

JUNI 2019
LINK ARKITEKTUR

HJO KOMMUN
Byggnadsnämnden

2019 -07- 03

Dnr 2018-193

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSUTREDNING

DEL AV SÖDER 3:43



COWI

JUNI 2019
LINK ARKITEKTUR

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSUTREDNING

DEL AV SÖDER 3:43



ADRESS COWI AB

Skärgårdsgatan 1
Box 12076
402 41 Göteborg

TEL 010 850 10 00

FAX 010 850 10 10

WWW cowi.se

JUNI 2019
LINK ARKITEKTUR

DAGVATTEN- OCH SKYFALLSUTREDNING

DEL AV SÖDER 3:43

PROJEKTNR.

A124843

DOKUMENTNR.

VERSION

1.0

UTGIVNINGSDATUM

2019-06-28

BESKRIVNING

Dagvatten- och
skyfallsutredning för del av
fastigheten söder 3:43.

UTARBETAD

Kristina Lundgren

GRANSKAD

Anders
Bäärnhielm

GODKÄND

INNEHÅLL

Sammanfattning	7
1 Inledning	8
1.1 Bakgrund och syfte	8
1.2 Uppdragsbeskrivning	8
1.3 Underlag	8
2 Befintliga förhållanden	10
2.1 Områdesbeskrivning	10
2.2 Koordinat- och höjdsystem	10
2.3 Befintlig avrinning och topografi	10
2.4 Geologi, geotekniska förhållanden och hydrogeologi	12
2.5 Natur- och kulturintressen	12
2.6 Recipient	13
2.7 Befintligt dag-, spill- och dricksvattensystem	14
3 Förutsättningar	16
3.1 Fördröjningskrav	16
3.2 Reningskrav	16
3.3 Miljökvalitetsnormer	16
3.4 Höjdsättning av mark	17
4 Framtida förhållanden	18
4.1 Planområdets föreslagna utformning	18
4.2 Flödesberäkningar och fördröjningsbehov	19
4.3 Dagvattenflöden före och efter exploatering	20
4.4 Föreslagna fördröjningsvolym	21
4.5 Rening av dagvatten	22

5	Konsekvenser av skyfall	25
5.1	Befintliga översvämningrisker vid skyfall	25
5.2	Framtida översvämningrisker vid skyfall	26
5.3	Hantering av skyfall	27
6	Föreslagen dagvattenhantering	29
6.1	Principförslag för dagvattenhanteringen	29
6.2	Beskrivning av föreslagna lösningar	31
6.3	Översiktlig kostnadsbedömning	34
7	Slutsatser och rekommendationer	35
8	Referenser	36

Sammanfattning

En ny grundskola planeras byggas på en del av fastigheten Söder 3:43 i Hjo. I samband med inrättande av ny detaljplan för området har denna dagvattenutredning tagits fram.

Den planerade exploateringen av nuvarande jordbruksmark kommer att medföra öknings i flöde och föroreningshalter om inga åtgärder införs. Jämfört med rekommenderade riktvärden från Stockholms läns landsting så underskrids dock de allra flesta riktvärden även utan rening.

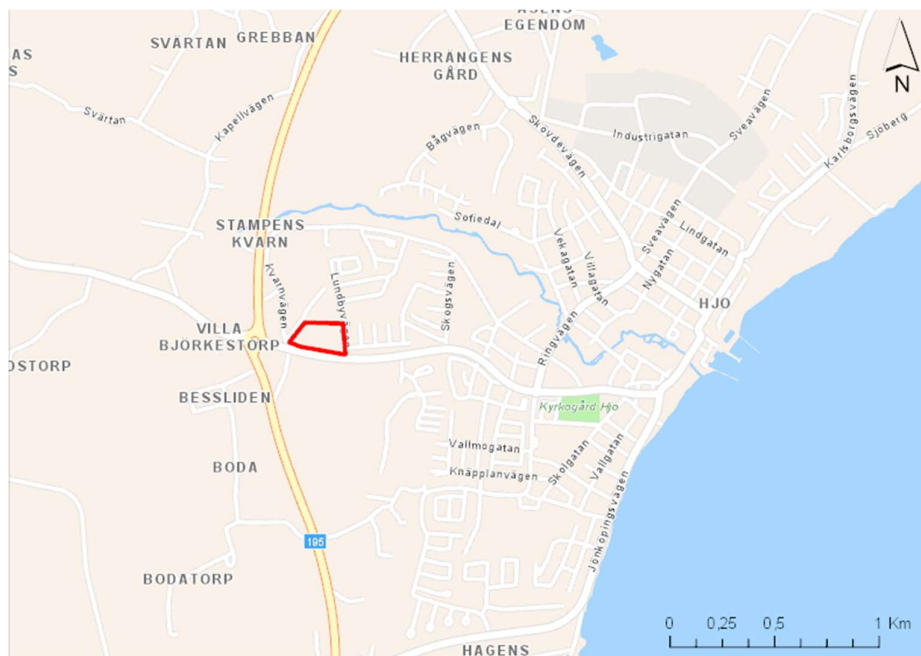
De åtgärder som denna utredning föreslår ska anläggas är gröna tak, svackdiken och ett fördröjningsmagasin, vilka kommer att omhänderta dagvattnet på ett hållbart sätt. Med ca 200 m svackdiken minskar föroreningshalterna för flera ämnen till under befintlig belastning. Men endast 60 m svackdike skulle räcka för att minska belastningen till under riktvärdena. De gröna taken fördröjer dagvattnet och bidrar till ökad biologisk mångfald och grönska medan fördröjningsmagasinet säkerställer att dagvattenflödet ut från området inte ökar efter exploatering.

Bebyggelsen planeras i vad som i dagsläget är befintligt rinnstråk vilket gör att åtgärder krävs för att inte byggnader skall vattenskadas vid extrem nederbörd / skyfall. Som åtgärd föreslås att ett avskärande svackdike placeras väster om bebyggelsen och att byggnaderna höjdsätts enligt de principer som beskrivs i Svenskt Vatten P105.

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

I Hjo kommun på en del av fastigheten Söder 3:43 planeras en ny grundskola och grundsärskola för årskurs F-6 under pågående planarbete för en ny detaljplan. Området är ca 3,2 ha stort och ligger knappt 2 km väster om centrala Hjo (Figur 1). Planområdet avgränsas av Falköpingsvägen i söder, Kornvägen i väster och Lundbyvägen i öster. Strax norr om planområdet ligger Hjo folkhögskola och nära rondellen vid planområdets sydvästra kant ligger en bensinstation.



Figur 1. Översiktskarta där planområdet ses i rött.

1.2 Uppdragsbeskrivning

COWI Sverige AB har fått i uppdrag av Link Arkitektur att utföra en dagvattenutredning för aktuellt planområde i pågående detaljplan. Denna utredning syftar till att beskriva befintliga hydrauliska förhållanden så som avrinningsområde och avrinningsvägar till och från planområdet. Utredningen kommer även belysa planens inverkan på dagvattenflöden, föroreningsbelastning och områdets känslighet vid skyfall (100-årsregn).

1.3 Underlag

Nedan listas det underlag som använts i utredningen och när det inhämtats:

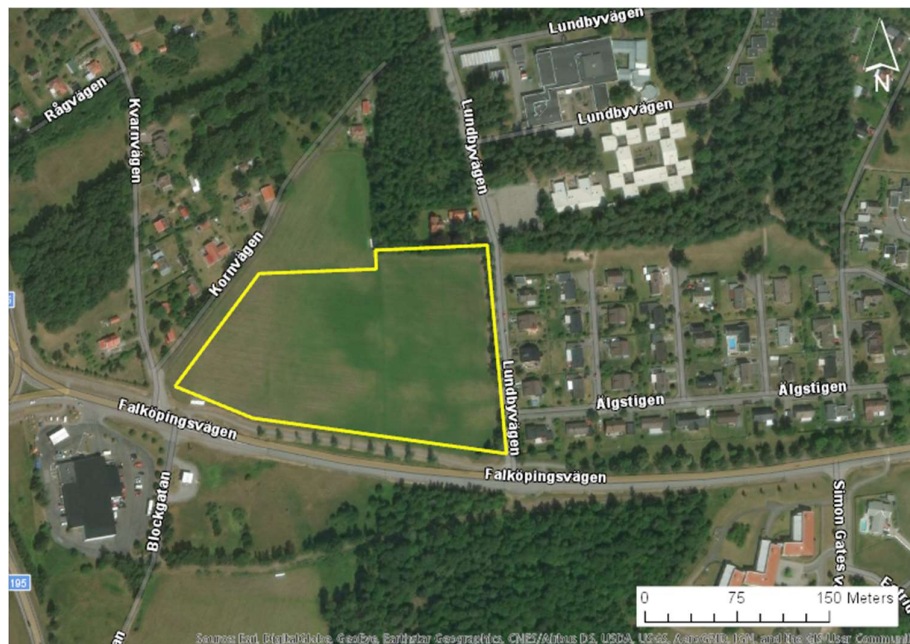
- > Planområde i dwg, erhållen 2019-05-21, Hjo kommun

- > Ledningsunderlag: Dagvatten, spill och dricksvatten-ledningar, erhållen 2019-05-14, Hjo kommun
- > PM- Geoteknik, 2018-09-13, Mitta Geoteknik, Vatten och Miljö
- > Dimensionerings- och reningskrav i Hjo kommun, erhållet 2019-05-17, Telefonsamtal med VA-chef Mikael Jonsson.
- > Geoteknisk undersökning, grundvattennivåer och borrhning, erhållet 2019-06-11, MITTA Geoteknik, Vatten och Miljö.

2 Befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

Planområdet är ca 3,2 ha stort och upptar den största delen av fastigheten Söder 3:43 (Figur 2). I dagsläget används marken som jordbruksmark. Längs med åkerns dikeskanter finns en del träd, mestadels björkar men även några barrträd.



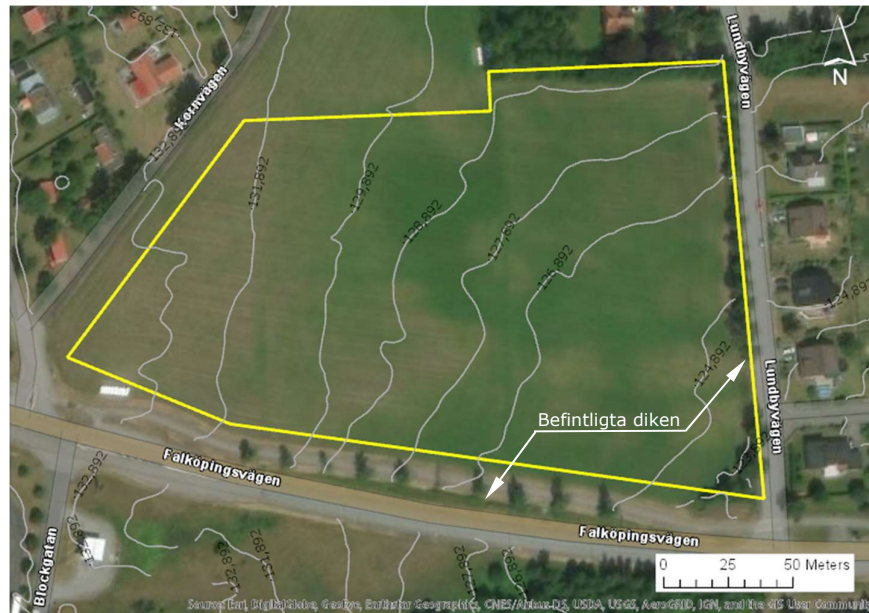
Figur 2. Karta som visar planområdet (gult) och omgivande vägar.

2.2 Koordinat- och höjdsystem

I denna utredning har Sweref 99 13 30 använts som koordinatsystem och RH2000 som höjdsystem.

2.3 Befintlig avrinning och topografi

Topografin i området lutar från nordväst till sydöst och därmed sker ytavrinningen i denna riktning. Inmätta höjder ligger på +131,9 m i nordvästra hörnet och avtar till +123,9 m i sydöstra hörnet (Figur 3).

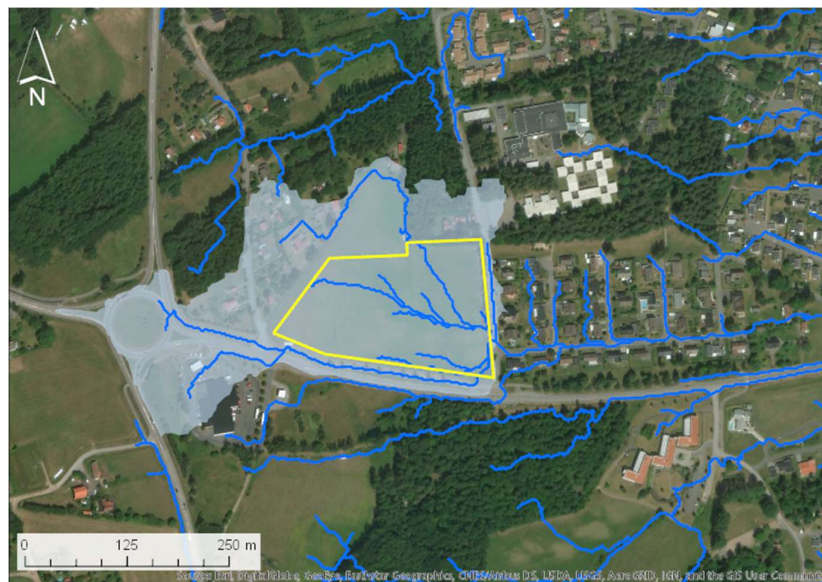


Figur 3. Karta som visar topografin i området. Planområdet är markerat i gult.

I kanten på åkermarken parallellt med Falköpingsvägen och Lundbyvägen finns diken dit avrinning sker, se Figur 3. I områdets sydöstra hörn finns ett särskilt djupt parti av diket som samlar upp avrinningen från avrinningsområdet. Där finns även en trumma av dimension 600 mm som ansluter till dagvattennätet, se sidan 15, Figur 7.

I Figur 4 ses det naturliga avrinningsområdet som tagits fram i SCALGO Live som är ett simuleringsprogram som använder lantmäteriets höjddata med upplösning 2x2 meter för att skapa avrinningsvägar. Området som visas är ca 10 ha stort och baseras endast på höjddata. Markanvändningen uppströms består till stor del av gröna ytor med enstaka hus men även av en del vägar och en bensinstation.

Enligt underlag från länsstyrelsens geodatakatalog finns inget markavvattningsföretag i området. Dock finns enligt uppgift från Anders Westermarck, Gata-parkchef i Hjo kommun, dränering i området som har sitt utlopp i det djupa diket i nordöstra hörnet. Ytledes rinner dagvattnet på gator ut från området (Älgstigen) i östlig riktning mot Hjoån som sedan mynnar i Vättern.



Figur 4. Lokalt avrinningsområde samt befintlig ytavrinning, analyserat i SCALGO Live.

2.4 Geologi, geotekniska förhållanden och hydrogeologi

Enligt den geotekniska utredningen som utfördes av MITTA under 2018 bestod jordlagren av friktionsjord ovan block eller berg. Ytskiktet består av mullhaltig eller något mullhaltig siltig sand ner till mellan 0,3 och 1 meter. Därunder följer siltig eller grusig sand ovan sandig morän innan fast botten. Fast botten ligger på mellan 1,7 och 3,3 meters djup för borrhål 1-5 medan sondering avslutats vid 4 meters djup för borrhål 6 och 7 (MITTA, 2018).

MITTA bedömde ej att några stabilitetsproblem eller någon sättningsproblematik finns i området. Marken klassades som normalradonmark vilket innebär att byggnader skall uppföras med radonskydd. Den geotekniska undersökningen omfattade inte någon undersökning av eventuella föroreningar i marken. Området har dock inte pekats ut som potentiellt förorenat av länsstyrelsen.

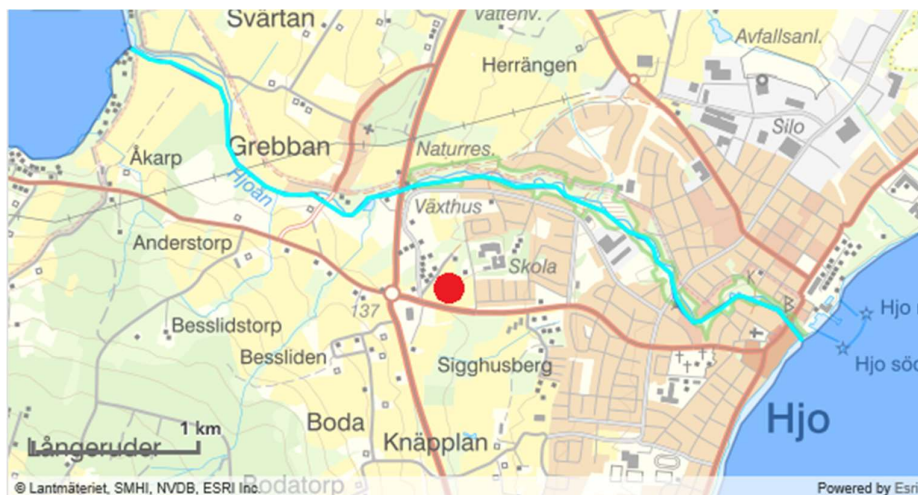
Grundvattennivån låg på mellan 1,0 och 1,8 meter under markytan (MITTA, 2018). Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) genom infiltration bedömdes utifrån dessa grundvattennivåer vara något begränsat men möjligt om det gäller "ytlig och spridd infiltration". Förstärkt dränering för att undvika skador från höga grundvattennivåer rekommenderades i utredningen. Under 2019 utförde MITTA kompletterande grundvattenmätningar och provborrningar som visade på att grundvattennivån i områdets sydöstra kant (där skolan planeras) ligger på mellan 0,8 och 1,77 m under markytan.

2.5 Natur- och kulturintressen

Området ligger inte inom eller i direkt anslutning till någon skyddad natur (t.ex. naturreservat eller vattenskyddsområde) enligt Naturvårdsverkets

2.6 Recipient

Hjoån har i dagsläget måttlig ekologiska status vilket grundas på att fiskstatusen och hydromorfologin (strandzonen) klassats som måttliga (VISS, 2015). Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status vilket beror på överskridande halter av kvicksilver och bromerad difenyleter (PBDE). Dessa gränsvärden överskrider i alla Sveriges ytvattenförekomster och beror i stor grad på luftburen spridning och atmosfärisk deposition. MKN för Hjoån är god ekologisk status till 2021 och god kemisk ytvattenstatus.



Figur 6. Karta som visar planområdets recipient Hjoån (ljusblått) samt planområdets lokalisering (röd prick). Källa: VISS.

2.7 Befintligt dag-, spill- och dricksvattensystem

Befintligt kommunalt ledningsnät för dag-, spill- och dricksvatten ses i Figur 7. Dagvattenledningarna runt området har varierande dimension. I det sydöstra diket finns en trumma med dimension 600 mm som ansluter diket till dagvattennätet som går vidare in i radhusområdet i öster och därefter ut i Hjoån (enligt muntlig uppgift från Mikael Jonsson, VA-chef). Diket tar även emot vatten väster ifrån via två trummor med dimension 400 och 200. I diket längs cykelvägen finns även en oljeavskiljare som vid behov kan rena vatten som kommer från bensinstationen i sydväst. Området har en dräneringsledning med dimension 190 mm av PVC som mynnar i det sydöstra diket. Hur ledningen går inom området är okänt.

Enligt muntlig uppgift från Gata-parkchef Anders Westermarck är ledningssystemet redan idag ganska hydrauliskt ansträngt. Någon förbindelsepunkt för dagvatten finns inte för planområdet (se Figur 7).



Figur 7. karta över Dag- (grönt), spill- (rött) och dricksvatteneldningar (blått) runt området.

3 Förutsättningar

Kommunen har inte någon dagvattenpolicy i dagsläget och därmed kommer denna utredning utgå från de rekommendationer som anger i Svenskt Vattens publikation P105 och P110. Detta innebär att dagvattenhanteringen bör utformas så att:

- > Extrem nederbörd inte orsakar allvarliga skador på bebyggelse
- > Flöden beräknas med klimatfaktor 1,25 för att ta höjd för ökad nederbördsmängd på grund av klimatförändringarna
- > Problem med övergödning och utsläpp av giftiga ämnen minskas
- > Grundvattnet skyddas

3.1 Fördröjningskrav

Efter dialog med VA Chef Mikael Jonsson (2019-05-17) framgick att dimensionerande flöde ska beräknas för ett 30-årsregn. Denna återkomsttid anges i Svenskt Vattens publikation P110 för centrum- och affärsområden som det minimikrav som ställs för trycklinje i marknivå. Det vill säga, det är VA-huvudmannens ansvar att nya dagvattensystem klarar minst 30-årsregn innan systemet blir fullt och det svämmas över. Dagvattenflödet ut från området ska inte öka efter exploatering enligt uppgift från VA Chefen.

3.2 Reningskrav

Några generella reningskrav finns inte från kommunen i dagsläget. I beräkningsprogrammet StormTac används gränsvärden som föreslagits av Stockholms läns landstings som riktvärden för utsläpp till recipient efter exploatering (Regionplane- och trafikkontoret, 2009) och dessa kommer även att användas i denna utredning.

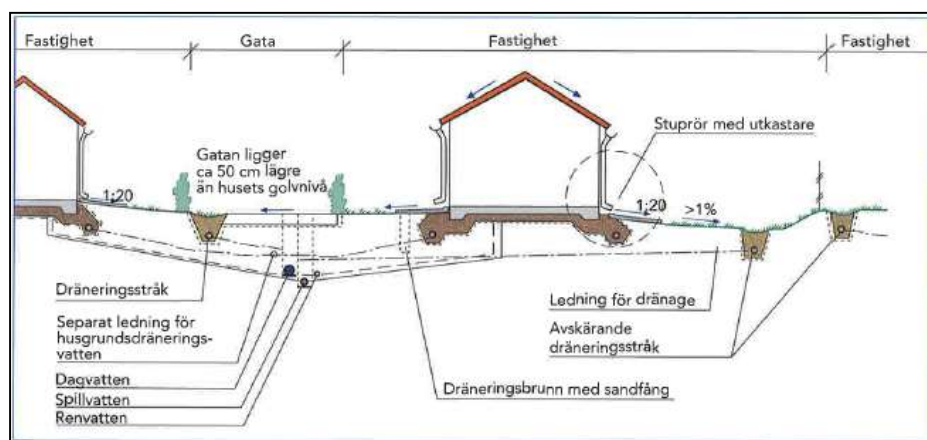
3.3 Miljökvalitetsnormer

Enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) har miljökvalitetsnormer (MKN) fastställts för alla Sveriges ytvatten, grundvatten och kustvatten. Direktivets bestämmelser anger att försämring av yt-, grund-, och kustvatten inte får ske och dessa bestämmelser är bindande för medlemsstaterna. Normerna infördes för att komma till rätta med miljöpåverkan från diffusa utsläppskällor som till exempel trafik och jordbruk och syftar till att reglera den kvalitet på miljön som ska uppnås vid en viss tidpunkt. Huvudregeln har varit att normen god status ska uppnås för alla vattenförekomster till år 2015. Många vattendrag har dock bedömts ej ha tillräckligt hög status och har då fått en tidsfrist till 2021 eller 2027.

En miljökvalitetsnorm baseras på vattnets status idag samt en bedömning om vattnet är konstgjort, kraftigt modifierat eller om ett undantag ska tillämpas. Statusen bedöms i sin tur med hjälp av ett antal biologiska, fysikalisk-kemiska och hydromorfologiska kvalitetsfaktorer. Ytvattenförekomster bedöms var sjätte år utifrån ekologisk status/potential och kemisk status.

3.4 Höjdsättning av mark

Principer enligt Svenskt Vatten publikation P105 ska följas, se Figur 8. Så långt det är möjligt ska marknivån inom planområdet vara högre än gatans nivå. Marken närmast huset ska slutta från byggnaden. Färdigt golv ska vara minst 0,3 m över marknivån i förbindelsepunkt för VA ledningar. Förbindelsepunkten påverkar därmed också höjdsättningen av huset.



Figur 8 Skiss som visar Svenskt Vattens principer gällande marklutningar (Svenskt Vatten P105, 2011).

4 Framtida förhållanden

4.1 Planområdets föreslagna utformning

Det finns två alternativa utformningar av området. Båda alternativen innebär en sammanhängande skolbyggnad i områdets sydöstra kant. Alternativ 1 består i att en förskola byggs till på huvudbyggnaden medan alternativ 2 innebär att skolbyggnaden förlängs i väster (se Figur 9 respektive Figur 10). Parkering, busshållplats och vägar tillkommer också. Hur skolgård kommer att utformas är ännu inte fastlagt men kommer troligtvis innehålla någon form av hårdgjord gångslinga och en del betongplattor. Därmed antas att det område i Figur 9 respektive Figur 10 som markerats som skolgård antas bli ca 50 % hårdgjord. Det antas att storleken på skolgården blir lika stor i de två alternativen men att de väntas ligga något olika. Områdets västra del och området söder om vägen antas behållas som grönyta.



Figur 9. Karta som visar den framtida bebyggelsen, alternativ 1.



Figur 10. Karta som visar den framtida bebyggelsen, alternativ 2.

4.2 Flödesberäkningar och fördröjningsbehov

Flödesberäkningar för att uppskatta dagvattenavrinningen från området före och efter exploatering har utförts med rationella metoden. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av ekvation 1 (Svenskt Vatten, 2016). Klimatfaktor 1,25 har använts för flödesberäkningar efter exploatering i enlighet med Svenskt Vattens publikation P110 för att ta hänsyn till förhöjda regnintensiteter på grund av klimatförändringar.

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot kf \quad (\text{ekvation 1})$$

där

$$q_{dag\ dim} = \text{dimensionerande flöde} \quad [l/s]$$

$$A = \text{Avrinningsområdets (ytans) area} \quad [ha]$$

$$\varphi = \text{Avrinningskoefficient} \quad [-]$$

$$i(t_r) = \text{Dimensionerande regnintensitet} \quad [l/s \cdot ha]$$

$$t_r = \text{regnets varaktighet} \quad [\text{minuter}]$$

$$kf = \text{Klimatfaktor} \quad [-]$$

Dimensionerande regnintensitet beräknades enligt Svenskt Vattens publikation P110, ekvation 2.

$$i(tr) = 190 \cdot \sqrt[3]{\lambda} \cdot \frac{\ln(t_r)}{t_r^{0,92}} + 2 \quad (\text{ekvation 2})$$

där

λ = återkomsttid [månader]

Den reducerade arean för ett område erhålls genom att multiplicera områdets totala yta med en avrinningskoefficient, ϕ , som uttrycker hur stor del av nederbörden som bidrar till avrinning. De avrinningskoefficienter som använts i denna utredning är hämtade från tabell 4.8 i P110 (Svenskt Vatten, 2016).

4.3 Dagvattenflöden före och efter exploatering

Befintlig markanvändning, använd avrinningskoefficient och resulterande reducerad area ses i Tabell 1 och motsvarande för framtida situation ses i Tabell 2.

Tabell 1. Markanvändning, använd avrinningskoefficient och reducerad area för utredningsområdet innan exploatering.

Markanvändning befintlig situation	Area [ha]	Avr.koeff, ϕ	Reducerad area [ha]
Grönyta (jordbruksmark)	3,2	0,10	0,3
Totalt	3,2	0,10	0,3

Tabell 2. Markanvändning, använd avrinningskoefficient och reducerad area för utredningsområdet efter exploatering för de två alternativen.

Markanvändning framtida situation	Area [ha]	Avr.koeff, ϕ	Reducerad area [ha]
<i>Alternativ 1 - förskola</i>			
Tak	0,38	0,90	0,34
Parkering/väg	0,30	0,80	0,24
Gårdsmark	0,55	0,45	0,25
Grönyta	2,00	0,10	0,20
Totalt	3,23	0,32	1,03
<i>Alternativ 2 - stor skola</i>			
Tak	0,44	0,90	0,40

Parkering/väg	0,30	0,80	0,24
Gårdsmark	0,55	0,45	0,25
Grönyta	1,94	0,10	0,19
Totalt	3,23	0,33	1,08

Rinntiden för befintlig situation beräknades till ca 30 minuter baserat på en rinnsträcka om ca 250 meter och en rinnhastighet på 0,15 m/s beräknat enligt Manningsformel med antagande om kort gräns och en 3% lutning, vilket beräknats från tillgängliga höjddata. Rinntiden efter exploatering beräknades till ca 20 minuter baserat på samma lutning men med en något längre rinnsträcka (då byggnader planeras i den befintliga rinnvägen) och på en något mer slät yta en del av rinnsträckan (motsvarande asfalt)

Beräknat flöde vid 30-årsregn redovisas i Tabell 3. Enligt beräkningarna framgår det att flödet ökar med en faktor 5 för båda framtida alternativ jämfört med det befintliga, vilket framförallt beror på att andelen hårdgjorda ytor ökar markant.

Tabell 3. Beräknade dimensionerande flöden vid 10-årsregn före och efter exploatering.

	Å=30 år				
	Red.area [ha]	Rinntid [min]	Klimatfaktor	i [l/s·ha]	qdim [l/s]
Nuvarande	0,3	30	1	166	54
Framtida – alternativ 1	1,0	20	1,25	217	280
Framtida – alternativ 2	1,1	20	1,25	217	292

4.4 Föreslagna fördröjningsvolym

Eftersom flödet från området inte för öka efter exploatering krävs att vattnet fördröjs innan det tillåts släppas ut på dagvattennätet. Den erforderliga magasinvolymen har beräknats enligt rationella metoden. Parametervärden för volymbereäkningen för att räkna fram magasinvolymen kan ses i Tabell 4. Volymen vatten som ansamlas vid ett 30-årsregn beräknades med hjälp av bilaga 10.A från Svenskt Vattens publikation P110 till 235 m³ för alternativ 1 (tillbyggnad av förskola) och 258 m³ för alternativ 2 (större skola).

Tabell 4. Parametrar för beräkning av nödvändig fördröjningsvolym inom planområdet. Dimensionerande regn är ett 30-årsregn.

Parametrar	Alternativ 1	Alternativ 2
Bidragande areal (ha)	1,0	1,1
Strykt utflöde motsvarande 30-årsflöde befintlig situation, rinntid 30 min (l/s)	54	54

Flöde (l/s) planerad situation inkl. klimatfaktor 1,25, rinntid 20 min	280	292
Total fördröjningsvolym (m³)	235	258

4.5 Rening av dagvatten

4.5.1 Föroreningsberäkning

Föroreningsberäkningar har utförts för planområdet med hjälp av StormTacs webbapplikation (version v19.2.1), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller processer för avrinning, flödestransport, föroreningstransport, recipienter, rening och flödesutjämning.

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

Årsmedelnederbörden 524 mm/år från SMHIs station Hjo 8418 har använts som indata för nederbörden (SMHI, 2014). De ämnen som har beräknats är näringsämnena kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS) samt oljeindex. För metaller och näringsämnen avses alltid totalhalter.

För beräkningen av föroreningsbelastning efter exploatering har det antagits att den nuvarande jordbruksmarken som inte bebyggs kan klassas som parkmark. Se alla markanvändningsklassningar i Tabell 5.

Tabell 5. Markanvändningen före och efter exploatering och vad de olika ytorna har klassats som i StormTac.

Markanvändning	Klassning i StormTac	Area [ha]
Nuvarande		
Jordbruksmark	Jordbruksmark	3,23
Framtida		
Takyta	Takyta	0,38 / 0,44
Skolgård	Gårdsyta inom kvarter	0,55 / 0,55
Parkering	Parkering	0,06 / 0,06
Vägar	Asfaltsyta	0,24 / 0,24
Grönytor	Parkmark	2,00 / 1,94
Totalt		1,09

För beräkningen av föroreningsbelastning efter exploatering med införda åtgärder antogs att den enda reningsåtgärden bestod i ett avskärande svackdike väster om byggnaden samt ett meandrande svackdike i områdets sydöstra kant, motsvarande ca 200 m svackdike, samt att gröna tak fördröjer takvattnet innan det når diken.

4.5.2 Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac

StormTac är inget exakt beräkningsverktyg och bör endast användas för att få en generell bild av hur föroreningssituationen efter ombyggnad kan se ut. Beräkningarna utgår ifrån schablonhalter som baseras på och uppdateras efter utförda undersökningar. Även antaganden om avrinningskoefficienter och antagna marktyper inom området påverkar beräkningsresultatet.

4.5.3 Resultat av föroreningsberäkningar

Tabell 6 och Tabell 7 redovisar föroreningshalter och föroreningsmängder från planområdet före exploatering, efter exploatering utan rening, samt efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering för de båda alternativen. Efter exploatering (båda alternativen), utan några åtgärder så ökar föroreningshalterna för flera ämnen (se Tabell 6 och Tabell 7). För befintlig situation överskrider riktvärdena satta av Stockholms läns landsting (Regionplane- och trafikkontoret, 2009) för fosfor, kväve och suspenderade ämnen (SS) och för framtida situation utan rening (båda alternativen) så överskrider endast riktvärdet för fosfor och kadmium.

Tabell 6. Föroreningshalter av dagvatten från planområdet före och efter exploatering för alternativ 1 (förskola). Riktvärden från Stockholms läns landstings förslag till riktvärden för utsläpp till recipient (Regionplane- och trafikkontoret, 2009). Fetstilta celler visar överskridande av riktvärde.

Ämne	Före expl. [µg/l]	Efter expl. alternativ 1 utan rening [µg/l]	Efter expl. alternativ 1 inkl. rening [µg /l]	Riktvärde [µg /l]
P	170	160	130	160
N	4200	1500	1200	2000
Pb	6,8	4,4	2	8
Cu	12	13	8	18
Zn	20	29	14	75
Cd	0,1	0,4	0,2	0,4
Cr	2,5	4,3	2,1	10
Ni	1,6	3,5	1,8	15
Hg	0,005	0,025	0,026	0,03
SS	100000	28000	14000	40000
Oil	190	290	200	400
PAH16	0,076	0,43	0,26	saknas
BaP	0,0076	0,011	0,005	0,03

Tabell 7. Föroreningshalter av dagvatten från planområdet före och efter exploatering för alternativ 2 (stor skola). Riktvärden från Stockholms läns landstings förslag till riktvärden för utsläpp till recipient (Regionplane- och trafikkontoret, 2009). Fetstilta celler visar överskridande av riktvärde.

Ämne	Före expl. [µg/l]	Efter expl. alternativ 2 utan rening [µg/l]	Efter expl. alternativ 2 inkl. rening [µg /l]	Riktvärde [µg /l]
P	170	160	130	160
N	4200	1500	1300	2000
Pb	6,8	4,3	2	8
Cu	12	13	8,1	18
Zn	20	29	14	75
Cd	0,1	0,4	0,2	0,4
Cr	2,5	4,3	2,1	10
Ni	1,6	3,6	1,8	15
Hg	0,005	0,024	0,026	0,03
SS	100000	28000	14000	40000
Oil	190	280	200	400
PAH16	0,076	0,43	0,28	saknas
BaP	0,0076	0,011	0,005	0,03

Efter rening med hjälp av svackdike minskar nästan alla föroreningshalter i dagvattnet jämfört med vid befintlig situation (se Tabell 6). Halten kadmium, nickel, kvicksilver och PAH16 ökar något jämfört med befintlig belastning trots rening. Alla halter beräknas dock understiga de riktvärden som finns. Beräkningar gjordes även med endast gröna tak och det meandrande diket (ca 60 meter) och även då underskreds alla riktvärden. Denna kontrollberäkning gjordes för att säkerställa att reningen är fullgod även utan det avskärande diket då inte allt dagvatten kommer att ledas via det.

4.5.4 Påverkan på recipient

Halterna för de allra flesta föroreningar minskar efter föreslagna reningsåtgärder och är under riktvärdena (Regionplane- och trafikkontoret, 2009) vilket pekar på att reningen bör vara tillräcklig för att inte påverka recipienten.

5 Konsekvenser av skyfall

Som del av denna utredning ingick en analys av skyfall motsvarande 100-årsregn. Med ett skyfall menas ett regn med hög intensitet, motsvarande 1 mm/minut (SMHI, 2015). Områdets lågpunkter och översvämningsområden vid ett 100-årsregn modellerades i SCALGO Live vilket är ett webbaserat modelleringsverktyg som utgår ifrån lantmäteriets höjddata om 2 x 2 m. Programmet tar inte hänsyn till infiltration, dagvattensystem eller evaporation utan visar på hur stora vattendjup som bildas utifrån regnmängd och topografi.

Antaget regndjup var 37 mm vilket motsvarar ett 100-årsregn som faller på 10-minuter enligt Svenskt Vatten P110. Samma regndjup antogs både för befintlig och framtida situation då det antas att den höga intensiteten vid ett skyfall innebär att infiltration i grönytor är försumbar. Analysen tar med hela avrinningsområdet eftersom

5.1 Befintliga översvämningsrisker vid skyfall

Som väntat skapas en översvämning i diket i områdets sydöstra kant (Figur 11). Diket är drygt 1 meter djupt och klarar därför att ta en ganska stor volym från området i dagsläget utan att stora ytor blir översvämmade. Dock räknar inte SCALGO med trummor mellan diken vilket skulle kunna påverka i detta fall då vatten från området väster om planområdet ska rinna in i det översvämmade diket via en trumma. Däms denna upp kan det tänkas bli översvämnings längs cykelvägen eller längre uppströms. Eftersom området lutar mot sydöst så kommer vattnet vid översvämmat dike att rinna ut på vägen snarare än in på planområdet.



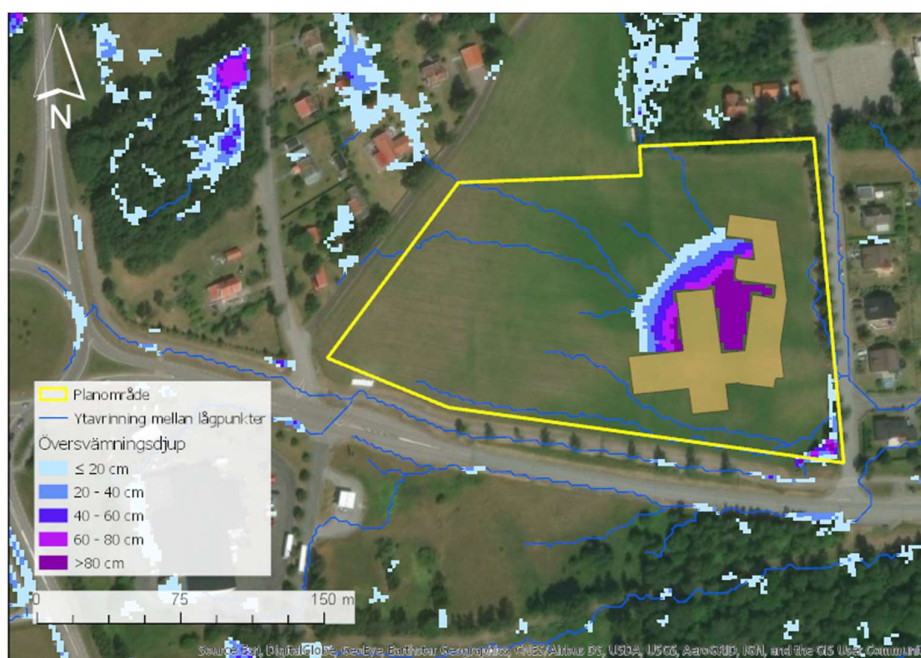
Figur 11. Karta som visar översvämningsområden vid ett 100-årsregn som faller på 10 minuter, motsvarande 37 mm, vid befintlig situation. De mörkblå linjerna visar hur vattnet rinner mellan lågpunkter.

5.2 Framtida översvämningsrisker vid skyfall

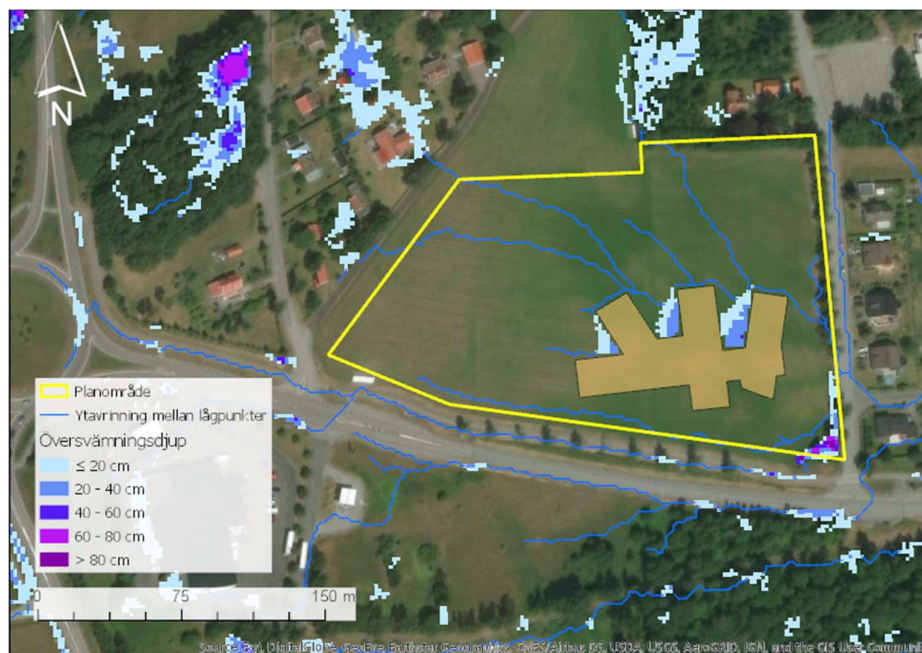
För att se hur den planerade bebyggelsen påverkar översvämningsriskerna inom och utanför planområdet gjordes en SCALGO Live modellering med de planerade byggnaderna. Övriga höjder antogs vara samma som vid befintlig situation.

Utan någon åtgärd i området kommer stora mängder vatten ansamlas vid de planerade byggnaderna (se Figur 12 och Figur 13). Detta beror på att byggnaderna planeras precis där befintlig ytavrinning sker i båda alternativen. Större problematik fås dock med byggalternativ 1 eftersom vattnet inte har någon möjlighet att gå runt.

Vad gäller planens inverkan på omgivande marks skyfallskänslighet så visade modelleringen inte på någon nämnbar förändring. Detta beror på antagandet att markanvändningen vid skyfall inte spelar någon roll på grund av den höga regnintensiteten och alltså spelar det ingen roll att marken hårdgjorts. Det beror också på att byggnaderna stoppar upp flödet inom området vilket gör att vattnet i mindre utsträckning rinner vidare till nästa lågpunkt utanför planområdet.



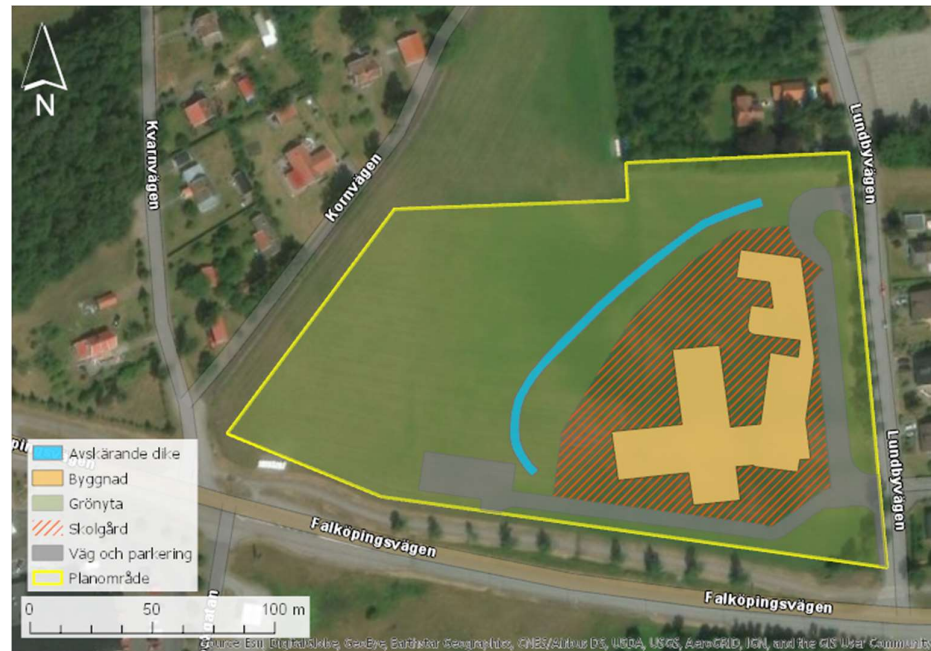
Figur 12. Karta som visar översvämningsområden vid ett 100-årsregn som faller på 10 minuter, motsvarande 37 mm, vid framtida situation alternativ 1. De mörkblå linjerna visar hur vattnet rinner mellan lågpunkter.



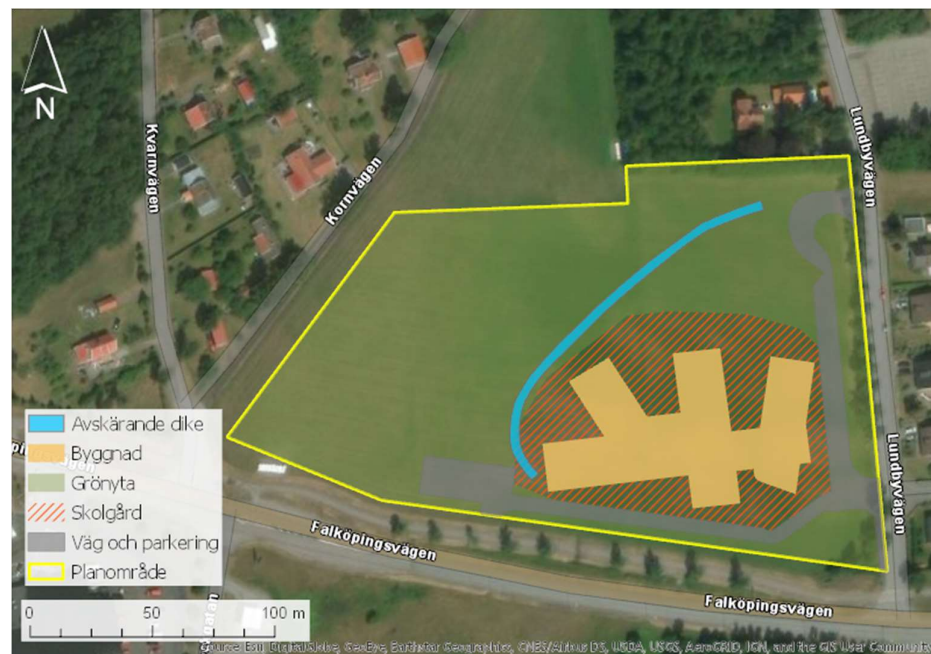
Figur 13. Karta som visar översvåmningsområden vid ett 100-årsregn som faller på 10 minuter, motsvarande 37 mm, vid framtida situation alternativ 2. De mörkblå linjerna visar hur vattnet rinner mellan lågpunkter.

5.3 Hantering av skyfall

För att hantera översvåmningsriskerna föreslås ett avskärande svackdike väster om de planerade skolbyggnaderna, se Figur 14 respektive Figur 15. Detta minskar mängden vatten som rinner från nordväst och väst. Vidare bör höjdsättningen av husen möjliggöra att takytor och skolgård avvattnas mot något av de svackdiken som föreslås.



Figur 14. Karta som visar det avskärande diket tillsammans med den planerade bebyggelsen, alternativ 1.



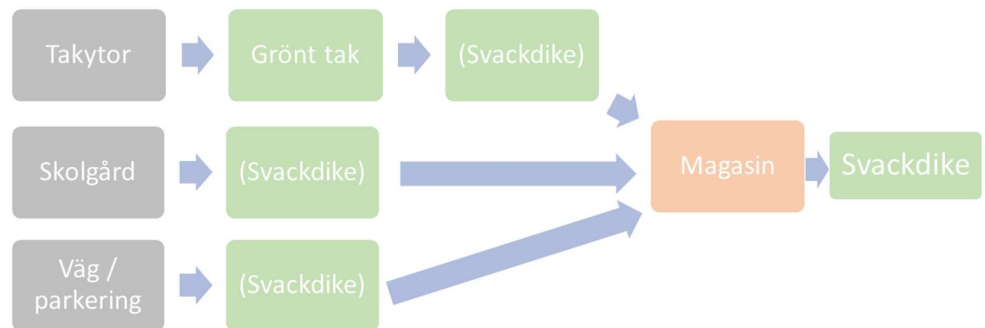
Figur 15. Karta som visar det avskärande diket tillsammans med det planerade bebyggelsen, alternativ 2.

6 Föreslagen dagvattenhantering

6.1 Principförslag för dagvattenhanteringen

Dagvattenhanteringen som föreslås beskrivs i

Figur 16 och utgår ifrån att öppna dagvattenlösningar utnyttjas i kombination med ett magasin. Detta är för att skapa ett stabilt system som renar och fördröjer i flera steg. Magasinet föreslås anläggas i det sydöstra hörnet och avtappas till det befintliga diket innan anslutning till dagvattennätet (se Figur 17 och Figur 18). Denna placering föreslås utifrån topografin i området. Magasinet föreslås utformas för att omhänderta hela den magasinvolym som beräknats fram, dvs. max 258 m³, och ha ett strypt utlopp motsvarande 54 l/s enligt beräkningarna för befintligt utflöde. Då grundvattenyta ligger på ca 1 m under markytan föreslås att magasinet har en höjd på 0,6 m och yta på ca 100 x 4 m om det anläggs under jorden. Väljs ett öppet magasin (likt en damm) kan en mindre yta krävas då djupet kan tänkas göras något större. Vatten bör ledas in i magasinet via brunn med sandfång för att minska sedimenteringen av material i själva magasinet.

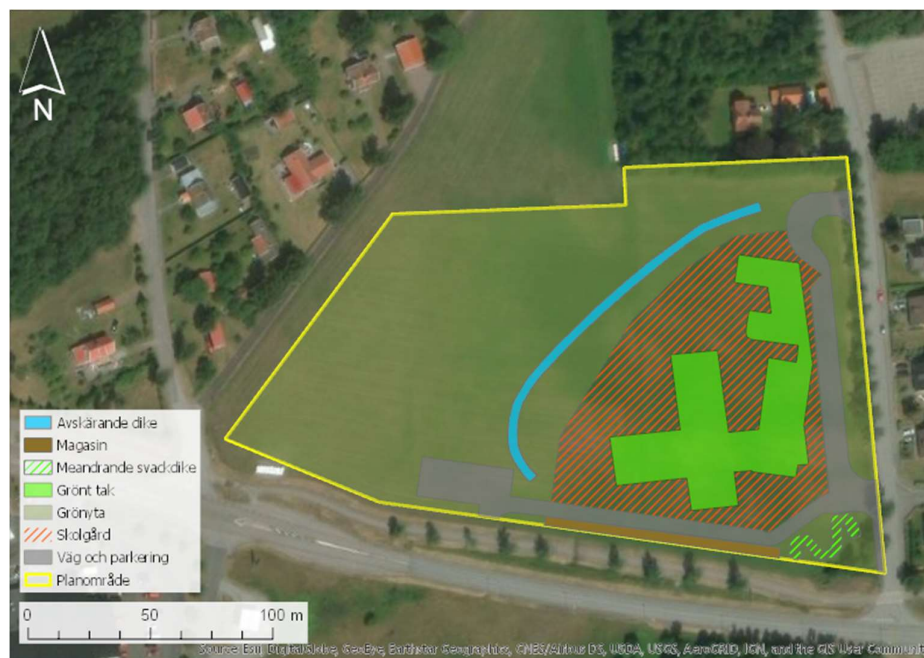


Figur 16. Principskiss över föreslagen hantering av dagvattnet inom planområdet. Svackdike inom parentes innebär att inte allt vatten leds dit utan går istället via rör och dagvattenbrunnar direkt till magasinet. De blåa pilarna motsvarar rör (eller ytavrinning om det är möjligt).

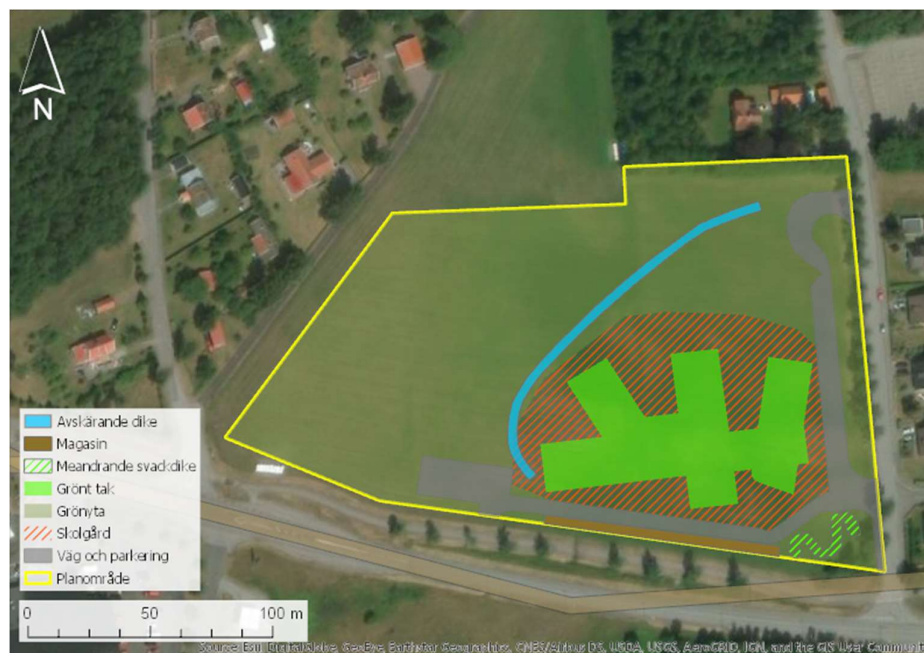
Gröna tak föreslås anläggas på skolbyggnaden vilket sedan antingen kan ledas via takrännor till svackdike eller till dagvattenbrunn och via rör till fördröjningsmagasinet i det sydöstra hörnet (se Figur 17 och Figur 18). Där utkastare inte fungerar kan vattnet ledas direkt från stuprör in i ledning till magasinet. Dagvatten från parkering- och vägytor föreslås ledas via svackdiken längs vägarna för rening och fördröjning innan det leds mot magasinet i ledning, alternativt kan det ledas via dagvattenbrunnar och rör till magasinet direkt. Ett avskärande dike mellan den planerade bebyggelsen och planområdets västra del föreslås för att ta hand om dagvattnet väster ifrån samt för att förhindra stående vatten invid byggnader vid skyfall (se avsnitt 5.2 och 5.3 för skyfallshantering). Skolgården föreslås avvattnas genom höjdsättning antingen mot det avskärande svackdiket eller mot lågpunkt med kupolbrunn för avledning i ledning mot magasinet.

Den föreslagna dagvattenhanteringen har utgått från den befintliga höjdsättningen i området och bör därmed möjliggöra avledning av vatten med

självfall. Hur stor del av vattnet som går via det avskärande svackdiket eller eventuella diken längs med vägarna beror på vad som blir mest praktiskt baserat på höjdsättningen. Jordlagren bestående av till stor del siltig eller grusig sand kan medge infiltration till grundvattnet vilket dels kan ske i svackdiken och dels i magasinet om det utformas för detta.



Figur 17. Karta som visar den föreslagna dagvattenhanteringen bestående av gröna tak, svackdiken och ett magasin tillsammans med byggalternativ 1.



Figur 18. Karta som visar den föreslagna dagvattenhanteringen bestående av gröna tak, svackdiken och ett magasin tillsammans med byggalternativ 2.

6.2 Beskrivning av föreslagna lösningar

6.2.1 Gröna tak

Tak med vegetation, så kallade gröna tak, kan utformas på en mängd olika sätt och kan därmed bidra med många positiva effekter (se exempel i Figur 19). Ur dagvattensynpunkt är det främst reducering och fördröjning av dagvatten som är centrala egenskaper. Men ett grönt tak kan även öka den biologiska mångfalden, isolera mot kyla/värme och bidra med grönska. Beroende på vilken typ av vegetation som önskas på taket krävs olika substratdjup. Minsta djup för ett tak med *sedum* är 30 mm medan ett tak med örter och gräs, liknande en äng, kräver runt 100 mm (Pettersson Skog et al., 2017). Ett djupare substrat minskar behovet av gödsling, vilket annars tenderar att öka mängder näringsämnen, zink och kvicksilver i avrinningen från ett grönt tak. Det minskar även behovet av bevattning och medger för ett bredare växtval och därmed mer biologisk mångfald.

Underhåll av ett grönt tak innefattar att laga kala fläckar, städa bort grenar och liknande som kan skada taket samt gödsling eller bevattning vid behov (Lindfors et al., 2014). Det är därför viktigt att det går att nå taket på ett säkert sätt.

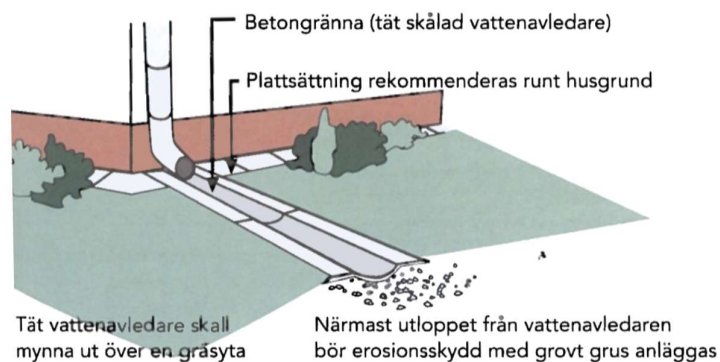


Figur 19. Foto på grönt sedumtak. Källa: Haninge kommun.

6.2.2 Avledning av takvatten

Takvatten kan antingen avledas via ansluten dagvattenledning eller till stuprörskastare, se Figur 20. Där anslutning sker via dagvattenledning avleds dagvattnet till fördröjningsmagasin eller svackdike.

Där det fungerar med stuprörutkastare tillåts dagvatten att infiltrera i omkringliggande gräsmattor på ett avstånd som inte påverkar byggnadens dränering. Detta ger både en flödesutjämning och viss rening. Underhåll kan behöva ske i form av lövrensning vid behov.



Figur 20. Skiss på stuprörutkastare med tät vattenavledare från Svenskt Vattens publikation P105

6.2.3 Svackdike

Ett svackdike är ett gräsbeklätt dike med flacka slänter och fungerar som kombinerad infiltrationsyta och öppet avledningssystem, se. Dikena kan vara försedda med ledningar och kupolbrunn med upphöjd inloppsnivå för att inte riskera att vatten står ut på vägen när diket går fullt. Rening av dagvattnet sker genom översilning, sedimentation och växtupptag.



Figur 21. Foto som visar svackdike invid väg. Källa: Haninge kommun.

Om infiltrationskapaciteten är låg kan man överväga att anlägga en stenfyllning under svackdiket, se Figur 22. På så sätt kan vatten tillfälligt magasineras innan det perkolerar ut i omgivande marklager. För att detta ska fungera krävs att stenfyllningen hamnar över grundvattennivån och att viss infiltrationskapacitet finns i underliggande jordlager.



Figur 22. Principskiss för ett svackdike. Svackdiken etableras på naturmark i nivå under ytan som ska avvattnas. Reningsfunktionen kan förstärkas genom att anlägga ett dräneringslager med dräneringsledning i botten.

Svackdiken kräver en måttlig skötselinsats i form av rensning och gräsklippning och är billiga att anlägga i förhållande till nyttan. Investeringskostnaden varierar beroende på t.ex. dikets bredd, djup och lokala förutsättningar så som markens beskaffenhet.

6.2.4 Magasin

För magasinering under mark kan exempelvis kassettmagasin användas (se Figur 23). Ett sådant magasin är gjort av polypropen och omges av geotextil eller geomembran som skyddar om omgivande jord (Lindfors et al., 2014). Vattnet som samlas i magasinet kan sedan perkolera ned till grundvattnet eller rinna vidare via strypt bottenutlopp. Om perkolation skall vara möjlig måste magasinet anläggas över grundvattenytan men detta görs normalt eftersom det annars krävs ytterligare vattentät duk som förhindrar att grundvatten läcker in i magasinet (Lindfors et al., 2014). Ett magasin har inte någon större möjlighet att rena dagvattnet och kräver därför kompletterande dagvattenåtgärder.

Magasinet behöver kunna rensas på något sätt, vilket bör beaktas vid anläggning (Svenskt Vatten, 2011) kan magasinet inte rensas måste ett filter installeras i intagsbrunnen till magasinet. Det går även att skapa ett magasin ovan jord, likt en damm, för att skapa en vattenspegel och lättare åtkomst för resning av sedimenterat material.



Figur 23. Bild på kassettmagasin. Källa: Pipelife 2009, se Lindfors et al. 2014.

6.3 Översiktlig kostnadsbedömning

Kostnader för anläggning av dagvattenlösningar varierar kraftigt beroende på entreprenör, leverantör och hur marken är beskaffad. De beror även på slutlig utformning av planområdet och är svåra att ta fram innan detaljprojektering.

En kostnadsindikation för ett 4 m brett svackdike är ca 300 kr/m (VISS, 2015). Växtskiktet för ett grönt tak kostar mellan 250-700 kr/m² (Wittmar, Vegtech 2018 se Erlandsson 2018). Till det tillkommer kostnad för bjälklag vilket gör att den totala kostnader blir högre, exempelvis ca 360 kr/m² för 60 mm sedumtak (Erlandsson, 2018).

Att upprätta en driftsplan och säkerställa medel för årlig drift och underhåll av dagvattenanläggningar är av yttersta vikt. Erfarenheter från uteblivet underhåll visar på låg funktionalitet och risk för att anläggningar som byggts kan komma att utgöra en koncentrerad källa till föroreningar. Underhållsfrekvensen, och därmed kostnaderna, beror på förorenings- och flödesbelastning.

7 Slutsatser och rekommendationer

Utifrån denna utredning kan följande slutsatser och rekommendationer göras:

- > Den planerade exploateringen utan några åtgärder innebär en ökning i dagvattenflöde och en ökad föroreningsbelastning. Därmed krävs renings- och fördröjningsåtgärder för att minska denna påverkan.
- > För att rena dagvattnet föreslås att svackdiken anläggs, dels ett avskärande vill väster om skolan och dels ett meandrande i områdets sydöstra kant. Dessa kommer även fördröja dagvattnet något.
- > Ytterligare fördröjning av reducering av dagvattenflöde fås genom anläggande av gröna tak. Magasinering av dagvattnet innan det släpps ut på dagvattennätet föreslås ske i ett fördröjningsmagasin i områdets sydöstra del. Efter magasinering släpps vattnet till det meandrande diket för ytterligare rening innan vattnet släpps ut i det befintliga diket där anslutning till dagvattennätet finns.
- > Vid skyfall ansamlas vatten invid skolbyggnaden eftersom den (för båda alternativ) planeras i befintligt rinnstråk. För att komma till rätta med detta föreslås att ett avskärande svackdike anläggs väster om skolområdet. Detta kan då fånga upp vatten som kommer väster ifrån.
- > Höjdsättningen av byggnaderna och skolgården bör göras enligt principer som beskrivs i Svenskt Vatten P105. Vatten bör på ett säkert sätt kunna avrinna mot närmaste svackdike eller dagvattenbrunn utan att skada bebyggelse eller bli stående på skolgården.
- > Med ovan nämnda åtgärder (svackdiken, grönt tak och magasin) så beräknas den planerade exploateringen inte påverka recipienten negativt och dagvattnet kommer att fördröjas så att ingen ökning i flöde fås.

8 Referenser

Haninge kommun (u.å). *Hållbar dagvattenhantering: Råd, tips och inspiration för byggtreprenörer och ägare av småhus*. Tillgänglig:

https://www.haninge.se/siteassets/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/bilderva/slutversion_haninge_kommun_lod_broschyr_a4_web.pdf [2019-05-28]

Haninge kommun (u.å). *Handbok för hållbar dagvattenhantering – för byggtreprenörer och samhällsplanerare*. Tillgänglig:

https://www.haninge.se/siteassets/bygga-bo-och-miljo/vatten-och-avlopp/dagvatten/haninge_lod_storre_fastighet_digital1.pdf [2019-05-28].

Erlandsson, A för Järfälla kommun (2017). *Utredning och gröna tak*. Tillgänglig:

<https://www.jarfalla.se/download/18.664e92c9162ba58ffef99758/1523867945825/03%2002%20Utredning%20om%20gr%C3%B6na%20tak%20-%20rapport.pdf>. [2019-05-28]

Lindfors, T., Bodin-Sköld, H., Larm, T., 2014. *Grågröna systemlösningar för hållbara städer: Inventering av dagvattenlösningar för urbana miljöer*.

Regionplane- och trafikkontoret, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp. Regionala dagvattennätet i Stockholms län. Riktvärdesgruppen.

Svenskt Vatten (2016). Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem, Publikation P110.

Svenskt Vatten (2011). Hållbar dag- och dränvattenhantering: råd vid planering och utformning, Publikation P105.

SMHI (2014). Normalvärden för nederbörd. Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/klimatdata/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-1.7354> [2019-05-20]

SMHI. 2015. *Nederbördsintensitet*. Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/nederbordsintensitet-1.19163> [2019-05-09].

Pettersson Skog, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., Capener, C., 2017. *Grönatakhandboken: Växtbädd och vegetation*.

VISS (2015). Hjoån. Tillgänglig:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA79326117> [2019-05-20].

VISS, 2015. Svackdiken. Tillgänglig:

<https://viss.lansstyrelsen.se/Measures/EditMeasureType.aspx?measureTypeEUID=VISSMEASURETYPE000787> [2019-05-28]

Länsstyrelsen (u.å). Markavvattning i Västra Götaland båtnadsområden.
Tillgänglig: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>.
[2019-05-20]

Länsstyrelsen (u.å). Markavvattning i Västragötaland diken, rör och vallar.
Tillgänglig: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/> .
[2019-05-20]

Länsstyrelsen (u.å). Täckdikning Skaraborgs län. Tillgänglig: <https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/>. [2019-05-20]

Länsstyrelsen (u.å). Potentiellt förorenade områden externt (EBH). Tillgänglig:
<https://ext-geodatakatalog.lansstyrelsen.se/GeodataKatalogen/> [2019-05-20].

Vatteninformationssystem Sverige, VISS, (2019). Vattenkartan. Tillgänglig:
<https://ext-geoportal.lansstyrelsen.se/standard/?appid=1589fd5a099a4e309035beb900d12399>. [2019-05-20]

Naturvårdsverket (u.å). Naturvårdsverkets naturvårdsregister. Tillgänglig:
<http://skyddadnatur.naturvardsverket.se/>. [2019-05-17]

Skogsstyrelsen (u.å). Skogsstyrelsens karta över kultur- och naturhänsyn.
Tillgänglig: <https://kartor.skogsstyrelsen.se/kartor/>. [2019-05-14]

ArtDatabanken (2019). Trädportalen. Tillgänglig:
<https://www.tradportalen.se/Default.aspx>. [2019-05-14]