

Dagvatten- och skyfallsutredning

# Detaljplan Mora 3:55

## Norrtälje kommun

Status

Slutleverans

Beställare

Norrtälje kommun

Datum slutleverans

2023-08-28

Datum revidering

2023-10-16



**AFRY**  
Å F P Ö Y R Y

Uppdragsansvarig  
**Isabelle Wahlund**

Teknikansvarig  
**Ida Gomez Bergström**

Dagvattenutredare  
**Carolina Björkman**

Skyfallsutredare  
**Xiangyu Luan**

Granskare  
**Amanda Leima**

Projekt-ID  
**D0108489**

Mottagare  
**Norrtälje kommun**



## Rapportshistorik

Ver.		Checked status	Sign	Approval	Sign
1	Justering av text, beräkningar och skyfallsmodellering.	2023-10-16	CB/XL	2023-10-16	IGB

## Sammanfattning

AFRY har på uppdrag av Norrtälje kommun utfört en dagvatten- och skyfallsutredning för fastigheten Mora 3:55 som är belägen i Norrtälje kommun. Utredningsområdet är cirka 1,2 hektar och består idag av en förskola med tillhörande byggnader, parkering, väg, lekplats med mera. Planförslaget för framtiden är en ny förskola med ny placering, förrådsbyggnader, större parkering osv.

Resultatet av utredningen visar att det beräknade dimensionerande dagvattenflödet och föroreningarna i dagvattnet ökar för det framtida utredningsområdet utan dagvattenåtgärder gentemot befintligt. Inom området föreslås därför fördröjning och rening av dagvatten i svackdiken, oljeavskiljare, skelettjord samt nedsänkta grön- och översilningsytor innan dagvattnet avleds vidare till befintligt dike och dagvattenledningsnät. De föreslagna reningsåtgärderna medför att föroreningshalterna i dagvattnet minskar för det framtida planförslaget jämfört med dagens markanvändning.

Även föroreningsbelastningen minskar, dock inte helt till samma nivåer som dagens för kvicksilver. Ökningen av föroreningsbelastningen är kopplad till den ökade hårdgöringsgraden för den framtida markanvändningen, vilket medför ökad avrinning och föroreningar i dagvattnet. Det finns dock osäkerheter med verktyget StormTac som använts vid beräkning av föroreningsinnehåll i dagvatten samt reningseffekt i respektive reningsanläggning. Detta medför att beräknade föroreningar i dagvatten inte helt återspeglar verkligheten.

Norrtälje kommuns fördröjningskrav ska tillämpas, där minst 50 % av ett klimatkompenserat 10 minuters 20-årsregn ska fördröjas. För att uppnå detta fördröjningskrav behöver cirka 56 m<sup>3</sup> omhändertas och fördröjas innan vidare avledning. Fördröjningsvolym är dock inte dimensionerande då tillräcklig rening inte uppnås inom utredningsområdet. Det innebär är föreslagna dagvattenanläggningar i stället har dimensionerats större än 56 m<sup>3</sup> för att en bättre rening ska uppnås innan vidare avledning. Utredningen har föreslagit ytor där dagvattnet kan hanteras utifrån befintlig höjdsättning samt planerad utformning och antagen planerad höjdsättning. Föreslagen lösning på hantering av dagvatten bör därför ses som ett principförslag och exakt utformning, placering och dimensionering utförs vid en detaljprojektering.

En simulering i SCALGO LIVE har utförts för utredningsområdets befintliga och framtida markanvändning vid ett 100-årsregn (med klimatfaktor 1,25) med en varaktighet på 6 timmar. Detta medför en nederbörds mängd på 10,6 cm. Hänsyn har tagits till infiltration vilket innebär att marktäckningen i simuleringen tar hänsyn till förändringar i genomsläpplighet. Markens ogenomträngliga ytor (tak, väg osv.) har i simuleringen avrinningskoefficient 1, medan genomträngliga ytor (gräs och skog) har en avrinningskoefficient på 0,75. Simulering har även utförts för det framtida utredningsområdet med åtgärdsförslag.

Resultatet från SCALGO LIVE visar att befintligt utredningsområdets vid ett 100-årsregn får en mindre översvämningsvolym nordöst om skolan. En stor översvämningsvolym på cirka 822 m<sup>3</sup> inom samt utanför utredningsområdets södra del uppstår även. För det framtida utredningsområdet med den nya placeringen av skolbyggnaden, utan föreslagna åtgärder, observerades två mindre översvämningsområden norr om skolbyggnaden. Ett av dem är beläget vid den ny föreslagna lilla byggnaden i norr och ett

annat mot skolbyggnadens fasad. Som ett resultat av ökade ogenomträngliga ytor på grund av nybyggnationen observerades ett större översvämningssområde runt 883m<sup>3</sup> i söder. De övergripande föreslagna åtgärderna för att hantera översvämningsskansen är att höja höjden till 16,4 m i skolans nordöstra del. I det södra översvämningssområdet föreslogs en sänkning av höjden med cirka 10 cm för att skapa en översvämningsskapacitet på cirka 60 till 70 m<sup>3</sup>. Med en hantering av denna volym förblir översvämningsskansen för det framtida scenariot densamma som i det befintliga scenariot, med åtgärder förvärras inte översvämningen efter byggnationen.



## Innehållsförteckning

1	Inledning.....	1
1.1	Bakgrund .....	1
1.2	Syfte .....	1
1.3	Omfattning och avgränsning.....	1
2	Förutsättningar .....	2
2.1	Underlag.....	2
2.2	Riktlinjer, dagvattenpolicy och -strategi .....	3
2.3	Vattenförvaltning .....	4
2.4	Svenskt Vatten – P110 .....	4
3	Beräkningsmetoder och modeller .....	4
3.1	StormTac Web.....	4
3.1.1	Dimensionerande dagvattenflöden och fördröjning .....	4
3.1.2	Föroreningar.....	5
3.2	SCALGO LIVE.....	6
4	Befintliga förhållanden.....	6
4.1	Områdesbeskrivning .....	6
4.2	Geotekniska förhållanden .....	7
4.2.1	Markförhållanden .....	7
4.2.2	Grundvattennivåer.....	9
4.3	Recipienter och miljö kvalitetsnormer för dagvatten.....	10
4.4	Befintlig avvattning .....	11
4.5	Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde.....	13
5	Framtida utredningsområdet.....	13
5.1	Planerad utformning .....	13
5.2	Framtida avrinningsområden efter planerad utformning .....	14
6	Dagvattenberäkningar .....	15
6.1	Markanvändning .....	15
6.2	Dagvattenflödesberäkningar.....	17
6.2.1	Behov av utjämning.....	17
6.3	Föroreningsberäkningar.....	18
7	Förslag på dagvattenhantering .....	19
7.1	Resultat av föreslagen dagvattenhantering.....	23

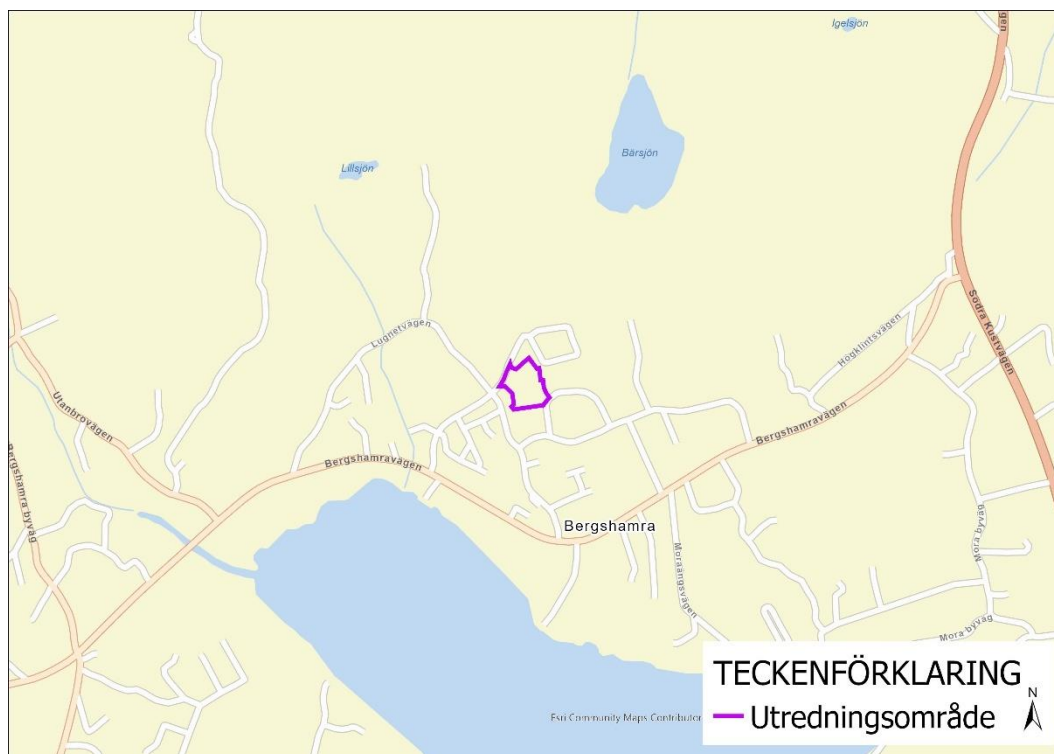


7.1.1	Dagvattenflödesberäkningar och fördröjningsbehov .....	23
7.1.2	Föroreningsberäkningar .....	23
7.2	Beskrivning av dagvattenanläggningar .....	25
7.2.1	Svackdike .....	25
7.2.2	Skelettjord .....	26
7.2.3	Översilningsytor .....	27
7.2.4	Oljeavskiljare .....	28
7.2.5	Nedsänkt gräsyta .....	28
8	Översvämningsanalys och skyfallshantering för utredningsområdet .....	29
8.1	Skyfallsmodellering .....	29
8.1.1	Höjdkarta med byggnader för befintligt område .....	30
8.1.2	Genomsläpplighet för befintlig markyta .....	30
8.1.3	Översvämningsdjup för befintligt scenario .....	31
8.1.4	Höjdkarta med byggnader för framtidens scenario .....	32
8.1.5	Genomsläpplighet för framtidens markanvändning .....	33
8.1.6	Översvämningsdjup för framtidens scenario utan åtgärder .....	34
8.2	Förslag på skyfallshantering och rekommendationer .....	36
9	Rekommendationer gällande planbestämmelser .....	39
10	Slutsats och rekommendationer .....	39
11	Referenser .....	41
	BILAGA 1 .....	43
	BILAGA 2 .....	44

## 1 Inledning

### 1.1 Bakgrund

Inom Norrtälje kommun finns en befintlig förskola placerad i tätorten Bergshamra, se Figur 1. En ny detaljplan håller på att arbetas fram för fastigheten Mora 3:55 där befintlig förskola är placerad idag. I samband med detta vill kommunen att en dagvatten- och skyfallsutredning utförs för fastigheten.



Figur 1. Lokalisering av fastigheten Mora 3:55.

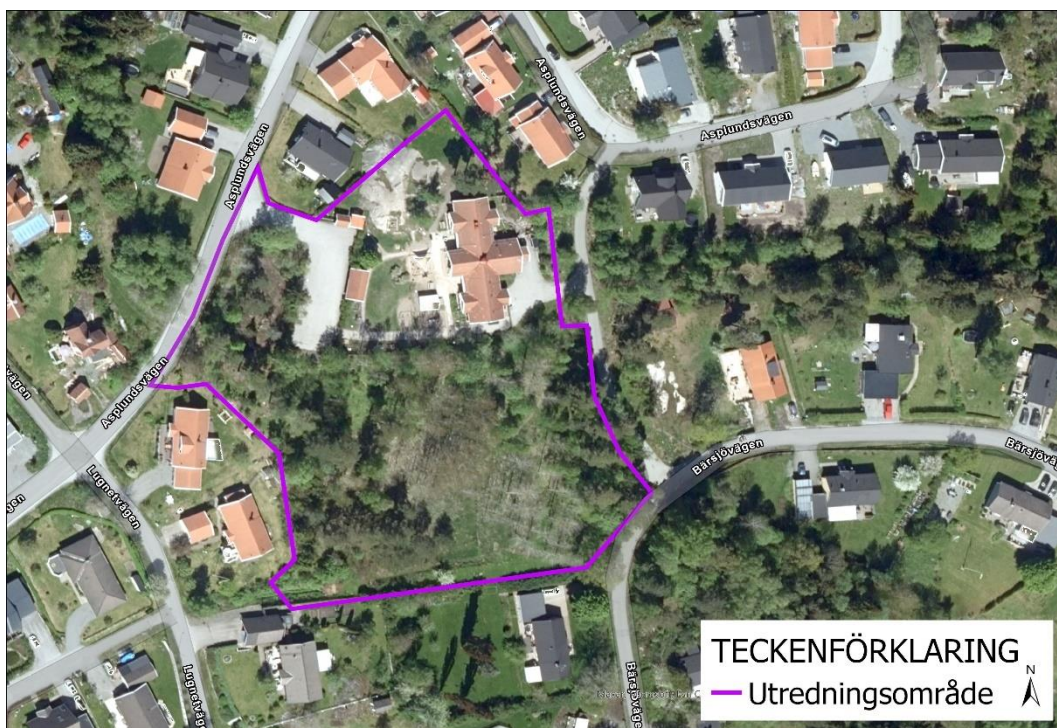
### 1.2 Syfte

Dagvatten- och skyfallsutredningen ska utreda och redovisa de befintliga förhållandena för fastigheten Mora 3:55 samt det framtida utifrån ny detaljplan. Utredningen ska därefter ge förslag på åtgärder för dagvattenhanteringen utifrån platsens förutsättningar. En översiktlig skyfallsanalys utförs för befintligt området och en översiktligt modellerad skyfallsanalys utförs för den framtida detaljplanen i SCALGO LIVE.

### 1.3 Omfattning och avgränsning

Dagvattenutredningen behandlar utredningsområdet som består av fastigheten Mora 3:55, se Figur 2. Skyfallsutredningen behandlar utredningsområdet och intilliggande områden utanför som kan komma att avrinna in mot fastigheten, samt fastighetens egen avrinning ut till nedströmliggande områden vid ett eventuellt skyfall.





Figur 2. Fastigheten Mora 3:55 som utgör utredningsområdet för dagvatten- och skyfallsutredningen.

Utredningen baseras på de underlag som har tillhandahållits av Norrtälje kommun. Inga provtagningar har utförts för denna dagvatten- och skyfallsutredning och föroreningskoncentrationer samt -mängder baseras därför på typiska värden för valda markanvändningar.

## 2 Förutsättningar

### 2.1 Underlag

Följande underlag från beställaren har använts i denna utredning:

Underlag	Daterat/erhållen
Checklista för dagvatten	2022-02-06
Förstudie ny förskola, Läna, Norrtälje	2023-03-07
Baskarta med plangräns	2023-03-20
Planförslag	2023-03-20

Följande dokument och villkor har använts i denna utredning:

Underlag	Utgivare	Publikationsår/Version
P110	Svenskt Vatten	2016
Dagvattenpolicy	Norrtälje kommun	2016
Dagvattenstrategi	Norrtälje kommun	2017
VISS, Vatteninformationssystem Sverige	Länsstyrelsen	2023
WebbGIS	Länsstyrelsen	2023
Genomsläpplighetskarta	SGU	2023
Jordartskarta	SGU	2023

## 2.2 Riktlinjer, dagvattenpolicy och -strategi

Norrtälje kommun har arbetat fram en fördjupad dagvattenpolicy (2016) och en dagvattenstrategi med riktlinjer (2017). Dagvattenstrategin är ett hjälpmedel för tillämpning av dagvattenpolicy och strategins syfte är att uppnå god status i kommunens recipienter genom att begränsa tillförseln av föroreningar, att bebyggda områden inte ska bli översvämmade samt att få till en hållbar exploateringsprocess.

Dagvattenstrategin som kommunen arbetat fram (2017) innehåller riktlinjer för en hållbar dagvattenhantering och rekommendationer samt tillvägagångssätt för hur detta ska uppnås:

- I tidigt skede ska det planeras för långsiktigt hållbar och klimatsäker dagvattenhantering.
- Byggnader och samhällsviktiga anläggningar ska placeras samt höjdsättas för att inte översvämningar ska orsaka betydande skador.
- Dagvatten ska omhändertas lokalt genom infiltration i första hand och genom fördröjning inom tomtmark i andra hand.
- Dagvatten ska användas som en resurs för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön.
- Vid kraftigare nederbörd än de som VA-huvudmannen ansvarar för, enligt Svenskt Vattens rekommendationer, krävs det att området planeras så att dagvattnet kan avrinna ytligt på mark.
- Byggnads- och anläggningsmaterial som innehåller miljöstörande ämnen ska undvikas.
- Dagvatten som avleds till recipienterna får inte medföra försämrade status eller att gällande miljökvalitetsnormer för vatten inte uppnås.
- Vid behov ska dagvatten renas.

Planavdelningen på Norrtälje kommun har i samråd med andra avdelningar inom kommunen samt Norrtälje Vatten och avfall AB (NVAA) arbetat fram en checklista för dagvattenutredningar (Norrtälje kommun, 2022).

Enligt kommunens checklista ska dagvattenflödesberäkningar och dimensioneringar följa Svenskt Vattens branschstandard och hänsyn ska tas till kommande klimatförändringar där en klimatfaktor på 1,25 används vid beräkningar. Dagvattnet ska fördröjas samt renas innan det ansluts till förbindelsepunkt och 50 % av ett 10 minuters 20-årsregn ska fördröjas på kvartersmark samt allmän platsmark (Norrtälje kommun, 2022).

Vid behov ska planbestämmelser föreslås, exempelvis bestämmelser gällande ytors användning och beskaffenhet. Dessa planbestämmelser ska vara giltiga och ha stöd i Boverkets bestämmelsekatalog (Norrtälje kommun, 2022).

Vid ett 100-årsregn med klimatfaktor på 1,25 ska dagvattnet hanteras och omhändertas på ett säkert sätt så att skador ej uppstår inom eller utanför fastighetsgränsen. Vid beräkning av dagvattenflöden och volym för ett 100-årsregn med klimatfaktor ska hänsyn tas till planerad markanvändning, markens infiltrationskapacitet samt avtappning till det kommunala VA-nätet (Norrtälje kommun, 2022).

## 2.3 Vattenförvaltning

EU:s ramdirektiv för vatten, vattendirektivet, införlivades i svensk lagstiftning 2004 genom vattenförvaltningen. Arbetet med vattenförvaltningen utförs med hjälp av miljökvalitetsnormer. Normerna fungerar som ett juridiskt styrmedel som införts i svensk lagstiftning och beskriver vilken vattenkvalitet en vattenförekomst ska ha vid en viss tidpunkt. Alla vattenförekomster i Sverige är klassificerade enligt ekologisk och kemisk status samt har tidsfrister på när god status ska vara uppnådd.

Efter att EU-domstolen meddelade den så kallade Weserdomen har kraven skärpts. Vattenkvaliteten får inte försämrats och normerna gällande kemisk samt ekologisk status ska uppnås. Det innebär att statusen för en enskild kvalitetsfaktor, som används för statusklassificering av vattenförekomsten, inte får försämrats.

## 2.4 Svenskt Vatten – P110

Alla beräkningar och förslag utförs enligt riktlinjer i branschorganisationen Svenskt Vattens publikation P110; Avledning av dag-, drän- och spillvatten (2016) som beskriver funktionskrav, dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikationen innehåller även anvisningar för en klimatsäker planering av dagvattenhanteringen.

# 3 Beräkningsmetoder och modeller

I detta delkapitel beskrivs skyfallsanalysen i SCALGO LIVE, beräkningsverktyget StormTac, samt hur dimensionerande dagvattenflöden, erforderlig fördröjningsvolym och föroreningar i dagvatten har beräknats.

## 3.1 StormTac Web

Dagvatten- och recipientmodellen StormTac Web (2023) används för att beräkna dagvattenflöden och föroreningssituationen för den befintliga och framtida markanvändningen. Verktöget beräknar även föroreningssituationen med förslag till dagvattenreningsåtgärder. Det är 10 föroreningssämnen som studeras i StormTac som standard, dock finns fler ämnen att tillgå vid behov.

### 3.1.1 Dimensionerande dagvattenflöden och fördröjning

Dagvattenflödesberäkningar utförs för 5-, 20- och 100-årsregn med en varaktighet på 10 minuter enligt Norrtälje kommuns checklista (2022). Hänsyn tas till ökade dagvattenflöden till följd av klimatförändringarna, detta för att dagvattensystemet ska vara rätt dimensionerat även i framtiden. För olika återkomsttider förväntas ökningen bli cirka 5 – 30 % vilket ger ett spann på klimatfaktorn för det beräknade regnet på 1,05 – 1,30 (Svenskt Vatten, 2016). Dagvattenflödesberäkningar utförs för respektive avrinningsområde för det befintliga och framtida utredningsområdet.

För beräkning av regnintensitet har nedanstående ekvation enligt Svenskt Vatten publikation P110 kap 4.4.1 använts (2016). Formeln gäller för regnvaraktigheter upp till ett dygn.

$$i_{\bar{A}} = 190 * \sqrt[3]{\bar{A}} * \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2$$

Där:

$i_A$  = regnintensitet [l/s, ha]

$T_r$  = regnvaraktighet [minuter]

$\Delta$  = återkomsttid [månader]

Vid beräkning av dagvattenflöden för de befintliga och framtida avrinningsområdena används rationella metoden i verktyget StormTac med regnintensitet enligt Dahlströms formel ovan. Dagvattenflödena för respektive avrinningsområde beräknas med följande formel:

$$q_{dim} = A * \varphi * i_A * k$$

Där:

$q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [–]

$i_A$  = regnintensitet [l/s, ha]

$k$  = klimatfaktor [1,25]

Enligt Norrtälje kommuns dagvattenstrategi (2017) ska dagvatten fördröjas inom kvartersmark och platsmark. Kommunens fördröjningskrav är att minst 50 % av den regnvolymer som uppkommer till följd av ett klimatkompenserat 10 minuters 20-årsregn ska fördröjas. Detta motsvarar  $85 \text{ m}^3/\text{ha}_{red. \text{ area}}$ . Erforderlig fördröjningsvolymer beräknas därför med följande formel:

$$U = 85 * k * A_{red}$$

Där:

$U$  = fördröjningsvolymer [ $\text{m}^3$ ]

$k$  = klimatfaktor [1,25]

$A_{red}$  = avrinningsområdets reducerade area [ha]

### 3.1.2 Föroreningar

Föroreningshalterna i dagvatten och årlig föroreningsbelastning beräknas med hjälp av typiska värden från angiven markanvändning, ytstorlekar, avrinningskoefficienter och årsmedelnederbörd. De typiska halterna återspeglar den sort av föroreningsbild som är typisk för en viss markanvändning och baseras på flödesproportionella provtagningar samt expertbedömningar. Vid beräkning av föroreningsbelastning ( $\text{kg}/\text{år}$ ) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymer som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år.

Årsmedelnederbörden för Norrtälje är 602 mm och är hämtad från SMHI:s samlade nederbördsdata (2021). SMHI:s nederbördsmängd har därefter korrigerats med korrektionsfaktorn 1,1 enligt StormTacs metodik. Korrektionsfaktorn tar hänsyn till provtagningsfel som vind, adhesion och avdunstning. Med korrektionsfaktorn blir årsmedelnederbörden 662 mm.

Observera att en modellering i StormTac är en förenklad beskrivning av verkligheten som inte fullt ut kan återspegla föroreningsinnehållet i dagvattnet. Omfattningen av modellens dataunderlag varierar mellan olika typer av föroreningar, markanvändningar och anläggningarnas reningseffekt, vilket ger föroreningsberäkningarna en viss osäkerhet. Andra modeller som beskriver och beräknar dagvattnets föroreningsinnehåll

saknas i dagsläget. Av denna anledning bedöms StormTac-verktyget, trots osäkerheter, som den mest lämpade metoden att använda för att beräkna föroreningar i dagvatten i föreliggande fall. Verktygets osäkerheter bör dock beaktas när slutsatser tas.

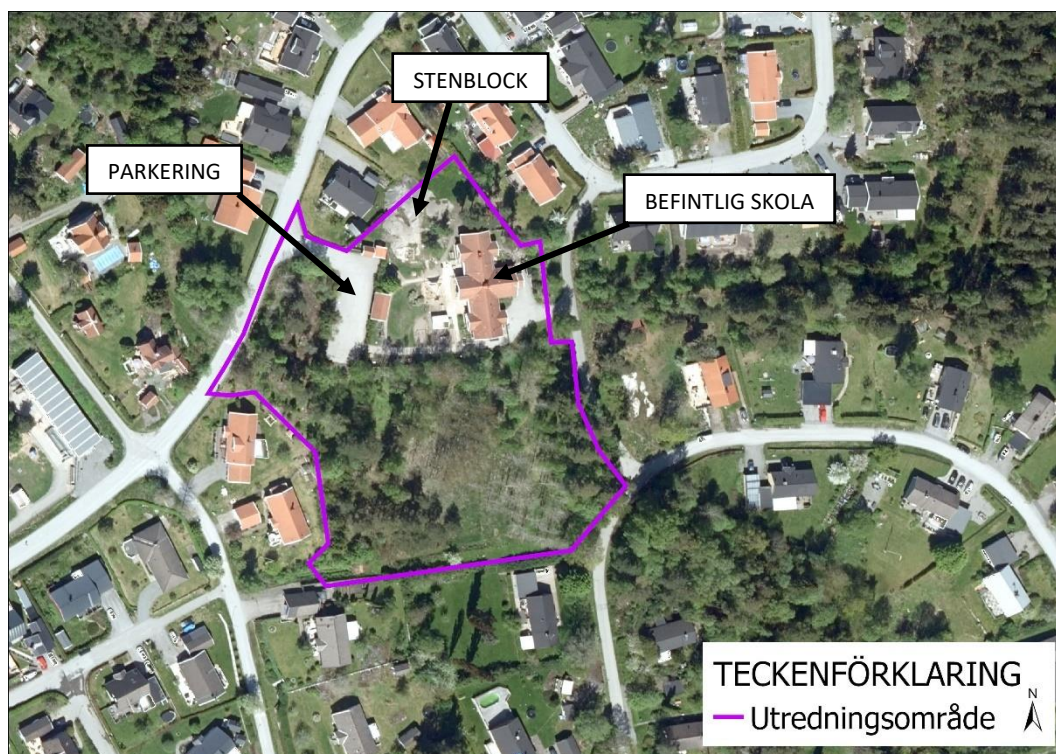
### 3.2 SCALGO LIVE

SCALGO LIVE (2023) är ett GIS-baserat verktyg som kan användas för att utföra en översiktlig skyfallsanalys av ett område. Den översiktliga skyfallsanalysen visar om ett område är instängt eller översvämningsbenäget. Verktyget innehåller nationella höjddata från lantmäteriet med en upplösning om 1x1 meter. Med hjälp av verktygets höjddata kan dagvattnets flödesvägar och lågpunkter vid ett skyfall arbetas fram. Flödesvägarna är de lokala lågstråk i terrängen dit dagvattnet avrinner innan det förs vidare genom lägre terräng mot vattendrag, sjö eller hav. Dagvattnet kan även avledas till lågpunkter i mer lokala låglänta områden.

## 4 Befintliga förhållanden

### 4.1 Områdesbeskrivning

Utredningsområdets markanvändning består idag till stor del av skogsmark i söder och i nordväst. I norr finns befintlig skola med tillhörande byggnader, lekplats, parkering, gång- och cykelväg, väg samt ett mindre område med stenblock, se Figur 3. Utanför utredningsområdet finns befintlig bebyggelse och skogsmark.

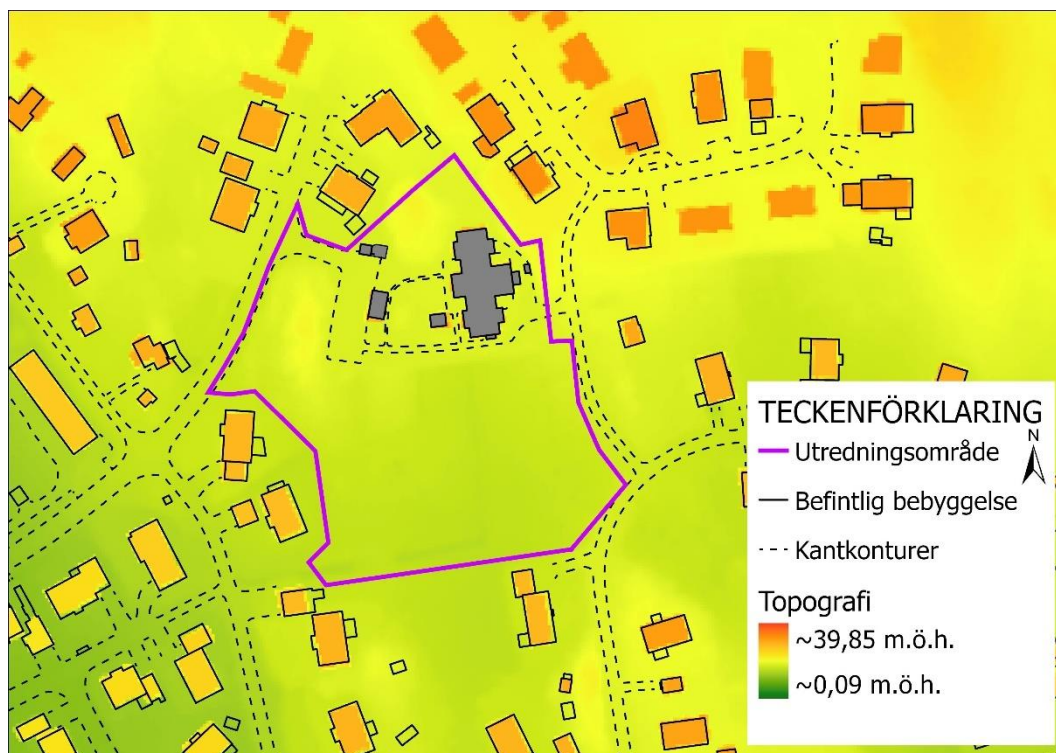


Figur 3. Befintlig markanvändning inom utredningsområdet.

## 4.2 Geotekniska förhållanden

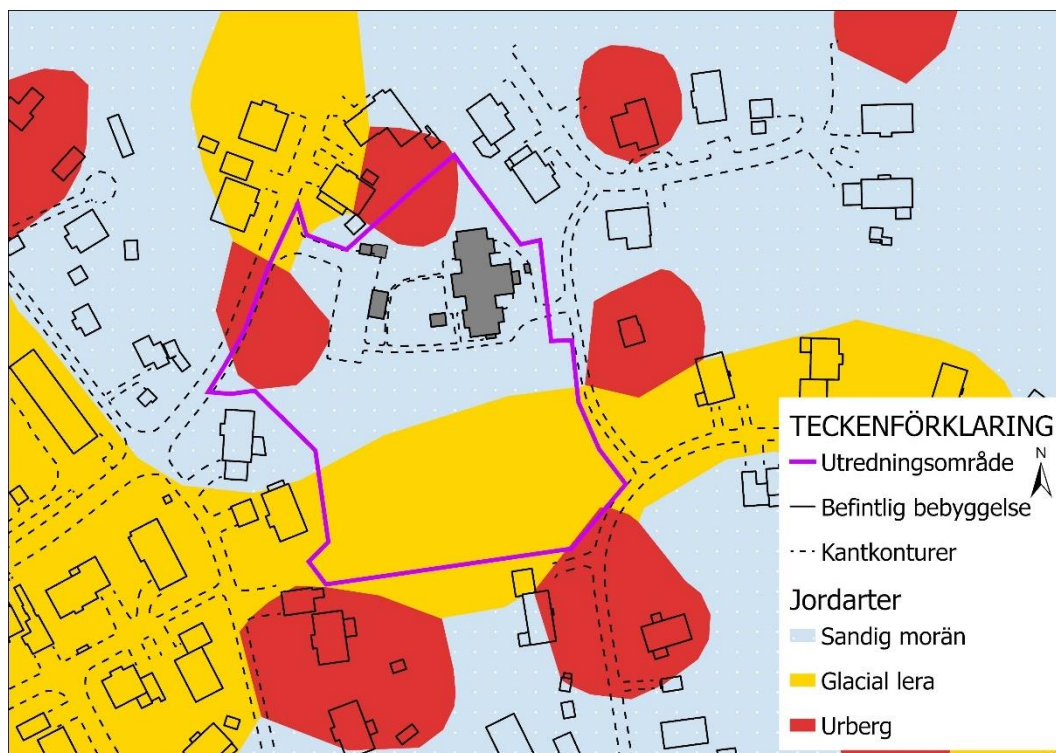
### 4.2.1 Markförhållanden

Utredningsområdet har en generell lutning från norr till söder samt sydväst. Inom området, nordväst om befintlig skola, finns ett befintligt stenblock som är belägen högre än resterande mark, se Figur 4. Väster om befintlig parkering finns även ett skogsområde som är högre belägen.



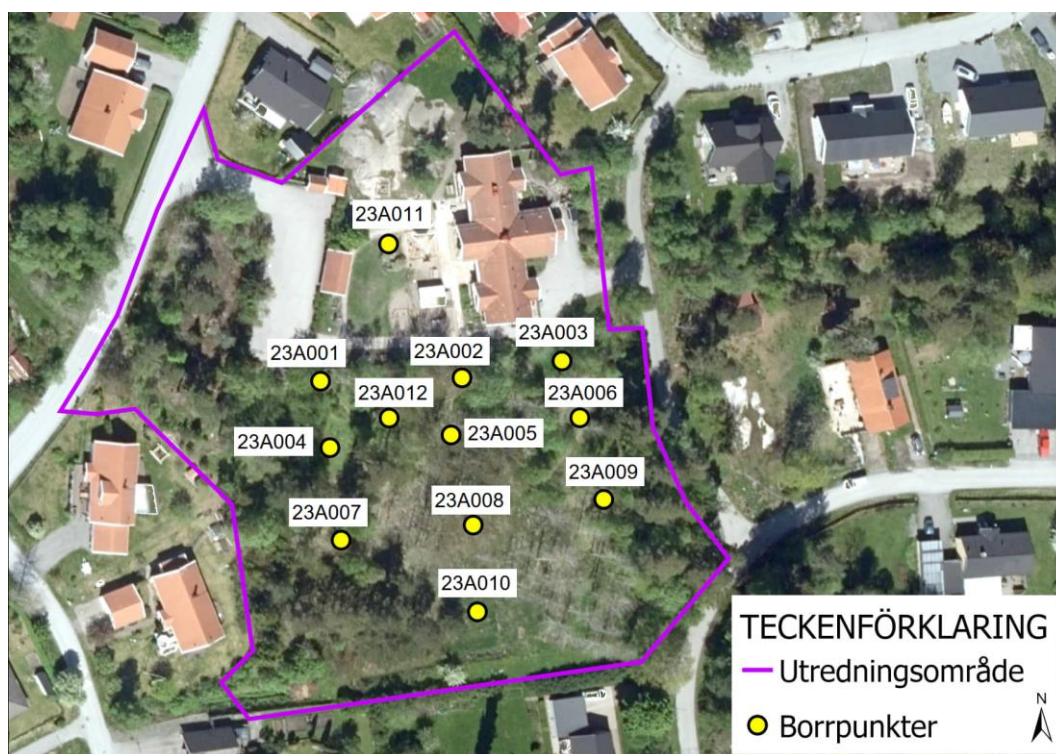
Figur 4. Befintlig topografi och bebyggelse inom samt utanför utredningsområdet (SCALGO, 2023).

Enligt SGU:s jordartskarta (2023a) består utredningsområdet till stor del av sandig morän och glacial lera. På två ställen inom utredningsområdet finns urberg, se Figur 5.



Figur 5. Jordarter inom och utanför utredningsområdet (SGU, 2023a).

AFRY (2023a) utförde en geoteknisk fältundersökning av utredningsområdet under 2023 och Figur 6 visar AFRY:s borrh punkter vid undersökningen.



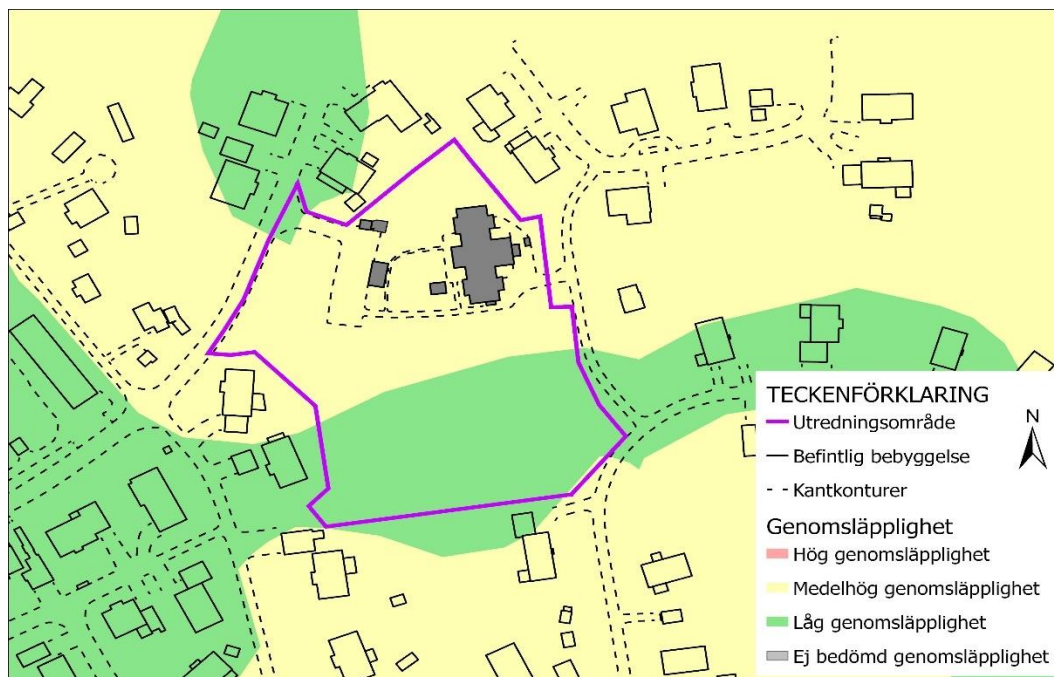
Figur 6. Placering av borrh punkter vid den geotekniska fältundersökningen (AFRY, 2023b).

Resultatet från fältundersökningen visar att utredningsområdets mitt (i nord-sydlig riktning) består av 1 – 1,5 meter torrskorpelera. Efterföljande laget är finsand alternativt

siltig finsand ovan morän på berg. Djupet till berg varierar mellan 4 – 8 meter (AFRY, 2023a).

Inom utredningsområdets östra och västra del är djupet till berg mindre samt mängden torrskorpelera. Efterföljande lager visar på sand och därefter ett lager av en siltig och grusig sand. Djupet till berg längs med den östra sidan av utredningsområdet varierar mellan 4 – 5 meter under befintlig markyta och för den västra sidan går djupet från cirka 0,5 meter i norr och ökar till 5 meter i söder (AFRY, 2023a).

SGU:s genomsläpplighetskarta visar att utredningsområdet består av medelhög till låg genomsläpplighet. I norr är genomsläppligheten medelhög och i söder låg, se Figur 7.



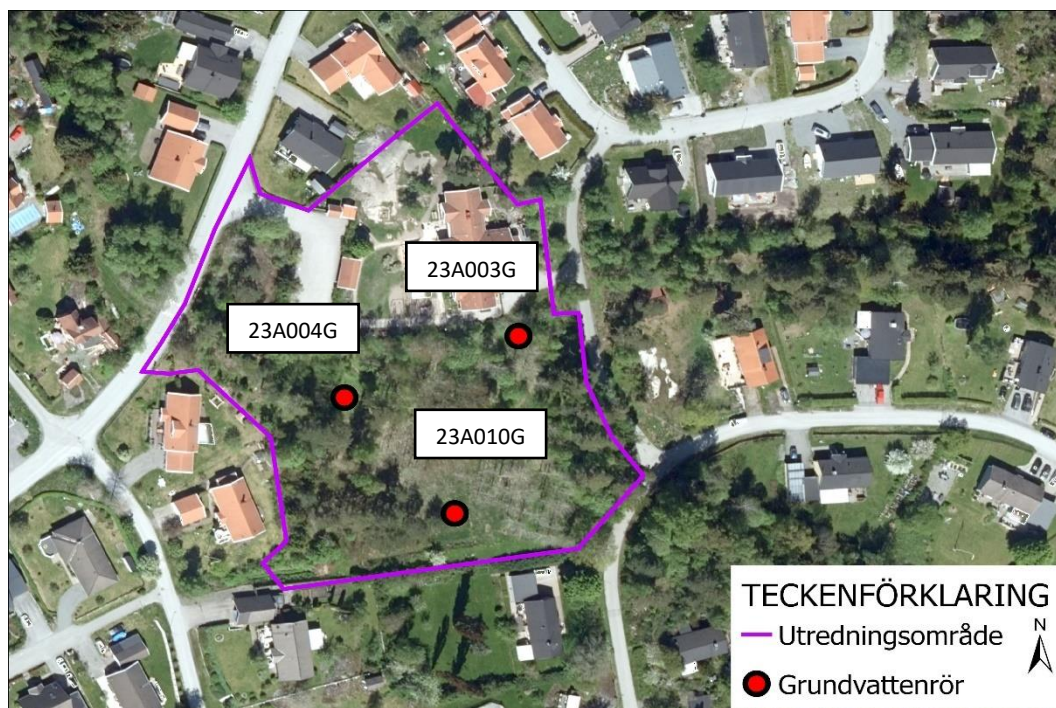
Figur 7. Markens genomsläpplighet inom och utanför utredningsområdet (SGU, 2023b).

I samband med dagvatten- och skyfallsutredningen utför AFRY en fältgeoteknisk undersökning av utredningsområdet. Då dessa utredningar sker samtidigt kommer inte dagvattenutredningen hinna få tillgång till det fältgeotekniska resultatet av jordarter för olika borrhull. De första avläsningarna av installerade grundvattenrör finns dock att tillgå.

#### 4.2.2 Grundvattennivåer

I samband med den geotekniska fältundersökningen 2023 installerade AFRY tre grundvattenrör inom utredningsområdet, se Figur 8. Tabell 1 redovisar resultatet av de två avläsningarna som utförts för respektive grundvattenrör.





Figur 8. Placering av installerade grundvattenrör (AFRY, 2023b).

Tabell 1. Avläsning av de tre installerade grundvattenrören (AFRY, 2023b).

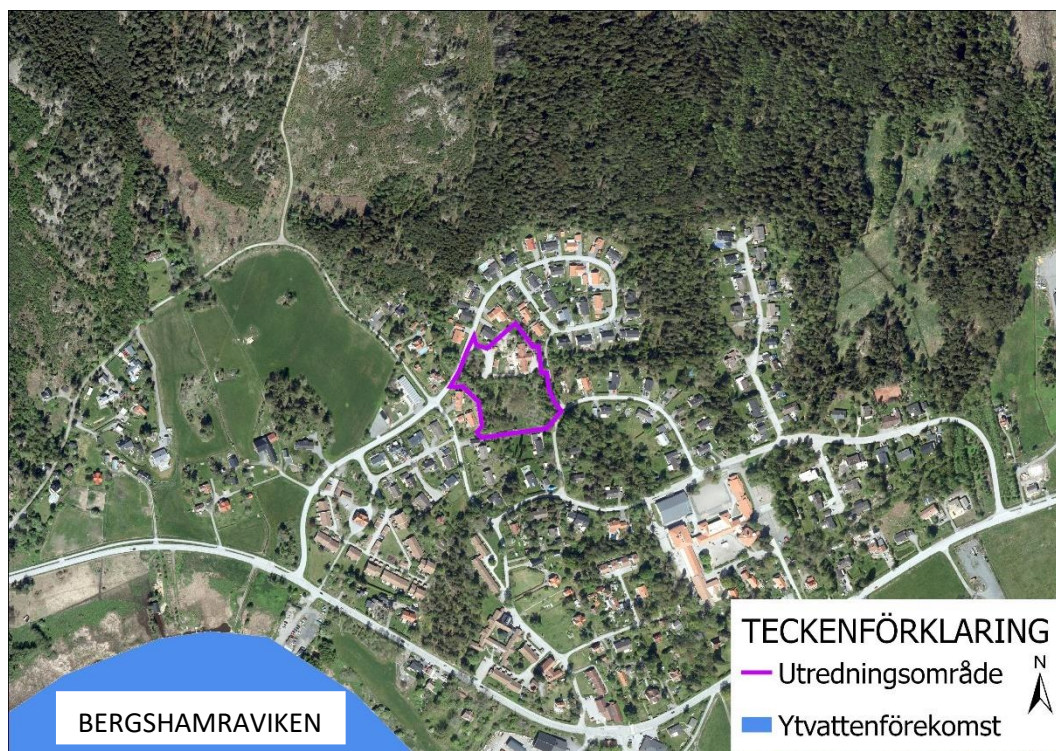
Grundvattenrör	Avläsningsdatum	Grundvatten, djup under markytan (m)	Grundvattennivå (m.ö.h)
23A003G	2023-04-05	1,35	+14,84
	2023-04-24	1,50	+14,69
23A004G	2023-04-05	1,14	+14,27
	2023-04-24	1,32	+14,09
23A010G	2023-04-05	0,64	+13,25
	2023-04-24	0,69	+13,20

Grundvattennivån befinner sig mellan 1,14 - 1,50 meter under markytan för grundvattenrör 23A003G och 23A004G enligt mätningarna. För grundvattenrör 23A010G är grundvattennivån närmare markytan, med nivå runt 0,64 – 0,69. Fler grundvattenavläsningar av installerade rör ska utföras under 1 års tid, detta är dock inte inom tidsperioden för dagvattenutredningen.

För att bättre identifiera var grundvattennivån är placerad i förhållande till markens yta bör fler avläsningar ske av installerade grundvattenrör, detta då grundvattennivån varierar under årets gång. Om man bättre kan lokalisera var grundvattennivån befinner sig och finna platser där grundvattennivån inte ligger nära markytan, kan en effektivare infiltration fås. Om rening- eller fördröjningsanläggningar anläggs där grundvattennivån är nära markytan finns risk för uppträckning av grundvatten i anläggningen vilket medför en stående grundvattennivå över anläggningens bottennivå.

#### 4.3 Recipienter och miljö kvalitetsnormer för dagvatten

Bergshamraviken (SE593750-183962) är utredningsområdets recipient och är en klassad ytvattenförekomst enligt vattendirektivet, se Figur 9. Enligt vattendirektivet finns det ingen klassad grundvattenförekomst inom eller i anslutning till området.



Figur 9. Lokalisering av Bergshamraviken.

Bergshamraviken har måttlig ekologisk status och uppnår ej god kemisk status, se Tabell 2. Det som avgör att ekologisk status ej uppnår god status är näringsämnen som har klassats som dålig samt konnektiviteten i kustvatten och vatten i övergångszon har klassats som otillfredsställande. Den kemiska statusen beror på de prioriterade ämnena kvicksilver (Hg) och bromerad difenyleter (PBDE) som överskrids. Dessa ämnen kallas även för överallt överskridande ämnen och överskrids i alla Sveriges ytvatten på grund av atmosfärisk deposition (VISS, 2023).

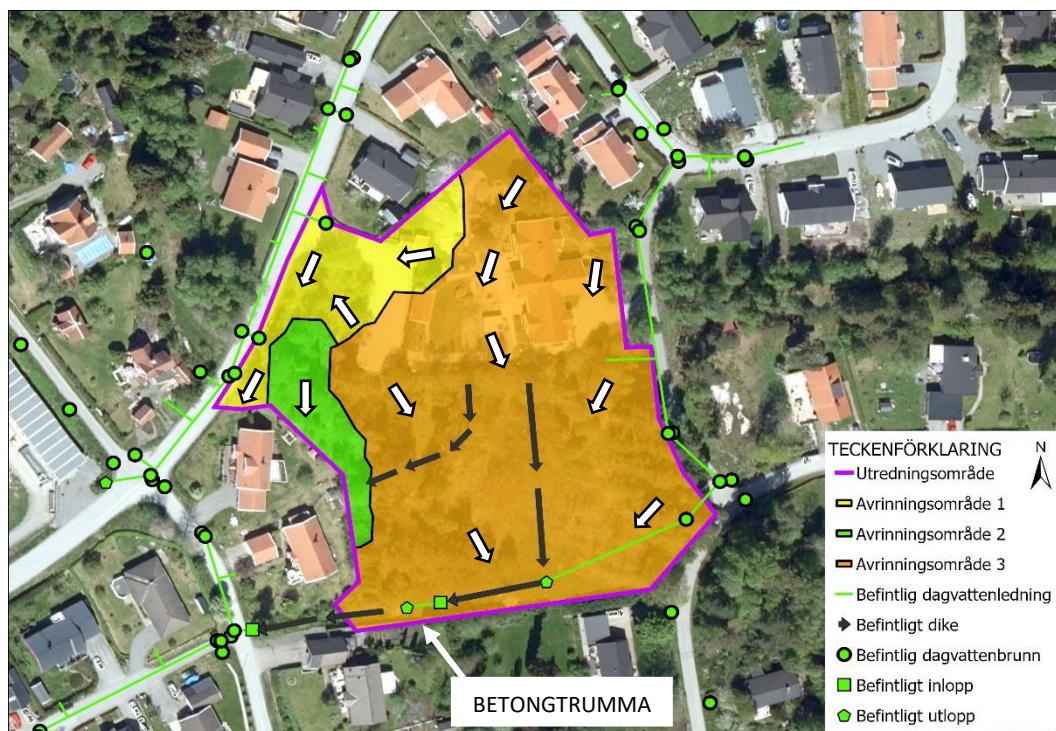
Tabell 2. Statusklassificering av Bergshamraviken (VISS, 2023).

Ytvattenförekomst	Ekologisk status		Kemisk status	
	Status (dagsläget)	MKN (framtida mål)	Status (dagsläget)	MKN (framtida mål)
<b>Bergshamraviken</b> SE593750-183962	Måttlig	God ekologisk status 2039	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus

Bergshamraviken omfattas av miljö kvalitetsnormer (MKN) som enligt beslut ska uppnå god ekologisk status 2039 och god kemisk ytvattenstatus. Vattenmyndigheten genomförde en åtgärdsanalys i syfte att ta fram underlag för miljö kvalitetsnormer och åtgärder kopplat till övergödning. Exempel på åtgärder som analyserades för att minska läckaget av näringsämnen från jordbruksmark var strukturkalkning och vårbearbetning. Trots genomförda åtgärder för att minska läckaget nås inte hela åtgärdsbehovet och ytterligare åtgärder behövs för att ytvattenförekomsten ska nå miljö kvalitetsnormerna. Bergshamraviken får därför en tidsfrist till 2039 då det finns osäkerheter om åtgärder kommer att kunna genomföras i tillräcklig omfattning samt att efterföljande återhämtning för ekosystemet behövs (VISS, 2023).

#### 4.4 Befintlig avvattning

Utredningsområdet består idag av tre befintliga avrinningsområden, se Figur 10.



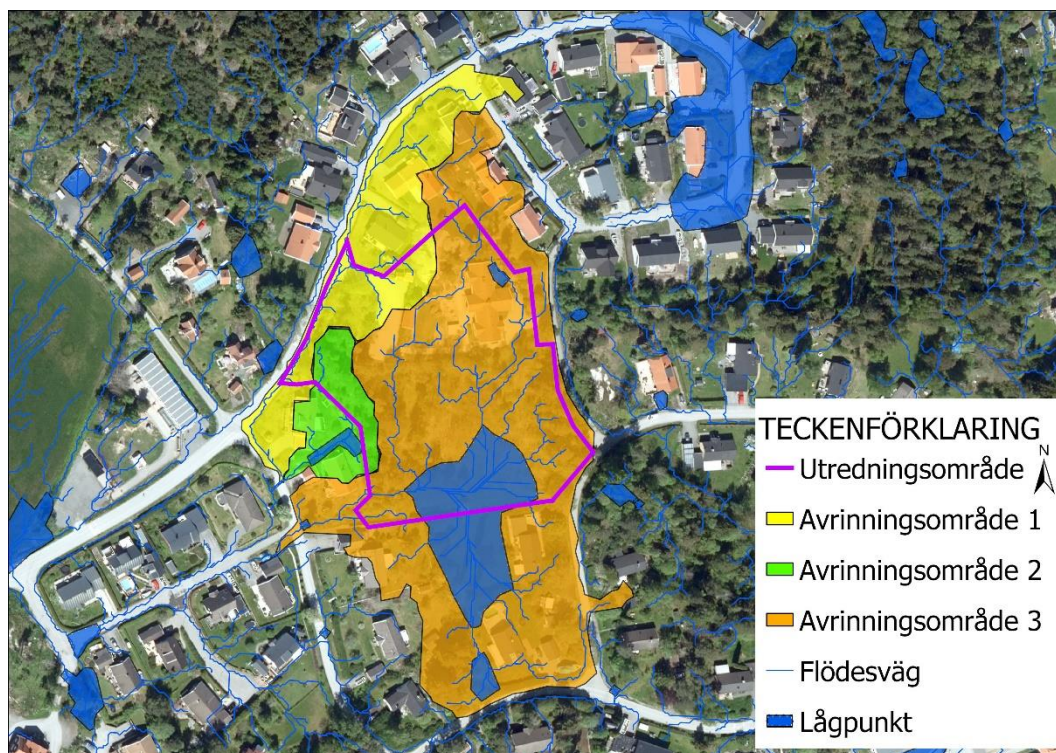
Figur 10. Befintliga avrinningsområden inom utredningsområdet samt befintligt dagvattenledningsnät och diken (SCALGO, 2023).

Avrinningsområde 1 avleds ytligt via naturlig markavrinning mot befintligt dagvattenledningsnät väster om utredningsområdet. Avrinningsområde 2 som består av skogsmark avrinner ytligt mot befintliga fastigheter i söder samt sydväst och därefter mot dagvattenledningsnätet.

Avrinningsområde 3:s dagvatten avrinner ytligt från norr mot söder och avleds därefter via ett befintligt dike mot en betongtrumma med dimension 300. Efter betongtrumman avleds dagvattnet vidare i befintligt dike mot väst där befintligt dagvattenledningsnät finns.

Befintlig dagvattenledning öster om utredningsområdet avleder dagvatten in till det befintliga diket i söder. Dimensioner för det befintliga diket i söder är okänd och även dagvattenutsläppet från dagvattenledningen till diket. Betongtrummans dimensioner är dock kända och en översiktlig beräkning visar att trumman har en kapacitet att ta emot ett dagvattenflöde på 66 l/s. Då dimensioner samt kapacitet av befintliga diket är okända, utgår utredningen från att dagvattnet för det framtida utredningsområdet behöver fördröjas och renas innan det når det befintliga diket. Det innebär att den rening som befintligt dike även kan ge upphov till inte beräknas med i denna utredning. Kontroll av kapacitet i befintligt dike samt betongtrumma bör studeras vidare vid fastställda dimensioner och känt dagvattenutsläpp från befintlig dagvattenledning.

Figur 11 visar de befintliga avrinningsområdenas utbredning utanför utredningsområdet, flödesvägar och lågpunkter vid kraftigare nederbörd.



Figur 11. Befintliga avrinningsområden, flödesvägar och lågpunkter vid kraftig nederbörd (SCALGO, 2023).

Norr om utredningsområdet finns befintlig bebyggelse som idag avrinner in mot fastighetens avrinningsområde 3 och som fortsätter avrinna mot söder, där befintligt dike finns. Avrinningsområde 1:s flödesväg är till stor del genom befintlig väg i väst.

Dagvattnet som avrinner inom utredningsområdets gröna avrinningsområde har sitt utsläpp mot befintlig bebyggelse i väst där en lågpunkt bildas. Risk finns att befintlig bebyggelse tar skada av det stående dagvattnet och därför bör detta åtgärdas för det framtida utredningsområdet.

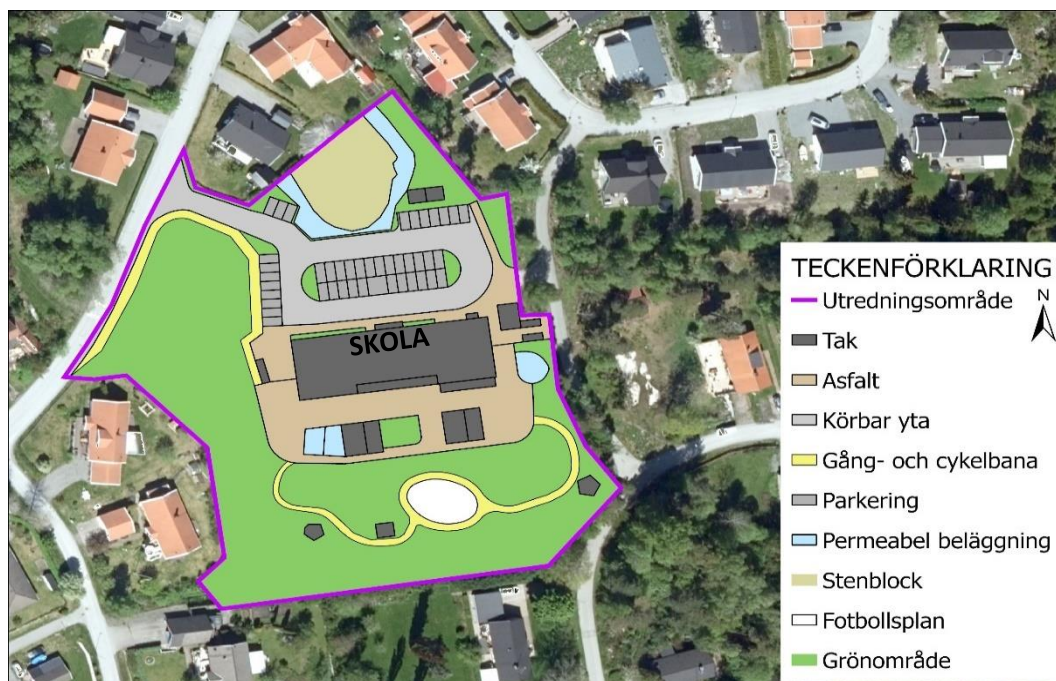
#### 4.5 Markavvattningsföretag och vattenskyddsområde

Det förekommer inget markavvattningsföretag eller vattenskyddsområde inom eller i närheten av utredningsområdet.

### 5 Framtida utredningsområdet

#### 5.1 Planerad utformning

Det framtida utredningsområdet kommer bestå av en ny förskola, större parkering, befintliga grönområden med mera, se Figur 12.

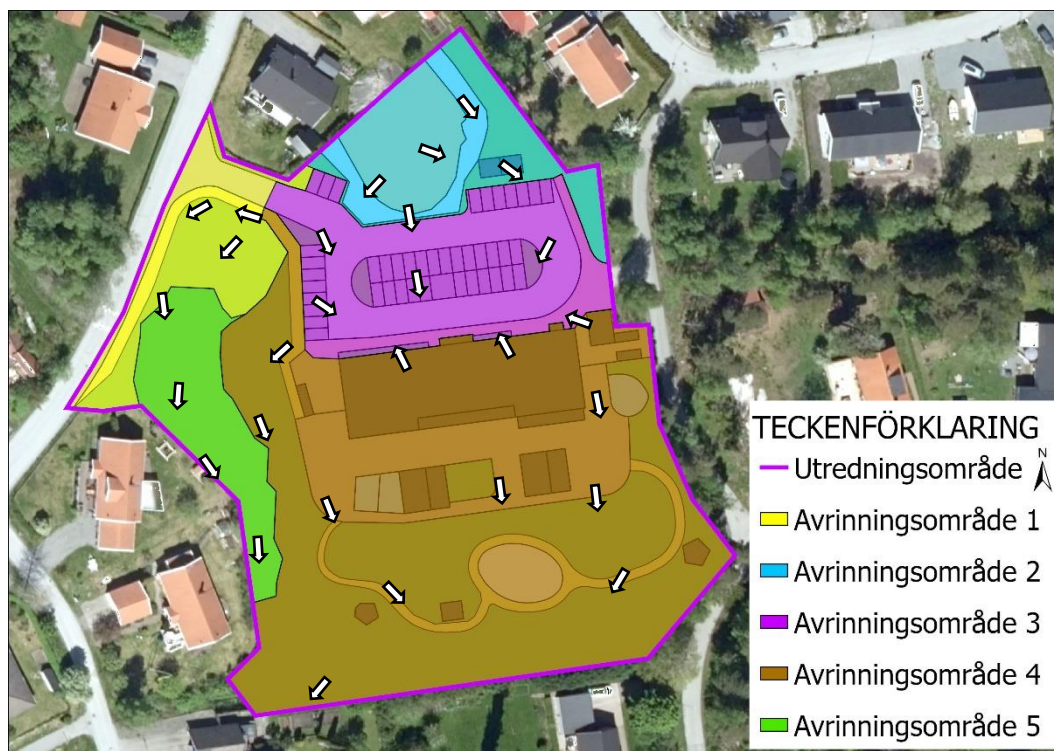


Figur 12. Ungefärlig utformning av det framtida utredningsområdet.

Markanvändningen "permeabel beläggning" är ännu ej helt fastställd men kan komma att bestå av ett mer genomsläppligt material och därav har denna markanvändning använts.

## 5.2 Framtida avrinningsområden efter planerad utformning

I samband med dagvattenutredningen har ett nytt dagvattenledningsnät inom utredningsområdet arbetats fram. Utifrån det nya dagvattenledningsnätet, befintlig höjdsättning, antagen ny höjdsättning och åtgärdsförslag gällande dagvattenhantering har utredningsområdet delats in i fem nya avrinningsområden, se Figur 13. Dessa avrinningsområden används vid dagvattenberäkningarna för det framtida utredningsområdet.



Figur 13. Antagna avrinningsområden för det framtida utredningsområdet.

## 6 Dagvattenberäkningar

I detta kapitel redovisas dagvattenflöden för vardera avrinningsområde för befintlig situation och den framtida. Föroreningshalter och -mängder i dagvatten redovisas för hela utredningsområdet för befintlig situation och för den framtida utan rening. Föroreningshalter redovisas som  $\mu\text{g/l}$  och föroreningsbelastning som  $\text{kg/år}$ .

### 6.1 Markanvändning

Tabell 3 redovisar befintlig markanvändning i hektar för respektive avrinningsområde inom utredningsområdet och Tabell 4 redovisar antagna framtida avrinningsområdets markanvändning.

Tabell 3. Befintlig markanvändning för respektive avrinningsområde i hektar, avrinningskoefficient samt den reducerade arean och den totala arean för hela utredningsområdet.

<b>Avrinningsområde 1</b>			
<b>Markanvändning</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>Avrinningskoefficient (<math>\varphi</math>)</b>	<b>Reducerad area (ha)</b>
Tak	0,003	0,9	0,003
Väg	0,025	0,8	0,020
Parkering	0,019	0,8	0,015
Skogsmark	0,073	0,1	0,007
Gräsyta	0,015	0,1	0,001
Stenblock/berg	0,018	0,75	0,014
<b>Totalt</b>	<b>0,153</b>		<b>0,060</b>
<b>Avrinningsområde 2</b>			
Skogsmark	0,083	0,1	0,008
<b>Avrinningsområde 3</b>			
Tak	0,058	0,9	0,052
GC-väg asfalt	0,034	0,8	0,027
GC-väg grus	0,020	0,55	0,011
Parkering	0,022	0,8	0,018
Lekplats	0,009	0,4	0,004
Gräsyta	0,090	0,1	0,009
Skogsmark	0,667	0,1	0,066
Stenblock/berg	0,037	0,75	0,028
<b>Totalt</b>	<b>0,937</b>		<b>0,215</b>
<b>Totalt för utredningsområdet</b>	<b>1,173</b>		<b>0,283</b>

Tabell 4. Den framtida markanvändningen för respektive avrinningsområde i hektar, avrinningskoefficient samt den reducerade arean och den totala arean för hela utredningsområdet.

<b>Avrinningsområde 1</b>			
<b>Markanvändning</b>	<b>Area (ha)</b>	<b>Avrinningskoefficient (<math>\varphi</math>)</b>	<b>Reducerad area (ha)</b>
Väg	0,021	0,8	0,017
GC-väg	0,016	0,8	0,013
Gräsyta	0,061	0,1	0,006
<b>Totalt</b>	<b>0,098</b>		<b>0,036</b>
<b>Avrinningsområde 2</b>			
Tak	0,003	0,9	0,003
Permeabel beläggning	0,026	0,4	0,010
Gräsyta	0,043	0,1	0,004
Stenblock/berg	0,055	0,75	0,041
<b>Totalt</b>	<b>0,127</b>		<b>0,058</b>
<b>Avrinningsområde 3</b>			
Väg	0,094	0,8	0,075
Parkering	0,057	0,8	0,046
Asfalt	0,028	0,8	0,022
Gräsyta	0,012	0,1	0,001
<b>Totalt</b>	<b>0,191</b>		<b>0,144</b>
<b>Avrinningsområde 4</b>			
Tak	0,119	0,9	0,107
GC-väg	0,042	0,8	0,034
Asfalt	0,117	0,8	0,094
Permeabel beläggning	0,014	0,4	0,006
Gräsyta/Skogsmark	0,382	0,1	0,038
<b>Totalt</b>	<b>0,674</b>		<b>0,279</b>
<b>Avrinningsområde 5</b>			
Skogsmark	0,083	0,1	0,008
<b>Totalt för utredningsområdet</b>	<b>1,173</b>		<b>0,525</b>

## 6.2 Dagvattenflödesberäkningar

Dimensionerande dagvattenflöden för befintlig mark har beräknats utan klimatfaktor och för den framtida planerade utformningen används en klimatfaktor på 1,25.

Ett 100-årsregn har beräknats både med standardavrinningskoefficienter och med högre avrinningskoefficienter för all markanvändning för att återspegla att marken är mättad vid skyfall. Hårdgjorda ytor, i detta fall tak, parkering, väg, asfalt, lekplats, permeabel beläggning, stenblock och asfalt har då beräknats med avrinningskoefficient 1. För gräsytor, skogsmark och fotbollsplan används i stället avrinningskoefficient 0,75.

Tabell 5 redovisar det beräknade dimensionerande dagvattenflödet för respektive avrinningsområde och återkomsttid för befintligt utredningsområde samt det totala dagvattenflödet. Tabell 6 redovisar beräknade dagvattenflöden för de antagna framtida avrinningsområdena, det totala dagvattenflödet och ökningen från befintligt till det framtida utredningsområdet vid olika återkomsttider.

Tabell 5. Beräknade dagvattenflöden för befintlig markanvändning och det totala dagvattenflödet för utredningsområdet.

Avrinningsområde	Dimensionerande flöde (l/s)			
	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn	100-årsregn (total avrinning)
1	11	17	29	64
2	3	6	10	30
3	39	62	110	370
<b>Totalt</b>	<b>53</b>	<b>85</b>	<b>149</b>	<b>464</b>

Tabell 6. Beräknade dagvattenflöden för de exploaterade markanvändningen, det totala dagvattenflödet för utredningsområdet och ökningen gentemot befintligt.

Avrinningsområde	Dimensionerande flöde (l/s)			
	5-årsregn	20-årsregn	100-årsregn	100-årsregn (total avrinning)
1	8	13	22	51
2	13	21	36	71
3	33	52	88	110
4	63	100	170	351
5	4	7	12	38
<b>Totalt</b>	<b>121</b>	<b>193</b>	<b>328</b>	<b>621</b>
<b>Ökning</b>	<b>68</b>	<b>108</b>	<b>179</b>	<b>157</b>

För det framtida utredningsområdet ökar dagvattenflödet med cirka 70 l/s för ett 5-årsregn, 110 l/s för ett 20-årsregn och mellan 160 – 180 l/s för ett 100-årsregn gentemot befintligt. Detta beror på effekten av ändrad markanvändning med fler hårdgjorda ytor inom det framtida utredningsområdet som ger en högre avrinning samt förväntade klimatförändringar.

### 6.2.1 Behov av utjämning

Enligt Norrtälje kommun är kapaciteten i befintligt dagvattenledningsnät för närvarande god, dock ska minst 50 % av ett 10 minuters 20-årsregn fördröjas inom utredningsområdet innan vidare avledning, vilket motsvarar  $85 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{red. area}}$ . För att detta krav ska uppnås behöver en total fördröjningsvolym på cirka  $56 \text{ m}^3$  skapas inom utredningsområdet.



Vid beräkningar av åtgärdsförslag för det framtida utredningsområdet har det dock konstaterats att den fördröjningsvolym som krävs inte ger tillräckligt god rening av dagvattnet. Dagvattnet för det framtida området kommer inte ned till liknande halter och mängder som befintligt. Detta innebär att det är reningsvolymen som är dimensionerande för utredningsområdet, vilket medför att en större volym än 56 m<sup>3</sup> behöver anläggas. Anläggningar som föreslagits i kapitel 7 har därför gjorts större för att en bättre rening av dagvattnet ska uppnås.

### 6.3 Föroreningsberäkningar

Tabell 7 redovisar den beräknade föroreningshalten (µg/l) för respektive ämne i dagvattnet för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening. Tabell 8 redovisar beräknad föroreningsbelastning (kg/år) för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening.

Tabell 7. Beräknad föroreningshalt i dagvatten för respektive ämne för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening.

Ämne	Befintligt (µg/l)	Framtida, utan rening (µg/l)
Fosfor (P)	50	68
Kväve (N)	920	1 200
Bly (Pb)	4,9	5,6
Koppar (Cu)	12	15
Zink (Zn)	34	38
Kadmium (Cd)	0,23	0,29
Krom (Cr)	4,2	5,9
Nickel (Ni)	3,5	4,1
Kvicksilver (Hg)	0,020	0,033
Suspenderad substans (SS)	28 000	29 000
Olja	250	410
Bens(a)pyren	0,012	0,021

Tabell 8. Beräknad föroreningsbelastning i dagvatten för hela det befintliga och framtida utredningsområdet utan rening.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida, utan rening (kg/år)
Fosfor (P)	0,16	0,32
Kväve (N)	3,0	5,9
Bly (Pb)	0,016	0,026
Koppar (Cu)	0,040	0,070
Zink (Zn)	0,11	0,18
Kadmium (Cd)	0,00074	0,0014
Krom (Cr)	0,014	0,028
Nickel (Ni)	0,012	0,019
Kvicksilver (Hg)	0,000065	0,00016
Suspenderad substans (SS)	92	140
Olja	0,80	1,9
Bens(a)pyren	0,000040	0,000098

Beräkning av föroreningshalter visar att ombyggnation enligt planförslag, utan dagvattenhantering, skulle medföra ökade föroreningshalter för respektive ämne i

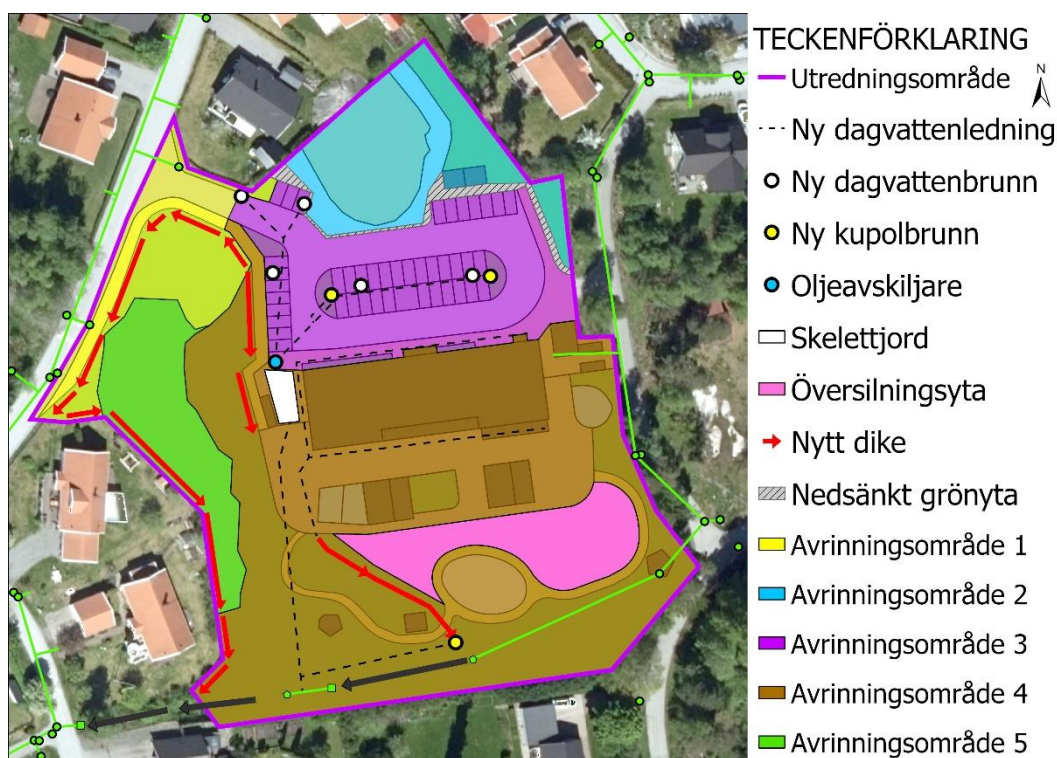
dagvattnet än för befintlig markanvändning. Ombyggnationen medför även en ökad föroreningsbelastning avseende samtliga modellerade föroreningsämnen.

Då man inte vill öka föroreningsbelastningen till recipienten bör dagvattnet renas inom utredningsområdet innan det avleds vidare mot recipienten. Detta för att ge recipienten möjlighet att uppnå satta miljö kvalitetsnormer.

## 7 Förslag på dagvattenhantering

Föreslagen dagvattenhantering har baserats på i dagsläget tillgänglig information om planerad utformning, befintligt höjdsättning, antagen planerad höjdsättning, riktlinjer samt krav och lokala förutsättningar för fördröjning samt rening av dagvatten. Då den planerade bebyggelsens utformning ännu inte är helt fastställd måste den föreslagna lösningen på dagvattenhantering ses som ett principförslag. Exakt utformning, placering och dimensionering av systemkomponenter utförs i ett senare skede vid detaljprojekteringen.

Ett förslag på dagvattenhantering har arbetats fram för utredningsområdets vardera antagna framtida avrinningsområden, se Figur 14. Det föreslås svackdiken, nedsänkt skelettjord, översilningsytor och nedsänkta grönytor som fördröjnings- och reningsanläggningar för att omhänderta dagvattnet inom respektive avrinningsområde.



Figur 14. Föreslagen dagvattenhantering inom utredningsområdet.

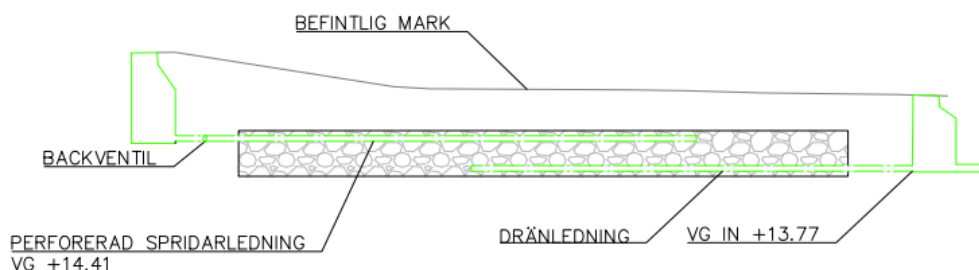
Avrinningsområde 1 kommer i framtiden bestå av befintlig väg, skogsmark och ny GC-väg. Den befintliga höjdsättningen för vägen in till skolområdet kan komma att behållas vilket medför att dagvattnet kommer avrinna mot befintliga dagvattenbrunnar som ansluter till dagvattenledningsnätet. Den nya GC-vägen kan skevas in mot skogsmarken där ett svackdike kan anläggas för att infiltrera, fördröja och rena dagvattnet. Detta svackdike bör dimensioneras för att kunna hantera 5 m<sup>3</sup> dagvatten, för att en god rening

ska uppnås. Svackdiket avleds därefter vidare mot avrinningsområde 5 som i framtiden kommer bestå av befintlig skogsmark.

Avrinningsområde 2 består av befintligt stenblock och grönytor samt nya ytor med byggnader och permeabel beläggning. En nedsänkt grönyta kan anläggas i kanten mellan avrinningsområde 2 och 3 för att infiltrera, fördröja och rena dagvattnet från avrinningsområde 2. Det är även relevant att anlägga en nedsänkt grönyta där då relativt rent dagvatten kommer avrinna från avrinningsområde 2 mot avrinningsområde 3. Anledningen till detta är för att inte avleda in relativt rent dagvatten till avrinningsområde 3 där mer förorenat dagvatten förväntas bli på grund av parkering och körbara ytor. Den nedsänkta grönytan bör dimensioneras för att uppnå en volym på 7 m<sup>3</sup>. En yta på 114 m<sup>2</sup> finns tillgänglig inom avrinningsområdet och beroende på djup kan mer dagvatten fördröjas, renas samt infiltreras. Förutsättningar för bättre infiltration finns även inom detta avrinningsområde då marken består av sandig morän.

Avrinningsområde 3 planeras bli en större parkering med körbara ytor och asfalt. Där kan nya dagvattenledningar och – brunnar anläggas inom hårdgjorda ytor. Två kupolbrunnar kan anläggas i de två gräsytor som finns på vardera sida om den mittersta parkeringen inom området. I gräsytor kan dagvattnet infiltreras ned i marken alternativt delvis renas ytligt innan dagvattnet avledas vidare via kupolbrunnarna. Dessa planerade gräsytor har en liten yta och ligger fel i relation till planerad höjdsättning för att fungera optimalt som dagvattenåtgärd, vilket innebär att det dagvatten som bildas inom parkeringsområdet inte i tillräcklig grad kan hanteras där då reningen inte blir tillräcklig och då allt dagvatten inte kommer avrinna dit.

Dagvattenbrunnar och -ledningar samt kupolbrunnarna inom avrinningsområde 3 avleder därefter dagvattnet mot en oljeavskiljare. Risk finns för olyckor samt oljeutsläpp och därför bör en oljeavskiljare anläggas innan dagvattnet avleds vidare till en skelettjord placerad under marken. Det är viktigt att de planerade parkeringsytorna höjdsätts på ett sådant sätt att avrinningen från ytorna leds till de föreslagna dagvattenbrunnarna alternativt gräsytor med kupolbrunn. Efter oljeavskiljaren kan dagvattnet avledas till en skelettjord för ytterligare rening och fördröjning. Vid beräkning av rening har skelettjorden haft en erforderlig utjämningsvolym på 17 m<sup>3</sup>, ett djup på 0,9 m och porositet 30 %, vilket gett en anläggningsyta på 72 m<sup>2</sup>, se Figur 15. Efter skelettjorden avleds dagvattnet vidare via ny dagvattenledning ned mot befintlig trumma och dike i söder av utredningsområdet.



Figur 15. Principskiss av föreslagen skelettjord.

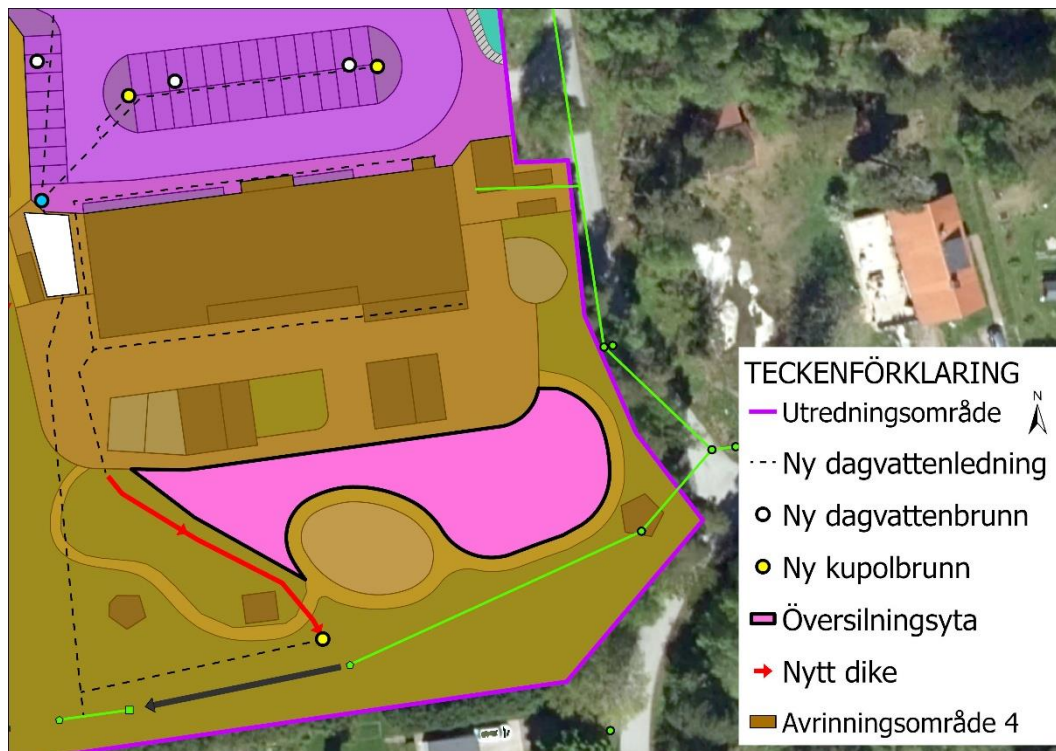
Avrinningsområde 4 består av befintliga grönytor, ny skolbyggnad och övriga förrådsbyggnader, permeabel beläggning, GC-väg och fotbollsplan. Den nya GC-vägen, väster om skolbyggnaden, kan skevas mot grönyta i väst där ett svackdike kan anläggas. Diket bör dimensioneras för att kunna hantera 5 m<sup>3</sup> dagvatten. Svackdiket släpper därefter ut dagvattnet mot befintliga grönytor där det kan infiltreras eller avrinna ytligt mot befintligt dike i söder inom utredningsområdet.

Den nya skolbyggnadens tak inom avrinningsområde 4 kan förses med stuprör som ansluter till ny dagvattenledning. Dagvattenledningen avleder därefter dagvattnet mot ett mindre meandrande dike. Detta dike har dimensionerats för att hantera 1 m<sup>3</sup> dagvatten, för att rena takdagvattnet från föroreningsämnen. Anledningen till den lilla dimensionen på volymshantering är att takdagvatten kan anses som relativt rent och att syftet med det meandrande diket har varit att ge en mer kreativ dagvattenhantering som kan uppmuntra till vattenlek. Om detta dike dimensioneras för att hantera 1 m<sup>3</sup> förutsätter detta att större volym kan kompenseras inom andra delavrinningsområden. Det innebär att i det område där volymkompensationen sker behöver ytterligare strypning ordnas så att den kompenserade volymen faktiskt utnyttjas och att summan av det totala flödet från utredningsområdet inte har ökat. I detta förslag har en större volym använts inom delavrinningsområde 2, 3, 4 och 5, där utflödet minskats, för att kompensera att en mindre volym behövs för det meandrande diket. I slutet av det meandrande diket kan en kupolbrunn anläggas, som ansluts till ny dagvattenledning. Risk för erosion kan avhjälpas genom att anlägga erosionsskydd i det meandrande diket, då främst vid inloppet.

Resterande markanvändning inom avrinningsområde 4 kan med antagen lutning mot söder avleda dagvattnet via ytlig markavrinning. I de södra delarna, norr om den framtida fotbollsplanen, kan översilningsytor anläggas på grönytor för att fördröja samt rena dagvattnet. 60 m<sup>3</sup> behövs för rening inom detta avrinningsområde.

Reningsvolymen behöver hanteras uppströms befintligt dike och den framtida fotbollsplanen, innan avrinning mot befintligt dike i söder sker. Den framtida fotbollsplanen samt omkringliggande GC-väg runt om, ingår i befintlig lågpunkt som behöver behållas för att inte skapa problem nedströms vid ett eventuell skyfall. Detta innebär att 60 m<sup>3</sup> behöver skapas uppströms det befintliga diket i söder för att god rening av dagvattnet ska uppnås innan diket. Markens lutning i området medför

troligtvis längre men flackare slänter i volymens norra del och kortare men brantare slänter i södra delen. Föreslagen yta för hantering behöver utformas mer i detalj, se Figur 16.



Figur 16. Förslag på översilningsyta för hantering norr om den framtida fotbollsplanen.

Befintlig väg kommer för det framtida utredningsområdet fortsätta avledas till befintliga dagvattenbrunnar i vägen. Resterande ytor inom det nya detaljplaneområdet kan avledas mot söder utifrån antagen höjdsättning till befintligt dike och därefter mot befintligt dagvattenledningsnät, vilket medför en ny anslutningspunkt.

De föreslagna fördröjnings- och reningsanläggningarna som tagits fram för utredningsområdet baseras på antagna framtida avrinningsområden. När fastställd utformning och höjdsättning finns för området kan det påverka antagna avrinningsområden samt föreslagen dagvattenhantering. Av denna anledning bör alla anläggningar som kan komma att hantera dagvatten inom utredningsområdet studeras vidare vid en detaljprojektering.

Befintligt dike i söder inom utredningsområdet har okänd kapacitet och befintlig betongtrumma med dimension 300 har ett maxflöde på 66 l/s, översiktligt beräknat. I framtiden kommer det befintliga diket och betongtrumman fortsatt ta emot dagvatten från befintligt dagvattenledningsnät i sydöst samt dagvatten från delar av utredningsområdet. Av denna anledning bör befintligt dike mätas in för att veta dess kapacitet och en mer detaljerad beräkning av olika dagvattenflöden till diket samt betongtrumma bör studeras vidare. Detta för att se över att befintligt dike och betongtrumma har kapaciteten att ta emot det framtida dagvattnet utan att översvämmas.

## 7.1 Resultat av föreslagen dagvattenhantering

### 7.1.1 Dagvattenflödesberäkningar och fördröjningsbehov

Enligt kommunens krav ska 50 % av ett klimatkompenserat 20-årsregn ska fördröjas innan vidare avledning, vilket motsvarar cirka 56 m<sup>3</sup>. Om 56 m<sup>3</sup> skapas inom det framtida utredningsområdet kommer inte föroreningshalter och -mängder ned till nivåer som motsvarar befintlig markanvändning. Detta innebär att fördröjningskravet på 56 m<sup>3</sup> inte är dimensionerande för området utan det är i stället reningsvolymen som blir dimensionerande. Av denna anledning behöver dagvattenanläggningar dimensioneras större för att en bättre reningseffekt ska uppnås.

De framtida delavrinningsområdena har olika markanvändningar, vilket påverkar dagvattnets föroreningsinnehåll. Beroende på vad för typ av markanvändning det är behöver dagvattnet renas på olika sätt. Inom varje delavrinningsområde har därför tillgängliga ytor setts över för att kunna hantera den dagvattenrening som behövs för att ge likvärdig föroreningsbelastning som dagens situation. Då större tillgängliga ytor finns inom vissa delavrinningsområden, har volymen där gjorts större genom att strypa utflödet till ett mindre flöde än vad som behövs, exempelvis parkeringen i delavrinningsområde 3 som avleds till skelettjord samt stora delar av delavrinningsområde 4 som avrinner mot översilningsyta. Detta medför att det meandrande diket inte behöver dimensioneras större än 1 m<sup>3</sup> för att hantera det takdagvatten som avleds dit, då det kompenseras inom andra delavrinningsområden.

### 7.1.2 Föroreningsberäkningar

Efter ombyggnation ökar föroreningshalter och -mängder i dagvatten från utredningsområdet gentemot befintligt. Detta medför att dagvattnet behöver renas inom det framtida utredningsområdet innan vidare avledning.

Vid beräkning av avrinningsområde 3 med föreslagen skelettjord (under mark) har två alternativ beräknats gällande föroreningsreducering. Det första alternativet är en skelettjord utan biokol och för alternativ två används biokol. Biokol kan tillsättas i skelettjordar för att uppnå bättre reningseffekt, dock bör man välja en biokolstyp som inte läcker näringsämnen. Hur man väljer att bygga upp skelettjord påverkar också reningseffekten.

Tabell 9 och Tabell 10 redovisar resultatet av beräknade föroreningshalter och -mängder i dagvatten för befintligt utredningsområde, det framtida utan rening samt det framtida med föreslagen rening (utan och med biokol).

Tabell 9. Beräknad föroreningshalt i dagvatten för respektive ämne för den befintliga och framtida markanvändningen utan rening samt framtida med föreslagen rening.

Ämne	Befintligt (µg/l)	Framtida utan rening (µg/l)	Framtida med rening (utan biokol) (µg/l)	Framtida med rening (tillsatt biokol) (µg/l)
Fosfor (P)	50	68	36	31
Kväve (N)	920	1 200	550	450
Bly (Pb)	4,9	5,6	1,9	1,9
Koppar (Cu)	12	15	5,1	4,6
Zink (Zn)	34	38	9,7	9,7
Kadmium (Cd)	0,23	0,29	0,092	0,088
Krom (Cr)	4,2	5,9	1,8	1,8
Nickel (Ni)	3,5	4,1	1,5	1,5
Kvicksilver (Hg)	0,020	0,033	0,020	0,020
Suspenderad substans (SS)	28 000	29 000	9 100	8 900
Olja	250	410	55	55
Bens(a)pyren	0,012	0,021	0,0076	0,0076

Tabell 10. Beräknad föroreningsbelastning i dagvatten för utredningsområdets befintliga och framtida markanvändning utan rening samt framtida med föreslagen rening.

Ämne	Befintligt (kg/år)	Framtida utan rening (kg/år)	Framtida med rening (utan biokol) (kg/år)	Framtida med rening (tillsatt biokol) (kg/år)
Fosfor (P)	0,16	0,32	0,17	0,15
Kväve (N)	3,0	5,9	2,6	2,1
Bly (Pb)	0,016	0,026	0,0091	0,0091
Koppar (Cu)	0,040	0,070	0,024	0,022
Zink (Zn)	0,11	0,18	0,046	0,046
Kadmium (Cd)	0,00074	0,0014	0,00044	0,00042
Krom (Cr)	0,014	0,028	0,0086	0,0086
Nickel (Ni)	0,012	0,019	0,0070	0,0070
Kvicksilver (Hg)	0,000065	0,00016	0,000094	0,000094
Suspenderad substans (SS)	92	140	43	42
Olja	0,80	1,9	0,26	0,26
Bens(a)pyren	0,000040	0,000098	0,000036	0,000036

Utan biokol i skelettjord är föroreningshalter mindre gentemot befintligt, dock är föroreningsmängder något högre för vissa ämnen. Utan biokol kommer exempelvis inte ämnet fosfor ned till samma nivå eller under som befintlig föroreningsmängd. Om biokol används i skelettjorden kommer även fosformängden att minska till en nivå som är under befintlig markanvändning. Övriga föroreningsämnen är fortsatt under befintliga föroreningsmängder, bortsett från kvicksilver som är något högre och som inte får ökad rening när biokol tillsätts.

Beräknade föroreningshalter med föreslagna reningsanläggningar inom det framtida utredningsområdet resulterar i att respektive ämne kommer ned till nivåer som är under befintligt, bortsett från kvicksilver som har samma halt. Föroreningsbelastningen minskar också till nivåer som är under befintligt, dock inte helt för kvicksilver. Kvicksilver

är ett föroreningsämne som tillkommer från exempelvis sandning och atmosfärisk deposition vilket innebär att det inte är själva verksamhetens markanvändning som ger en ökad föroreningsmängd. Ökningen är i stället kopplad till den ökade hårdgöringsgraden som blir inom det framtida utredningsområdet. Ökad hårdgöringsgrad medför ökad avrinning och föroreningsbelastning i dagvattnet för vissa föroreningar.

Verktyget StormTac har osäkerheter både gällande beräknat föroreningsinnehåll i dagvatten och beräknad reningseffekt utifrån vald reningsanläggning. Detta medför att beräkningarna inte helt återspeglar verklighetens föroreningsinnehåll i dagvattnet med och utan rening. Detta medför att föroreningsbelastningen för kvicksilver, i det framtida utredningsområdet med rening, kan anses hamna inom felmarginalen och kan då motsvara befintlig föroreningsbelastning.

Ett alternativ för att minska kvicksilvermängden för det framtida utredningsområdet är att minska hårdgöringsgraden och i stället öka infiltrerbar mark. Detta medför till minskad avrinning av dagvatten och kan eventuellt ge en mindre kvicksilvermängd.

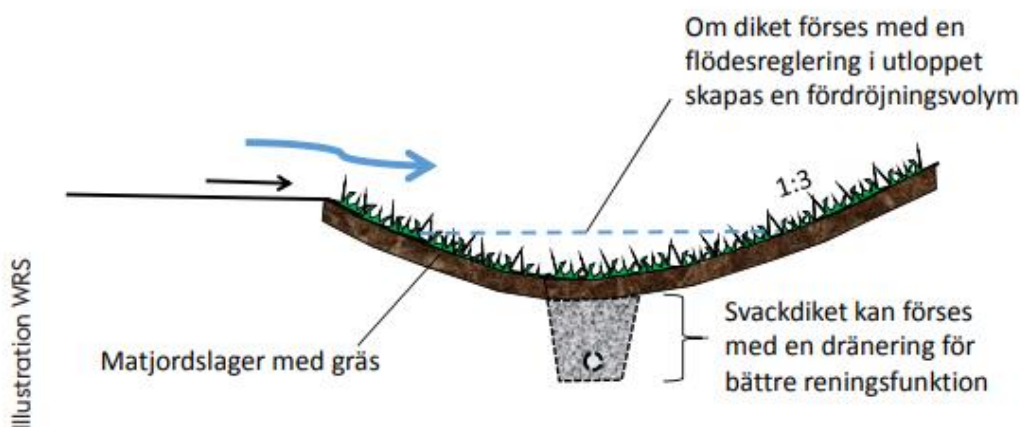
Utredningsområdets recipient har problem med näringsämnen. Utan rening för det framtida utredningsområdet medför det en ökad föroreningsbelastning av dessa ämnen. Om föreslagna reningsåtgärder vidtas för varje antaget avrinningsområde minskar näringsämnenas belastning till recipienten. Detta är positivt då recipienten får bättre förutsättningar att uppnå satta miljö kvalitetsnormer.

## 7.2 Beskrivning av dagvattenanläggningar

Detta kapitel beskriver föreslagna dagvattenanläggningar. Vid utredning till ett sent skede i processen bör rekommendationer för drift och skötsel läggas till den allmänna informationen för de dagvattenlösningar som föreslås i området.

### 7.2.1 Svackdike

Svackdiken är den enklare och mest grundläggande typen av dagvattenanläggning. De är grunda gräsbeklädda diken med svagt sluttande slänter och med svag lutning i dagvattnets flödesriktning, se Figur 17. Svackdikets huvudsakliga uppgift är att avvattna hårdgjorda ytor, framför allt längs med vägar och gator, samt fördröja flödestoppar.



Figur 17. Principskiss av ett svackdike (Stockholms stad, 2021).



Svackdiken kan ses som ett alternativ eller som en komplettering till dagvattensystemet på grund av låga flödes hastigheter, sedimentation och infiltration (om jordarten tillåter). Svackdiken kan planteras med växter för att förbättra reningseffekten av näringsämnen. För att öka sedimentation samt bibehålla flödeskapaciteten är det viktigt med klippning. Om högre flödes hastigheter förväntas, kan svackdiket kompletteras med flödes hinder, till exempel större stenar för att bromsa upp flödet.

Svackdiken i sig är sällan ett komplett reningssystem utan de fungerar ofta som ett förbehandlingssteg för andra reningssteg. De är även fördelaktiga i kallt klimat då de kan fungera som områden för snölagring. Vanligtvis fungerar avledning av smältvatten bra under snösmältningsperioden, dock är det viktigt att avlägsna grus, sand och annat material som ackumulerats i diket efter snösmältning. Under vegetationssäsongen ingår det i underhållet att hålla diket rent från skräp och sediment samt att klippa gräset. För bibehållen partikelsedimentation och flödesreduktion är det viktigt att bevara växthöjden som bör vara mellan 50 och 150 mm. Svackdikets in- och utlopp bör även inspekteras samt rensas regelbundet och dikets slänter bör kontrolleras för erosions skador.

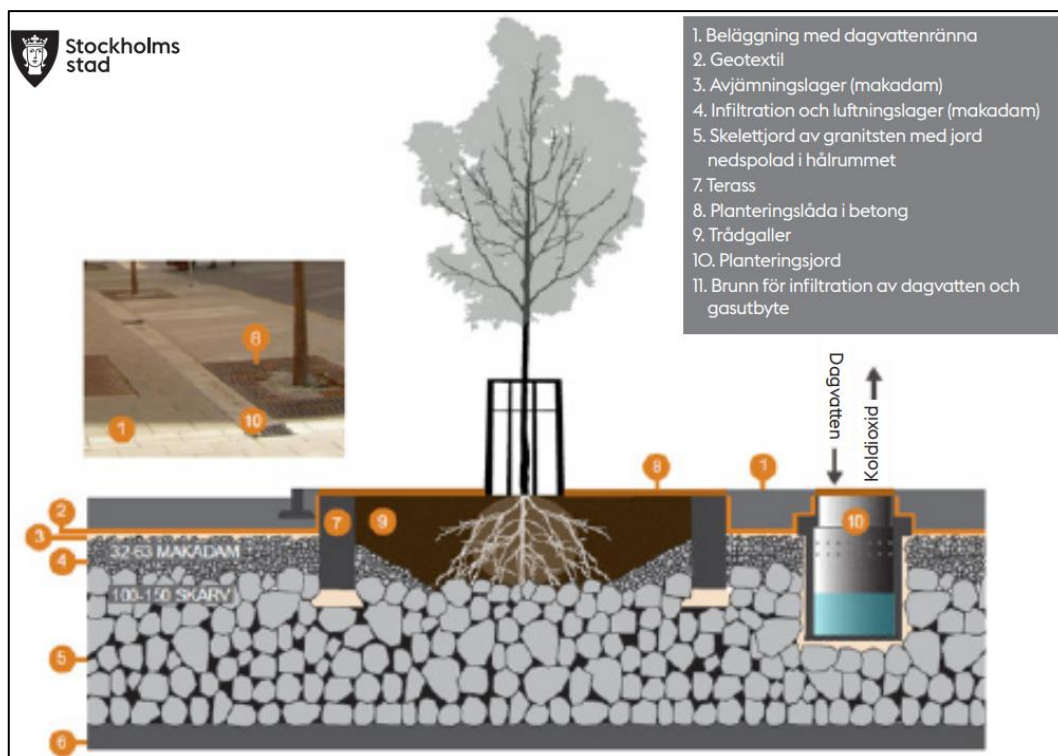
### 7.2.2 Skelettjord

Skelettjord är en teknik som har tagits fram för att skapa goda förutsättningar för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö. Skelettjord kan även fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning samt rening. Dagvattnet avleds oftast till anläggningen via rännstensbrunnar med sandfång. Dagvattnet rensas då det infiltrerar genom skelettjorden, men även med hjälp av växtupptag. Om vatten kan perkolera vidare till marken under skelettjorden bidrar det till ytterligare fastläggning av lösta föroreningar.

Det finns två olika typer av skelettjordar: vanlig skelettjord och luftig skelettjord. Båda byggs upp genom att en utschaktad grops fulls med grovs makadam. Luftiga skelettjordar innehåller endast makadam och har en hög porositet i hela volymen. I en vanlig skelettjord vattnas jord ner i makadamlagret som sedan överlagras av ett luftigt bärlager. Det luftiga bärlagret har hög porositet medan den nedvattnade jorden sänker porositeten i underliggande makadamlager (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

Fördröjningsvolymen i skelettjorden skapas av porvolymen som i den vanliga skelettjorden är omkring 10% och i luftig skelettjord cirka 30% av den totala volymen. Finns ett ytmagasin ökar kapaciteten. Med en dimensionerande nederbörd på 20 mm är ytbehovet för en luftig skelettjord 2–4% och för en vanlig skelettjord cirka 6–12% per 100 m<sup>2</sup> avrinningsyta. Träd som är planterade i skelettjorden kan ta hand om en del av avrinningen (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

Figur 18 visar en schematisk skiss över plantering av träd i skelettjord. Vid tät beläggning på skelettjorden krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas.

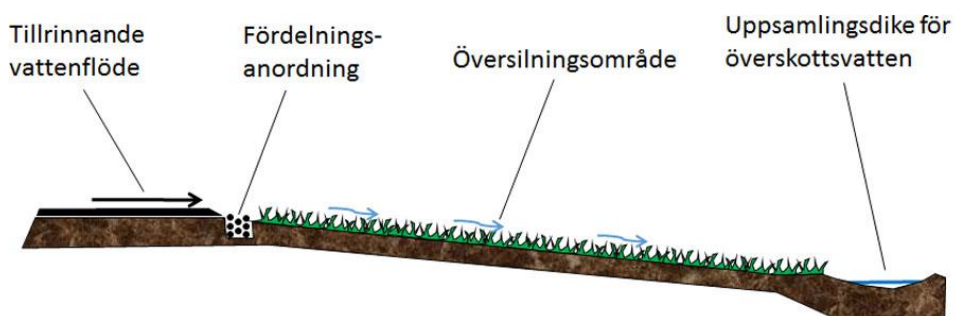


Figur 18. Schematisk illustration över plantering av träd i skelettjord (Svenskt Vatten och Avfall, 2023).

### 7.2.3 Översilningsytor

En översilningsyta är en lätt sluttande gräsyta dit dagvatten från vägar och andra hårda ytor avrinner. Med en svag lutning rinner dagvattnet från toppen av slänt, genom en fördelningsanordning och sedan över själva översilningsytan, se Figur 19.

Översilningsytor är utformade för att ta emot ett jämnt utspritt dagvattenflöde över ytans hela bredd i stället för ett koncentrerat inflöde för en punkt. Beroende på markförhållandena rinner en del av dagvattnet på ytan och en del infiltrerar genom marken och bidrar till den naturliga grundvattenbildningen (Stockholms stad, 2023a).

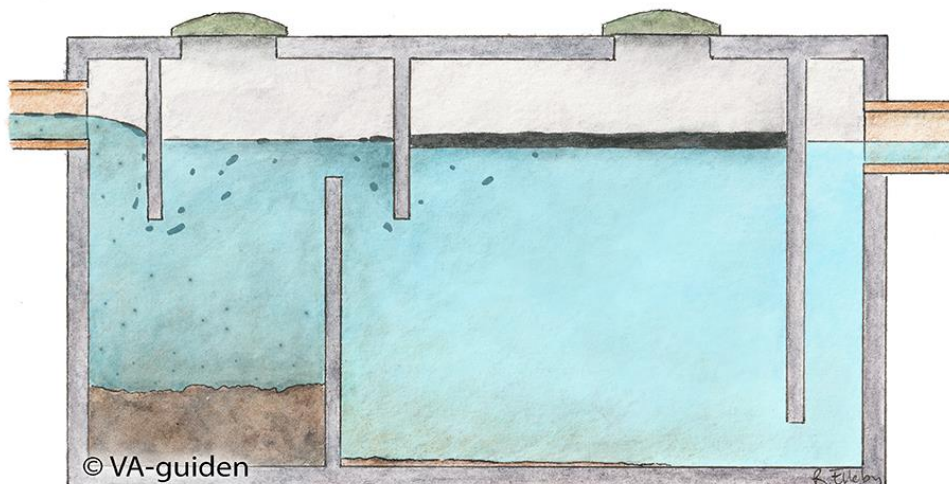


Figur 19. Principskiss av en översilningsyta (Stockholms stad, 2023a).

Syftet med översilningsytor är främst att avskilja sediment och partikelbundna föroreningar samt bryta ned organiska ämnen. Ytorna har även en viss kapacitet att fördröja flöden som inte är alltför hög. Livslängden för en översilningsyta är oftast över 50 år. Efter en tid kommer dock den övre markprofilen troligtvis sättas igen av föroreningar. Översilningsytor kan till exempel anläggas i anslutning till vägar och parkeringsytor, men också som en samlad lösning för ett större tillrinningsområde (Svenskt Vatten Utveckling, 2019).

#### 7.2.4 Oljeavskiljare

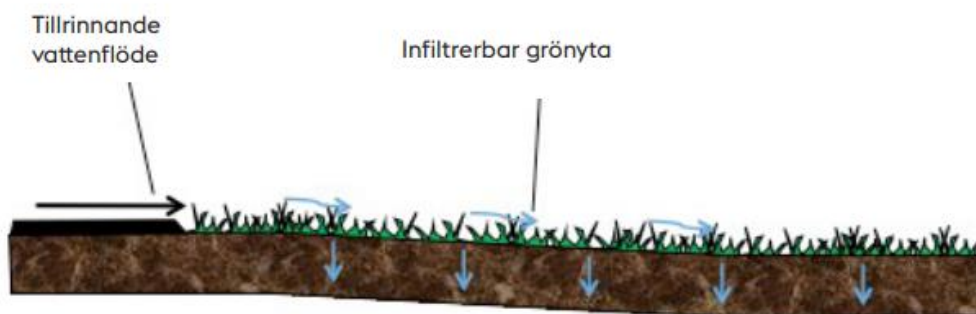
En oljeavskiljare utformas för att fördröja samt rena dagvattnet från framför allt olja. Denna anläggning används som ett komplement till andra dagvattenanläggningar för att skydda mot större oljeutsläpp och olyckor. En oljeavskiljare är fördelaktig att anläggas i områden med risk för oljespill eller där miljön är extra känslig (VA-guiden, u.å). Oftast består en oljeavskiljare av en inledande behållare som kan avskilja slam och olja. Vattnet avleds därefter ut under en oljeskärm och vidare genom ett rör eller avloppsränna, se Figur 20.



Figur 20. Principskiss av en typ av oljeavskiljare (VA-guiden, u.å).

#### 7.2.5 Nedsänkt gräsyta

En nedsänkt gräsyta eller grönyta är en anläggningstyp dit dagvatten avleds för fördröjning, rening och infiltration, se Figur 21. Grönytor som är avsedda för infiltration kan utformas på olika sätt, med en väl-dränerad överyta, som en skålformad gräsyta eller som en vanlig gräsyta utan skålning (Stockholm Vatten och Avfall, u.å).



Figur 21. Principskiss för infiltration i en vanlig gräsyta (Stockholm Vatten och Avfall, u.å).

När dagvattnet avrinner igenom grönytan renas det, genom att partiklar fastnar i markytan och genom att gräs samt andra växter tar upp dagvattnet och renar det. När dagvattnet filtrerats genom ytan och renas, infiltreras det nedåt mot grundvattnet. De

effektivaste grönytorna har tät gräsväxt och ett genomsläppligt ytlager (Stockholms stad, 2023b).

Tekniken är enkel, billig samt driftstabil och anläggningen kan användas för att ta hand om dagvatten från vägar, gator, parkeringsplatser, tak samt från bostadsområden med hårdgjorda ytor. Grönytor är fördelaktiga när dagvattnet behöver renas från metallföroreningar samt växtnäringsämnen som fosfor och kväve (Stockholm Vatten och Avfall, u.å).

En annan fördel med grönytor är att dagvattnet får möjlighet att rinna ner genom marken över en stor yta, vilket minskar risken för översvämningar vid kraftiga regn. Grönytor är även fördelaktiga att förvara snö på under vintertiden, då de kan ta hand om och rena smältvattnet på våren (Stockholms stad, 2023b).

Om denna anläggningstyp används är det viktigt att markens infiltrationskapacitet är stor samt att storleken på ytan kan behöva anpassas beroende på vilken infiltrationskapacitet som finns. Då dagvattnet infiltrerar ned i marken vid denna typ av anläggning är det även viktigt att dagvattnet är rent då man vill undvika att föroreningar tas sig ned till grundvattnet. Detta är speciellt viktigt i områden med känsligt och skyddsvärt grundvatten.

Vid anläggning av nedsänkt gräsyta eller grönyta kan dagvattnet uppnå en reningseffekt närmare 100 %, förutsatt att anläggningen kan hålla minst 20 mm regn och att grundvattnet inte står i nära kontakt med ytvattenrecipienten.

## 8 Översvämningsanalys och skyfallshantering för utredningsområdet

Detta kapitel beskriver, samt visar översvämningsanalysen och skyfallshanteringen för det befintliga och framtida utredningsområdet.

### 8.1 Skyfallsmodellering

För att undersöka konsekvenserna av skyfall för det befintliga och framtida utredningsområdet utfördes en simulering i SCALGO LIVE (2023). SCALGO LIVE är ett webbaserat verktyg som kan simulera maximalt översvämningsdjup vid ett givet regndjup (regndjupet kan motsvara ett skyfall).

I detta projekt simulerades ett skyfall med hänsyn till infiltration för både det befintliga och framtida scenariot. SCALGO LIVE är en förenklad modell för att simulera infiltration och andra hydrologiska processer, till exempel kan klassificering av markanvändning och bestämning av avrinningskoefficienter anges i modellen. Genom att inkludera infiltration kan översvämningsresultaten förbättras och ligga närmare den verkliga översvämningsituationen jämfört med när infiltration inte används. Av denna anledning ändrades marktäckningen i simuleringen för att ta hänsyn till förändringarna i genomsläpplighet utifrån den nya framtida planen.

Kartan i SCALGO LIVE över markens ogenomtränglighet är inställd på följande sätt: områden med tak, vägar och andra ogenomträngliga ytor antas ha en avrinningskoefficient på 1, medan andra genomträngliga områden (i detta fall mestadels grönområden) antas ha en avrinningskoefficient på 0,75. För att simulera effekten vid ett skyfall definierades ett 100-årsregn med en varaktighet på 6 timmar i modellen,

vilket motsvarar ett totalt nederbördsdjup på 10,6 cm. Anledningen till detta är för att testa hur allvarlig översvämningen blir vid ett skyfall med längre varaktighet, med och utan åtgärder. Simuleringen kan tolkas som ett "worst case scenario".

### 8.1.1 Höjdkarta med byggnader för befintligt område

Höjdinformationen i det befintliga scenariot visas i Figur 22. I allmänhet minskar höjden från norr till söder i det undersökta området.



Figur 22. Höjdkarta över befintligt scenario, där de röd- och gulaktiga block som sticker upp på kartan representerar byggnader. Svarta linjer visar utredningsområdet och faktiska höjder kan avläsas i teckenförklaringen (SCALGO, 2023).

### 8.1.2 Genomsläpplighet för befintlig markyta

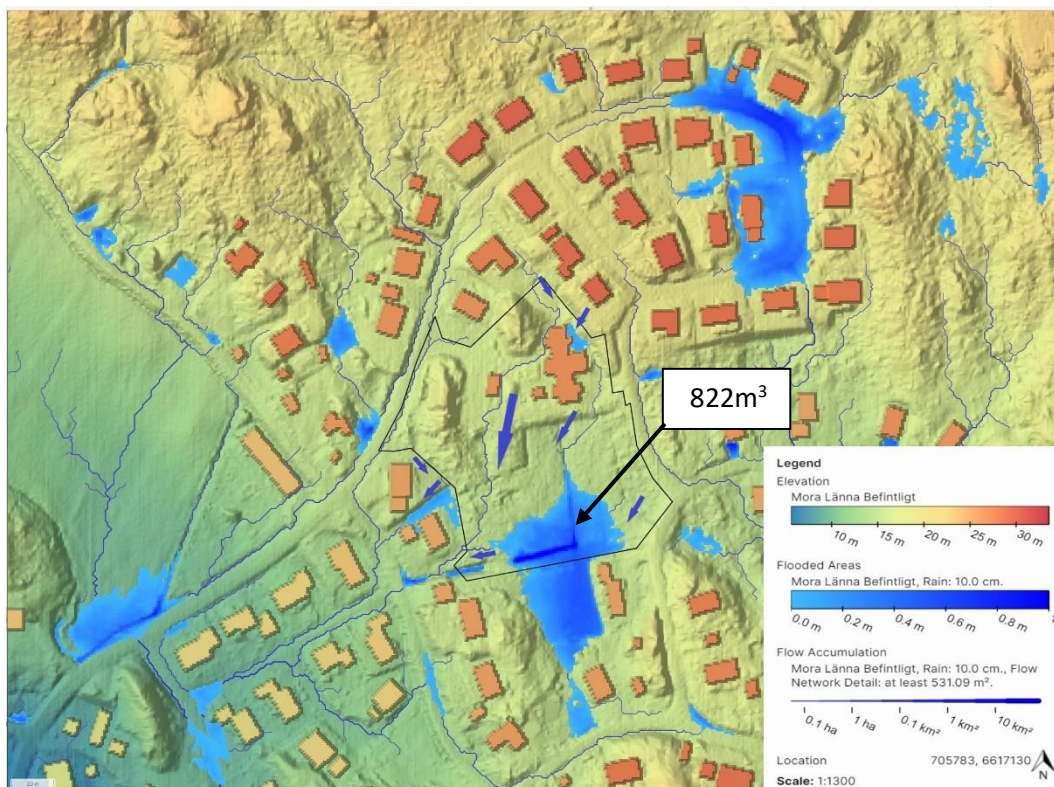
Genomsläppligheten hos markytan kategoriserades i tre typer: Tak (rött), vägar och andra ogenomträngliga områden (orange) samt grönområden (grönt), se Figur 23. Denna karta användes i modellen för att bestämma proportionen mellan infiltration och ytavrinning. Till exempel sattes grönområden med en avrinningskoefficient på 0,75, vilket betyder att 75 % av nederbörden rinner av ytan, medan de resterande 25 % infiltrerar i marken. Andra ogenomträngliga ytor och tak har i stället avrinningskoefficient 1.



Figur 23. Genomsläppligheten för markytan i det nuvarande scenariot, där rött representerar tak, orange är ogenomträngliga ytor (främst vägar) och grönt är genomsläppliga områden (som gräs och skog). Svarta linjer visar utredningsområdet.

### 8.1.3 Översvämningsdjup för befintligt scenario

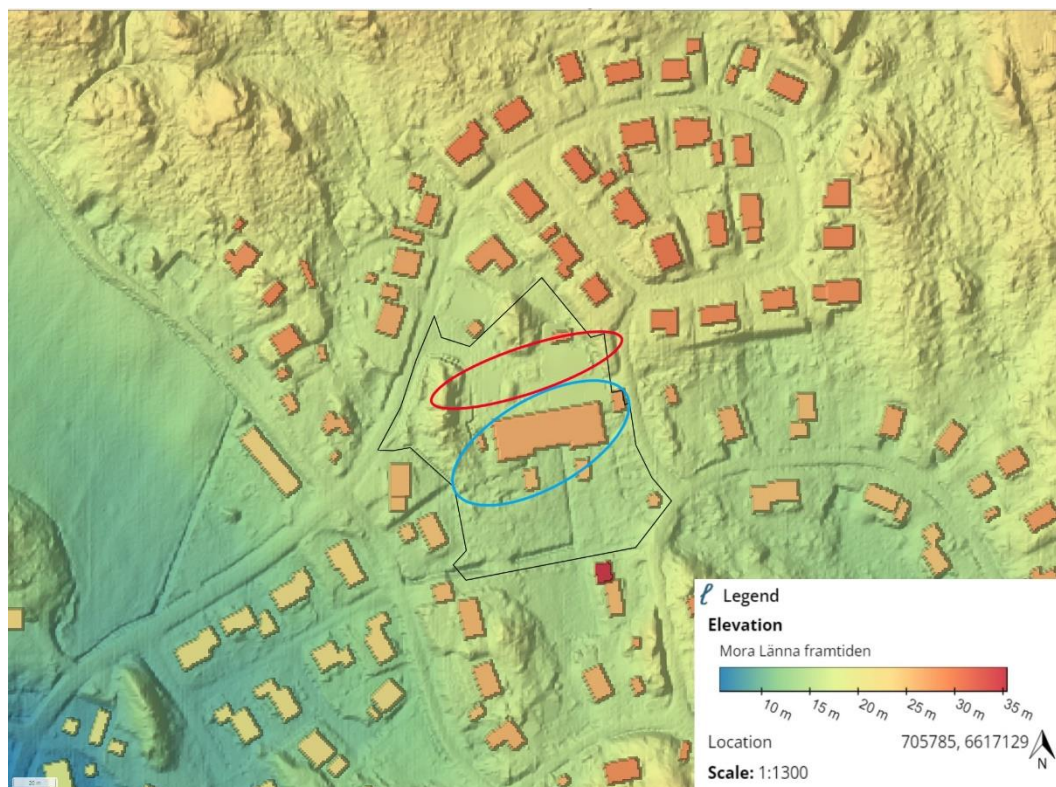
Översvämningsområdet för befintligt scenario visas i Figur 24, simulerades för ett 100-årsregn med 6 timmars varaktighet. Det stående vattnet ligger till stor del i södra delen av utredningsområdet och sträcker sig utanför den södra gränsen. Total översvämningsvolym är cirka 822 m<sup>3</sup>.



Figur 24. Översvämningsdjupet för befintligt scenario, där svarta linjer visar utredningsområdet. Översvämningsdjup och höjd kan avläsas från legend. Den totala översvämningsvolymen i söder är 822 m<sup>3</sup> (SCALGO, 2023).

#### 8.1.4 Höjdkarta med byggnader för framtidens scenario

Baserat på den nya plankartan för utredningsområdet har de befintliga byggnaderna tagits bort och marknivån har jämnats ut (baserat på marknivå i närheten). Nya byggnader har skapats i modellen utifrån ny plankarta. De stora förändringarna för det framtida utredningsområdet är att man tagit bort befintlig skolbyggnad i den norra delen och skapat en ny skolbyggnad med tillhörande förråd, se Figur 25. Det bör noteras att enbart byggnadernas placering är känd från ny plankarta och inte respektive byggnads höjd. Av denna anledning har nya byggnader satts till 10 meter högre än markytan.



Figur 25. Höjdkarta med byggnader för det framtida scenariot, där svarta linjer visar utredningsområdet och höjder kan avläsas från legend. De större förändringarna kan ses i de inringade områdena, där röd cirkel anger var den befintliga byggnaden var placerad och blå visar de flesta nya byggnaderna (SCALGO, 2023).

#### 8.1.5 Genomsläpplighet för framtidens markanvändning

Baserat på markanvändningskartan skapades en ny genomsläpplighet för det framtida utredningsområdet. I det här fallet klassificerades all markanvändning som tre olika typer: grönområde, tak och övriga ogenomsläppliga områden, se Figur 26. Grönområden tilldelades en avrinningskoefficient på 0,75 och övriga ogenomsläppliga områden samt tak tilldelades avrinningskoefficient 1. Med denna inställning simulerade modellen fram översvämningsdjupet med hänsyn tagen till infiltration.

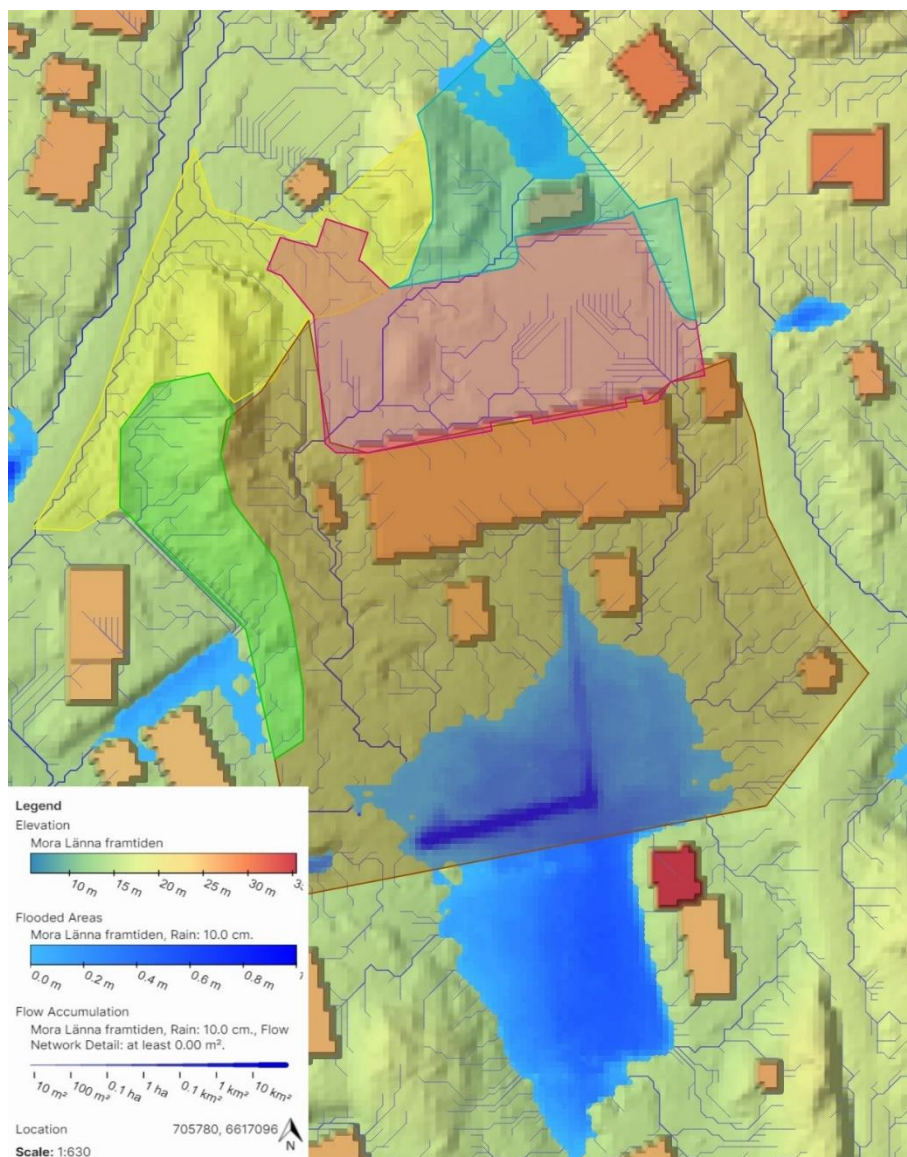




Figur 26. Genomsläpplighet för framtidens scenario, där svarta linjer visar utredningsområdet (SCALGO, 2023).

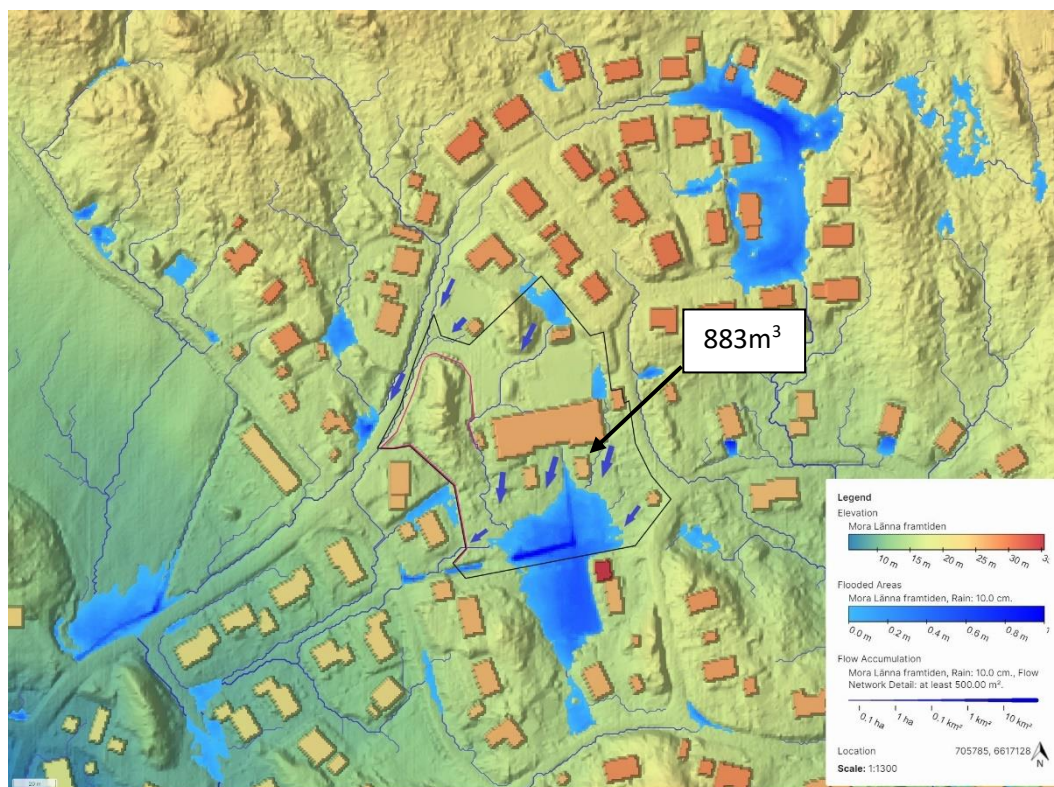
#### 8.1.6 Översvämningsdjup för framtidens scenario utan åtgärder

De nya flödesvägarna presenteras i Figur 27, där de flesta flödesvägarna avleds mot sydost och södra sidan av utredningsområdet.



Figur 27. Flödesvägar och avrinningsområden för framtida scenariot. Detaljerna i figurerna förklaras i teckenförklaringen. Färgen för olika avrinningsområden är desamma som i Figur 13.

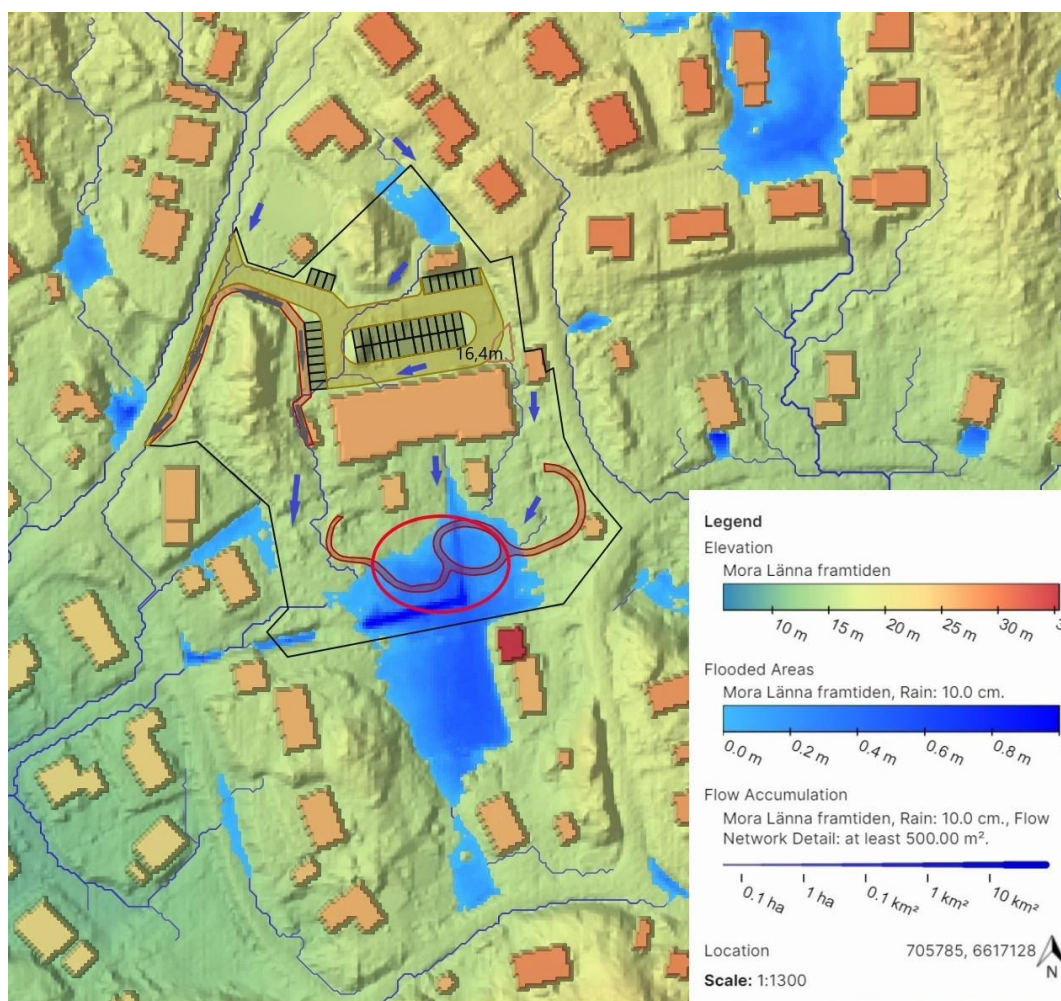
Då det nya utredningsområdet har en minskad permeabel yta ökar den totala översvämningsvolymen i söder till 883 m<sup>3</sup>. I nordöst, vid ny byggnad, finns det risk för stående vatten mot byggnadens fasad vid ett 100-årsregn, se Figur 28. I det befintliga scenariot har inte lågpunkten uppnått sin maxkapacitet, dvs. det finns tillgänglig volym i lågpunkten som kan fyllas upp innan vattnet bräddar vidare. I det framtida scenariot har maxkapaciteten uppnåtts vilket motsvarar en översvämningsvolym på 883 m<sup>3</sup>. Det är på grund av klimatfaktorn som volymen ökar. För att upprätthålla den befintliga vattennivån på +14,42 m i lågpunkten behöver därför mellanskillnaden i volym på ca 60 m<sup>3</sup> skapas i den befintliga lågpunkten. Det innebär att ca 60 m<sup>3</sup> måste schaktas ur för att vattennivån i lågpunkten inte ska öka jämfört med dagens nivå. Det bör noteras att om schaktningen utförs här för att öka kapaciteten med cirka 60 m<sup>3</sup>, kan denna ökade volym också utnyttjas för det reningsbehov som nämns ovan. På så sätt behövs endast 60 m<sup>3</sup> schaktning, i stället för 120 m<sup>3</sup> ifall dubbla volymen skulle anlagts. Det viktiga är att dessa 60 m<sup>3</sup> anläggs uppströms det befintliga diket i söder eftersom reningen behöver ske uppströms diket.



Figur 28. Översvämningskarta som visar vattendjupet vid ett 100-årsregn (10,6 cm regn) för det framtida scenariot utan åtgärder. Blå linjer visar flödesvägar och pilar visar flödesriktningen. Den röda linjen är placeringen av diket (SCALGO, 2023).

## 8.2 Förslag på skyfallshantering och rekommendationer

Figur 29 visar en inzoomad karta över utredningsområdet med åtgärdsförslag. Rödsuggat område representerar gång- och cykelväg, gulsuggat representerar vägområde och svartsuggat är parkeringsområden.



Figur 29. Inzoomad vy av översvämningskartan som visar vattendjupet under ett 100-årsregn (10,6 cm regn) och åtgärder. Blå pilar visar riktningen för översvämningsvägen och den bruna polygonen föreslås ha en höjd på 16,4 m för att dränera stillastående vatten. Den röda cirkeln nedanför tyder på att den ungefärliga platsen visar ungefärlig plats där markytan bör sänkas med ungefär 10 cm, för att kontrollera att den ökade flödesvolymen inte flyter utanför gränsen (SCALGO, 2023).

En åtgärd som behövs är att höja och jämna ut markytan nordöst om skolbyggnaden och parkeringen, se Figur 29 ovan. Detta behövs för att möjliggöra avrinningen av vattnet längs skolbyggnadens östra sida mot söder (i pilens riktning). Den totala utjämnade ytan är 109 m<sup>2</sup>, detaljerade dimensioner kan ses i Bilaga 2.

Inom utredningsområdets västra del föreslås diken, som visas som grå pilar i Figur 29, för att avleda vattnet till angivna lågpunkter inom avrinningsområdena. Dikena lutar i pilens riktning.

För avrinningsområde 4, med beaktande av den erforderliga fördröjningsvolymen och för att inte öka översvämningsrisken nedströms utanför utredningsområdet, föreslås en nedsänkning av markytan för att öka kapaciteten för översvämningshanteringen. Den ungefärliga platsen visas som den nedre röda cirkeln i Figur 29. Grovt uppskattat skulle en nedsänkning av markytan på cirka 10 cm ge en översvämningsvolym på ca 60 – 70 m<sup>3</sup>. Med en nedsänkning av markytan kommer översvämningsrisken nedströms inte att förvärras efter exploateringen. Observera att terrängens lutning medför att det i det mest översvämmade området i söder, uppnås ett översvämningsdjup på 1 m vid ett

skyfall. Det föreslås antingen att fylla upp den djupa ytan, men då behöver den nedsänkta ytan utökas för att kompensera detta volymbortfall, eller att sätta upp ett staket för översvämningområdet.

## 9 Rekommendationer gällande planbestämmelser

I Tabell 11 redovisas förslag på planbestämmelser som kan vara relevanta att använda i syfte att reglera och säkerställa hantering av dagvatten i detaljplan. Detta delas upp i användningsbestämmelser som reglerar vad marken får användas till och egenskapsbestämmelser som reglerar hur en plats ska utformas, ordnas, nyttjas eller skyddas. Dock är tolkningen av vad som kan skrivas som planbestämmelser i rådande rättsläge oklar och osäker. I många fall är det syftet bakom bestämmelsen som avgör om ett plankrav är gångbart eller inte.

Tabell 11. Förslag på eventuella planbestämmelser på kvartersmark för hantering av dagvatten.

Användningsbestämmelser för kvartersmark	
Bestämmelse	Beskrivning
E1	Uppsamling av dagvatten
E3	Dike för dagvatten
E5	Mark för infiltration av dagvatten
Egenskapsbestämmelser för kvartersmark	
Bestämmelse	Beskrivning
e <sub>125</sub>	Högsta andel byggnadsarea i procent av fastigheten
Prickmark	Marken får inte förses med byggnad
b <sub>3</sub>	Byggnader ska utföras så att naturligt översvämmande vatten upp till nivå +0,0 meter över nollplanet inte skadar byggnadens konstruktion
+0,0:	Föreskriven höjd över nollplanet (vanligtvis reglerar en plushöjd en viss punkt, men bestämmelsen kan kopplas till en angiven användnings- eller egenskapsyta). Detta är viktigt vid styrning av skyfallsflöden och volymer, säkerställa sekundär avrinning.
n <sub>1</sub>	Marken får inte hårdgöras. Minst 50 % av fastighetsarean/egenskapsytan ska vara genomsläpplig och får inte hårdgöras. Träd och buskar ska finnas (ex. x % av tomtarean)
Skydd mot störningar	
Bestämmelse	Beskrivning
m <sub>2</sub>	Avskärande dike ska anläggas (kombinera med administrativ bestämmelse)
Administrativa bestämmelser	
Bestämmelse	Beskrivning
u <sub>1</sub>	Marken ska vara tillgänglig för infiltrationsdike och uppsamlingsrör

Exempelvis behöver markhöjden nordöst om den framtida skolbyggnaden vara +16,4 över nollplanet för att inte orsaka en lågpunkt med skyfallsdagvatten mot byggnaden. Observera att risk finns med att ange markhöjder i tidigt skede i plankarta. Detta då möjligheten till eventuella förändringar framöver inte kan ske om markhöjden är satt i plankartan.

## 10 Slutsats och rekommendationer

Utredningsområdet består till stor del av sandig morän i norr och glacial lera i söder. Där sandig morän finns är genomsläppligheten medelhög och där glacial lera finns är den

låg. Det innebär att det finns förutsättningar för infiltrationslösningar inom utredningsområdets norra del. I de södra delarna där glacial lera finns är genomsläppligheten låg vilket kan medföra minskad infiltration.

Grundvattennivåerna inom utredningsområdets mittenparti befinner sig mellan 1,14–1,50 meter under markytan och i södra delen 0,64–0,69 meter utifrån de två första avläsningarna. Grundvattennivåerna kommer studeras vidare via en långtidsövervakning (1 år) för att de föreslagna dagvattenanläggningarna ska kunna dimensioneras och placeras på ett relevant sätt. Detta är fördelaktigt då en effektivare infiltration kan uppnås och risken för upptryckning av grundvatten i anläggningar minskar.

Föreslagen ombyggnation medför ökat dagvattenflöde ut från utredningsområdet, vilket beror på mer hårdgjorda ytor samt att en klimatfaktor används. Fördröjningskravet är att 50 % av ett klimatkompenserat 10 minuters 20-årsregn ska fördröjas inom området innan vidare avledning. För att uppnå detta fördröjningskrav behöver cirka 56 m<sup>3</sup> dagvatten kunna omhändertas lokalt inom området. Fördröjningskravet är dock inte dimensionerande då mer volym behöver skapas för att uppnå tillräcklig rening.

Utan dagvattenåtgärder ökar föroreningshalter och -belastningen för det framtida området gentemot befintlig situation. För att utredningsområdets recipient ska få en möjlighet till bättre ekologisk och kemisk status samt nå satta miljö kvalitetsnormer behöver dagvattnet renas.

För att skapa fördröjning och rening av dagvattnet inom utredningsområdet har ett förslag till dagvattenhantering arbetats fram. Föreslagna anläggningar är svackdiken, skelettjord, nedsänkta grönytor, oljeavskiljare och översilningsytor. Med hjälp av de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna för det framtida området kan dagvattenflödet samt föroreningshalter och -belastning minskas till nivåer motsvarande befintligt. Detta bidrar att recipienten har större möjlighet att uppnå satta miljö kvalitetsnormer, förutsatt att föreslagna eller likvärdiga anläggningar för dagvattenhantering anläggs.

Föreslagna åtgärdsförslag gällande ytor för hantering av dagvatten har utgått ifrån befintlig höjdsättning samt planerad utformning och antagen planerad höjdsättning. Föreslagen lösning bör därför ses som ett principförslag i dagsläget och mer exakt utformning, dimensioner och placering av dagvattenanläggningar utförs vid en detaljprojektering.

För att lösa översvämningsproblematiken inom det framtida utredningsområdet och inte försämra områden nedströms vid ett 100-årsregn, föreslås tre åtgärder. Den första åtgärden är att höja samt jämna ut markytan nordöst om ny skolbyggnad för att dagvattnet ska kunna avrinna öster om skolbyggnad mot söder. Den andra åtgärden är att skapa en nedsänkt gräsyta i de södra delarna och den tredje är anläggning av diken för att avleda dagvattnet från nordväst mot sydväst. Förrådsbyggnaden i norra delen av planen föreslås också att flyttas lite åt väster.

En alternativ utformning av parkeringsytan kan medföra att dagvattnet kan hanteras enbart i grönytor. Om gräsytorna anläggs i lägre områden, som nedsänkta, kan det förbättra avrinningen av dagvattnet till gräsytorna, dock kommer en större yta och volym än nuvarande förslag medger behövas för att uppnå tillräcklig rening då parkeringsdagvattnet har en högre grad av föroreningsämnen.

## 11 Referenser

- AFRY. (2023a). *PM Geoteknik*. Solna: ÅF Infrastructure AB.
- AFRY. (2023b). *Markteknisk undersökningsrapport/Geoteknik (MUR/GEO)*. Solna: ÅF Infrastructure AB.
- Norrtälje kommun. (2016). *Fördjupad dagvattenpolicy för Norrtälje kommun*. Norrtälje: Norrtälje kommun.
- Norrtälje kommun. (2017). *Dagvattenstrategi för Norrtälje kommun - kommunala riktlinjer*. Norrtälje: Norrtälje kommun.
- Norrtälje kommun. (2022). *Beställningsunderlag Dagvattenutredning - Checklista*. Norrtälje: Norrtälje kommun.
- SCALGO. (2023). *SCALGO LIVE*. Получено из <https://scalgo.com/live/>
- SGU. (2023a). *Jordarter 1:25000 - 1:00000*. Получено из Sveriges geologiska undersökning: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>
- SGU. (2023b). *Genomsläpplighet*. Получено из Sveriges geologiska undersökning: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-700368.5804851614,6271323.772757545,1880116.5804851614,7498566.227242455>
- SMHI. (15 10 2021 г.). *Dataserier med normalvärden för perioden 1991-2020*. Получено из Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut: <https://www.smhi.se/data/meteorologi/dataserier-med-normalvarden-for-perioden-1991-2020-1.167775>
- Stockholm Vatten och Avfall. (u.å). *Infiltration i grönyta*. Получено из Stockholm Vatten och Avfall: [https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/infi\\_gron/](https://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/infi_gron/)
- Stockholms stad. (2021). *Dagvattenhantering - Riktlinjer för dagvattenhantering på allmän platsmark*. Получено из Stockholm Vatten och Avfall 2023-02-15: [https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer\\_allman-platsmark.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/riktlinjer_allman-platsmark.pdf)
- Stockholms stad. (24 02 2023a г.). *Översilningsyta*. Получено из Miljöbarometern Stockholm: <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder/oversilningsyta/>
- Stockholms stad. (25 05 2023b г.). *Infiltrationsytor*. Получено из Miljöbarometern Stockholms stad: <https://miljobarometern.stockholm.se/vatten/atgarder/infiltrationsyta/>
- StormTac. (2023). *StormTac WEB - Stormwater solutions*. Получено из StormTac WEB: <http://app.stormtac.com/>
- Svenskt Vatten. (2016). *P110 - Avledning av dag-, drän- och spillvatten*. Stockholm: Svenskt Vatten AB.



Svenskt Vatten och Avfall. (2023). *Skelettjord*. Получено из Svenskt vatten och avfall:  
[https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett\\_h.pdf](https://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf)

Svenskt Vatten Utveckling. (2019). *Utformning och dimensionering av anläggningar för rening och flödesutjämning av dagvatten*. Bromma: Svenskt Vatten AB.

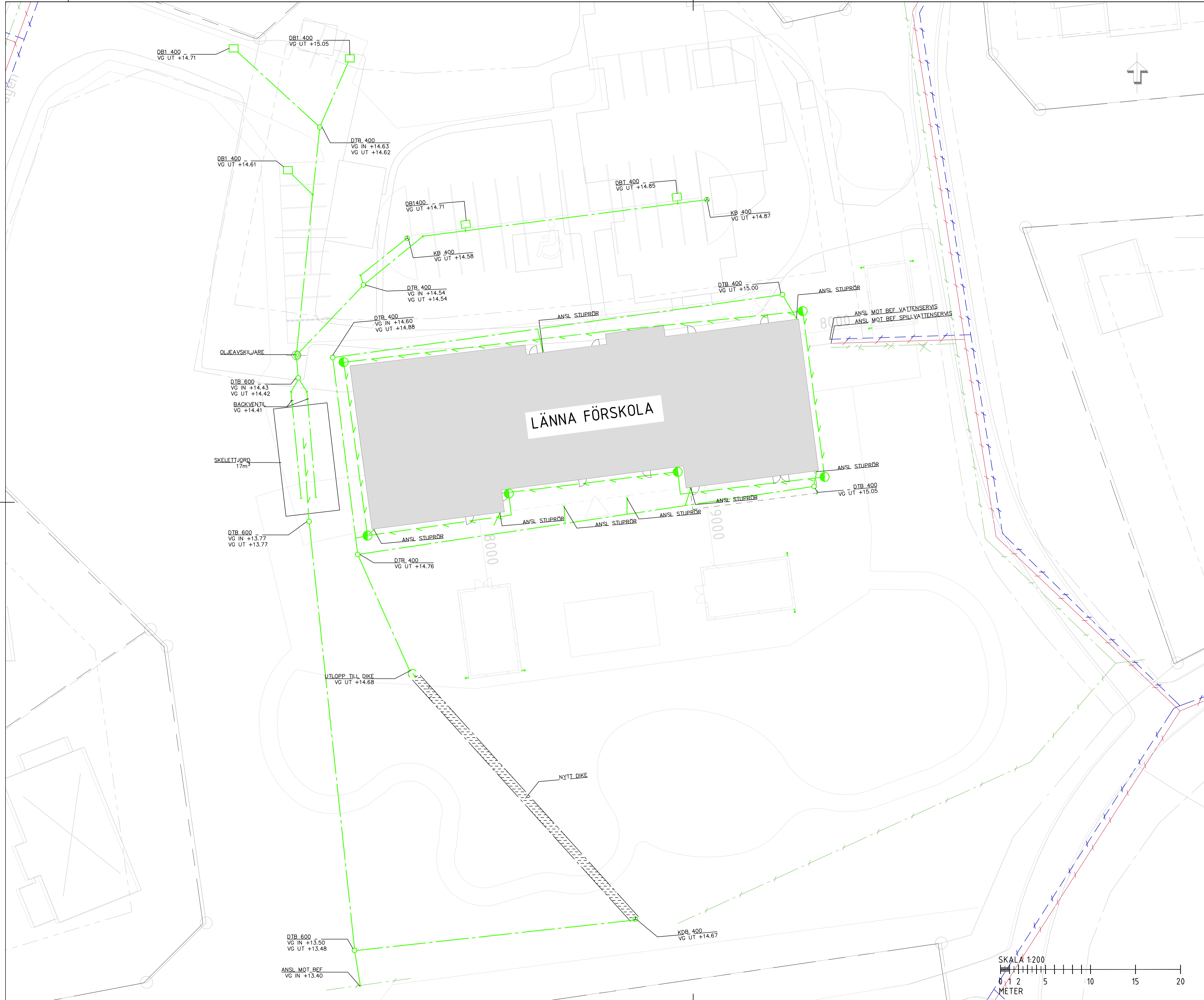
VA-guiden. (u.å). *Oljeavskiljare*. Получено из VA-guiden:  
<https://vaguiden.se/dagvatten/anlaggningswiki/oljeavskiljare/>

VISS. (02 05 2023 г.). *Bergshamraviken*. Получено из Vatteninformationssystem Sverige:  
<https://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterMSCD=WA24348954>

BILAGA 1







**TECKENFÖRKLARING**

- BEFINTLIGT**
- VATTENLEDNING
  - SPILLVATTENLEDNING
  - DAGVATTENLEDNING
  - DAGVATTENBRUNN
  - SPILLVATTENBRUNN
  - AVSTÄNGNINGSVENTIL VATTEN

- PLANERADE LEDNINGAR**
- DRÄNERINGSLEDNING
  - DAGVATTENLEDNING
  - SLOPAD DAGVATTENLEDNING
  - UTLOPP
  - TILLSYNSBRUNN (TB)
  - RÄNNSTENSBRUNN (RB)
  - OLJEAVSKILJARE
  - KUPOLBRUNN

**HÄNVISNINGAR**  
 PLANSYSTEM: SWEREF 99 18 00  
 HÖJDSYSTEM: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

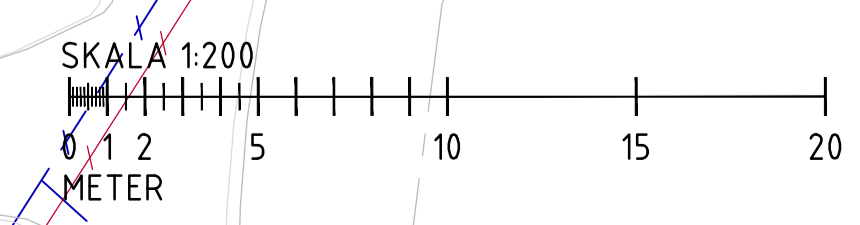
SKEDE  
 FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG  
 DETALJPLAN MORA

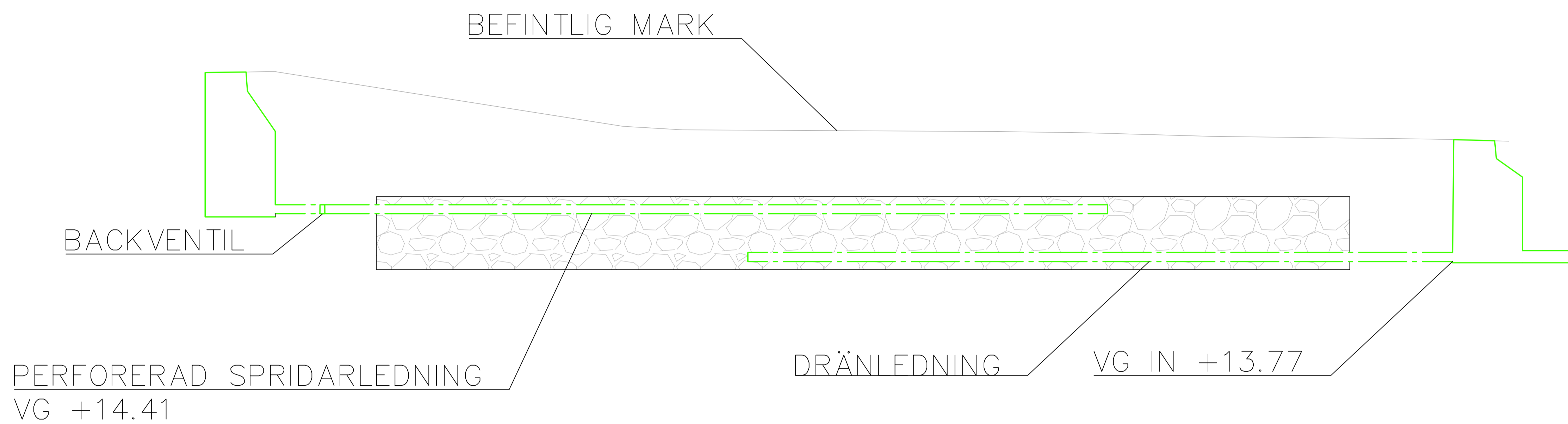


R AFRY +46 10 505 00 00 info@afry.com	
UPPDRAG NR D0108489	RITAD/KONSTR AV E.MÜNTZING
DATUM 2023-06-08	HANDLÄGGARE J.ODBY
ANSVARIG I.G.BERGSTRÖM	

DETALJPLAN MORA  
 VA-PLAN  
 LÄNNA FÖRSKOLA

SKALA (A1) 1:200	SKALA (A3) 1:1000	NUMMER R-51-1-001	BET
---------------------	----------------------	----------------------	-----





BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-	-	-	-	-

SKEDE  
FÖRFRÅGNINGSUNDERLAG

DETALJPLAN MORA



AFRY +46 10 505 00 00 info@afry.com

UPPDRAG NR D0108489	RITAD/KONSTR AV E.MÜNTZING	HANDLÄGGARE J.ODBY
------------------------	-------------------------------	-----------------------

DATUM 2023-06-08	ANSVARIG I.G.BERGSTRÖM
---------------------	---------------------------

DETALJPLAN MORA  
PRINCIPSEKTION-SKELETT JORD

LÄNNA FÖRSKOLA

SKALA (A1)	SKALA (A3)	NUMMER	BET
-	-	R-51-2-001	-

