, kan denna inte användas för sekundära flödesvägar vid ett skyfall. I stället är det av stor vikt att höjdsätta ny kvartersmark så att skyfallsvattnet avleds bort från bebyggelsen, mot naturmark. Den ökade hårdgöringsgraden inom planområdet medför ökade flöden vid ett skyfall som riskerar att förvärra för det översvåmningsdrabbade området. Genom att anlägga en vall mot befintlig bebyggelse samt att skapa en ny rinnväg runt bebyggelsen skyddas bebyggelsen vid skyfall. Skyfallsåtgärderna på naturmarken kan kombineras med fördröjningsåtgärden för stora regn om naturmarken utanför planområdet nyttjas till detta.

Utpekade åtgärder kräver vidare projektering. För att garantera en fungerande dagvattenhantering behöver även kompletterande geotekniska mätningar utföras i anslutning till tänkta placeringar av dagvattenåtgärder.

2 BAKGRUND OCH SYFTE

WSP har på uppdrag av Norrköpings kommun, utfört en teknisk utredning gällande dagvatten i samband med pågående planarbete för fastigheten Lindö 2:20. Detaljplanen ligger inom Lindö, öster om Norrköping, se Figur 1. Inom planområdet planeras en förskola/skola att byggas. Förslag finns på två olika storlekar på skolbyggnaden. Dessutom finns förslag på att bygga ut den befintliga förskolan samt att komplettera befintlig kvartersmark med mindre komplementbyggnader. Dagvattenutredningen ska utgöra ett underlag för planarbetet.



Figur 1: Orienteringskarta över Lindö, öster om Norrköping. Planområdet är markerat schematiskt med röd linje.

2.1 SYFTE

Syftet med dagvattenutredningen är att utreda vilken påverkan ett genomförande av detaljplanen skulle ge ur ett dagvattenperspektiv samt att visa på en hållbar dagvattenhantering inom planområdet.

2.2 UPPDRAG

Nodra har tagit fram ett dagvatten PM för Lindö 2:20 samt för den närliggande fastigheten Lindö 2:1 (Nodra, 2022) med syftet att ta fram ramar över vad dagvattenutredningen ska innefatta:

- Beskriva områdets karaktär, befintliga dagvattenhantering och recipient.
- Beräkna flöden före och efter förändrad markanvändning för stora regn.
- Beräkna föroreningsinnehåll före och efter förändrad markanvändning.
- Uppdatera dagvatten-PM:ets (Nodra, 2022) bedömning av påverkan på recipient och om reningsbehov utifrån föroreningsberäkningarna.
- Om reningsbehov föreligger, undersök hur rening av dagvatten ska ske.
- Föreslå och beskriv lämplig lösning för att hantera stora regn. Beskriv eventuella ytor som är lämpliga och behöver avsättas för ändamålet.
- Beskriva hur detaljplanen påverkar MKN för recipient.

- Översiktligt bedöma risk för översvämning vid extrema regn och risk för påverkan på ytliga rinnvägar vid extrema regn.
- Säkerställa att exploatering inte medför försämrade förutsättningar för områden nedströms. (Detta kan först utföras då höjdsättningen inom planområdet är fastställd)
- Ta fram nödvändiga fördröjningsvolymmer för hantering av extrema regn.
- Ta fram ytbehov för översvämningssytor och rinnvägar för extrema regn.
- Modellering av översvämningssrisk vid extrema regn (i Scalgo Live).

3 FÖRUTSÄTTNINGAR

3.1 STYRANDE DOKUMENT

Dagvattenutredningen följer *Riktlinje för hållbar dagvattenhantering*, framtaget av Norrköpings kommun Norrköpings kommun, 2019-04-03 (Norrköpings kommun, 2019). Dokumentet med medföljande bilagor sammanfattas nedan:

För att Norrköping ska kunna hantera dagvatten hållbart ska alla enligt riktlinjen bidra till att säkra följande:

- De första 10 mm (mindre regn) tas om hand nära källan för att minska avrinning, rena och för att säkra grundvattenbildning.
- Hantera stora regn i en dagvattenanläggning.
- Säkra bebyggelsen med sekundära avrinningsvägar och tillfälliga översvämningssytor för de extrema regnen.

För att säkra att miljö kvalitetsnormer för vatten uppnås och bidra till skydd av recipienter ska Norrköpings kommun:

- Arbeta förebyggande med att begränsa uppkomsten av föroreningar vid källan.
- Ställa krav på enskild rening av dagvatten från verksamheter som riskerar att påverka människors hälsa eller miljön.
- Avskilja förorenade flöden från annat dagvatten så att de mest förorenade flöden enklare kan renas.
- Utforma dagvattensystem så att en så stor del som möjligt infiltreras och så att flödestopparna minimeras samt föroreningarna avskiljs och bryts ned under vattnets väg till recipienten.
- Undvika avrinning av dagvatten till en recipient som riskerar att påverkas negativt av utsläppet (enligt bilaga 2).
- Rena och/eller fördröja dagvatten där utsläppet sker till recipient som riskerar att påverkas negativt av utsläppet.
- Oavsett ovanstående punkter ska rening av dagvatten alltid övervägas utifrån miljöbalkens allmänna hänsynsregler (2 kap. miljöbalken). Reningsnivå ska utgå från riktvärden för utsläpp se Tabell 1.
- Ta hänsyn till förekomst av förorenad mark och risk för spridning av föroreningar i utformning av dagvattenhantering.
- För att undvika konsekvenser för miljön vid olyckor ska det säkras att det finns möjlighet att stänga av dagvattenflödet innan det når dagvattensystemet eller recipient.

Bilaga 2 i *Riktlinje för hållbar dagvattenhantering* (Norrköpings kommun, 2019) anger att det föreligger en risk för påverkan på recipienten från dagvattenutsläpp då:

- Det tillkommande dagvattenflödet är stort i förhållande till flödet/volymen i recipienten, vilket innebär att utspädningen av dagvattnet är låg.
- Fastläggning av föroreningar genom fördröjning och infiltration av dagvattnet innan det når recipienten är låg. Den tillkommande mängden av föroreningar är stor i förhållande till den totala belastningen på recipienten.
- Utsläppet sker inom ett vattenskyddsområde (primär/inre eller sekundär/yttre zon).

- Utsläppet sker till en recipient som ingår i ett område med skyddade naturvärden och där dagvattenutsläppet riskerar att påverka skyddade värden negativt.
- Utsläppet sker nära en allmän badplats.

Enligt bilaga 3 i *Riktlinje för hållbar dagvattenhantering* (Norrköpings kommun, 2019) anges att i de fall utsläpp sker till recipient där bedömningen är att det inte finns någon risk för negativ påverkan enligt bilaga 1 ska rening av dagvatten alltid övervägas utifrån miljöbalkens allmänna hänsynsregler (2 kap. miljöbalken och särskilt 2:3, 2:5 och 2:6). Nivå av rening ska avgöras i varje enskilt fall. Nedan tabell anger riktvärden som för Norrköpings kommun utgör miniminivåer för rening av dagvatten.

Tabell 1. Riktvärden för utsläpp av dagvatten enligt Bilaga 3 i Riktlinje för hållbar dagvattenhantering (Norrköpings kommun, 2019).

Parameter	Enhet	Riktvärden
Fosfor (P)	µg/l	175
Kväve (N)	mg/l	2,5
Bly (Pb)	µg/l	10
Koppar (Cu)	µg/l	30
Zink (Zn)	µg/l	90
Kadmium (Cd)	µg/l	0,5
Krom (Cr)	µg/l	15
Nickel (Ni)	µg/l	30
Kvicksilver (Hg)	µg/l	0,07
Suspenderade ämnen	mg/l	60
Oljeindex	mg/l	0,7
Benso(a)pyren (BaP)	µg/l	0,07

För beräkningar utgår dagvattenutredningen från Svenskt Vattens P110: *Avledning av dag-, drän och spillvatten*, 2019-12-01.

3.2 UNDERLAG OCH KÄLLOR

Punktlista över underlagsmaterial som använts i uppdraget:

- Svenskt Vattens P110
- VISS, SGU, Länsstyrelsen
- Skyfallskartering för Norrköping kommun, DHI, 2022-05-02
- Dagvatten-PM Detaljplan Lindö 2:20 och Lindö 2:1 inom Lindö i Norrköpings kommun, Nodra, 2022-07-25
- PM Geoteknik, Sweco, 2022-07-01
- Markteknisk undersökningsrapport Lindö 2:20, Sweco 2022-07-01
- PM Geoteknik Lindö 2:20, Norrköping, Reviderad Granskningshandling, Sweco, 2023-09-06

3.3 KOORDINAT OCH HÖJDSYSTEM

Gällande koordinatsystem för området är SWEREF 99 16 30 och höjdsystem RH2000.

3.4 DIMENSIONERINGSFÖRUTSÄTTNINGAR

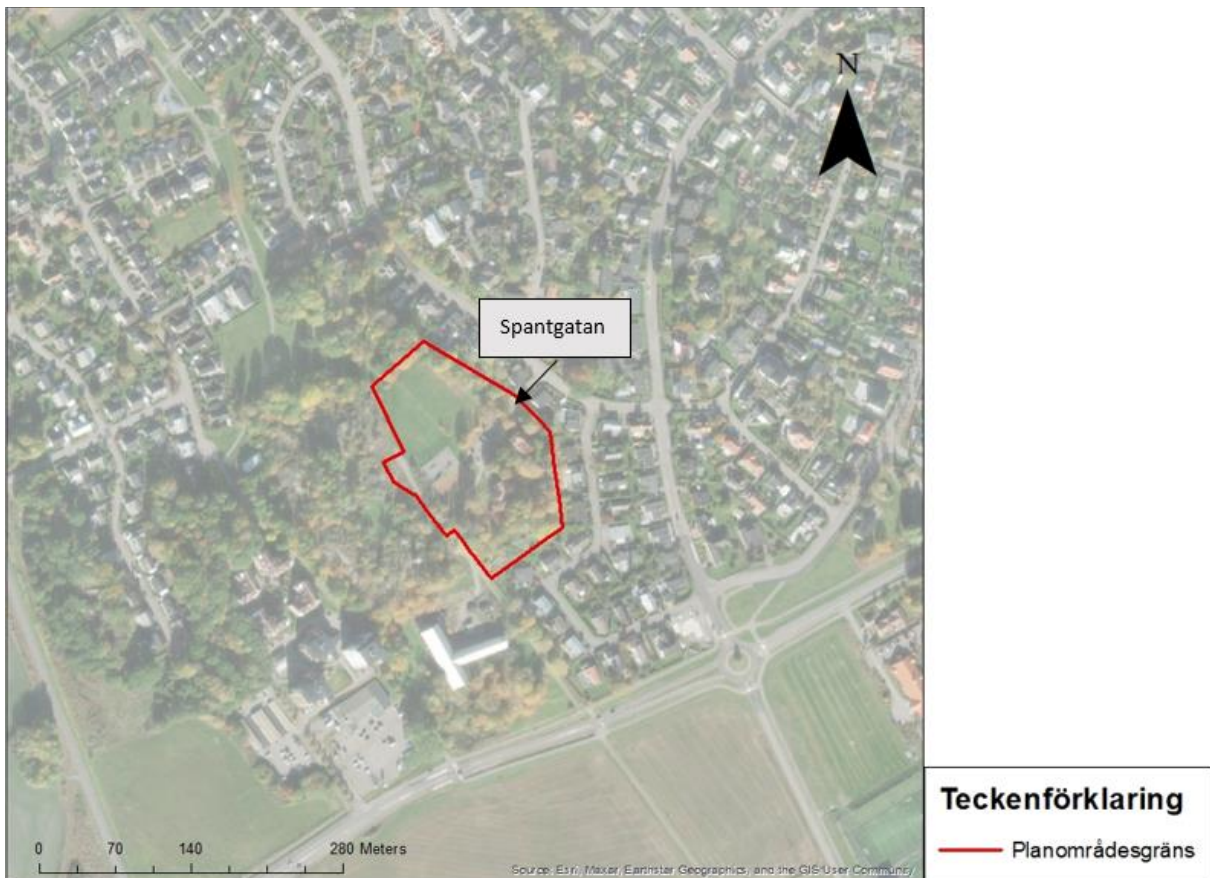
Följande dimensioneringsförutsättningar används i dagvattenutredningen (Nodra, 2022).

Dimensionering kvartersmark – mindre regn.	Omhändertagning lokalt: 10 millimeter enligt rutin. Detta tillgodoräknas inte vid dimensionering av anläggningar för stora regn.
Dimensionering dagvattenanläggning – stora regn.	Återkomsttid: 20 års regn
Dimensionering kontrollerad översvämning – extrema regn.	Återkomsttid: Generellt 100 år men kan vara högre om det är en samhällsviktig verksamhet. SHBK ansvarar för åtgärder för hantering av extrema regn.
Dimensionerande flöde	Metod för beräkning: Rationella metoden
Dimensionerande årsnederbörd för reningsanläggningar	Korrigerad årsnederbörd: 620 millimeter
Klimatanpassning nederbörd	Klimatfaktor: 1,25 för regn med en varaktighet mindre än en timme 1,2 för regn med en varaktighet större än en timme.
Verksamhetsområde	Lindö 2:20 dagvattengata och fastighet Lindö 2:1 dagvatten gata (ska ingå med dagvatten fastighet)
Känd problematik	Källaröversvämningar i närområde. Dåliga markförhållanden, historiska problem vid tidigare markarbeten i närområdet.

4 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN

4.1 BESKRIVNING AV OMRÅDET

Planområdet med en area på cirka 2,26 hektar är beläget i Lindö, en stadsdel cirka 3 km öster om Norrköping. Området avgränsas nordväst till största del av naturmark samt viss bebyggelse, se Figur 2. I sydöst angränsar av grönområden med viss bostadsbebyggelse. Väster om planområdet ligger även en populär backe som på vintern används som pulkabacke. Norr om platsen finns villatomter som behöver få ett hänsynsavstånd till ny skolverksamhet. Det finns flera värdefulla träd, sydväst om befintlig förskola och Lindö herrgård samt en biotopskyddad allé i norra delen.



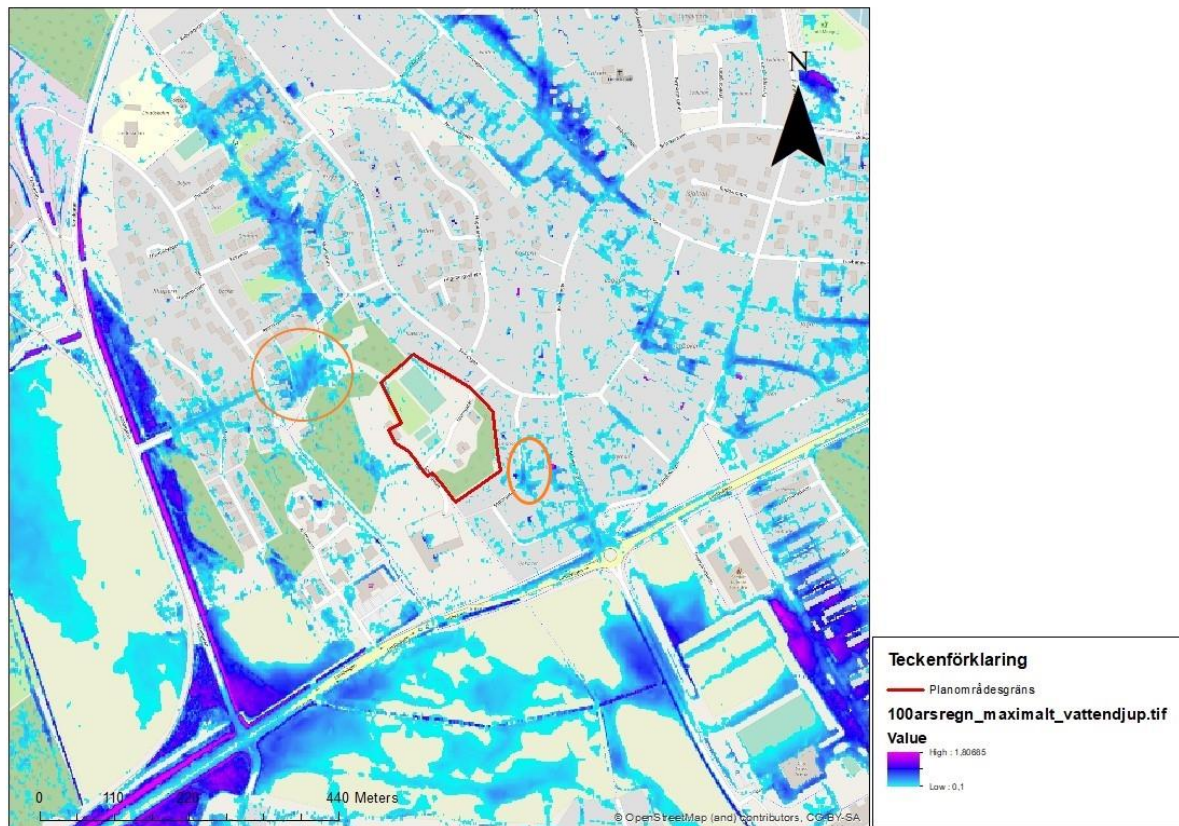
Figur 2: Befintlig karta med ortofoto. Planområdesgräns för Lindö 2:20 visas med röd linje.

4.2 TOPOGRAFI OCH HYDROLOGI

Marknivån inom planområdet varierar mellan +15 och +20 meter. Spantgatan utgör en vattendelare där norra delen av planområdet avrinner via två naturliga rinnvägar åt nordväst medan södra delen avrinner åt sydöst.

DHI Sverige AB har på uppdrag av Norrköpings kommun tagit fram en kartering för extrema regn i programvaran MIKE+ (DHI Sverige AB, 2022). Inom tätorten har modellen utöver markmodelleringen även tagit hänsyn till ledningsnät. Planområdet har i dagsläget inga tydliga översvämningssdrabbade områden men karteringen visar på mindre vattensamlingar inom planområdet vid ett 100-årsregn, se Figur 3. Enligt skyfallskarteringen finns rinnvägar inom planområdet som avrinner till en lågpunkt strax nordväst om planområdet, se orange

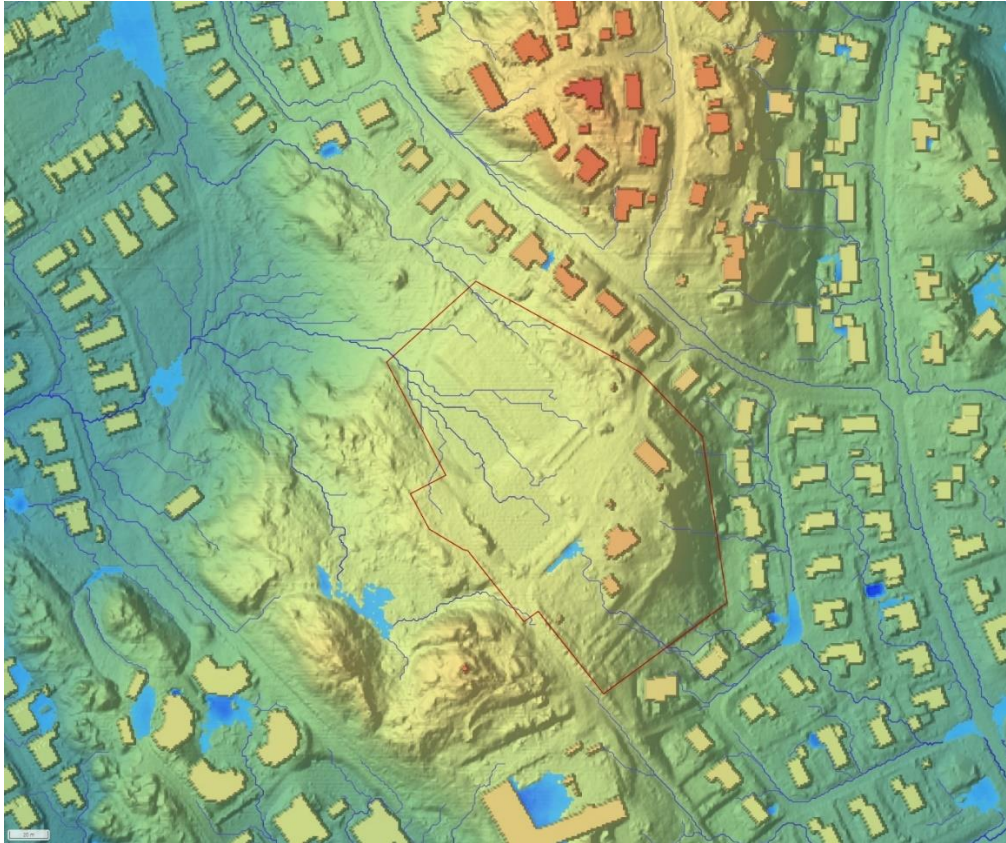
ring i Figur 3. Detta område utgör risk för befintlig bebyggelse vid ett skyfall. Seglartagan sydöst om planområdet utgör ett annat område med stående vatten vid ett 100-årsregn.



Figur 3. Marköversvämning vid ett 100-årsregn utifrån skyfallskartering i MIKE+ (DHI Sverige AB, 2022). Stående vatten nedströms planområdet redovisas med orange ring.

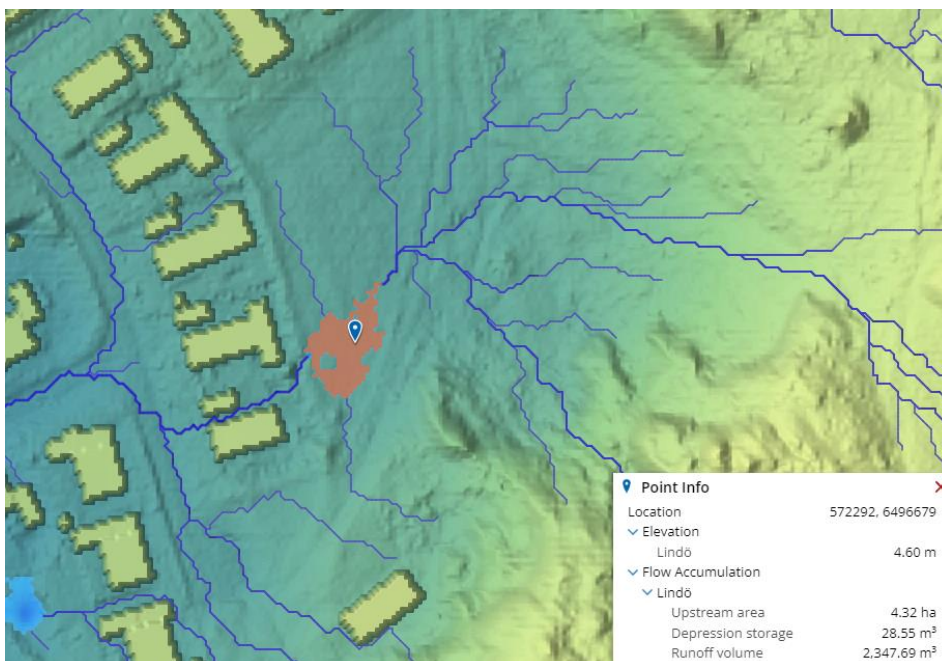
För att studera det översvämingsdrabbade området nordväst om planområdet närmare har en lågpunktskartering utförts i beräkningsprogrammet Scalgo Live. Lågpunktskarteringen visar att större delen av planområdet avrinner mot detta område, se Figur 4.

Den befintliga förskoletomten söder om Spantgatan avrinner över radhustomterna sydöst om planområdet mot en lågpunkt vid Seglartagan.



Figur 4. Rinnvägar och lågpunkter i planområdet (Scalگو Live).

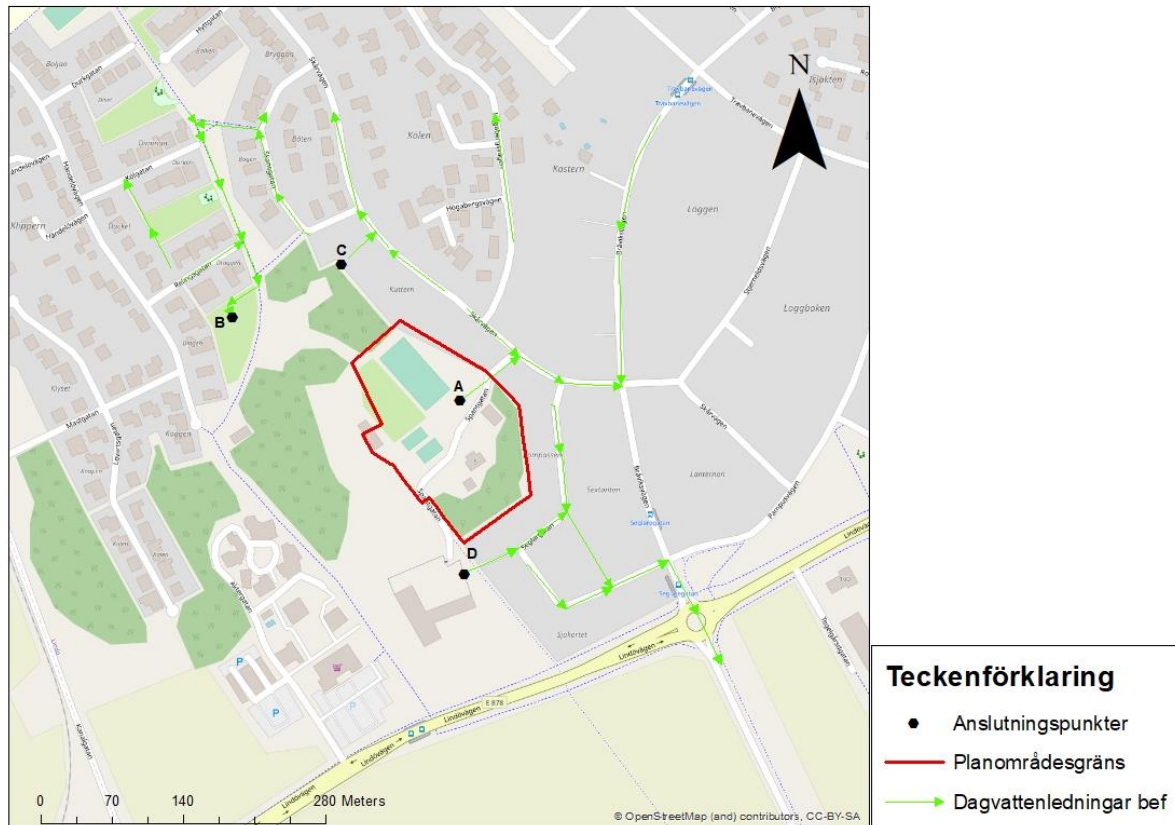
Karteringen visar även att den översvämningsdrabbade lågpunkten nordväst om planområdet i befintlig situation håller upp till ca 30 m³ vatten vid ett 100-årsregn, se Figur 5. Utifrån karteringen kan vidare noteras att skyfallsvattnet som inte ryms i lågpunkten avrinner vidare västerut, via en flödesväg tvärs över en befintlig villatomt.



Figur 5. Lågpunktsanalys i Scalگو Live av översvämnat område nordväst om planområdet samt huvudsakliga befintliga flödesvägar vid skyfall.

4.3 BEFINTLIG DAGVATTENHANTERING

Befintligt dagvattenledningsnät i Lindö är underdimensionerat och klarar inte gällande dimensionskrav 10 års regn. För planområdet finns fyra möjliga anslutningar till befintligt nät, se Figur 6.



Figur 6. Befintligt dagvattennät med möjliga anslutningspunkter redovisat schematiskt.

Det norra ledningssystemet (anslutningspunkt B och C) är påverkat av indämning från havet och stigande havsnivåer. Tidigare modellresultat visar att trycknivåer stiger ovanför marknivå vid ett 10-årsregn. Här finns även problem med källaröversvämningar. Eftersom befintligt dagvattennät i norr har nått sin maxkapacitet krävs fördröjning av dagvatten som avleds hit. Befintligt system kan enligt Nodra motta maximalt 15 l/s.

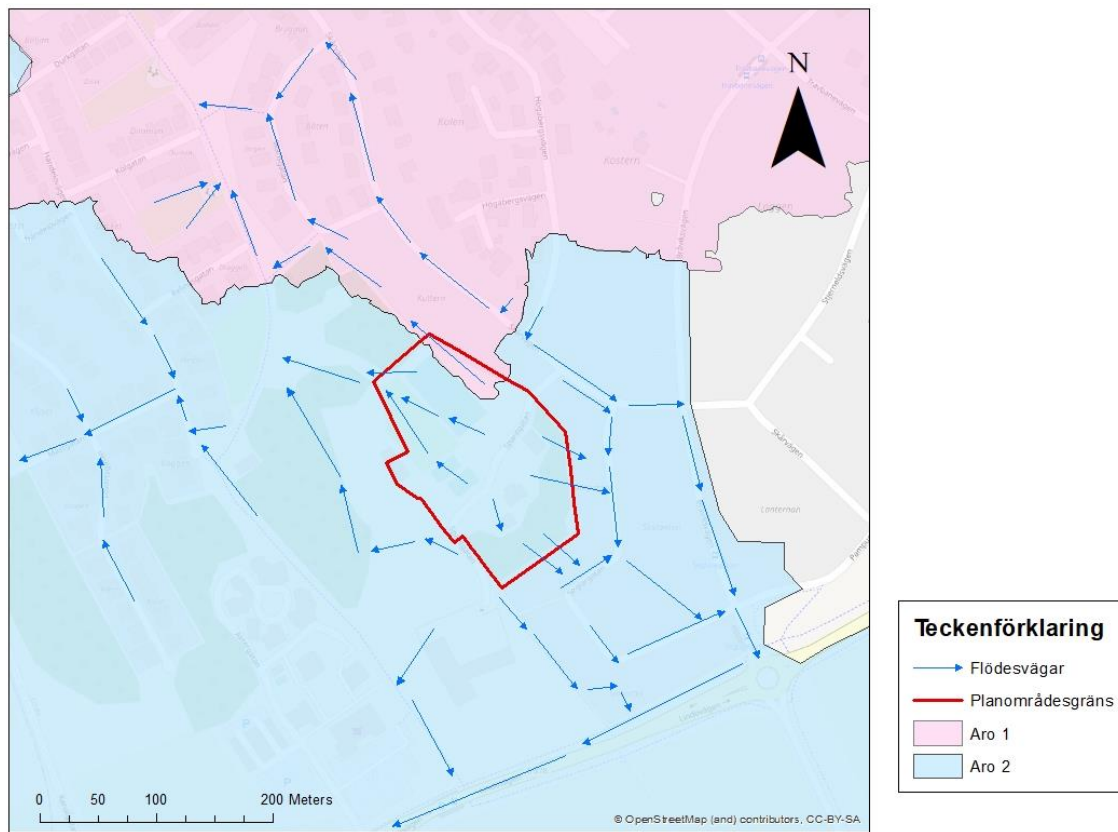
Det södra ledningssystemet (anslutningspunkt A och D) har något bättre kapacitet och kan ta emot 30 l/s. Utloppet mynnar ut i ett dikessystem som leds till recipienten. Nedströms har diket låg kapacitet varpå fördröjning behövs även för dagvatten som avleds söderut.

Utifrån tillgängligheten bedöms anslutningspunkt A vara lättast att ansluta till. Då större delen av planområde topografiskt lutar åt nordväst utreds även anslutning till anslutningspunkt B i dagvattenutredningen.

4.4 RECIPIENTER OCH MILJÖKVALITETSNORMER

Det finns ingen grundvattenförekomst inom eller nedströms planområdet. Topografiskt avrinner den större delen av planområdet västerut, se avrinningsområde 1 i Figur 7, via avrinningsvägar åt nordväst för delen av planområdet som ligger norr om Spantvägen och via avrinningsvägar söderut för delen södra om Spantvägen. Via dagvattenledningar och diken når sedan dagvattnet recipienten Lindö kanal. Den norra delen av planområdet, se

avrinningsområde 2 i Figur 7 avrinner norrut till ett inlopp i Lindö kanal rakt norr om planområdet.



Figur 7. Topografiska avrinningsområden (aro) med schematiska flödesvägar.

År 2000 trädde EU:s gemensamma regelverk om vatten, det så kallade vattendirektivet, i kraft. Syftet med direktivet är att säkra en god vattenkvalitet i Europas yt- och grundvatten. Sjöar, vattendrag, kust- och grundvatten som är tillräckligt stora omfattas av vattendirektivet och kallas då formellt för vattenförekomster. Det finns fastställda miljökvalitetsnormer (MKN) för alla vattenförekomster. Från och med 1/1–2019 har vattendirektivet även införlivats fullt ut i miljöbalken (1998:808) i 5 kap. 4§. Sammanfattningsvis innebär det att en verksamhet eller åtgärd inte får tillåtas av en myndighet eller kommun om de ger upphov till en försämring av vattenmiljön som äventyrar möjligheten att uppnå den status eller potential som vattnet ska ha enligt MKN. MKN för ytvatten omfattar ekologisk och kemisk ytvattenstatus. Den ekologiska statusen bedöms på en femgradig skala: *hög, god, måttlig, otillfredsställande* och *dålig* medan kemisk ytvattenstatus har två klasser: *god* och *uppnår ej god*.

Nationellt sett finns ett undantag på MKN för den kemiska ytvattenstatusen gällande difenyleter och kvicksilver. Undantaget utgörs av mindre stränga krav då det bedöms tekniskt omöjligt att sänka halterna till nivåer som uppnår god status p.g.a. att problemen främst beror på långväga luftburna föroreningar. Halterna får dock inte öka (jämf. 2015).

Lindö kanal

Lindö kanal (SE649884-152 502) är upptagen i VISS som en ytvattenförekomst. Vattendraget är ca 2 km och mynnar till Motala ström. Lindö kanal mottar vatten från ett avrinningsområde på ca 3 km². Lindö kanal har enligt senaste bedömning statusklassningen måttlig ekologisk potential och uppnår ej god kemisk status (VISS, 2023b). En sammanställning av

statusklassning och avgörande kvalitetsfaktorer för Lindö kanal visas i Tabell 2. Status, miljö kvalitetsnormer samt klassificerade kvalitetsfaktorer för Lindö kanal (SE649884-152 502) enligt senaste bedömning i VISS (förvaltningscykel 3 (2017–2021)). Färgsättningen är enligt VISS.

Tabell 2. Status, miljö kvalitetsnormer samt klassificerade kvalitetsfaktorer för Lindö kanal (SE649884-152 502) enligt senaste bedömning i VISS (förvaltningscykel 3 (2017–2021)). Färgsättningen är enligt VISS.

Vattenförekomst	Kvalitetskrav	Aktuell status	Kvalitetsfaktorer, klassificering av klassade parametrar		
Lindö kanal (SE649884-152 491)	God ekologisk potential 2033	Måttlig	Biologiska	Påväxt-kiselalger	Ej klassad
				Bottenfauna	Ej klassad
				Fisk	Ej klassad
			Fysikaliska-kemiska	Näringsämnen	Måttlig
				Försurning	Ej klassad
				Särskilda förorenande ämnen*	God
	Hydromorfologiska	Konnektivitet i vattendrag	God		
		Hydrologisk regim i vattendrag	Ej klassad		
		Morfologiskt tillstånd i vattendrag	Ej klassad		
	God kemisk ytvattenstatus	Uppnår ej god	Industriella föroreningar	Bromerade difenyleter	Uppnår ej god
Tungmetaller			Kvicksilver och kvicksilverföroreningar	Uppnår ej god	

* Kvalitetsfaktorn "särskilt förorenande ämnen" kan inte bedömas eftersom det saknas dataunderlag för att kunna göra en bedömning. Mätningar av flertalet särskilda förorenande ämnen i vattnet från nio större östgötska vattendrag 2013 visade att alla ämnen förekom i halter under gränsvärden, med undantag för uran och i vissa fall arsenik.

Ett antal påverksskällor har identifierats inom Lindö kanals avrinningsområde. Avloppsreningsverket Slottshagen, ett antal industrier samt identifierade förorenade områden är punktkällor som enligt VISS bedöms ha en betydande påverkan på vattenförekomstens status. Dessutom bedöms ett antal diffusa källor, däribland urban markanvändning, jordbruk, enskilda avlopp och atmosfärisk deposition ha en betydande påverkan på statusen. Till urban markanvändning bedöms dagvatten enligt VISS ha en betydande påverkan på vattenförekomsten. Listade ämnen som kan utgöra risk för sänkt status är: näringsämnen, koppar, Benso(a)pyrere, PAH:er samt metaller.

I VISS anges ett framräknat förbättringsbehov för totalfosfor för att Lindö kanal ska kunna uppnå god status med avseende på näringsämnen. Detta förbättringsbehov är 16 kg-P/år och bedöms att kunna reduceras genom åtgärder för dagvatten.

4.5 NATUR- OCH KULTURINTRESSEN

Planområdet berör inga riksintressen. Planområdet omfattas heller inte av strandskydd.

Inom norra delen av fastigheten, på den planerade naturmarken, finns en biotopskyddad allé vilket innebär att det är mer än fem lövträd planterade i en dubbelsidig rad, se Figur 8. Allén är belägen längs en stig som tidigare utgjort en väg till Lindö herrgård. Träden utgörs till övervägande del av vuxna träd.

Det finns dessutom flera värdefulla träd sydväst om befintlig förskola samt i slänten bakom befintlig förskola och Lindö herrgård, se Figur 9. Enligt skyddsbestämmelserna för dessa träd bör grävning inte ske inom rotzonen. Enligt standarder i teknisk handbok innebär detta ett skyddsavstånd på 15 m från stammens mitt.



Figur 8: Bild som visar trädallén som omfattas av biotopskydd inom planområdet. Källa: Carlstedt Arkitekter AB.

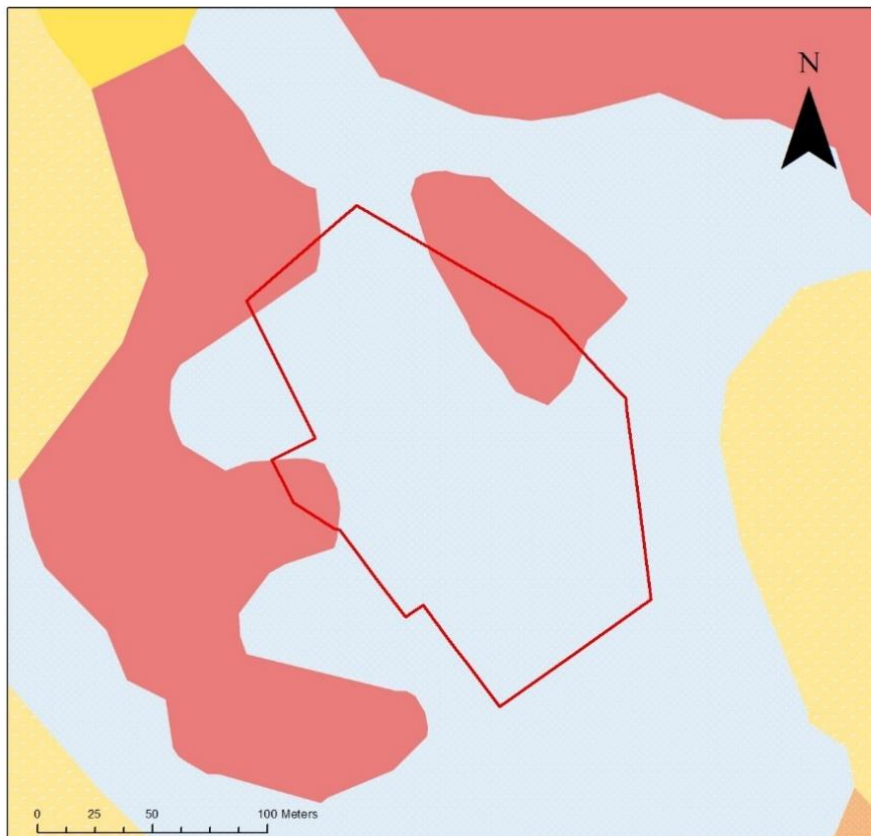


Figur 9. Skyddsvärda träd inom planområdet. Särskilt skyddsvärda träd är markerade med röd ring runt punkten. Källa: Naturvärdesinventering, Örnborg Kyrkander Biologi & Miljö AB.

4.6 GEOLOGI, GEOTEKNIK OCH GEOHYDROLOGI

Geologiska förhållanden

Enligt SGU:s översiktliga jordartskarta (SGU, 2023a) består utbredningsområdet i huvudsak av sandig morän, se Figur 10. Nordväst om planområdet finns ett parti med urberg som går in en bit innanför planområdet i nordvästra respektive västra kanten. Ytterligare ett mindre område av urberg noteras i nordöstra kanten av planområdet. Dessa partier med urberg sammanfaller med områden med ett jorddjup på 0 enligt SGU:s jorddjupskarta (SGU, 2023b).



Figur 10. SGU:s kartvisare över jordarter (SGU, 2023a). I jordartskartan symboliserar rött berg, ljusblått sandig morän, gult glacial lera. Planområdesgränsen redovisas med röd linje.

En geoteknisk undersökning har genomförts av Sweco Sverige AB, 2022-07-01 på fastigheten Lindö 2:20 (Sweco, 2022a) och en översiktligt miljöteknisk markundersökning (MUR) har tagits fram i samband med detta (Sweco, 2022b). Syftet med fältundersökningarna var att översiktligt klarlägga jordlager- och grundvattenförhållanden i området.

Enligt den geotekniska undersökningen framgår att jorden i området består av ca 0,1 m ytligt matjordlager som följs av fyllning till 0,5 och 1,0 m djup. Fyllningen består generellt av grus och sand, lokalt förekommer med inslag av lera. Fyllningen följs av morän, övervägande bedömd som sandig morän, på förmodat berg. Större delen av planområdet har ett jorddjup på 3-5 m. Berg i dagen har påvisats i provtagningspunkten längst i nordväst, vilket sammanfaller med SGU:s jordartskarta. Ytligt berg har även påvisats i en provpunkt längre västerut än gränsen mellan berg och morän som syns i SGU:s jordartskarta i östra delen av planområdet.

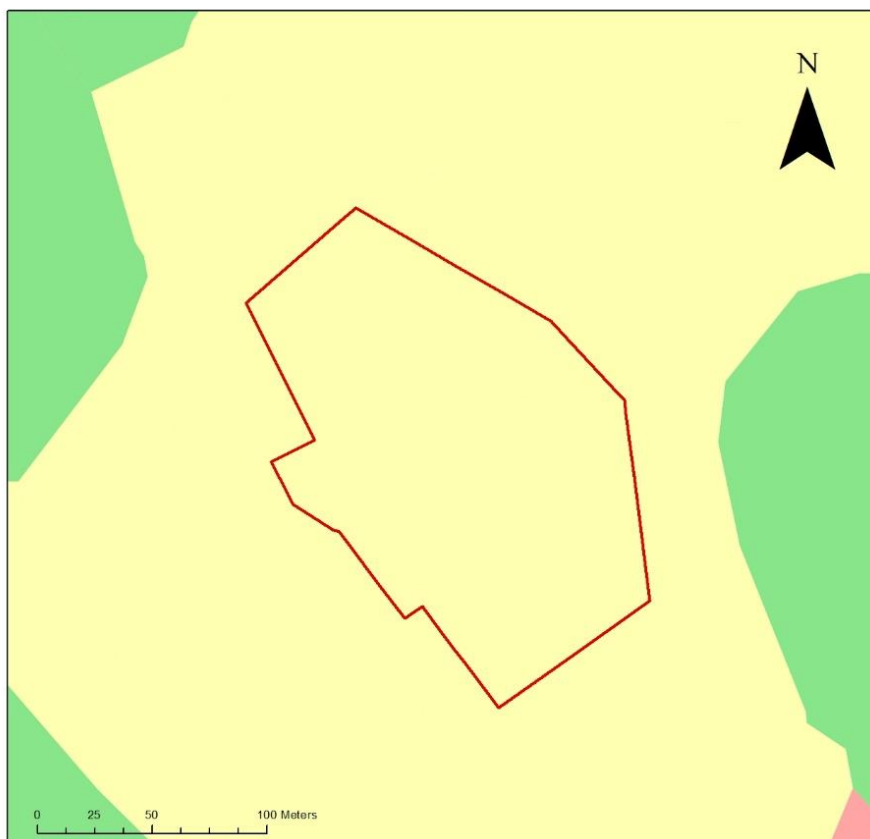
Swecos provtagning i samband med den geotekniska undersökningen har begränsats till planområdets gränser. Provtagning har dock historiskt genomförts nedströms planområdet, i anslutning till den översvåmningsdrabbade ytan (se Figur 3) (Svenska riksbyggen, 1966). I

samband med arbetet med detaljplanen har ett kompletterande geoteknisk PM tagits fram av Sweco (2023) parallellt med framtagandet av dagvattenutredningen där provtagningen i arkivmaterialet tolkats. I de närmast liggande borrhöjningarna i arkivmaterialet varierar jorddjupet mellan 2,5 och 6,5 m. Vid gång- och cykelvägen nordväst om planområdet är jorddjupet enligt arkivmaterialet 2,6 m. Jorden nedströms planområdet består av upp till 5 m sediment, i huvudsak av silt, på fast friktionsjord, sannolikt morän. Detta avviker från jordartskartan som anger att ytjorden består av postglacial lera. Swecos geotekniker gör bedömningen att vid anläggande av dagvattenåtgärder i silt kan uppstå problem med erosion och flytjordsproblem, som behöver tas hänsyn till.

I en provpunkt belägen i sydöstra hörnet av den värst skyfallsdrabbade tomten, visade mätningen utförd av Svenska riksborgen på ytligt berg vilket starkt avviker från SGU:s jorddjupskarta som antyder om särskilt långt avstånd till berg (Svenska riksborgen, 1966, SGU, 2023b).

Geohydrologi

Inom planområdet är genomsläppligheten enligt SGU:s kartvisare för genomsläpplighet (SGU, 2023c) genomgående medelhög, se Figur 11.



Figur 11. SGU:s kartvisare för genomsläpplighet (SGU, 2023c). I genomsläpplighetskartan symboliserar grönt låg genomsläpplighet, gult medelhög genomsläpplighet och rött hög genomsläpplighet. Planområdesgränsen redovisas med röd linje.

Enligt Swecos rapport ligger detaljplaneområdet på en höjd som utgör ett infiltrationsområde för grundvattenmagasin under omgivande lerområden. Vid exploatering rekommenderas därför anläggningar för hantering av dag- och naturvatten anordnas så att vatten tillåts infiltrera i området och inte ledas bort.

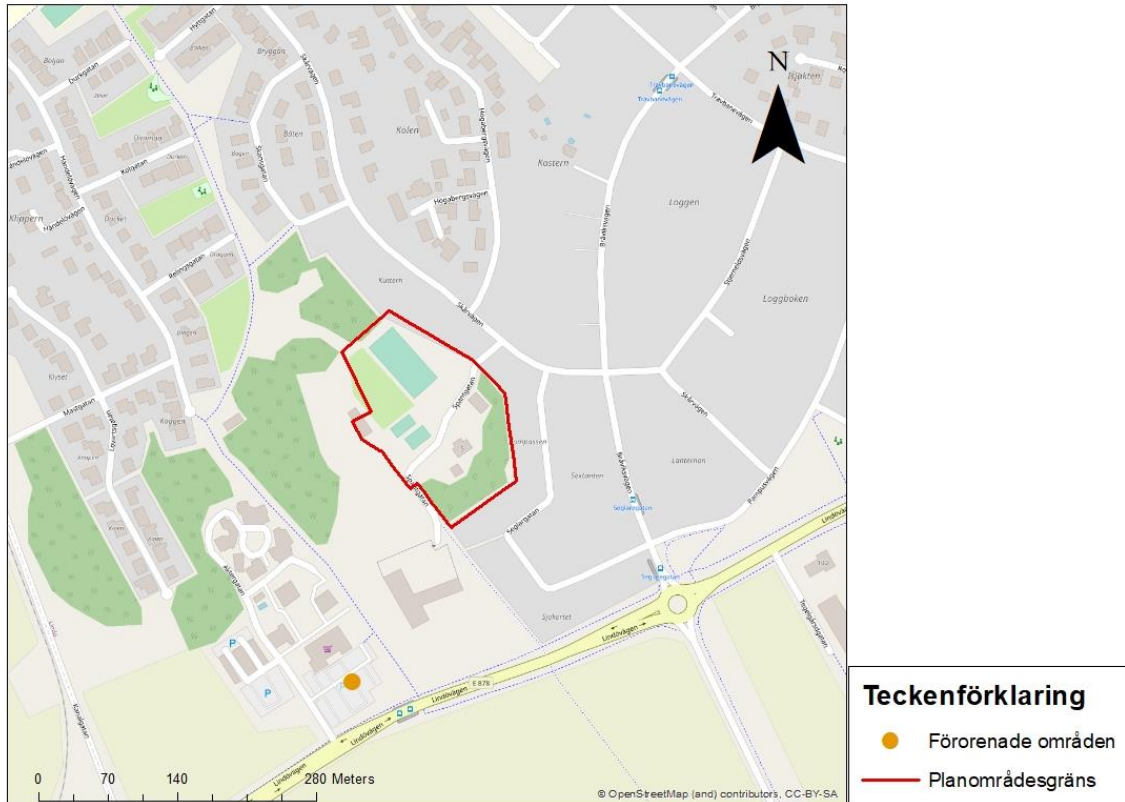
Infiltrationsområdet har dock en stor utbredning i förhållande till det planerade förändringen inom planområdet och även om andelen hårdgjorda ytor ökar så kommer en stor del av området fortsatt utgöras grönområde. Risken för att påverka grundvattenbildningen ses därför av Sweco som generellt liten (Sweco, 2022a).

I Swecos marktekniska undersökningsrapport (2022b)(2023) har grundvattenytan mätts i den norra delen av planområdet till en nivå på mellan +16,0 och +16,2 m under markytan. Inom området förekommer en risk för bottenuppträckning vid anläggande av dagvattenåtgärder, varpå mothållande last kan behövas. I de historiska provtagningen från 1966 uppmätts grundvattennivån vid den översvämningsdrabbade ytan utanför planområdet till 3 m under mark (Svenska riksbyggen, 1966).

Förorenad mark

Enligt Länsstyrelsens EBH-karta (Länsstyrelsen, 2023a) finns det inte något potentiellt förorenat område inom planområdet, men ett potentiellt förorenat område har identifierats nedströms planområdet, se Figur 12. Den primära branschen utgörs av drivmedelshantering och har Riskklass 2.

Under 2022 gjordes en översiktlig miljöteknisk markundersökning (Sweco, 2022c) på fastigheten Lindö 2:20 på uppdrag av Norrköpings kommun eftersom delar av området är utfyllt med massor av okänd härkomst. Undersökningen visar inte på någon större föroreningsproblematik på fastigheten även om föroreningar till viss del påvisats i utfyllnadsmassorna. En mer utförlig miljöundersökning bör dock tas fram innan schaktmassor avsätts inom planområdet.



Figur 12: Förorenade områden enligt Länsstyrelsens EBH-karta i anslutning till planområdet visas med orange punkt.

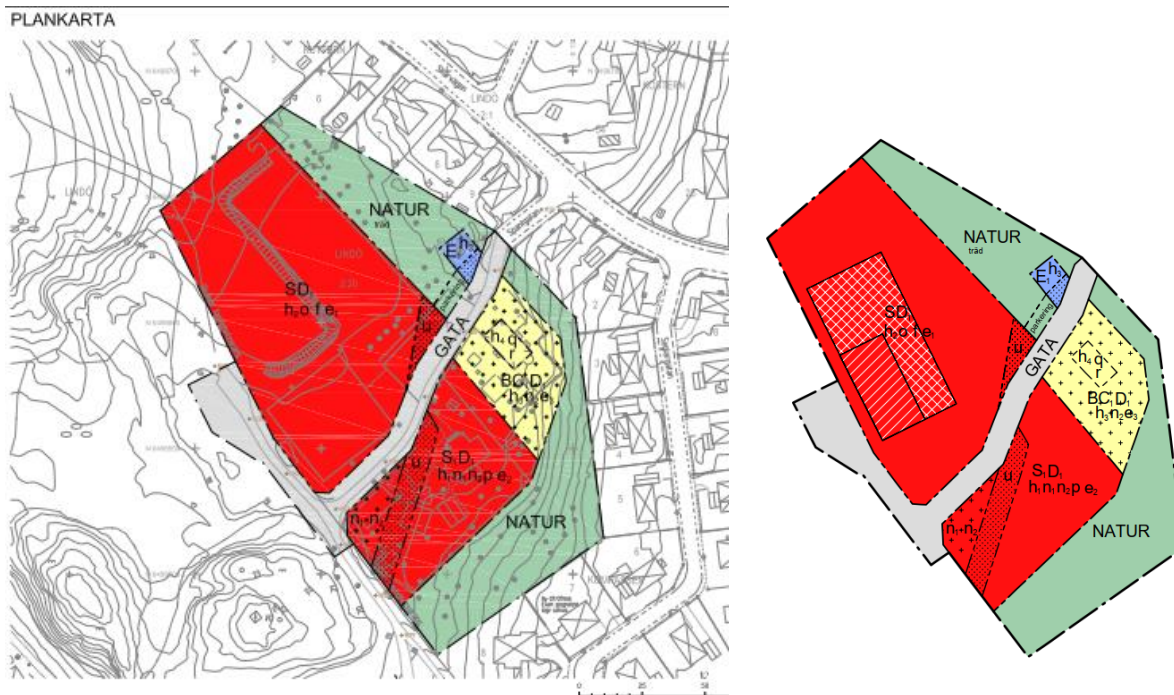
4.7 MARKAVVATTNINGSFÖRETAG

Det finns inget markavvattningsföretag inom eller nedströms planområdet (Länsstyrelsen, 2023b).

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 PLANOMRÅDETS FÖRESLAGNA UTFORMNING

Planområdet utgörs av en ny förskola/skola. Det finns förslag för två olika storlekar på skolbyggnaden, se Figur 13 och Tabell 3. Dessutom finns planer på att eventuellt bygga ut den befintliga förskolan i södra delen av planområdet. Gatan (Spantgatan) som går rakt igenom planområdet kommer att breddas. I samband med detaljplanen kommer villatomten att få en utökad byggrätt om 30 m² via komplementsbyggnad.



Figur 13. Till vänster: Plankarta från planbeskrivningen, 2022-12-14. Till höger: Illustration av alternativa utformningar skolbyggnad av Carlstedt Arkitekter, 2023-03-23.

För beräkningar i denna utredning har två olika alternativ gällande utformningen av skolfastigheterna utretts. I det första alternativet sker ingen utbyggnad av den befintliga skolfastigheten och den planerade skolan utformas med en mindre byggnad. I det andra alternativet byggs både befintlig och planerad skola ut med maximal byggrätt. I dagvattenutredningen nämns dessa alternativ som alternativ 1 och alternativ 2, se Tabell 3.

Tabell 3. Alternativa utformningar av skolbyggnaderna på den nya respektive befintliga skolfastigheten betraktade i dagvattenutredningen.

Alternativ	Ny skola/förskola, takyta (m ²)	Befintlig förskola, takyta (m ²)
1	900	250
2	2500	500

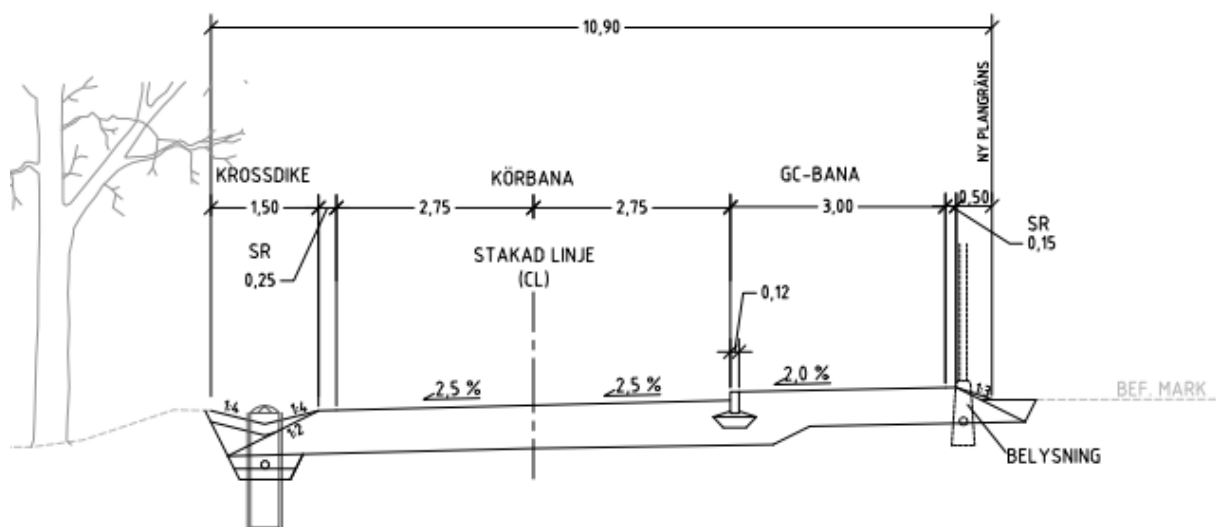
Efter att beräkningarna till dagvattenutredningen utförts har mindre förändringar genomförts i plankartan. Dessa förändringar avser mindre justeringar av gatan och vändplanen som delvis ersatts med en grusparkering. Den tidigare föreslagna parkeringen på naturmarken enligt plankartan från 2022-12-14 har tagits bort. Då den totala reducerade arean för planområdet visades sig vara snarlik efter

förändringarna i plankartan (se avsnitt 5.2), anses föreslagna åtgärder vara korrekt dimensionerade.

Parallellt med att dagvattenutredningen tagits fram har gatan förprojekterats av WSP. Vägens typsektion är utformad med en GC-bana på 3 m inklusive kantsten, en körbana på 5,5 m och ett krossdike, se Figur 14. GC-banans placering är vald för att säkerställa en säker väg för gående och cyklande barn till den nya skolan som ska anläggas norr om Spantgatan. Tvärfallet lutar från GC-banan i norr mot körbanan och krossdiket i söder som hanterar dagvattnet. Krossdike med gräs på ytan har valts som dagvattenhantering för att dagvatten ska kunna infiltrera ner till grundvattnet och fördröjas innan det släpps ut på Nodras dagvattennät. En dräneringsledning ska placeras under gatans terrass för att vatten inte ska bli stående i överbyggnaden. I gatans södra och norra del behöver lågpunkterna i diket förses med dagvattenbrunnar som ska kopplas vidare på Nodras befintliga dagvattennät.

Spantgatan ansluter mot befintlig gata i öst medan i väst anläggs en vändplan som är dimensionerad för att en lastbil av typen sopbil som är ca 9,5 m lång skall kunna vända utan att backa. Ytterligare en yta norr om vändplan anläggs med asfalt för att större lastbilar med längden 12 meter skall kunna backa upp mot tänkt skolbyggnad vid leverans av varor.

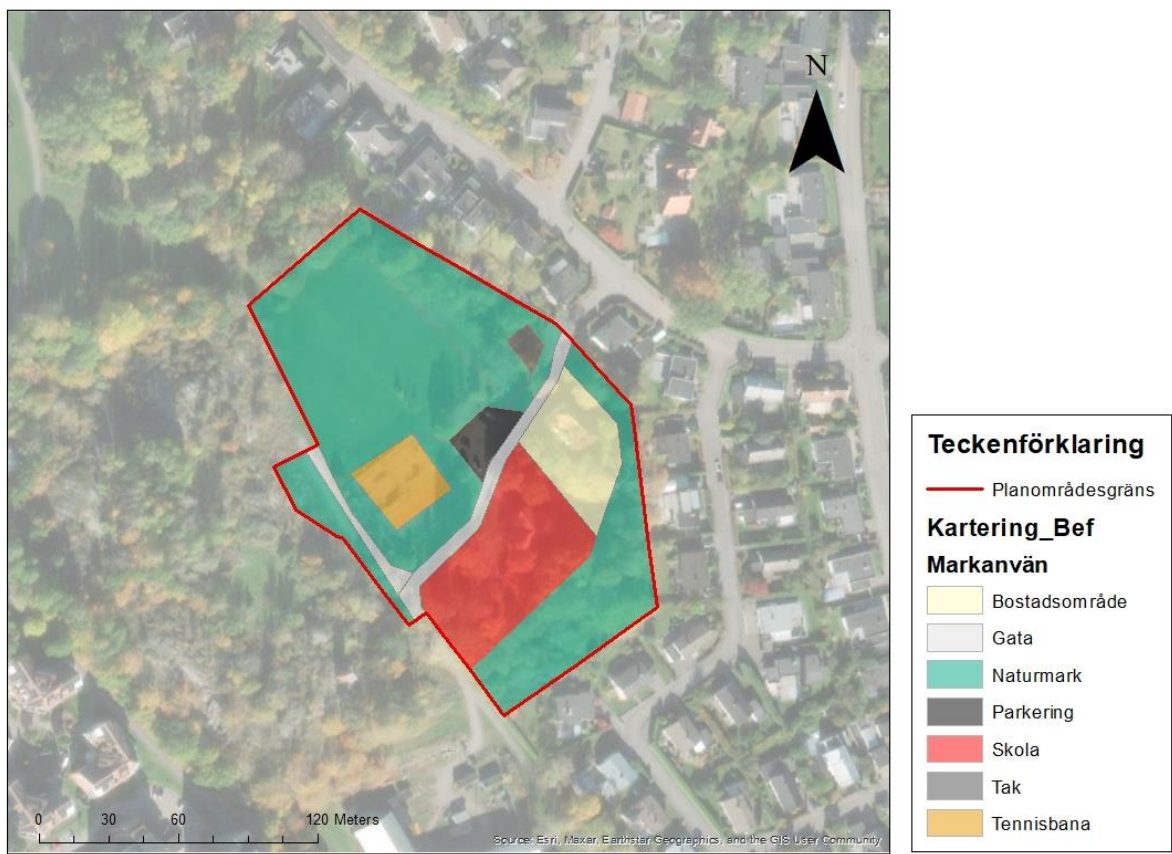
Den nuvarande parkeringsmöjligheten intill tennisbanorna ska ersättas med en grusad parkering i planområdets västra del, väster om den nya skolan och norr om Spantgatans vändplan. Parkeringen anläggs med grus för att begränsa mängden hårdgjorda ytor.



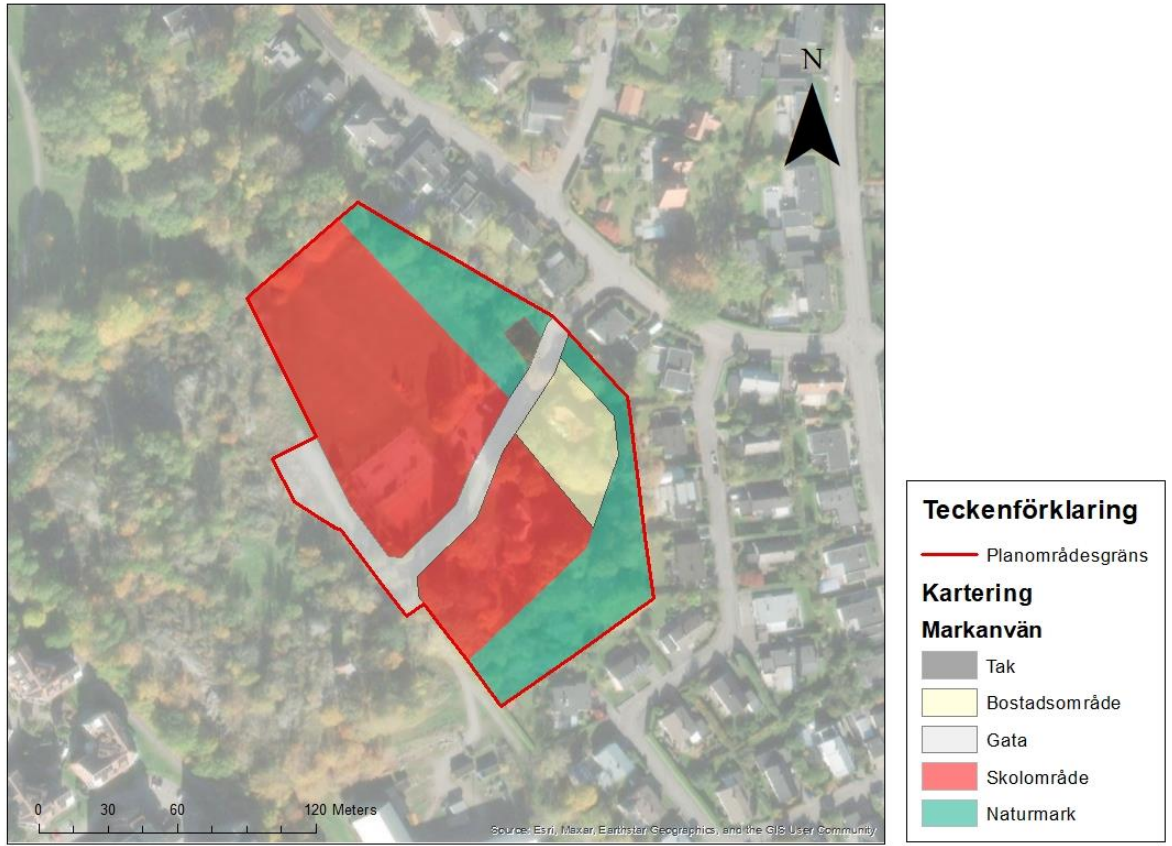
Figur 14. Typsektion över projekterad gatuförning för Spantgatan. Vänster sida om gatusektionen motsvarar södra sidan där befintlig förskola ligger, höger sida om gatusektionen motsvarar norra sidan där den nya skolan planerad.

5.2 KARTERAD MARKANVÄNDNING

Befintlig markanvändning har karterats med hjälp av ortofoto, se Figur 15. Framtida markanvändning baseras på plankartan daterad 2022-12-14 samt preliminär illustrationsskiss över skolbyggnaden från 2023-03-23, se Figur 16.



Figur 15: Karterad befintlig markanvändning inom planområdet.



Figur 16: Planerad markanvändning inom utredningsområdet enligt plankartan daterad 2022-12-14.

5.3 BERÄKNINGAR AV DIMENSIONERADE FLÖDEN

Beräkningar av dagvattenflöden har utförts för nuvarande markanvändning inom planområdet och jämförs med beräknade dagvattenflöden genererade från den planerade markanvändningen. Det dimensionerande dagvattenflödet från området har beräknats med rationella metoden:

$$q_d = A \cdot \varphi \cdot i(t_r)$$

där:

q_d är det dimensionerande flödet (l/s)

A är avrinningsområdets area (ha)

φ är avrinningskoefficienten

$i(t_r)$ är den dimensionerande nederbördsintensiteten (l/s ha)

t_r är regnets varaktighet (min).

En återkomsttid för nederbörd på 20 år har använts. Varaktigheten bestämts till 10 minuter, (Svenskt Vatten publikation P110). En klimatkfaktor på 1,25 har använts för beräkning av dagvattenflöden från den planerade markanvändningen i syfte att ta hänsyn till förväntade klimatförändringar.

Avrinningskoefficienter för de olika typerna av markanvändning har valts med stöd av P110 och StormTac. För skolområdena har sammanvägda avrinningskoefficienter beräknats genom att skolområdet karterats utifrån befintlig respektive planerad andel takyta och hårdgjord yta. Detta för att i beräkningarna kunna jämföra de två alternativa utformningarna för skolbyggnaderna.

Dimensionerade flöde

Avrinningskoefficienter (φ), reducerad area, årsvolym och dimensionerande flöde för ett 20-årsregn (inklusive klimatkfaktor 1,25) för respektive markanvändningskategori redovisas i Tabell 4 och Tabell 5.

Tabell 4. Reducerade area, avrinningskoefficienter och dimensionerande flöden vid ett 10 min 20-årsregn för den befintliga markanvändningen, beräknade med rationella metoden. Kf = klimatkfaktor.

Markanvändning	Area (ha)	φ	Reducerad area (ha)	Årsvolym (m ³ /år)	Dim flöde (l/s) exkl kf
Väg	0,11	0,8	0,09	546	25
Parkmark	1,47	0,1	0,15	908	42
Skolområde	0,35	0,19*	0,07	417	19
Tak (nätstation)	0,02	0,9	0,02	102	5
Asfalt (tennisbana)	0,09	0,80	0,07	459	21
Parkering	0,05	0,80	0,04	247	11
Villaområde	0,17	0,35	0,06	378	17
Totalt	2,26	0,22**	0,49	3057	141

*karterad utifrån andel takyta och hårdgjord yta

**sammanvägd avrinningskoefficient

Tabell 5. Reducerade area, avrinningskoefficienter och dimensionerande flöden vid ett 10 min 20-årsregn för den framtida markanvändningen, beräknade med rationella metoden. Kf = klimatfaktor

Markanvändning	Area (ha)	φ	Reducerad area (ha)	Årsvolym (m ³ /år)	Dim flöde (l/s) exkl kf	Dim flöde (l/s) inkl kf
Väg	0,26	0,8	0,02	1268	59	73
Parkmark	0,61	0,1	0,06	377	17	22
Skolområde norr		0,26 (alt 1)*	0,22	1376	64 (alt 1)	80 (alt 1)
	0,85	0,41 (alt 2)*	0,35	2170	100 (alt 2)	125 (alt 2)
Skolområde syd		0,19 (alt 1)*	0,07	417	19 (alt 1)	24 (alt 1)
	0,35	0,4 (alt 2)*	0,14	879	41 (alt 2)	51 (alt 2)
Tak (nätstation)	0,02	0,9	0,02	102	5	6
Villaområde	0,17	0,35	0,06	378	17	22
Totalt	2,26	0,28** (alt 1)	0,63 (alt 1)	3919 (alt 1)	181 (alt 1)	227 (alt 1)
		0,37** (alt 2)	0,83 (alt 2)	5174 (alt 2)	239 (alt 2)	299 (alt 2)

* karterad utifrån andel takyta och hårdgjord yta för respektive skolområde och alternativ

**sammanvägd avrinningskoefficient

Ur Tabell 5 kan avläsas att den totala reducerade arean för planområdet för den framtida markanvändningen är 0,83 ha om alternativ 2 för utformningen på skolfastigheterna fastslås. En total reducerad area för planområdet beräknades även med de justeringar av plankartan som genomförts efter att beräkningarna i dagvattenutredningen tagits fram. Den reducerade arean erhöll ett snarlikt värde (0,79 ha), vilket medför att de dagvattenåtgärder som föreslås i dagvattenutredningen bedöms gälla även efter justeringarna i plankartan.

5.4 FÖRDRÖJNINGSBEHOV

Dimensionering kvartersmark (10mm)

Beräkningar av lokalt omhändertagande av dagvatten har genomförts enligt kravet på 10 mm hantering på kvartersmark enligt Norrköpings kommun riktlinjer för utsläpp av dagvatten. Kravet på 10 mm appliceras i dagvattenutredningen både på kvartersmark och allmän platsmark, se Tabell 6. För att kunna beräkna ett volymkrav för skolområdena är andelen hårdgjord yta uppskattad. När information finns exakt hur föreskoletomterna kommer att byggas och hårdgöras behöver dessa volymkrav ses över. Då inga nya bostäder eller asfalterade ytor är planlagda för villaområdet bedöms detta inte vara aktuellt för 10 mm hantering av dagvatten. Detsamma gäller för taket som utgörs av en befintlig nätstation.

Tabell 6. Volym dagvatten som ska omhändertas lokalt för respektive markanvändning med avseende på fördröjningskravet 10 mm. Enbart de ytor som planeras att bebyggas och/eller hårdgöras inkluderas.

Markanvändning	Reducerad area (ha)	10 mm volymkrav (m ³)
Väg	0,2	20
Skolområde norr	0,22 (alt 1)	22 (alt 1)
	0,35 (alt 2)	35 (alt 2)
Skolområde syd	0,07 (alt 1)	7 (alt 1)
	0,14 (alt 2)	14 (alt 2)

Erforderlig fördröjning (20-årsregn)

För stora regn har enligt Norrköpings kommunriktlinjer för utsläpp av dagvatten, en erforderlig fördröjningsvolym beräknats för att flödet ut från området vid ett 20-årsregn inte ska överstiga flödeskapaciteten i det anslutande ledningsnätet.

För beräkning av fördröjningsbehovet används bilaga 10.6 till Svenskt Vattens publikation P110, enligt ekvation 9.1.

$$V = 0,06 \left[i_{regn} * t_{regn} - K * t_{regn} - K * t_{rinn} + \frac{K^2 * t_{rinn}}{i_{regn}} \right]$$

där

V = specifik magasinsvolym [m³/ha_{red}]

i_{regn} = regnintensitet för aktuell varaktighet [l/s, ha] inklusive klimatfaktor

t_{regn} = regnvaraktighet [min]

t_{rinn} = rinntid [min]

K = specifik avtappning från magasinet [l/s, ha].

Avtappningen har multiplicerats med 2/3 vid beräkning av fördröjningsbehovet. Detta för att kompensera för att avtappningen inte är konstant.

En förutsättning för fördröjningsbehovet är att flödet inte får överstiga ledningsnätets kapacitet. I dagvattenutredningen har två möjliga anslutningspunkter (se A och B i Figur 6) med olika flödeskapacitet utretts. En erforderlig fördröjningsvolym har beräknats för respektive anslutningspunkt, se Tabell 7. Alternativ 1 motsvarar den mindre varianten av respektive skolbyggnad och alternativ 2 de större varianterna. Fördröjningsanläggningar som

förelås i dagvattenutredningen utgår från alternativ 2 som flödesmässigt kan betraktas som ”worst case”. För mer fullständig redovisning av beräkningarna, se 0Bilaga 1.

Tabell 7. Total erforderlig magasinvolym för att fördröja ett 20-årsregn till tillåtet flöde utifrån respektive ledningsnätets kapacitet för de två olika alternativen gällande utformning av skolbyggnaden.

Anslutningspunkt	Flödeskapacitet (l/s)	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)
A) Spantgatan i öst		173 (alt 1)
	30	257 (alt 2)
B) Nordväst om planområdet		230 (alt 1)
	15	334 (alt 2)

5.5 FÖRORENINGSBELASTNING

Syftet med föroreningsberäkningarna är att uppskatta hur förändringen i markanvändning påverkar dagvattens föroreningsinnehåll samt bedöma påverkan på recipienten.

Mängden föroreningar som detaljplanen genererar i nuläget respektive efter förändring har beräknats med verktyget StormTac, version 23.1.2. Detta verktyg utgår från schabloner för olika typer av markanvändning. Dessa föroreningshalter tillsammans med avrinningskoefficienter och areor för den karterade markanvändningen (se avsnitt 5.3) samt den årliga nederbörden för området ger mängden föroreningar som området genererar i genomsnitt på ett år. Modellen tar hänsyn till dagvatten och schablonmässigt basflöde (inläckande grundvatten).

Det är viktigt att notera att de värden som beräknas med StormTac är teoretiska värden, baserade på uppmätta värden från ett antal utredningar och forskningsstudier. Kvaliteten och mängden underlag varierar mellan olika mätningar och för olika ämnen. Säkerheten på flera av parametrarna är låg. Värden erhållna från de använda schablonerna bör ses en uppskattning av föroreningsituationen i området, snarare än exakta värden.

För föroreningsberäkningarna har samma areor används för de olika markanvändningarna som för flödesberäkningarna, se Tabell 4 och Tabell 5. En korrigerad årsnederbörd på 620 mm/år har använts enligt Nodras dimensionsförutsättningar. Schablonerna som använts i StormTac är väg, parkering, parkmark, takyta, asfaltsyta, villaområde, skolområde.

Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (SS), olja, polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och benso(a)pyren (BaP).

Föroreningsbelastningen (kg/år) respektive föroreningshalterna (µg/l) före och efter de planerade förändringarna redovisas i Tabell 8 och Tabell 9.

Tabell 8. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för befintlig respektive framtida markanvändning. Även den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas. Belastningen Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Befintligt	0,61	6,6	0,032	0,066	0,2	0,0013	0,029	0,019	0,00012	170	1,7	0,00069	0,00011
Framtida	1,3	10	0,065	0,13	0,44	0,0031	0,063	0,047	0,000022	350	3,8	0,00053	0,00027
Förändring total (%)	113	52	103	97	120	138	117	147	83	106	124	262	145

Tabell 9. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för befintlig respektive framtida markanvändning. Även Norrköping kommuns riktvärden för olika föroreningshalter vid utsläpp av dagvatten redovisas. Halten Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Befintligt	130	1400	6,9	14	43	0,29	6,1	4,1	0,026	35000	360	0,15	0,024
Framtida	200	1500	9,7	19	66	0,47	9,5	7	0,033	52000	580	0,38	0,04
Riktvärde	175	2500	10	30	90	0,5	15	30	0,07	60000	700	-	0,07

Föroreningsberäkningarna visar på en ökning av belastningen av samtliga undersökta ämnen efter ny- och ombyggnationen inom planområdet, se Tabell 8. Dessutom visar beräkningarna på att föroreningshalten för fosfor överstiger Nodras riktvärden vid utsläpp av dagvatten vid den framtida markanvändningen för planområdet, se Tabell 9. För övriga undersökta ämnen är halterna under riktvärdena. Halten bly och kadmium ligger dock nära riktvärdena, vilket med tanke på osäkerheten med föroreningsberäkningarna i StormTac i praktiken skulle kunna innebära att de överskrider riktvärdena.

För att lokalisera vilken markanvändning som främst bidragit med de ökade halterna fosfor, samt även bly och kadmium, utfördes en separat beräkning i StormTac för respektive framtida markanvändning, se Tabell 10.

Tabell 10. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för framtida situation uppdelad per respektive markanvändning.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Väg	110	1600	6,6	17	36	0,4	14	8	0,077	62000	960	0,25	0,06
Parkmark	110	1100	4,4	7,1	20	0,15	2	1,5	0,013	17000	150	0,058	0,0042
Skolorråde norr	260	1600	12	23	87	0,57	10	8,2	0,024	59000	560	0,48	0,042
Skolorråde syd	260	1600	12	23	86	0,57	9,9	8,2	0,026	59000	580	0,49	0,041
Tak	51	1600	4,7	21	75	0,61	11	4,3	0,0029	21000	3,3	0,42	0,0096
Villaområde	190	1700	9,5	17	68	0,39	4,6	5,3	0,013	37000	400	0,47	0,04
Totalt	200	1500	9,7	19	66	0,47	9,5	7	0,033	52000	570	0,38	0,04

Utifrån Tabell 10 kan utläsas att det främst är skolorrådena som bidrar till de förhöjda halterna fosfor. Skolorrådena samt takytan på nätstationen bidrar även främst till att halterna bly och kadmium ligger nära riktvärdena.

5.6 BEDÖMNING AV PÅVERKAN PÅ RECIPIENT

Vid bedömning om påverkan på recipienten föreligger, utgår dagvattenutredningen från bilaga 2 i *Riktlinje för hållbar dagvattenhantering* (Norrköpings kommun, 2019). Planområdet utgör en liten andel (mindre än 1 %) av Lindö kanals avrinningsområde och bidrar därmed med ett litet flöde till recipienten i förhållande till storleken på recipienten. Vidare är föroreningsbelastningen från planområdet på recipienten liten i förhållande till den totala belastningen på recipienten.

Då planområdets recipient dessutom inte ligger inom ett vattenskyddsområde eller utgörs av några särskilda naturvärden bedöms risken för negativ påverkan på recipienten vara låg. Därmed används bilaga 3 i Norrköpings kommun *Riktlinje för hållbar dagvattenhantering* (Norrköpings kommun, 2019).

5.7 RENINGSBEHOV

Enligt föroreningsberäkningarna överskrider enligt bilaga 3 Norrköpings kommuns riktvärde för utsläpp av dagvatten med avseende på fosfor samt potentiellt även bly och kadmium för den planerade markanvändningen, se Tabell 9, varvid det anses föreligga ett reningsbehov.

5.8 UNDERLAG FÖR VAL AV DAGVATTENLÖSNING

Valet av dagvattenlösning styrs till stor del av de hårda flödeskraven till följd av den begränsade kapaciteten i anslutande dagvattenledningsnät. Valet av lösning har även styrts av Norrköpings kommuns riktlinjer om att erforderlig rening och fördröjning ska uppfyllas genom allmänna anläggningar, där Nodra kommer äga och drifta anläggningarna. Ingen avräkning för rening och fördröjning på kvartersmark eller i gaturummet bör enligt Nodra ske vid dimensionering av dagvattenanläggningar innan utsläpp till befintligt ledningsnät. En styrande faktor för valet av åtgärderna som föreslås inom dagvattenutredningen har varit att naturmarken inom planen ligger högre än kvartersmark och gata samt upptas till stor del av särskilt skyddsvärda träd.

6 FÖRSLAG TILL DAGVATTENHANTERING

6.1 VERKSAMHETSOMRÅDE

Detaljplanen Lindö 2:20 ingår i verksamhetsområde för ”dagvatten fastighet” och ”dagvatten gata”. Fastigheten nedströms planområdet i nordvästlig riktning, Lindö 2:1, ingår i verksamhetsområde för dagvatten fastighet dit även dagvatten gata ingår.

6.2 ÖVERGRIPANDE PRINCIPER

Grundprincipen för att säkerställa en långsiktig hållbar dagvattenhantering är att:

- Byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråken
- Dagvattenflöden ska begränsas genom i första hand att undvika onödiga hårdgjorda ytor, och i andra hand genom infiltration och fördröjning
- Dagvattnets föroreningsbelastning ska begränsas genom naturlig rening på väg till recipient.

Den föreslagna systemlösningen bygger på åtgärder som både har renande och fördröjande förmåga, i den utsträckning det är möjligt. Enligt kommunens riktlinje för hållbar dagvattenhantering ska mindre regn inom kvartersmark, upp till 10 mm regn, tas om hand nära källan för att minska avrinningen, rena dagvattnet och säkra grundvattenbildningen.

Gröna dagvattenanläggningar som hanterar de första 10 mm nederbörd föreslås genomgående i hela planområdet, både på allmän platsmark och kvartersmark. För befintliga bostadskvarter antas ingen ytterligare rening eller fördröjning, utan dagvattenhanteringen hanteras på samma sätt som idag.

Lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet har arbetats fram i samarbete med pågående förprojektering av Spantgatan. Spantgatan förses med ett gräsbeklätt krossdike mot vilket hela gaturummet skevar varpå dagvattnet från gatan kan renas och fördröjas. På skolområdena föreslås dagvattenhantering i svackdiken och växtbäddar. Ev. parkeringar inom skolfastigheten föreslås anläggas med genomsläpplig beläggning för att öka genomsläppligheten, detta inkluderas dock inte som en fördröjningsåtgärd i utredningen.

För att fördröja dagvattenet vid ett 20-årsregn så att dagvattnet från planområdet klarar kapaciteten i befintligt ledningsnät, krävs ett allmänt fördröjningsmagasin för planområdet i slutet av systemet.

Föreslagna dagvattenåtgärder beskrivs närmare i avsnitt 6.3 och 6.4.

6.3 DAGVATTENHANTERING FÖR MINDRE REGN

I detta avsnitt redovisas generella åtgärdsförslag som kan användas inom kvartersmark och allmän mark. I Figur 17 och Tabell 11 visas översiktligt olika tekniska lösningar som kan användas för att fördröja, omhänderta samt rena de mindre regnen.



Figur 17: Exempel på olika åtgärder som kan vidtas för att hantera mindre regn inom ett flerfamiljshus och en industribyggnad. För förklaring av siffror se Tabell 11. Källa: (Norrköpings kommun, 2022).

Tabell 11: Förslag på olika åtgärder för lokal hantering av mindre regn inom en fastighet.

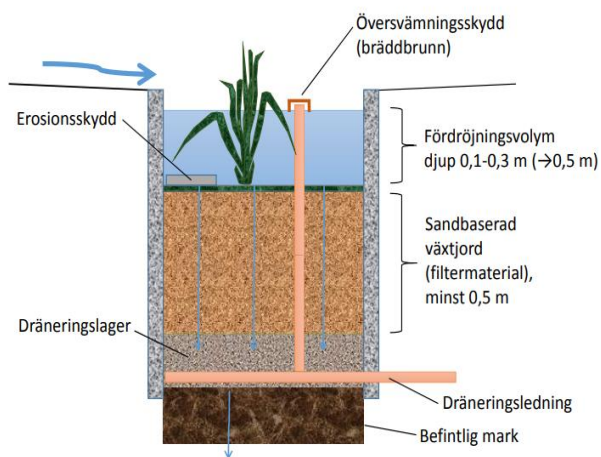
Nr	Rubrik	Förklaring
1	Dagvattendamm	Regnvatten från hårdgjorda ytor kan ledas till en damm med begränsat utflöde. Dammen kan vara torr när det inte regnar eller ha en vattenspegel. Växter och konstruktioner som gör att vattnet får långa rinnvägar genom dammen ökar möjligheten för en naturlig rening av dagvattnet.
2	Gröna tak	Genom att plantera på ett tak kan en hårdgjord yta göras om till en grön yta. Om det gröna taket behöver gödulas är det viktigt att se till att överskottsvatten inte leds direkt till dagvattennätet
3	Gröna ytor och träd	Andelen hårdgjord yta på fastigheten kan minskas genom att ha gräsmattor, planteringar, träd mm. Hårdgjorda ytor kan avledas till dessa ytor vilket medför både fördröjning och rening.
4	Växtbäddar	Regnvatten kan ledas till en växtbädd. Växtbädden byggs upp med makadam som då fungerar som en form av stenkista. Någon form av dränering behöver oftast finnas i botten. Den här metoden ger en bra rening av dagvattnet och är därför extra lämplig för trafikerade ytor.
5	Stenkista/ fördröjningsmagasin	Regnvatten från stuprör och hårdgjorda ytor kan anslutas till en stenkista som är nedgrävd på fastigheten. Stenkistan består av makadam med fraktioner på till exempel 16–32 mm. Vatten kan fördröjas i hålrummen mellan stenarna, cirka 30-40 % av volymen består av hålrum där vatten kan fördröjas. Vattnet leds ner i stenkistan via en perkolationsbrunn. Beroende på markförhållandena där stenkistan anläggs kan delar av vattnet även infiltreras ner i omkringliggande mark. Det finns även plastkassetter som har samma funktion men är mer yteffektiva.
6	Genomsläpplig beläggning	Ytor som parkeringar, uteplatser mm kan byggas upp med beläggningar som kan dränera regnvatten. Beroende på markens uppbyggnad kan någon form av dränering behövas.

Nedan förklaras omhändertagande av dagvatten i nedsänkt växtbädd, infiltrationsstråk eller svackdiken närmare.

Nedsänkt växtbädd

Nedsänkta växtbäddar är planteringsytor som kan fördröja och rena dagvatten. Nedsänkningen skapar en fördröjningsvolym. Reningen uppstår när dagvattnet passerar växtbäddens filtrerande material (Stockholm Vatten och Avfall, 2017a). Växtligheten bidrar både till rening och till att upprätthålla infiltrationskapaciteten, se Figur 18.

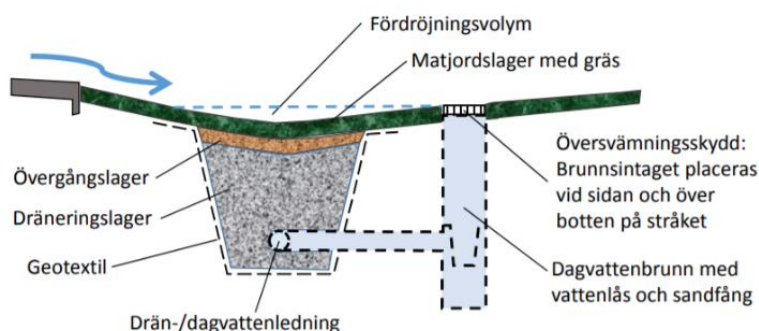
Nedsänkta växtbäddar kan utformas på många olika sätt. Dagvatten kan ledas till bädden genom ytavrinning, via sandfång eller olika brunnstyper. Det går att hitta lösningar som passar platser av olika karaktär. Nedsänkta växtbäddar kan placeras på planmark, i sluttning, nedanför gatubrunnar och i anslutning till vägar. Minsta anläggningsdjup är cirka en meter.



Figur 18: Principskiss för nedsänkt växtbädd (WRS)

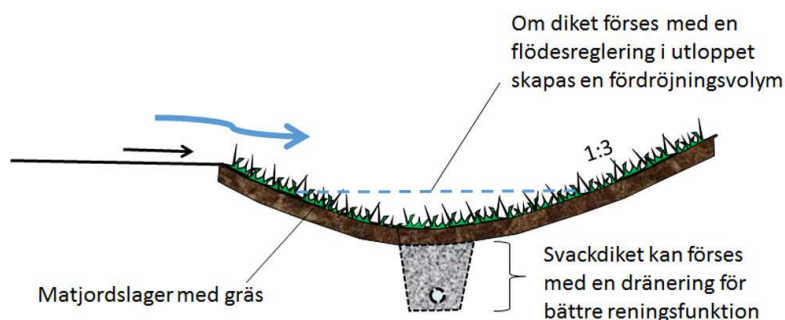
Infiltrationsstråk och svackdike

Infiltrationsstråk ger både flödesutjämning och hög rening av dagvatten. Stråken fungerar i flera avseenden på samma sätt som regnbäddar. Både partikelbundna och lösta föroreningar avskiljs när vattnet infiltreras i marken. Partikelbundna föroreningar reduceras i intervallet mellan 60–95 procent (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b). Infiltrationsstråk har god oljeskiljande förmåga. Stråket byggs upp med en makadamfyllning i botten, följt av ett grusskikt och därefter sandinblandad matjord som avslutas med ett vegetationsskikt, lämpligen gräs. I dikets dräneringslager placeras ofta en dräneringsledning som ansluter till dagvattennätet, se F. Gräsytan bör ligga cirka fem centimeter lägre än angränsande hårdgjord yta. Flöden som är överstiger det dimensionerande kan avledas med hjälp av bräddbrunnar som placeras i kanten av diket (Stockholm Vatten och Avfall, 2017b).



Figur 19. Principskiss av ett infiltrationsstråk (WRS).

Svackdiken är en annan dikesutformning som har lägre anläggningskostnad än infiltrationsstråk men har liknande funktion. Diket kan användas för att avleda höga flöden på ett säkert sätt. Svackdiken är gräsbeklädda diken med svag släntlutning som huvudsakligen bidrar med fördröjning och avledning av dagvatten, se Figur 20. Till skillnad från infiltrationsstråk anläggs svackdiken utan ett dräneringslager. För att vatten ska rinna in i svackdiket är det viktigt att ha en genomtänkt höjdsättning av omgivande mark.



Figur 20. Principskiss av ett svackdike (WRS).

6.4 DAGVATTENHANTERING FÖR STORA REGN

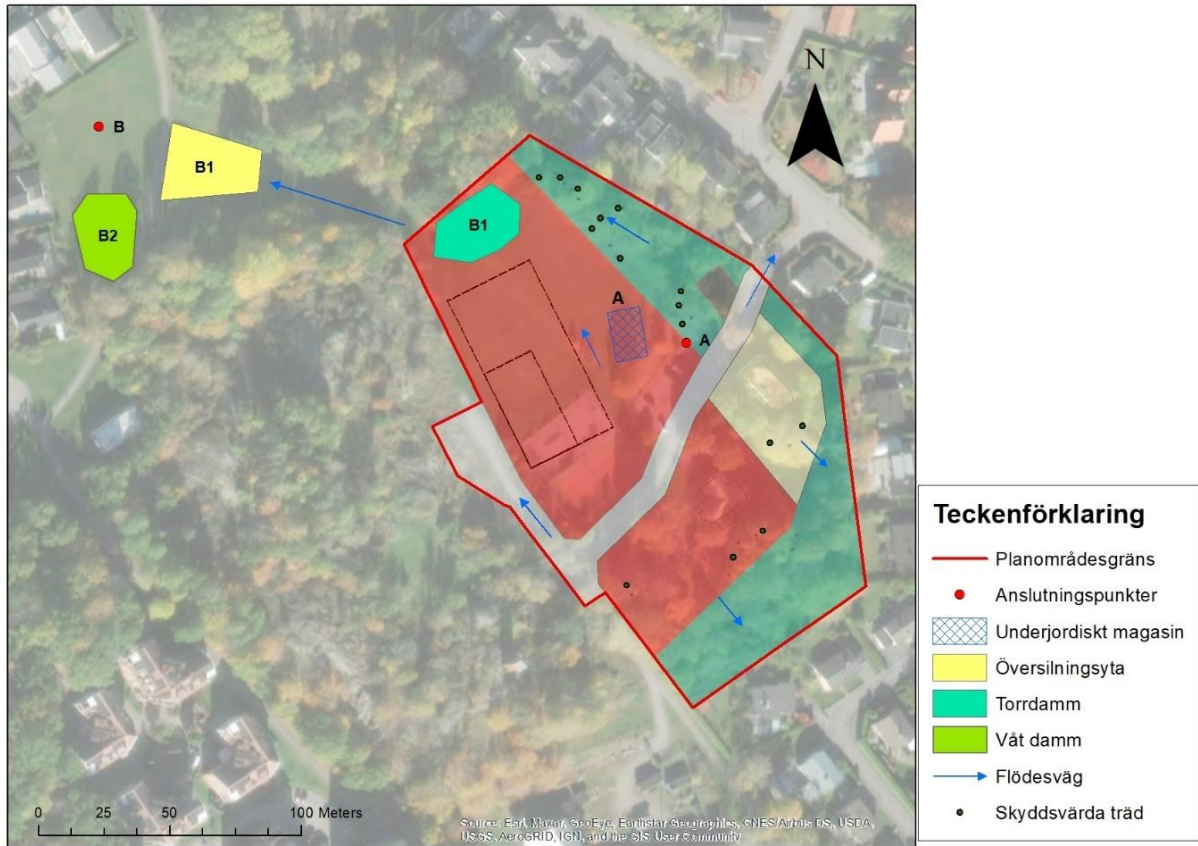
Dagvattenhanteringen av stora regn har en del utmaningar då naturområden inom planen antingen ligger högre än gatan och skolfastigheterna, eller också ligger så långt ner att det inte går att avleda vidare dagvattnet därifrån och ansluta till befintligt dagvattennät efter fördröjning. Den enda delen av naturområdet (den nordöstra ytan i Figur 16) som rent topografiskt skulle kunna nyttjas till ett fördröjningsmagasin begränsas av biotopskyddade träd. Dessa träd har enligt teknisk handbok ett skyddsavstånd på 15 m från stam, varpå dagvattenhantering inom naturområdet utesluts som ett alternativ. Utifrån de begränsande förutsättningarna på platsen har tre alternativ för att uppnå erforderlig fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn studerats:

Alternativ A: Dagvatten från hela planområdet leds på ledning till ett fördröjningsmagasin i östra delen av den nya skolfastigheten i anslutning till naturmarken (se Figur 21), innan det släpps på befintligt ledningsnät i Spantgatan, i östra delen av planområdet (anslutningspunkt A). Beräknat ytbehov för fördröjningsmagasinet är 230 m². En damm bedöms olämplig då ytan begränsas av skyddsavståndet till skyddsvärda träd samt närheten till den planerade

skolbyggnaden. Då östra anslutningspunkten ligger högre än omkringliggande mark kan ingen ytlig avrinning ske dit.

Alternativ B1: Dagvatten från hela planområdet leds till en yta för fördröjning i en torrdamm i planområdets lägsta punkt i nordvästra hörnet av det planerade skolområdet (se Figur 21). Från torrdammen släpps dagvattnet mot naturmarken nordväst om planområdet och rinner ytligt nedför slänten. Den senare, flackare delen av slänten fungerar som en översilningsyta där dagvatten från planområdet renas på föroreningar. Vid utloppet från torrdammen föreslås vattnet spridas över slänten genom att flera utlopp anläggs. Efter den första brantare delen av slänten rekommenderas dessutom en tvärgående lägre vall anläggas för att säkerställa att dagvattnet sprids ut över den flackare delen av slänten. Utan vallen riskerar vattnet att gå i spår istället för att gå med bred front över hela slänten. För att öka livslängden på översilningsytan kan eventuella gående mellan planområdet och gång- och cykelvägen i norr hänvisas till kanten av översilningsytan genom att ett nytt gångstråk klipps intill skogskanten. I höjd med gång- och cykelvägen anläggs ett dike som ansluter till befintligt ledningsnät (anslutningspunkt B). Beräknad tillgänglig yta för översilning i den flackare delen av slänten är ca 1300 m². Beräknat ytbehov för torrdammen är ca 800 m². Genom att dammen utformas torr möjliggörs infiltration inom planområdet. Då en torr damm blir mindre djup är den säkrare att ha i närheten av en förskola. Den torra dammens botten behöver ligga med en tillräcklig marginal över uppmätt grundvattenyta. Det är av stor vikt att mäta grundvattennivån på platsen, åtminstone under ett års tid, för att säkerställa att åtgärden är möjlig.

Alternativ B2: Dagvatten från hela planområdet leds ut från planområdet via ledning till en yta för fördröjning i våt damm nordväst om planområdet (se Figur 21) innan anslutning på befintligt ledningsnät (anslutningspunkt B). Beräknat ytbehov för dammen är ca 700 m². Då ytan ligger i en lågpunkt som idag utgör ett skyfallsdrabbat område kan åtgärder som behöver vidtas för skyfall, samordnas med fördröjningsåtgärden. För delar av ledningsdragningen ut från planområdet kan bergssprängning krävas.



Figur 21: Alternativ på dagvattenåtgärder för fördröjning av stora regn (20 års återkomsttid). Huvudsakliga flödesvägar (blå pilar) samt skyddsvärda träd (gröna punkter) är utmarkerade. Alternativa anslutningspunkter för dagvatten från planområdet visas som röda punkter.

För dimensioneringsparametrar för respektive anläggning, se avsnitt 6.6. I Tabell 12 har för- respektive nackdelar med de tre alternativen betraktats:

Tabell 12. Alternativ övervägda i dagvattenutredningen för fördröjning av erforderlig fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn.

Alternativ	Fördelar	Nackdelar
A	Dagvattenhanteringen sker inom planområdet	Fördröjningsmagasinet bidrar enbart med fördröjning och ingen rening. Rening sker enbart inom respektive fastighet/gata. Delar av skolfastigheten utnyttjas (U-område) *. Bergschakt kan krävas beroende på placering av magasinet (behöver utredas vidare) Åtgärder i form av mothållande last för att motverka upptryckning krävs till följd av ytligt grundvatten.
B1	Fördröjning av dagvatten sker inom planområdet Då yttlig avrinning kan ske till anläggningen kan den utformas som en kombinerad fördröjnings- och reningsåtgärd. Bidrar till infiltration inom planområdet till underliggande grundvattenmagasin. Befintlig grässlånt nyttjas till rening för dagvatten.	Rening av dagvattnet sker utanför planområdet (inom Lindö 2:1). Delar av skolfastigheten behöver planläggas om som allmän platsmark för att drifva anläggningen. Torrdammen behöver byggas upp med vall i norra och västra delen till följd av höjdskillnader i befintlig markyta.
B2	Då yttlig avrinning kan ske till anläggningen kan den utformas som en kombinerad fördröjnings- och reningsåtgärd. Lågpunkten ligger i anslutning till ett skyfallsdrabbat område där åtgärder för skyfall ändå behöver vidtas.	Dagvattenhanteringen sker utanför planområdet (inom Lindö 2:1). Kräver längre avledning via ledning eller dike (över Lindö 2:1). Bergschakt krävs för ledningsdragningen ut från planområdet. Åtgärder (ex. geotextil) för att hindra flytjordsproblem kan krävas

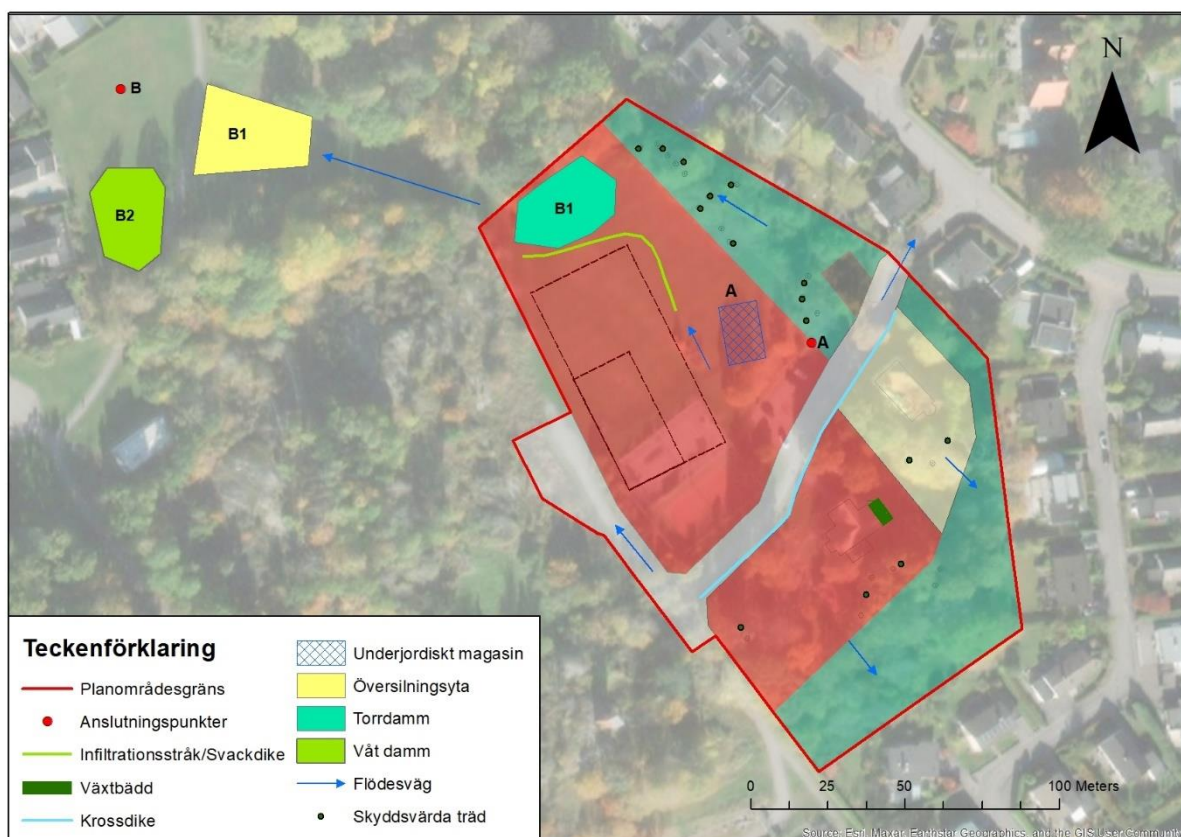
*Om skyddsavstånd på 15 m från särskilt skyddsvärda träd kan frångås föreslås fördröjningsmagasinet placeras på naturmarken för att slippa göra anspråk på skolfastigheten.

6.5 SYSTEMLÖSNING

Den föreslagna dagvattenhanteringen inom kvartersmark och på Spantgatan bygger på åtgärder som både har renande och fördröjande förmåga. Åtgärderna på skolområdena och gatan dimensioneras för att kunna ta emot de första 10 mm nederbörd som faller.

Inom skolområdena kan 10 mm nederbörd hanteras genom att infiltrationsstråk och växtbäddar placeras dit dagvatten från takytor och hårdgjorda ytor kan avrinna ytligt. En schematisk placering av infiltrationsstråk och växtbäddar redovisas i Figur 22. För Spantgatan hanteras 10 mm nederbörd i ett krossdike. Krossdiket har samordnats med förprojekteringen av gatan.

Stora regn hanteras i fördröjningsmagasin dit dagvatten från hela planområdet kan avledas via ledning. Undantaget är naturmarken i södra och östra delarna av planområdet, samt de delar av det befintliga skolområdet och villaområdet som vätter mot naturmarken. Då dessa delar är belägna inom skyddsradien för särskilt skyddsvärda träd antas ingen ytterligare byggnation ske där, varpå avrinning kan ske mot naturmarken likt idag. De tre alternativa anläggningar som föreslagits för hanteringen av stora regn; i underjordiskt fördröjningsmagasin, i torrdamm följt av en översilningsyta respektive i våt damm (se avsnitt 6.4), redovisas schematiskt i Figur 22 (se A, B1 och B2).



Figur 22: Systemlösning för planområdet med krossdike i gatan, infiltrationsstråk/svackdike och växtbädd på kvartersmark för omhändertagande av små regn. Förslag på placeringar av ett underjordiskt fördröjningsmagasin, en torr damm ansluten till en översilningsyta respektive en våt damm redovisas som alternativ för fördröjning av stora regn. Huvudsakliga flödesvägar (blå pilar) samt skyddsvärda träd (gröna punkter) är utmarkerade. Alternativa anslutningspunkter för dagvatten från planområdet visas som röda punkter.

Genom att bibehålla den generella marklutningen ut mot naturområdena i utkanten av respektive i direkt anslutning till planområdet skyddas byggnader mot extrema regn. Se generella flödesvägar i Figur 22.

6.6 DIMENSIONERING AV DAGVATTENANLÄGGNINGAR

Dagvattenhantering för mindre regn

För att uppnå tillräcklig rening av dagvattnet inom kvartersmark har Norrköpings kommun tagit fram riktlinjer gällande åtgärder för omhändertagande av mindre regn. Dessa innebär att de första 10 mm som faller under ett regn ska kunna omhändertas inom kvartersmarken innan det släpps vidare på ledning. I Tabell 13 redovisas dimensioneringsparametrar för olika dagvattenanläggningar som kan implementeras inom planområdet. Samtliga parametrar baseras på Stockholm stads dimensioneringstabell (Stockholm stad, 2016).

Tabell 13: Dimensioneringsparametrar för olika dagvattenanläggningar som kan implementeras inom planområdet. Omräknat för 10 mm utifrån Stockholm stads dimensioneringstabell för anläggningar med 20 mm magasinvolym (Stockholm stad, 2016).

Anläggningstyp	Antaget ytmagasin (mm)	Antaget djup på poröst lager (mm)	Antagen dränerbar porositet (poröst lager) (%)	Ytbehov anläggning per hårdgjord avrinningsyta
Nedsänkt växbädd	150	500	15	2,5%
Svackdike/infiltrationsstråk	200	500	15	5 %
Nedsänkt grönyta	60	200	15	12,5 %
Krossdike*	200	500	15	5 %

*Krossdiket ingår inte i Stockholm stads dimensioneringstabell men antas ha motsvarande uppbyggnad och ytbehov som ett infiltrationsstråk.

För beräkning av reningseffekt och föroreningsinnehåll från planområdet har tre dagvattenanläggningar föreslagits som reningsåtgärd, utifrån plats specifika förutsättningar. Notera dock att nedsänkt växbädd är den anläggning som har högst yteffektivitet – vid val av andra anläggningar krävs en större yta, se Tabell 13. Ytbehovet för dagvattenanläggningar inom kvartersmark respektive allmän platsmark redovisas beroende på alternativ utformning av skolbyggnaderna i Tabell 14 och Tabell 15. Systemlösningen har utgått från de större ytbehoven.

Tabell 14. Ytbehov för föreslagen dagvattenhantering av små regn (10 mm) för alternativet med de mindre skolbyggnaderna (alternativ 1).

	Föreslagen åtgärd	Ytbehov (m ²)
Väg	Krossdike	102
Skola (norr)	Infiltrationsstråk/svackdike	111
Skola (syd)	Växbädd	17

Tabell 15. Ytbehov för föreslagen dagvattenhantering av små regn (10 mm) för alternativet med de större skolbyggnaderna (alternativ 2).

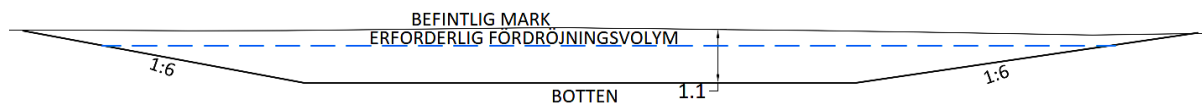
	Föreslagen åtgärd	Ytbehov (m ²)
Väg	Krossdike	102
Skola (norr)	Infiltrationsstråk/svackdike	175
Skola (syd)	Växbädd	35

Infiltrationsstråket eller svackdiket kan gärna inkluderas i den planerade skolans/förskolans utemiljö. Om åtgärden utformas som ett svackdike är det av stor vikt ur säkerhetskäl att utforma det med en bräddbrunn i dikesbotten så att stående vatten förhindras.

Dagvattenhantering för stora regn

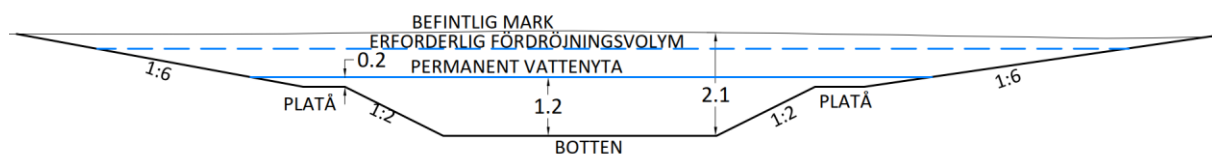
För att uppnå erforderlig fördröjningsvolym vid ett 20-årsregn från hela planområdet innan anslutning till befintligt ledningsnät har de alternativa åtgärderna dimensionerats utifrån topografin på platsen, befintligt dagvattennät och avstånd till skyddsvärda träd. Det underjordiska fördröjningsmagasinet i alternativ A har dessutom dimensionerats för att ha en tillräcklig marktäckning på 0,30 m (Wawin, 2023), antaget att ingen trafik belastar den tänkta ytan för magasinet. För att ta så lite plats i anspråk som möjligt föreslås magasinet utformas som ett kassettmagasin med kassetter i två lager. För att kunna fördröja den erforderliga volymen innan anslutning till ledningsnätet i öst, beräknas ett ytbehov på ca 230 m² för det föreslagna kassettmagasinet, se Tabell 16. För att undvika risk för hydraulisk upplyftning då magasinet står tomt, krävs enligt geotekniker en mothållande last på minst 16,4 kN/m², vilket motsvarar ca 1 m jord alternativt en skiva betong eller stål som läggs ovanpå magasinet (Sweco, 2023).

Torrdammen i alternativ B1 har dimensionerats för att kunna fördröja dagvatten från hela planområdet. Ytan för dammen avgränsas av säkerhetsavstånd till skyddsvärda träd i öst, berg i väst samt någon meter från fastighetsgräns i norr. Torrdammen planeras ha en släntlutning på 1:6 från strandkant, se Figur 23. Då ytan har en del nivåskillnader uppskattas dammen få ett något större ytbehov (ca 800 m²) än om dammen anlagts på platt mark, samt behöva byggas upp med en vall längs norra och västra sidan där marken är som lägst. Torrdammen behöver utformas med bottenytan på ett tillräckligt avstånd över grundvattentytan så att vattnet hinner infiltrera. Det är därmed av stor vikt att tidigt börja mäta grundvattennivåerna på den tänkta platsen för torrdammen för att kunna garantera dess funktion om en torrdamm väljs som fördröjningsåtgärd. Hela den flacka delen av slänten nordväst om planområdet föreslås nyttjas som översilningsyta enligt alternativ B1, då denna redan är gräsbeklädd. Det anslutande diket mot befintligt ledningsnät i norr, behöver kunna motta ett flöde på 15 l/s, vilket motsvarar ledningsnätets kapacitet.



Figur 23. Typsektion för torrdammen. Måttangivelser är angivna i meter

Den våta dammen i alternativ B2 har dimensionerats för att ha en permanent vattentyta på 200 m² (motsvarande ca 2,5 % av planområdets reducerade area), vilket rekommenderas som minsta yta för att säkerställa de renande funktionerna hos våta dammar. Dammen planeras ha ett permanent djup på 1,2 m och en släntlutning på 1:6 från strandkant, se Figur 24. För att rymma säkra slänter och plataer uppskattas ett ytbehov på ca 700 m² för en våt damm, se Tabell 16. Notera att det tillkommer ytterligare ytor för drift och underhållning i anslutning till respektive fördröjningsåtgärd.



Figur 24. Typsektion med slänter och plataer för den våta dammen. Måttangivelser är angivna i meter.

Tabell 16. Totalt beräknat ytbehov för respektive alternativ åtgärd för att fördröja den erforderliga fördröjningsvolymen vid ett 20-årsregn.

	Föreslagen åtgärd	Erforderlig fördröjningsvolym (m ³)	Ytbehov (m ²)	Specifikation
Alternativ A	Underjordiskt fördröjningsmagasin	257	230	Kassetmagasin i två lager
Alternativ B1	Torr damm	334	800	Damm inklusive slänter och plan
Alternativ B2	Våt damm	334	700	Damm inklusive slänter och plan

Om kassetmagasin väljs som fördröjningsåtgärd bör skolbyggnaden med tillhörande asfalterade ytor placeras på en lägsta marknivå på +18 m. Genom att jämna ut den befintliga slänten på tomten bedöms nuvarande placering av skolbyggnaden fungera ur dagvattensynpunkt. En mer utförlig miljöundersökning behöver utföras för att säkerställa att massor från grävarbeten vid byggnation av åtgärderna kan avsättas på skoltomten.

6.7 FÖRORENINGSBELASTNING EFTER ÅTGÄRDER

Reningseffekten hos föreslagna åtgärder har beräknats i StormTac, se Tabell 17.

Tabell 17. Reningseffekt (%) för föreslagna åtgärder för att rena av dagvatten vid mindre respektive större regn (StormTac v 23.1.2).

Åtgärd	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
<i>Åtgärder för mindre regn</i>													
Krossdike	46	50	68	61	74	78	68	66	42	68	83	57	57
Infiltrationsstråk*	44	32	74	46	75	82	49	77	49	66	61	80	80
Växtbädd	44	32	74	46	75	82	49	77	48	66	61	80	80
<i>Åtgärder för större regn</i>													
Översilningsyta**	45	40	53	54	57	57	55	53	23	70	84	73	73
Våt damm	59	28	68	58	67	54	80	61	43	74	85	81	77

*Reningseffekten för infiltrationsstråk antas vara densamma som växtbädd enligt Stockholm Vatten (Stockholm Vatten och avfall, 2016).

**Reningseffekten för översilningsytan beräknas på den tillgängliga flacka delen av slänten (1300 m²). Eventuell rening genom översilning i den brantare delen av slänten är inte medräknat.

Föroreningsbelastningen respektive föroreningshalterna efter rening av de första 10 mm nederbörd i föreslagna lösningar för skolfastigheterna samt i gaturummet (se avsnitt 6.6) redovisas i Tabell 18 och Tabell 19. Notera att rening i krossdike enbart har applicerats på en del av vägen då vändplanen inte renas i krossdiket.

Tabell 18. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för framtida markanvändning efter applicering av reningsåtgärder på skolfastigheterna och i gatan. Även den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas. Belastningen Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Väg (utan rening)	0,077	1,1	0,0046	0,012	0,026	0,00028	0,01	0,0056	0,000054	44	0,67	0,00018	0,000042
Väg (rening krossdike)	0,042	0,56	0,0015	0,0047	0,0066	0,000061	0,0032	0,0019	0,000031	14	0,11	0,000077	0,000018
Parkmark	0,093	0,99	0,0038	0,0061	0,017	0,00013	0,0018	0,0013	0,000011	15	0,13	0,00005	0,0000037
Skolorråde norr (rening infiltrationsstråk)	0,39	2,9	0,01	0,034	0,058	0,00027	0,014	0,0051	0,000034	54	0,59	0,00026	0,000022
Skolorråde syd (rening växtbädd)	0,16	1,2	0,0035	0,014	0,024	0,00011	0,0055	0,002	0,000015	22	0,25	0,00011	0,000009
Tak	0,0061	0,2	0,00056	0,0025	0,009	0,000073	0,0013	0,00051	3,5E-07	2,5	0,0004	0,00005	0,0000011
Villaområde	0,091	0,8	0,0046	0,008	0,033	0,00019	0,0022	0,0026	0,000006	18	0,19	0,00023	0,000019
Totalt efter rening	0,86	7,8	0,029	0,081	0,18	0,0012	0,039	0,02	0,00016	180	2	0,001	0,00012
Förändring total (%)	41	18	-9	23	-10	-8	34	5	33	6	18	45	9
Totalt efter rening (om skola syd oförändrad)*	0,98	8,3	0,039	0,093	0,25	0,0017	0,045	0,027	0,00017	220	1,7	0,00069	0,00016
Förändring total (%) (om skola syd oförändrad)*	61	26	22	41	25	31	55	42	42	29	41	103	45

* En total belastning är beräknad även för fallet att den södra skolfastigheten förblir oförändrad enligt befintlig situation och därmed inte genomgår ytterligare rening.

Tabell 19. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för framtida markanvändning efter applicering av reningsåtgärder på skolfastigheterna och i gatan. Även Norrköping kommuns riktvärden för olika föroreningshalter vid utsläpp av dagvatten redovisas. Halten Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Väg (utan rening)	110	1600	6,6	17	36	0,4	14	8	0,077	62000	960	0,25	0,06
Väg (rening krossdike)	59	800	2,1	6,7	9,4	0,087	4,6	2,7	0,045	20000	160	0,11	0,026
Parkmark	110	1100	4,4	7,1	20	0,15	2	1,5	0,013	17000	150	0,058	0,0042
Skolorråde norr (rening infiltrationsstråk)	150	1100	3,8	13	26	0,14	5,6	2,4	0,014	22000	240	0,12	0,011
Skolorråde syd (rening växtbädd)	140	1100	3,2	13	22	0,1	5,1	1,8	0,014	20000	230	0,097	0,0082
Tak	51	1600	4,7	21	75	0,61	11	4,3	0,0029	21000	3,3	0,42	0,0096
Villaområde	190	1700	9,5	17	68	0,39	4,6	5,3	0,013	37000	400	0,47	0,04
Totalt efter rening	130	1200	4,3	12	28	0,18	5,9	3,1	0,023	26000	300	0,15	0,018
Totalt efter rening (om skola syd oförändrad)*	150	1300	5,8	14	38	0,26	6,7	4,1	0,025	33000	360	0,22	0,024
Riktvärde	175	2500	10	30	90	0,5	15	30	0,07	60000	700	-	0,07

* En total halt är beräknad även för fallet att den södra skolfastigheten förblir oförändrad enligt befintlig situation och därmed inte genomgår ytterligare rening.

Tabell 18 visar på en totalt sett ökad belastning fosfor från planområdet efter att rening applicerats i föreslagna åtgärder på skolfastigheterna och i gatan. Noteras bör att StormTac inte tar hänsyn till infiltration i beräkningarna av föroreningsbelastningen. Då planområdet bedöms ha goda förutsättningar för infiltration, enligt de geologiska förutsättningarna

beskrivna i avsnitt 4.6, kan belastningen fosfor beräknad i StormTac efter rening, antas vara överskattad. Utifrån tidigare resonemang i avsnitt 5.6 bedöms även påverkan på recipienten som låg då planområdet enbart utgör en liten del (<1%) av recipientens avrinningsområde.

Föroreningsberäkningarna i Tabell 19 visar på att den totala halten fosfor i dagvattnet som släpps från planområdet hamnar under gällande riktlinjer givet att föreslagna åtgärder vidtas på skolfastigheterna och i gatan. Även för alternativet där den befintliga skolfastigheten inte byggs ut, och därmed inte genomgår någon ytterligare rening, är reningen av den norra skolfastigheten och gatan tillräcklig för att klara av riktvärdena. Även halterna bly och kadmium hamnar, efter rening i föreslagna åtgärder för hantering av mindre regn, med marginal under riktlinjerna.

Föroreningsbelastningen respektive föroreningshalten efter rening av dagvattnet från hela planområdet i översilningsyta respektive våt damm, beskrivet som alternativ B1 och B2 i avsnitt 6.6, redovisas i Tabell 20, Tabell 21, Tabell 22 och Tabell 23.

Tabell 20. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för framtida markanvändning efter applicering av reningsåtgärd (översilningsyta) för gemensam rening av dagvatten från hela planområdet. Även den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas. Ingen rening på kvartersmark och i gaturummet har tillgodosetts. Belastningen Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Befintligt	0,61	6,6	0,032	0,066	0,2	0,0013	0,029	0,019	0,00012	170	1,7	0,00069	0,00011
Framtida efter rening	0,73	6,1	0,03	0,059	0,19	0,0013	0,029	0,022	0,00017	110	0,63	0,00068	0,000073
Förändring total (%)	20	-8	-6	-11	-5	0	0	16	42	-35	-63	-1	-34

Tabell 21. Beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för framtida markanvändning efter applicering av reningsåtgärd (våt damm) för gemensam rening av dagvatten från hela planområdet. Även den procentuella förändringen av föroreningsbelastningen redovisas. Ingen rening på kvartersmark och i gaturummet har tillgodosetts. Belastningen Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (kg/år)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Befintligt	0,61	6,6	0,032	0,066	0,2	0,0013	0,029	0,019	0,00012	170	1,7	0,00069	0,00011
Framtida efter rening	0,54	7,3	0,021	0,054	0,15	0,0014	0,012	0,018	0,00013	90	0,58	0,00047	0,00006
Förändring total (%)	-11	11	-34	-18	-25	8	-59	-5	8%	-47%	-66%	-32%	-45%

Tabell 22. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för framtida markanvändning efter applicering av reningsåtgärd (översilningsyta) för gemensam rening av dagvatten från hela planområdet. Ingen rening på kvartersmark och i gaturummet har tillgodosetts. Även Norrköping kommuns riktvärden för olika föroreningshalter vid utsläpp av dagvatten redovisas. Halten Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Befintligt	130	1400	6,9	14	43	0,29	6,1	4,1	0,026	35000	360	0,15	0,024
Framtida	200	1500	9,7	19	66	0,47	9,5	7	0,033	52000	580	0,38	0,04
Framtida efter rening	110	910	4,6	8,9	28	0,2	4,3	3,3	0,025	16000	94	0,1	0,011
Riktvärde	175	2500	10	30	90	0,5	15	30	0,07	60000	700	-	0,07

Tabell 23. Beräknade föroreningshalter (µg/l) för framtida markanvändning efter applicering av reningsåtgärd (våt damm) för gemensam rening av dagvatten från hela planområdet. Ingen rening på kvartersmark och i gaturummet har tillgodosetts. Även Norrköping kommuns riktvärden för olika föroreningshalter vid utsläpp av dagvatten redovisas. Halten Hg, Olja och PAH har större osäkerheter i StormTac än övriga parametrar.

Ämne (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Olja	PAH	BaP
Befintligt	130	1400	6,9	14	43	0,29	6,1	4,1	0,026	35000	360	0,15	0,024
Framtida	200	1500	9,7	19	66	0,47	9,5	7	0,033	52000	580	0,38	0,04
Framtida efter rening	82	1100	3,1	8,1	22	0,22	1,9	2,7	0,019	14000	87	0,071	0,0091
Riktvärde	175	2500	10	30	90	0,5	15	30	0,07	60000	700	-	0,07

Tabell 20 visar på en fortsatt ökad belastning fosfor för planområdet efter rening i översilningsytan.

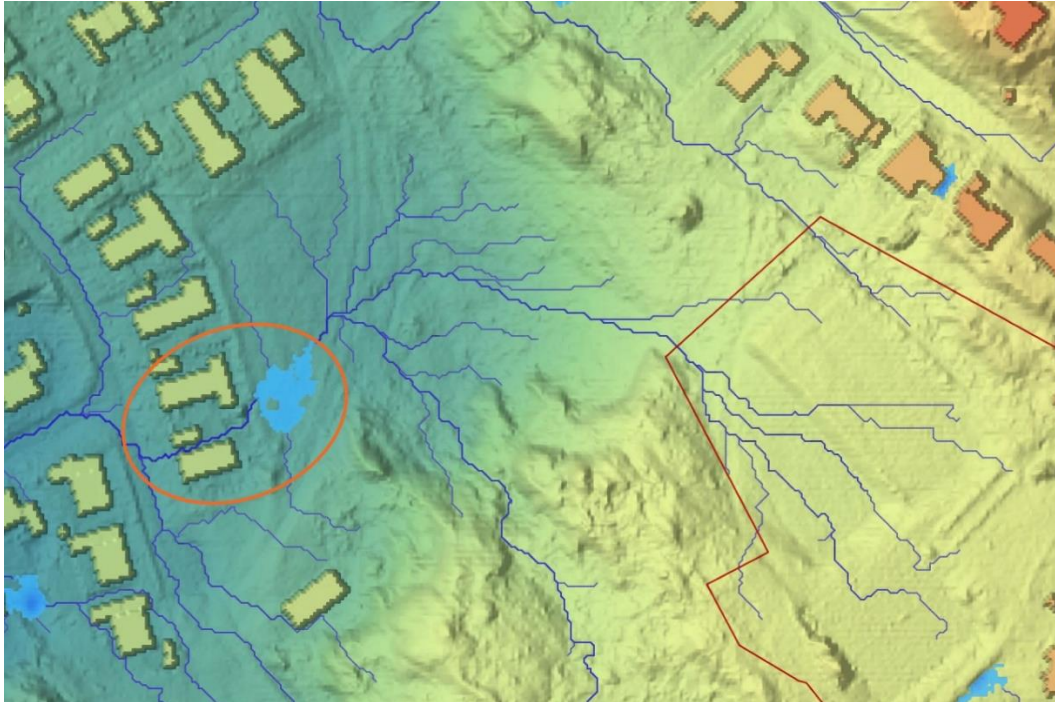
Tabell 21 visar på att belastningen av fosfor för planområdet däremot minskar efter rening i våt damm. Sett till den totala halten fosfor i dagvattnet som släpps ut från planområdet visar föroreningsberäkningarna i

Tabell 22 och Tabell 23 på värden under gällande riktlinjer efter rening i översilningsyta respektive våt damm. Detta även utan att räkna med rening inom kvartersmark och i gatan. Även halterna bly och kadmium är efter rening med marginal under riktvärdena.

6.8 ÅTGÄRDER FÖR HANTERING AV EXTREMA REGN

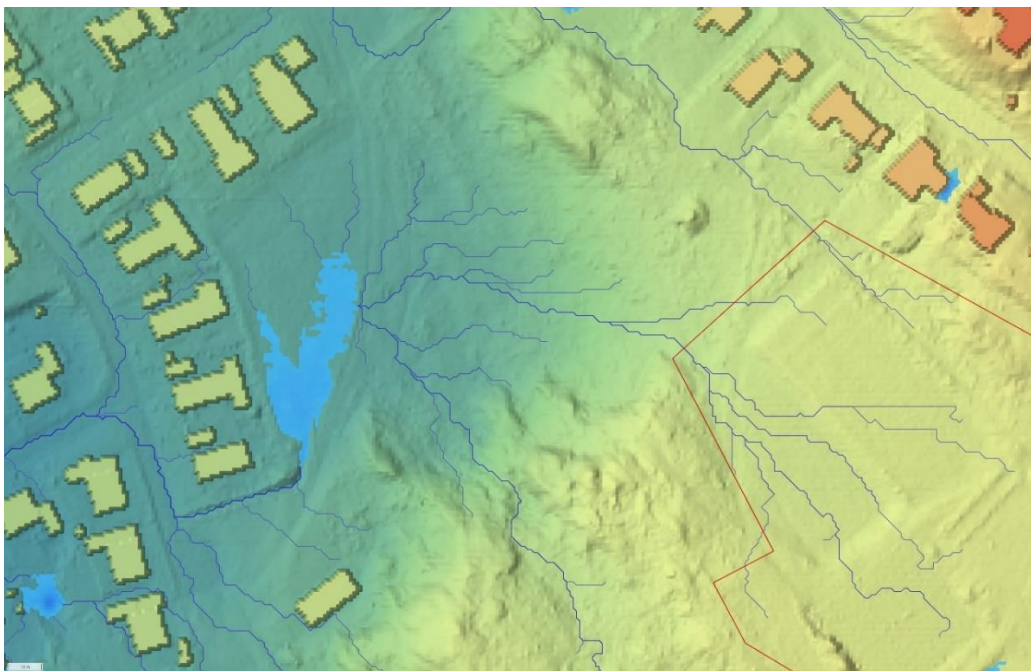
Det är av stor vikt att säkra avrinningsvägar skapas genom höjdsättningen inom planområdet och att ny exploatering inte försämrar situationen för omkringliggande områden. Inom planområdet finns ingen översvämningssituation noterad, men för att skydda den planerade skolbyggnaden mot skador vid extrema regn är det viktigt att marken kring byggnaden anläggs högre än omkringliggande grönytor. Ytan för den nya skolfastigheten föreslås att jämnas ut där det idag finns en grässlätt, för hindra att skyfallsvatten blir stående mot östra delen av skolbyggnaden.

Norrköping kommuns skyfallskartering visar på ett översvämningssdrabbat område nedströms planområdet, i nordvästlig riktning enligt befintlig situation, se Figur 3. Det finns idag en känd problematik med källaröversvämningar, framför allt för en av de befintliga villatomterna vilken utgör en befintlig flödesväg från lågpunkten och vidare västerut, se Figur 25. Ur Scalgo kan avläsas att flödesvägen vid tomtgränsen har en marknivå på ca +4.55. Då hårdgöringsgraden ökar inom planområdet till följd av att naturmark ersätts med byggnader och asfalt, ökar även flödena ut från planområdet vid extrema regn. För att detaljplanen ska vara genomförbar behöver förebyggande åtgärder vidtas vid det översvämningssdrabbade området nedströms planområdet.



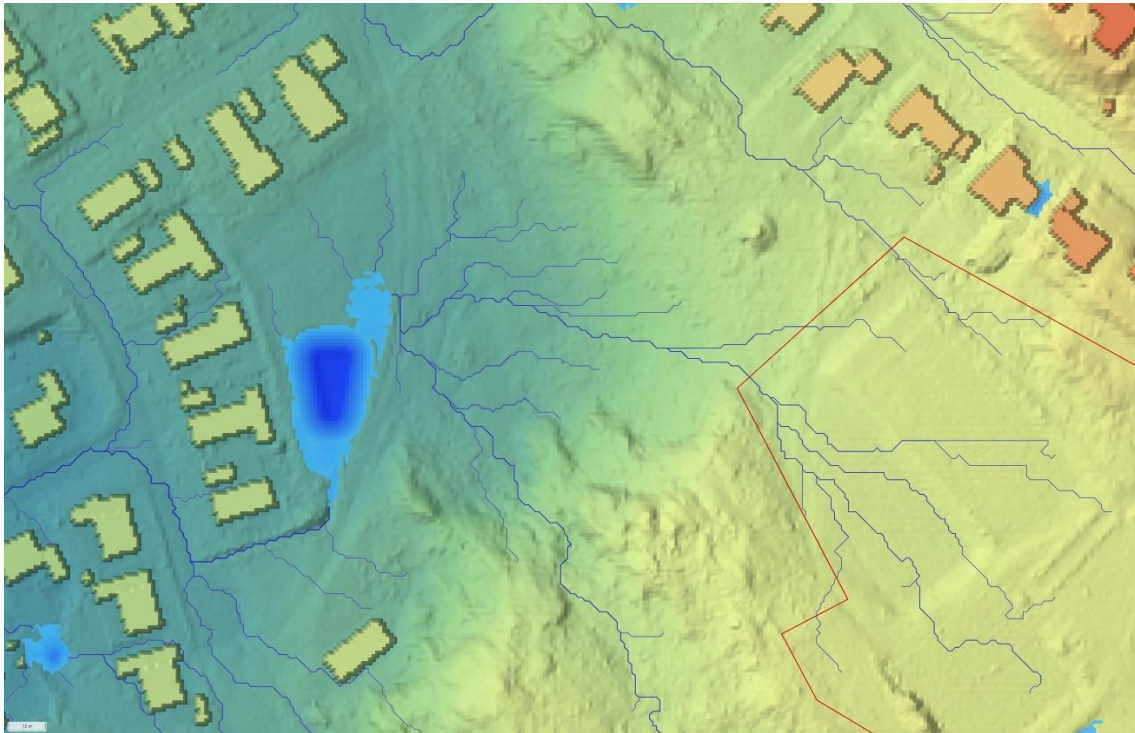
Figur 25. Lågpunktskartering och flödesvägar med fokus på den översvänningsdrabbade tomten i Scalgo Live vid ett 100-årsregn vid befintlig situation (se orange ring). Planområdesgränsen redovisas med röd linje.

Genom att bygga upp marken med en vall längs med fastighetsgränsen mellan lågpunkten och villatomterna, hindras flödesvägen som går igenom en av tomterna. Vallen bedöms behöva byggas upp till +4.8 för att hindra skyfallet att rinna över tomterna. För att säkra att skyfallet försatt avrinner i västlig riktning efter tomterna föreslås att ett mindre dike anläggs söder om tomterna. Diket bör åtminstone ha en bottennivå motsvarande den befintliga flödesvägen vid tomtgränsen (+4.55) för att säkerställa flödesvägen. Se lågpunktskartering i Figur 26 efter att föreslagna vallar och dike lagts in som terrängmodell i Scalgo Live.



Figur 26. Lågpunktskartering i Scalgo Live vid ett 100-årsregn vid uppbyggnad med vall och ett mindre dike runt den översvänningsdrabbade villatomten nedströms planområdet.

Ytterligare en lågpunktskartering har genomförts i Scalgo Live då den befintliga lågpunkten dessutom nyttjats som våt damm för hantering av ett 20-årsregn enligt alternativ B, se Figur 27. Fördelen med detta är att man på så sätt samordnar hantering av stora regn och extrema regn på samma yta.



Figur 27. Lågpunktskartering i Scalgo Live vid ett 100-årsregn vid uppbyggnad med vall och ett mindre dike runt den översvämningsdrabbade villatomten nedströms planområdet samt då en våt damm modellerats i den befintliga lågpunkten.

Seglorgatan sydost om planområdet utgör enligt skyfallskarteringen ett annat område med stående vatten vid ett 100-årsregn, se Figur 3. Dagvatten från den befintliga förskoletomten avrinner via radhustomterna sydöst om planområdet mot en lågpunkt vid Seglorgatan.

Vid utbyggnad av den befintliga förskolan ökar hårdgöringsgraden och därmed också flödena. Då det är naturmark mellan förskolan och lågpunkten tillåts dagvattnet dock till stor del infiltrera innan det når radhustomterna och Seglorgatan. Dessutom finns i den södra tomtgränsen ett antal skyddsvärda träd, från vilka inget får bebyggas inom 15 m från stammen, vilket medför att den planerade utbyggnationen bör ske i den norra halvan om förskoletomten. Detta medför att dagvattnet från de hårdgjorda ytorna har än mer grönytor att infiltrera i på vägen. Föreslagna åtgärder på kvartersmark kommer dessutom att ta upp en del av det ökade flödet som uppstår till följd av att förskolan byggs ut.

7 ANSVAR OCH KOSTNADER

Åtgärder som beskrivits i avsnitt 6.6 under *Dagvattenhantering för mindre regn* ska ägas, byggas, finansieras och underhållas av fastighetsägaren. Fastighetsägaren ansvarar även för alla VA-ledningar inom sin fastighet.

Åtgärder som beskrivits i avsnitt 6.6 under *Dagvattenhantering för stora regn* ska ägas, byggas, finansieras och underhållas av VA-huvudmannen, i detta fall Nodra.

Åtgärder som beskrivits under extrema regn ska byggas och finansieras av SHBK.

7.1 KOSTNADSBEDÖMNING

En översiktlig kostnadsbedömning har utförts för de tre alternativen på dagvattenåtgärder för hantering av stora regn, se Tabell 24. Schablonkostnader för dagvattenanläggningarna har hämtats från StormTac och förankrats av bygglidare utifrån erfarenhet från andra anläggningsarbeten. Det ska poängteras att detta är grova uppskattningar och kan variera stort beroende på områdets förutsättningar och utformning.

Tabell 24. Översiktlig kostnadsbedömning för anläggande av alternativa föreslagna dagvattenåtgärder för hantering av stora regn. Om marken visar sig vara förorenad kan kostnad för deponering av schaktmassorna bli högre.

Alternativ	Åtgärd	Dimension	A'pris (SEK)	Anläggningskostnad (SEK)
A	Kasettmagasin	280 m ³	10 000 per m ³	2 800 000
	Dagvattenledning allmän (total kostnad)	20 m	4 700 per m	100 000
	<i>Totalt</i>	-	-	<i>2 900 000</i>
B1	Torr damm	530 m ³	1 000 per m ³	530 000
	Översilningsyta med tvärgående vall	700 m ²	270 per m ²	200 000
	Dike	50 m	400 per m	20 000
<i>Totalt</i>	-	-	<i>750 000</i>	
B2	Våt damm	500 m ³	1 500 per m ²	800 000
	Dagvattenledning allmän (total kostnad)	150 m	4 700 per m	700 000
	<i>Totalt</i>	-	-	<i>1 500 000</i>

Utlöver anläggningskostnaderna för anläggningarna tillkommer kostnader för ev. projektering och bygglidning. Dessutom tillkommer kostnader för drift- och underhåll av dagvattenanläggningarna efter att dessa tagits i drift. Kassettmagasinet behöver grävas upp vid större åtgärder medans den våta dammen behöver tömmas på slam efter en tid. För den torra dammen och översilningsytan utgör driften främst underhåll av vegetation.

8 EFFEKTER AV FÖRESLAGNA LÖSNINGAR

8.1 KLIMATFÖRÄNDRINGAR

Det finns risk för att funktionen i dagvattenanläggningen påverkas negativt av höjda havsnivåer eller höjda nivåer i Lindö Kanal i framtiden. Ett förändrat klimat i framtiden med kraftigare nederbörd medför dessutom ökade dimensionerande flödena från planområdet. Detta utöver att flödena ökar till följd av en ökad andel hårdgjorda ytor i samband med exploateringen, vilket har kompensrats för i flödesberäkningar genom att en klimatafaktor på 25 % har lagts till, se Tabell 4 och Tabell 5.

Ett förändrat klimat i framtiden medför även längre perioder av torka. Då planområdet är litet sett till ytan är det i ett framtida varmare och torrare klimat svårt att hålla en permanent vattenyta i en våt damm om en sådan anläggs som fördröjningsåtgärd.

8.2 FLÖDESUTJÄMNING

Konsekvenserna av strukturplanen är totalt sett en ökad hårdgjordhet. Befintligt ledningsnät är inte dimensionerat enligt dagens krav eller för tillkommande belastning från ny exploatering. Detta innebär att fördröjningsåtgärder är nödvändiga inom planområdet. Dagvatten inom planområdet föreslås avledas till föreslagna dagvattenlösningar innan den ansluts till befintligt ledningssystem och vidare mot recipienten. Med dagvattenhantering för 10 mm nederbörd minskar flödena vid de flesta regn.

Genom att anlägga ett av de föreslagna fördröjningsmagasinen (torrdamm, våt damm eller underjordiskt fördröjningsmagasin) innan anslutning på ledningsnätet, fördröjs planområdets dagvatten även vid större regn (upp till ett 20-årsregn) ned till ett flöde som ledningsnätet har kapacitet för.

8.3 MILJÖKVALITETSNORMER

Föroreningsberäkningarna visar att den förändrade markanvändningen, där grönytor ersätts med bredare väg och nya skolbyggnader, kommer leda till en ökad föroreningstransport av samtliga undersökta ämnen. Föroreningshalten fosfor överstiger Nodras riktvärden vid utsläpp av dagvatten för den framtida markanvändningen för planområdet (Norrköpings kommun, 2019). Planområdenas genomförande får inte medföra en negativ påverkan på recipientens status eller försvåra att miljökvalitetsnormerna kan uppfyllas. Recipienten Lindö Kanal uppnår enligt de senaste klassningarna inte god kemisk status och den ekologiska statusen är måttlig.

Om fördröjningsåtgärden för hanteringen av ett 20-årsregn kompletteras med en efterföljande översilningsyta alternativt utformas som våt damm som även har renande egenskaper (se alternativ 2A respektive 2B i 6.6), beräknas fosforhalten ut från planområdet hamna inom riktvärdena. Om översilningsytan används som reningsåtgärd ökar däremot belastningen fosfor något, vilket dock inte bedöms påverka miljökvalitetsnormerna då föroreningsbelastningen från planområdet på recipienten är liten i förhållande till den totala belastningen på recipienten. Potentiellt kan dessutom ytterligare rening uppnås för alternativ B1 genom en viss översilning sker även i det brantare partiet av slänten samt genom infiltration i torrdammen. Om ytan i sydöstra delen av den planerade skolfastigheten i stället nyttjas för fördröjningsåtgärden, är det på grund av höjdsättningen inte möjligt att utforma åtgärden som

en reningsanläggning varvid man i stället behöver tillförlita sig på reningen i föreslagna LOD-lösningar på kvartersmark och i gaturummet.

Implementeras de föreslagna dagvattenlösningarna på kvartersmark och i gaturummet tillsammans med underhållsplaner för systemen finns goda förutsättningar, enligt beräkningar utförda i StormTac, att minska fosforhalten ut från planområdet till en nivå under riktvärdena. Då det främst är skolområdet som bidrar till de förhöjda halterna av fosfor, är det av högst vikt att dagvattnet som genereras inom den nya skolfastigheten genomgår rening. Trots rening i föreslagna åtgärder på kvartersmark och i gaturummet ökar fosforbelastningen från planområdet. Då delar av planområdet förblir oförändrade efter exploatering, beror den ökade fosforbelastningen i beräkningarna till stor del på ökade flöden till följd av ett förändrat framtida klimat. I och med att planområdet utgör en så pass liten del av recipientens totala föroreningsbelastning bedöms planområdet inte behöva bidra till förbättringsbehovet för fosfor enligt VISS.

8.4 ÅTGÄRDER UTIFRÅN FÖRESLAGNA LÖSNINGAR

Beroende på val av lösning som man går vidare med kan delar av den norra skolfastigheten behöva tas i anspråk för dagvattenhantering. Vid anläggande av en torrdamm i det nordvästra hörnet av skolfastigheten enligt alternativ B1 i avsnitt 6.4 behöver ytan brytas ut från skolfastigheten och göras till allmän platsmark för att möjliggöra drift och underhåll av torrdammen. För att översilningsytan i slänten nordväst om planområdet ska uppnå funktionen som reningsanläggning bör en bedömning göras om hela den flacka ytan är gräsbeklädd eller om ytterligare vegetation etableras innan ytan börjar nyttjas för dagvattenhantering. För förbättra översilningsytans funktion som reningsanläggning över tiden kan ett nytt gångstråk anläggas i kanten av översilningsytan för att motverka folk som går rakt över översilningsytan och riskerar att förstöra dess funktion.

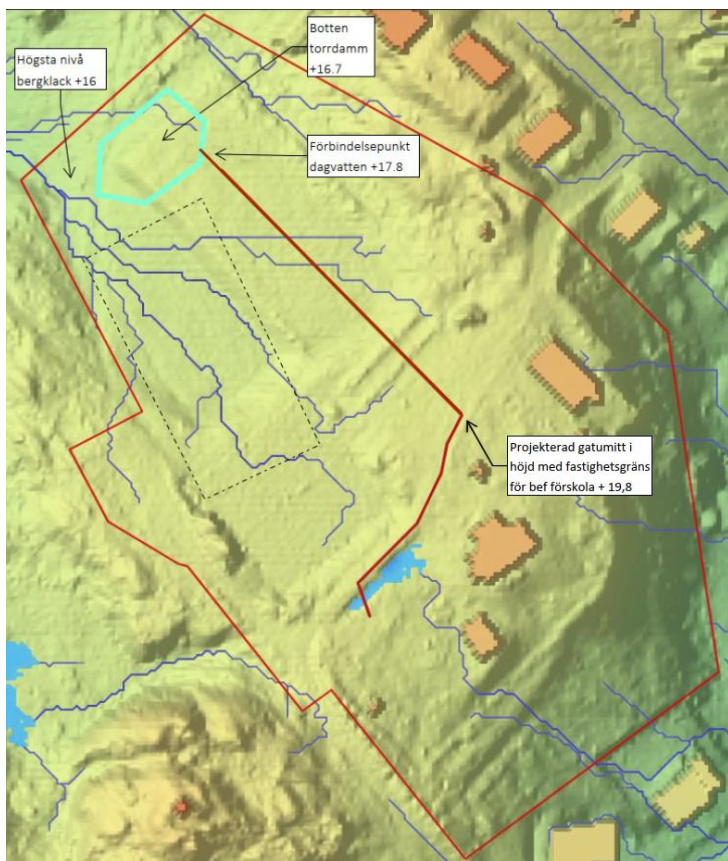
Om kassetmagasin istället väljs som fördröjningsåtgärd för större regn, enligt alternativ A i avsnitt 6.4, behöver ytan för magasinet planläggas som ett U-område. Placeringen av skolbyggnaden och tillhörande asfalterande ytor behöver då begränsas till att ligga på en plushöjd på +18 för att kunna avledas mot befintligt ledningsnät i östra anslutningspunkten.

Om man väljer att fördröja stora regn i damm enligt alternativ B2 i avsnitt 6.4 som ansluter till ledningsnätet nordväst om planområdet kommer bergschakt vara nödvändig för ledningsdragningen ut från planområdet och anslutning till befintligt ledningsnät. Då provtagning av jordförhållanden och grundvatten endast genomförts inom planområdet (Sweco, 2022b) behövs kompletterande geoteknisk undersökning i de fall där åtgärder och ledningsdragning planeras utanför planområdet.

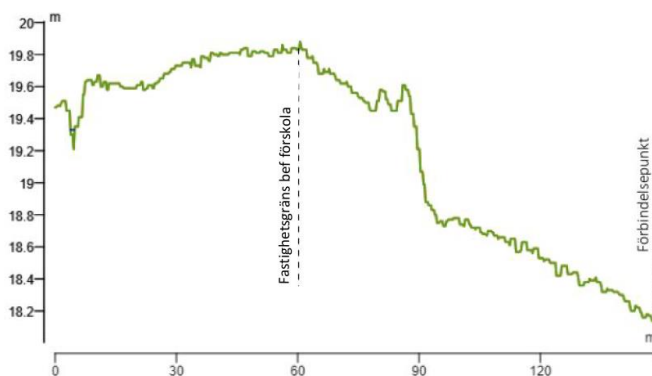
Höjdsättning av skolfastighet

Grundvattnet bedöms av geotekniker (Sweco, 2023) kopplas till höjdnivån hos den bergklack som ligger i den nordvästra delen av planområdet, se avsnitt 4.6. Bergklackens högsta punkt ligger strax under +16, se Figur 28. Torrdammens botten föreslås anläggas på +16,7 för att ha en marginal från grundvattnet. Då torrdammen föreslås kunna rymma ett vattendjup på ca 1 m förelås en förbindelsepunkt mot dammen för dagvatten på +17,8 för att säkerställa att ingen dämning av ledningsnätet sker vid stora regn. För att kunna dra en dagvattenledning med tillräcklig täckning (60 cm för en yta som ej belastas av trafik) över planerad skoltomt till förbindelsepunkten för dagvattendammen, uppskattas tomten vid fastighetsgräns mot gatan behöva ha en lägsta marknivå på +18,8. Som jämförelse har projekterad väg vid

fastighetsgräns för planerad skoltomt nivåer på mellan ca +19,8 och +20,1, varpå höjdsättningen i södra delen av fastigheten naturligt bör ge goda förutsättningar för avledning av dagvatten mot torrdammen. Skoltomten bör generellt ha en lutning bort från skolbyggnaden för att kunna avvattnas mot dammen. Figur 28 visar föreslagen ledningsdragning mot dammen samt styrande marknivåer. Då gatan skevar mot krossdiket (Figur 14) är projekterade höjder i fastighetsgräns mot planerad skoltomt högre än vid projekterad gatumitt. Figur 29 visar befintliga marknivåer längs med föreslagen ledningsdragning.



Figur 28. Styrande höjder för höjdsättning inne på skoltomten. Mörkröd linje visar föreslagen ledningsdragning mot torrdammen. Tunn röd linje visar planområdesgräns.



Figur 29. Profil från söder till norr längs med föreslagen ledningsdragning mot torrdammen. Fastighetsgränsen mot skoltomten samt föreslagen förbindelsepunkt mot torrdammen är utmarkerade.

8.5 TILLSTÅND OCH ANMÄLAN

Enligt Miljöbalken 11 kap 2 § räknas en åtgärd som görs i syfte att avvattna mark för att öka en fastighets lämplighet för ett visst ändamål som markavvattning, exempelvis en åtgärd som görs för att varaktigt skydda en fastighet mot vatten. Anläggande av en vall mot den översvämningsdrabbade tomten nedströms planområdet för att skydda denna från skyfall utgör därmed markavvattning. Enligt Miljöbalken 11 kap 3 § krävs vid markavvattning alltid tillstånd om vattenverksamhet från Mark- och miljödomstolen. Tillståndsansökan till Mark- och miljödomstolen bör även innefatta grävningen av diket runt den översvämningsdrabbade tomten.

I stora delar av Östergötland, däribland i Norrköpings kommun, råder även markavvattningsförbud. Utöver ansökan om tillstånd för markavvattning behöver även dispens från markavvattningsförbudet sökas för åtgärderna. Detta görs hos länsstyrelsen innan ansökan om tillstånd i Mark- och miljödomstolen.

9 FORTSATTA UTREDNINGAR

En utökad geoteknisk utredning bör genomföras i kommande skede i anslutning till lägen för planerade dagvattenåtgärder.

Mätning av grundvattennivåer bör så fort som möjligt påbörjas i tänkt läge för damm/fördröjningsmagasin. Mätning bör ske under åtminstone en hel årscykel för att få en bild av grundvattenytans variationer över året.

En schematisk placering av dagvattenåtgärder har redovisats på kvartersmark i denna utredning. Hanteringen av dagvattnet på kvartersmark i detalj behöver respektive byggherre utreda för att uppnå en säker och hållbar dagvattenhantering.

Höjdsättning av den nya skolfastigheten behöver utredas vidare i detalj för att säkerställa att vatten avleds från byggnaderna till föreslagna ytor för dagvattenhantering samt att hindra lokala lågpunkter med stående vatten inne på fastigheten.

En mer utförlig miljöundersökning behöver utföras för att säkerställa att massor från grävarbeten vid byggnation av föreslagna åtgärder kan avsättas på den planerade skolfastigheten.

I samband med detaljprojektering av planområdet behöver de föreslagna fördröjningsanläggningar som väljs att gå vidare med projekteras. Vid placering av dagvattenåtgärder i närheten av den planerade skolan/förskolan bör utformning av slänter och vattendjup studeras vidare ur ett drunkningsperspektiv. En skötselplan behöver tas fram för renings- och fördröjningsmagasinen.

Åtgärder för hantering av skyfallsvattnet nedströms planområdet behöver detaljprojekteras.

10 REFERENSER

- DHI Sverige AB. (2022). *Norrköping – kartering av extrema regn*.
- Länsstyrelsen. (2023a). Hämtat från EBH-kartan: <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=57213faf51ad4e918140e23a11a47dc0>. Tillgänglig 2023-04-21
- Länsstyrelsen. (2023b). *Markavvattningsföretag*. Hämtat från <https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=57213faf51ad4e918140e23a11a47dc0>. Tillgänglig 2023-05-03.
- Nodra. (2022). *Dagvatten-PM Detaljplan Lindö 2:20 och Lindö 2:1 inom Lindö i Norrköpings kommun*.
- Norrköpings kommun. (2019). *Riktlinje för hållbar dagvattenhantering*.
- Norrköpings kommun. (2022). *Hantering av mindre regn på kvartersmark - större bebyggelse, TN 2019/0528, 22-03-24, version 4*.
- SGU. (2023a). *Jordarter 1:25000-1:100000*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-1-miljon.html>. Tillgänglig 2023-05-22.
- SGU. (2023b). *Jorddjup*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jorddjup.html>. Tillgänglig 2023-05-22.
- SGU. (2023c). *Genomsläpplighet*. Hämtat från <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html>. Tillgänglig 2023-05-22.
- Skogsstyrelsen. (2023). <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>. Hämtat från <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>.
- Stockholm Vatten och avfall. (2016). *Dagvattenwebben - Reningstabell version 2016-11-18*.
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017a). Hämtat från <https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/nvb.pdf>. Tillgänglig 2023-05-23
- Stockholm Vatten och Avfall. (2017b). *Infiltrationsstråk*. Hämtat från https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/infstrak_h.pdf
- Svenska riksbyggen. (1966). *PM Geoteknik och geoteknisk undersökning "Utlåtande över grundförhållandena för projekterade bostadshus i kv. Dingen inom stadsdelen Lindö 1 Norrköping"*. Hämtat från Daterad 1966-12-09. NOKA ID: B1DA68YF
- Sweco. (2022a). *PM Geoteknik Lindö 2:20*.
- Sweco. (2022b). *Markteknisk undersökningsrapport Lindö 2:20*.
- Sweco. (2022c). *PM Markmiljö - Översiktlig miljöteknisk markundersökning på fastigheten Lindö 2:20, Norrköpings kommun, 2022-05-31*.
- Sweco. (2023). *PM Geoteknik Lindö 2:20, Norrköping, Granskningshandling, 2023-09-06*.
- VISS. (2023b). *Lindö kanal*. Hämtat från <https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA67390272>. Tillgänglig 2023-04-18.
- Wawin. (2023). Hämtat från <https://www.wavin.com/sv-se/katalog/Dagvatten/Fordrojning-och-infiltration/Dagvattenkassett-Aquacell-Lite/AquaCell-Lite-dagvattenkassett>. Tillgänglig 2023-05-08.

BILAGA 1

Bilagan redovisar beräkningar av total erforderlig magasinvolym för att fördröja ett 20-årsregn till tillåtet flöde utifrån respektive ledningsnäts kapacitet:

Anslutningspunkt A: Spantgatan i öst, maximalt flöde: 30 l/s

Anslutningspunkt B: Nordväst om planområdet, maximalt flöde: 15 l/s

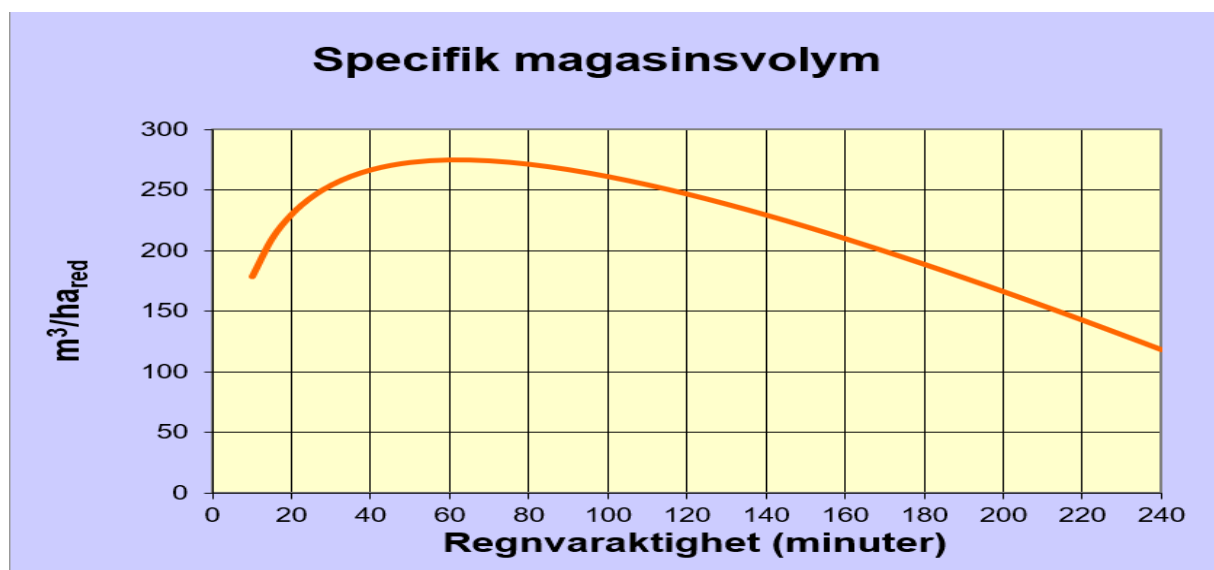
För respektive anslutningspunkt beräknas två fördröjningsvolym för de två alternativen på utformningen av skolbyggnaderna; i alternativ 1 sker ingen utbyggnad av den befintliga skolfastigheten och den planerade skolan utformas med en mindre byggnad. I alternativ 2 byggs både befintlig och planerad skola ut med maximal byggrätt.

Avtappningen (l/s ha_{red}) har beräknats som det maximala flödet i anslutningspunkten genom den reducerade arean efter exploatering. Avtappningen har multiplicerats med en faktor på 2/3 vid beräkning av fördröjningsbehovet. Detta för att kompensera för att avtappningen inte är konstant. Svenskt vattens beräkningsexcel har använts.

Nedan följer indata till beräkningsexcelen samt utdata i form av specifik magasinvolym (m^3/ha_{red}) som funktion av regnvaraktigheten (min). Den erforderliga magasinvolymen (m^3) motsvarar den specifika magasinvolymen multiplicerat med den reducerade arean.

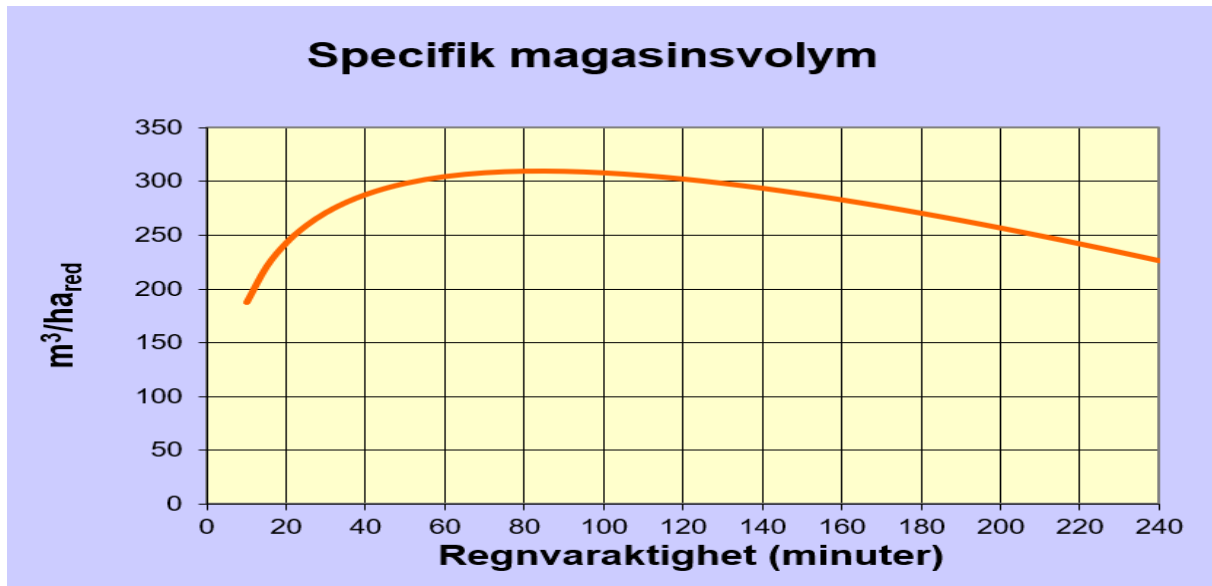
Anslutningspunkt A, alternativ 1:

Avtappning l/s ha_{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha_{red}	Magasinsberäkning mht rinntid Inmatning av data i gula fält. Regnintensiteter enligt Dahlström 2010 Läs av specifik magasinvolym i gröna fältet
31,6	10	1,25	240	0,63	
Specifik volym m^3/ha_{red}	Erforderlig magasin- volym, m^3				
	275,2			173	



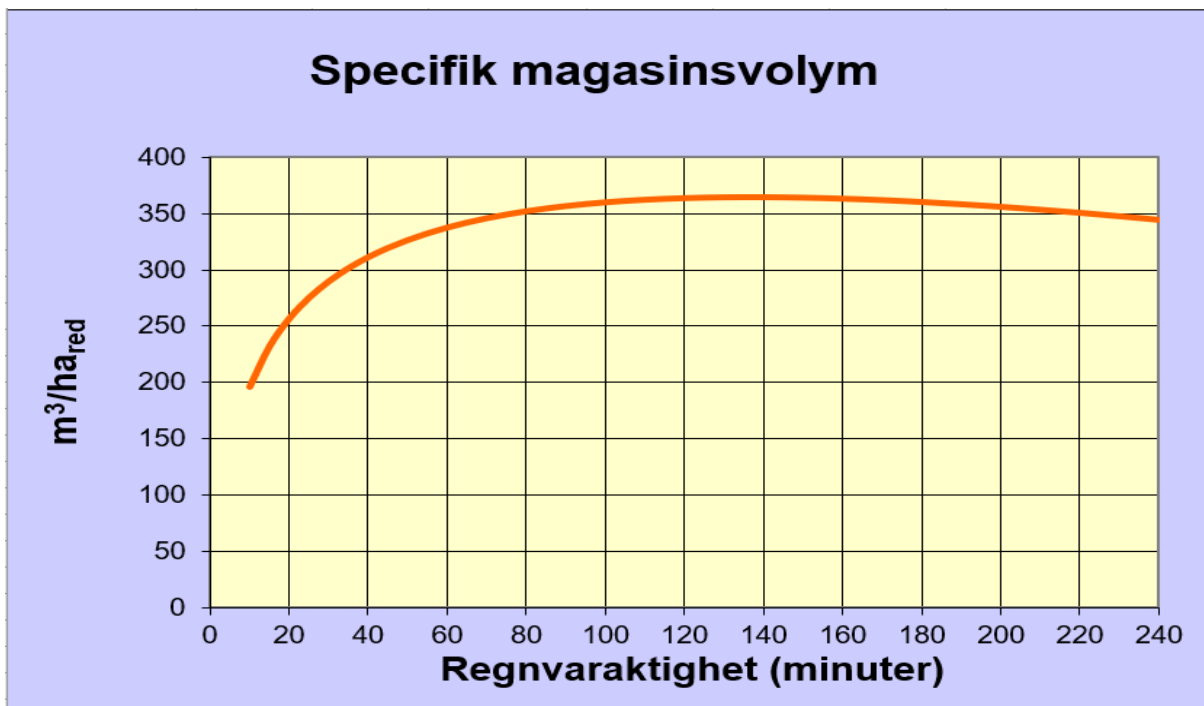
Anslutningspunkt A, alternativ 2:

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}	Magasinsberäkning mht rinntid Inmatning av data i gula fält. Regnintensiteter enligt Dahlström 2010 Läs av specifik magasinsvolym i gröna fältet
24	10	1,25	240	0,83	
Specifik volym m ³ ha _{red}	309,9	Erforderlig magasins- volym, m ³		257	



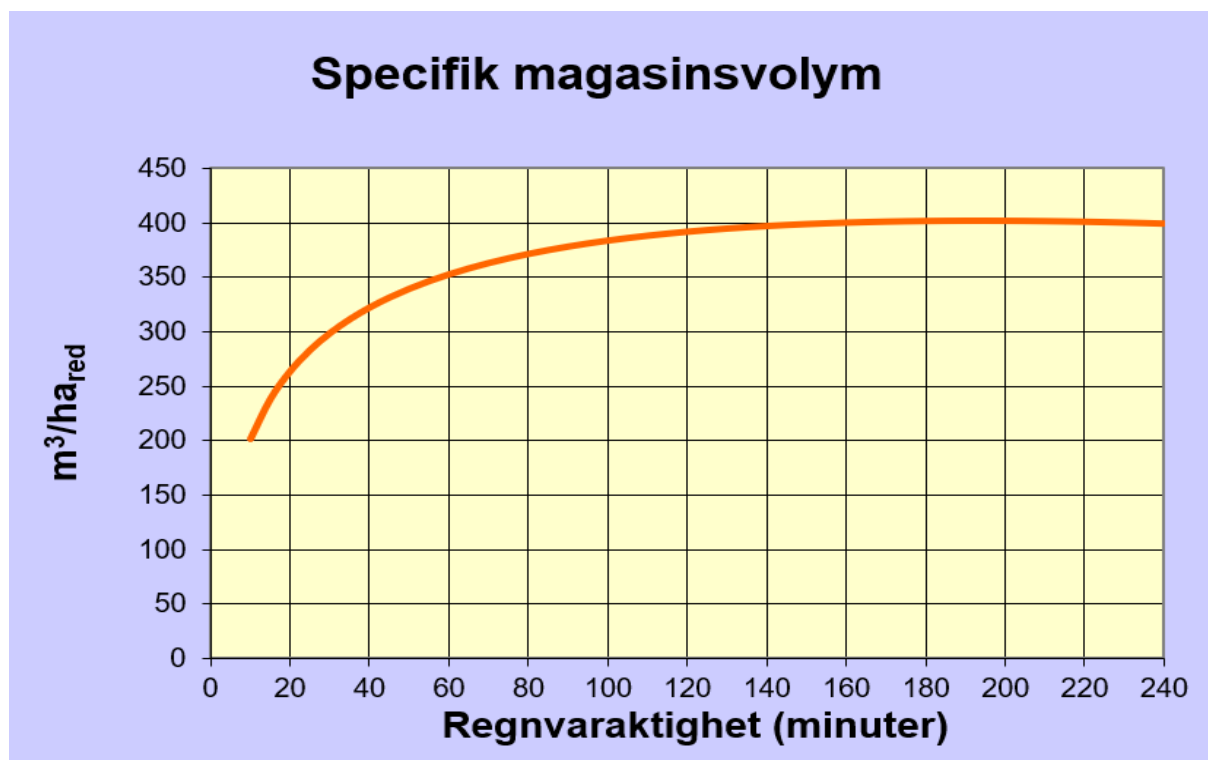
Anslutningspunkt B, alternativ 1:

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}	Magasinsberäkning mht rinntid Inmatning av data i gula fält. Regnintensiteter enligt Dahlström 2010 Läs av specifik magasinsvolym i gröna fältet
15,8	10	1,25	240	0,63	
Specifik volym m ³ ha _{red}	364,4	Erforderlig magasins- volym, m ³		230	



Anslutningspunkt B, alternativ 2:

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}	Magasinsberäkning mht rinntid Inmatning av data i gula fält. Regnintensiteter enligt Dahlström 2010
12	10	1,25	240	0,83	
Specifik volym m³ ha _{red}	402,4	Erforderlig magasins- volym, m³		334	Läs av specifik magasinsvolym i gröna fältet



VI ÄR WSP

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

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

wsp.com

WSP Sverige AB
Box 117
651 04 Karlstad
Besök: Lagergrens gata 8

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

