
Skolfastigheter AB
Dagvattenutredning Kullens Förskola
22046

Novaterra AB



Upprättad av; Zandra Lundgren
2022-09-09

Innehåll

1	Inledning	2
1.1	Bakgrund och syfte.....	2
1.2	Sammanfattning	4
1.3	Underlag och källor	5
2	FÖRUTSÄTTNINGAR	6
2.1	Miljö kvalitetsnormer.....	6
2.2	Riktlinjer och dagvattenstrategi	6
2.3	Avgränsningar	7
3	BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN	7
3.1	Topografi och markslag	7
3.2	Geologi och geotekniska förhållanden	8
3.3	Markföroreningar	8
3.4	Grundvatten	8
3.5	Befintliga VA-ledningar	10
3.6	Befintlig avrinning	11
3.7	Recipient	12
3.8	Översvämningsrisk och instängda områden.....	13
4	BEFINTLIGA FLÖDEN	14
4.1	Beräkning av dagvattenflöden	14
4.2	Resultat	15
5	FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN	15
5.1	Beräkning av framtida flöden.....	15
5.2	Resultat	19
	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	19
5.3	Effektiv fördröjningsvolym 20 mm	21
6	FÖRORENINGSBERÄKNING	22
6.1	Resultat	22
7	FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING	24
7.1	Åtgärdsförslag för dagvattenhantering	24
8	PRINCIPLÖSNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING	26
8.1	Infiltrerande växtbäddar/regnbäddar	26
8.2	Återanvändning av takdagvatten	28

		2
8.3	Svackdike	28
8.4	Makadammagasin	30
8.5	Skyfall/modellering	31
9	Fortsatt arbete	32
10	SLUTSATS	32
11	BEGREPPSFÖRKLARING FÖR DAGVATTENHANTERING	33

1 Inledning

1.1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av Uppsala kommun Skolfastigheter AB har Novaterra sett över möjligheterna för dagvattenhanteringen för en kommande exploatering av en förskola i stadsdelen Flogsta i Uppsala kommun. Exploateringen består av en förskola på två våningar med utrymme för 144 barn.

Utredningsområdet ligger inom tillrinningsområdet för Uppsalaåsens grundvattenförekomst.

Rapporten upprättas för att ge en enklare redogörelse för hur dagvatten och skyfall kommer hanteras efter en eventuell exploatering. För att kunna få en uppfattning om skyfallet har programmet Scalgo använts.

För att uppnå Uppsala Vattens riktlinjer innebär det att systemen ska dimensioneras med en våtvolyms på 20 mm eller 10 mm beroende på hur långt det är till recipienten. I denna utredning föreslås det att dagvattenanläggningarna ska dimensioneras efter 20 mm. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolymsen utformas som en permanentvolyms, eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.



Figur 1, flygfoto med markering över planområdet.

1.2 Sammanfattning

Utredningsområdet består främst av gräsytor med lite berg i dagen, där markens uppbyggnad består av fyllning och torrskorpelera vilket innebär att infiltration är delvis möjlig. Utredningsområdet ligger inom tillrinningsområdet för Uppsalaåsens grundvattenförekomst, som ligger både inom hög känslighet och måttlig känslighet för grundvattnet.

Enligt ledningskollen finns det en dagvattenbrunn som ligger inom utredningsområdet. Brunnen ansluter till en dagvattenledning (300 btg) som ligger i gångbanan på andra sidan Flogstavägen i samma gångbana ligger även en vattenledning i dimension 315/285 PE. Inga serviser finns inom utredningsområdet i dagens situation.

Den planerade förskolan är utformad som ett plustecken med en avlång gård. Norr om byggnaden är det berg med en TV-mast placerad på toppen. Byggnadens placering har anpassats efter ett säkerhetsavstånd från TV-masten. Öster om utredningsområdet finns det studentbostäder.

Fastighetens markhöjder varierar mellan +22.30 och +25.80, enligt Scalgo uppstår det en mindre samling vatten i lågpunkten som ligger öster i utredningsområdet. Vattensamlingen förväntas bli ca. 20,80 m³ med ett vattendjup på 18 cm. Tillrinningsområdet är ca. 9,123.00 m². (uppgifter hämtade från Scalgo 220620). Avrinningen sker österut samt en mindre del som rinner västerut (i befintlig gångtunnel.)

Recipienten Hågaån har enligt miljö kvalitetsnormerna för ytvatten klassificerats till måttlig ekologisk status samt till ej god kemisk status.

Flödesberäkningar har utförts enligt Uppsala Vattens riktlinjer. Flöden har dimensionerats till ett 20-årsregn med tillägg av klimatfaktor på 1,25 har använts för framtida scenario. Det dimensionerande flödet uppgår enligt nedan till:

- 20-årsregn innan exploatering: 39,6 l/s
- 20-årsregn efter exploatering med klimatfaktor, utan fördröjning: 195 l/s
- Dagvattenflöde efter fördröjning 20 mm: 110 l/s

Enligt Uppsala Vattens riktlinjer ska 10 mm nederbörd från de hårdgjorda ytorna på fastigheten omhändertas om recipienten ligger i närheten samt 20 mm om fastigheten ligger längre ifrån recipienten. I utredningen har man dimensionerat efter 20 mm då avståndet bedöms vara långt till recipienten. För planområdet innebär det en effektiv fördröjningsvolym på 116 m³.

Utredningen visar att flertalet föroreningar kommer att öka efter en exploatering. För att fördröja och rena dagvattnet har det föreslagits att man använder sig av regnväxtbäddar, makadammagasin och dike. Om dessa dagvattenanläggningar används så kommer föroreningarna att reduceras upp till 70 % efter exploatering.

1.3 Underlag och källor

I arbetet med utredningen har följande underlag använts:

- [VISS- Vatteninformationssystem Sverige](#)
- [Eniro.se](#)
- [SGUs jordartskarta](#)
- [Uppsala Vatten dagvatten riktlinjer](#)
- [Länsstyrelsen Web GIS](#)
- [Stromtac](#)
- [Svenskt Vatten publikation, P110](#)
- [Scalgo Live](#)
- [Ledningsinformation erhållna via Ledningskollen.se](#)
- [Miljöteknisk undersökning Kullens förskola 2022-07-06](#)
- [Riskbedömning Kullens förskola](#)

2 FÖRUTSÄTTNINGAR

2.1 Miljökvalitetsnormer

EU:s ramdirektiv för vatten (2000/60/EG) har införts med målet att alla vattenförekomster ska ha god status och att vattenkvaliteten inte får försämrats. Genom vattenförvaltningsförordningen (2004:660) har miljökvalitetsnormer (MKN) fastställts som ett sätt att införliva direktivet i Sverige och det är myndigheterna och kommunerna som ansvarar för att normerna följs. Bland annat ska länsstyrelsen pröva kommuners och myndigheters beslut att anta, ändra eller upphäva en detaljplan om det befaras att MKN inte följs.

Miljökvalitetsnormerna för ytvatten är bestämmelser om kvaliteten på miljön i en vattenförekomst. Varje vattenförekomst är statusklassad (ekologisk status och kemisk status). Kvalitetskraven anges i sexåriga cykler och utvärderas efter varje cykel utifrån det nya kunskapsläget och hur vattenmiljöerna förändrats. Vid planärenden ska alltid hänsyn tas till recipientens status och dess miljökvalitetsnormer. Planens genomförande får ej negativt påverka recipientens status eller dess möjlighet att uppnå miljökvalitetsnormerna. Ingen försämring till en lägre klass får ske vad gäller den sammanvägda statusen, men även för var och en av de enskilda kvalitetsfaktorerna. Tidsfrist har dock beviljats i vissa fall då det exempelvis har bedömts vara tekniskt eller ekonomiskt orimligt att uppnå god status till kommande förvaltningscykel.

2.2 Riktlinjer och dagvattenstrategi

Dagvattenhanteringen inom Uppsala kommun syftar till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster.

Styrande för projektet har varit Uppsala Vattens riktlinje om att dagvattenanläggningar ska utformas så att 20 mm regn kan renas och avtappas under minst 12 timmar inom fastigheten innan dagvattnet släpps till förbindelsepunkt för Uppsala Vattens dagvattenledning (Uppsala Vatten, 2014).

Förutom Uppsala Vatten riktlinjer för dagvattenhantering gäller Skolfastigheters projekteringsanvisningar utgåva 4 för Mark och VA.

Enligt Skolfastigheters projekteringsanvisning (utgåva 4) ska vattennivåer vid skyfall inte stiga högre än 20 cm under färdig golvhöjd i byggnad innan bräddning sker. Skyfall utreds och modelleras översiktligt vid regntillfällen motsvarande ett 100-årsregn. Skyfallet får inte efter exploateringen förvärra situationen för omkringliggande byggnader.

Följande mål har satts upp för en hållbar dagvattenhantering:

- Bevara vattenbalansen
- Skapa en robust dagvattenhantering
- Ta hänsyn till recipienten
- Berika stadslandskapet

Inom utbredningsområdet anses följande principer vara relevanta:

- I första hand ska åtgärder vidtas vid källan så att dagvattnet inte förorenas.
- I andra hand ska dagvatten hanteras nära uppkomsten genom lokala dagvattenlösningar på kvartersmark.
- Maximera andelen genomsläppliga ytor och eftersträva infiltration.
- Fördröj och omhänderta dagvatten lokalt på kvartersmark så långt som möjligt innan det går vidare till samlad avledning från platsen.
- Vid nybyggnation, samt så långt som möjligt vid åtgärder i den befintliga miljön, ska sekundära avrinningsvägar identifieras. Plats ska ges för dagvattnet genom höjdsättning av mark och placering av byggnader och infrastruktur.
- Tillämpa enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhantering på fastighetsmark

2.3 Avgränsningar

Vid val av dagvattenlösning presenteras förslag på fördröjningsmetoder och rening men i detta skede utförs ingen projektering.

3 BEFINTLIGA FÖRHÅLLANDEN**3.1 Topografi och markslag**

Utredningsområdet ligger norr om Flogstavägen med varierande marknivåer mellan +22.30 och +25.80. Den totala ytan är på cirka 10 814 hektar.

3.2 Geologi och geotekniska förhållanden

Ramböll har tagit fram ett geotekniskt pm som beskriver markförhållandena i utredningsområdet. I pm:et framgår det att marken består av 0,2-0,4 meter fyllning med ett underlager på ca. 1,3-3,0 meter torrskorpelera och sedan övergår till lera/berg.



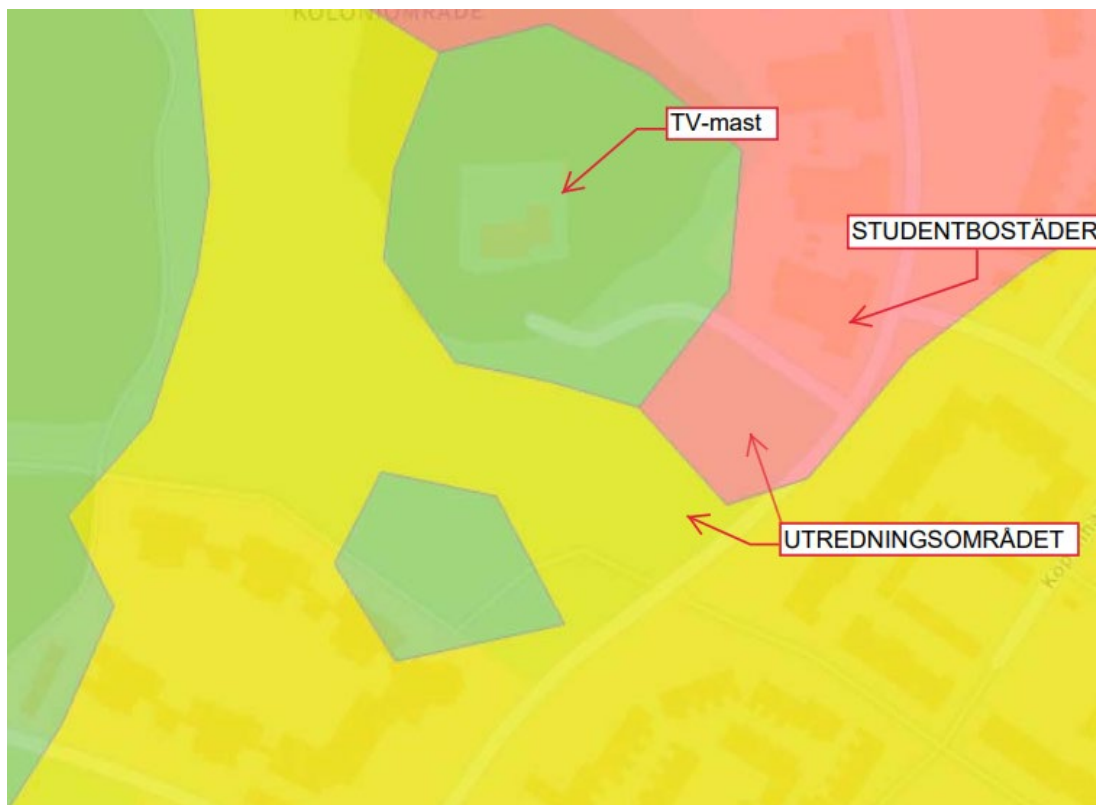
Figur 2, jordartskarta hämtad från sgu/scalgo. Gul (glacial lera), röd (urberg).

3.3 Markföroreningar

Ramböll har utfört en miljöteknisk utredning där det har framkommit att det finns behov av att sanera marken där det tidigare har varit majbrasa.

3.4 Grundvatten

Utredningsområdet ligger inom tillrinningsområdet för Uppsalaåsens grundvattenförekomst. I figur 3 redovisas ett utklipp från Uppsalas känslighetskarta för grundvatten, i kartan så framgår det att utredningsområdet ligger inom hög känslighet och måttlig känslighet. Geosigma har gjort en riskanalys avseende grundvattenskydd för utredningsområdet samt en fördjupad riskutredning för grundvattnet inom utredningsområdet.



Figur 3, känslighetskartan för grundvatten, Uppsala kommun.

Miljö

Känslighetskarta för grundvatten

- Hög känslighet
- Måttlig känslighet
- Låg känslighet

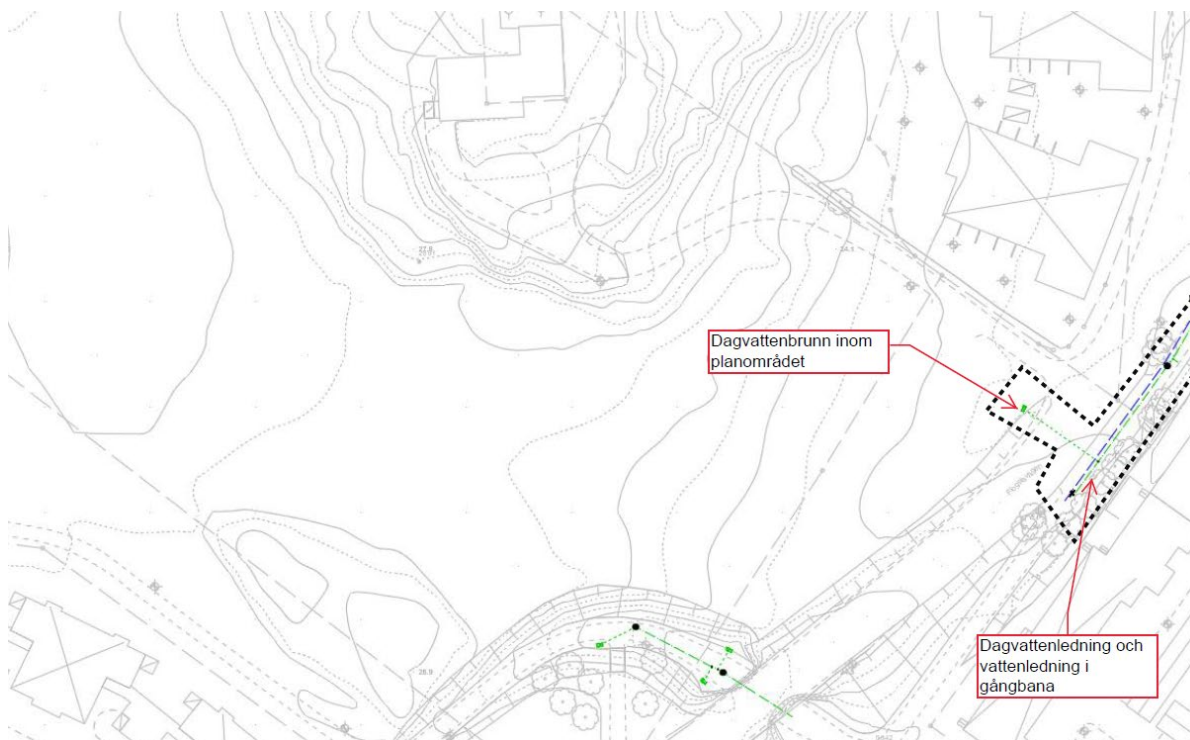
Figur 4, tabell som redovisar dom olika färgernas betydelse från känslighetskartan, Uppsala kommun.

Tre grundvattenrör har installerats i marken i syfte att undersöka grundvattennivåerna inom utredningsområdet. Grundvattenrören installerades i lågpunkten för utredningsområdet (österut). När mätningen gjordes var rören helt torra, alltså är grundvattennivån okänd.

Geosigma har gjort en utredning för att identifiera vilka risker som finns för grundvattnet inom planområdet och kommit fram till att den största risken för förorening av grundvattnet är i anslutning till byggprocessen samt trafiken i anslutning till förskolan i utredningen.

3.5 Befintliga VA-ledningar

Enligt ledningskollen finns det en dagvattenbrunn som ligger inom det planerade planområdet. I gångbanan utanför planområdet ligger det en vattenledning (D315 pe) och en dagvattenledning (300 btg).



Figur 5, befintliga va-ledningar inom planområdet, dagvattenledning (grön), vattenledning (blå).

3.6 Befintlig avrinning

En stor del av planområdet avvattnas idag österut mot en dagvattenbrunn som ligger i en låglinje/gräsdike. En mindre del av planområdet lutar nordväst mot befintligt dike.



Figur 6, avrinningskarta som visar hur vattnet rinner i dagens situation. Gul markering redovisar vatten som rinner nordväst, röd markering visar vatten som rinner österut. Bakgrundskarta hämtad från Scalgo 220620.

3.7 Recipient

Recipienten för utredningsområdet är Hågaån, avvattningen från utredningsområdet sker direkt till recipienten via ledningsnät.

Hågaån är ett vattendrag enligt EU:s ramdirektiv för vatten vilket innebär att de har uppställda mål för vattenkvaliteten, så kallat miljökvalitetsnormer (MKN). Statusklassning för recipienten sammanfattas i Tabell 1 nedanför.

Tabell 1, ekologisk och kemisk status samt kvalitetskraven (miljökvalitetsnormen, MKN) för Hågaån (VISS, 2022)

Vattenförekomst	Ekologisk status	Kvalitetskrav och tidpunkt	Kemisk status	Kvalitetskrav
Hågaån	Måttlig	God ekologisk status 2033	Uppnår ej god	God kemisk ytvattenstatus



Figur 7, bild visar markering över planområdet samt vart recipienten Hågaån är placerad. (Bild: VISS 2022).

Hågaån är ett 34 km långt naturligt vattendrag i Uppsala kommun som mynnar ut i Ekoln söder om Uppsala.

Då sammanvägd ekologisk status för Hågaån med avseende på övergödning, konnektivitet och morfologi bedöms som sämre än god blir den totala bedömningen av ekologisk status för vattenförekomsten måttlig.

God ekologisk status med avseende på näringsämnen kan inte uppnås på grund av höga närsaltshalter. Målsättningen är att uppnå god ekologisk status till år 2033.

Hågaån uppnår ej god kemisk status på grund av kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE). Bedömningen är nationellt antagen och har tillförlitlighet medel.

3.8 Översvämningensrisk och instängda områden

Som en del av arbetet med klimatanpassning undersöker Uppsala Vatten hur Uppsala kommun kan anpassas för att hantera fler och kraftigare skyfall i framtiden. För att kunna identifiera vart vattnet samlas vid skyfall har skyfallsprogrammet Scalgo använts.

Programmet visar att vid ett 100-årsregn så samlas det vatten i ett dike som är placerat österut i området.

Beräknad area/volym som samlas i lågpunkten vid ett 100-årsregn;

Area; 211 m²

Volym; 20,80 m³



Figur 8, bild visar skyfallskarta från Scalgo. Bilden är hämtad från Scalgo 220620.

4 BEFINTLIGA FLÖDEN

4.1 Beräkning av dagvattenflöden

Dagvattenflöden har beräknats med rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110:


$$q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i \cdot (t_r)$$

Där q_{dim} är flödet (l/s) från ett delområde med en viss markanvändning, i är regnintensiteten (l/s·ha), A är den totala arean (ha) för det aktuella delområdet och ϕ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet.

Situationsplan och ortofoto ligger som underlag för beräkningarna där Novaterra har tittat på ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet. Markens beskaffenhet består av Naturmark med berg i dagen samt en asfalterad yta. Med dessa förutsättningar antas avrinningskoefficient till 0,12.



Figur 9, bild redovisar vad för mark det är inom planområdet där grön skrafferad yta motsvarar naturmark, grå skrafferad yta motsvarar hårdgjord yta.

AVRINNINGSKOEFFICIENT	YTOR	
0,1		NATURMARK
0,8		HÅRDGJORT

Figur 10, teckenförklaring för figur 9.

<u>20-årsregn</u>	Naturmark	$1,0379 * 286 \text{ l/s ha} * \phi 0,1 = \mathbf{29,7 \text{ l/s}}$
	Hårdgjort	$0,0435 * 286 \text{ l/s ha} * \phi 0,8 = \mathbf{10 \text{ l/s}}$
<u>100-årsregn</u>	Naturmark	$1,0379 * 488 \text{ l/s ha} * \phi 0,1 = \mathbf{50,6 \text{ l/s}}$
	Hårdgjort	$0,0435 * 488 \text{ l/s ha} * \phi 0,8 = \mathbf{17 \text{ l/s}}$

4.2 Resultat

Planområdet uppnår en yta på 10814 m². Flödesberäkningar är gjorda utifrån ett 20-årsregn med varaktighet i 10 minuter (286 l/s/ha) där det befintliga flödet har beräknats till **39,6 l/s**. Det befintliga dagvattenflödet vid ett 100-årsregn med varaktighet i 10 minuter (488 l/s) uppgår till ca **67,6 l/s**. Den genomsnittliga avrinningskoefficienten för området är bedömd till 0,12.

5 FRAMTIDA FÖRHÅLLANDEN

5.1 Beräkning av framtida flöden

För beräkning av dimensionerande vattenflöden (q_{dim}) har rationella metoden använts:

En preliminär beräkning av framtida markanvändning är utförd utifrån situationsplan, grundkarta samt tidiga skisser från Lilljewall/Novaterra som underlag (Se figurer 10). Klimatfaktor 1,25 tar höjd för klimatförändringar i enlighet med Uppsala Vattens dagvattenstrategi.



Figur 11, redovisning av markytor efter exploatering.

AVRINNINGSKOEFFICIENT	TAK
0,9	TAK
0,8	HÅRDGJORT
0,1	GRÖNYTA/PLANTERING
0,5	GÅRD
0,3	GÅRD MED BEVARAD GRÖNYTA
0,3	BEFINTLIG GRÖNYTA

Figur 12, teckenförklaring för figur 11.

Dimensionerande förutsättningar efter exploatering vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet

Tak	$286 * 0,1154 \text{ ha} * \phi 0,9 = 29,7 \text{ l/s}$
Hårdgjort	$286 * 0,2070 \text{ ha} * \phi 0,8 = 47,4 \text{ l/s}$
Grönyta/plantering	$286 * 0,1236 \text{ ha} * \phi 0,1 = 3,5 \text{ l/s}$
Gård	$286 * 0,3645 \text{ ha} * \phi 0,5 = 52,1 \text{ l/s}$
Gård med bevarad grönyta	$286 * 0,2709 \text{ ha} * \phi 0,3 = 23,2 \text{ l/s}$

$$q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r)$$

Summa = 156 l/s

där: $q_{\text{d dim}}$ = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s · ha]

t_r = regnets varaktighet, som i rationella metoden är lika med områdets koncentrationstid, t_c

Dimensionerande förutsättningar efter exploatering vid ett 20-årsregn med 10 minuters varaktighet och klimatfaktor 1,25

Tak	$358 * 0,1154 \text{ ha} * \phi 0,9 * 1,25 = 37,2 \text{ l/s}$
Hårdgjort	$358 * 0,2070 \text{ ha} * \phi 0,8 * 1,25 = 59,3 \text{ l/s}$
Grönyta/plantering	$358 * 0,1236 \text{ ha} * \phi 0,1 * 1,25 = 4,4 \text{ l/s}$
Gård	$358 * 0,3645 \text{ ha} * \phi 0,5 * 1,25 = 65,2 \text{ l/s}$
Gård med bevarad grönyta	$358 * 0,2709 \text{ ha} * \phi 0,3 * 1,25 = 29,1 \text{ l/s}$

$$q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

Summa = 195,4 l/s

där: $q_{\text{d dim}}$ = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s · ha]

t_r = regnets varaktighet, som i rationella metoden är lika med områdets koncentrationstid, t_c

kf = klimatfaktor

Dimensionerande förutsättningar efter exploatering vid ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet

Tak	$488 * 0,1154 \text{ ha} * \phi 0,9 = 50,7 \text{ l/s}$
Hårdgjort	$488 * 0,1845 \text{ ha} * \phi 0,8 = 80,8 \text{ l/s}$
Grönyta/plantering	$488 * 0,0848 \text{ ha} * \phi 0,1 = 6,0 \text{ l/s}$
Gård	$488 * 0,3645 \text{ ha} * \phi 0,5 = 88,9 \text{ l/s}$
Gård med bevarad grönyta	$488 * 0,2709 \text{ ha} * \phi 0,3 = 39,7 \text{ l/s}$

$$q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

$$\text{Summa} = 266,1 \text{ l/s}$$

där: $q_{\text{d dim}}$ = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s · ha]

t_r = regnets varaktighet, som i rationella metoden är lika med områdets koncentrationstid, t_c

Dimensionerande förutsättningar efter exploatering vid ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet och klimatkfaktor 1,25

Tak	$611 * 0,1154 \text{ ha} * \phi 0,9 * 1,25 = 63,5 \text{ l/s}$
Hårdgjort	$611 * 0,1845 \text{ ha} * \phi 0,8 * 1,25 = 101 \text{ l/s}$
Grönyta/plantering	$611 * 0,0848 \text{ ha} * \phi 0,1 * 1,25 = 7,6 \text{ l/s}$
Gård	$611 * 0,3645 \text{ ha} * \phi 0,5 * 1,25 = 111,4 \text{ l/s}$
Gård med bevarad grönyta	$611 * 0,2709 \text{ ha} * \phi 0,3 * 1,25 = 49,7 \text{ l/s}$

$$q_{\text{dim}} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot kf$$

$$\text{Summa} = 333,3 \text{ l/s}$$

där: $q_{\text{d dim}}$ = dimensionerande flöde [l/s]

A = avrinningsområdets area [ha]

ϕ = avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s · ha]

t_r = regnets varaktighet, som i rationella metoden är lika med områdets koncentrationstid, t_c

kf = klimatkfaktor

5.2 Resultat

Beräkningarna visar att det dimensionerande dagvattenflödet (20-årsregn med 10 minuters varaktighet) efter en exploatering skulle öka med 116 l/s (utan klimatfaktor) eller 156 l/s (med klimatfaktor). Den genomsnittliga avrinningskoefficienten för området efter exploatering beräknas bli 0,50 vilket är 0,38 mer än innan exploatering.

Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningarna av dimensionerande utjämningsvolym utförs enligt ekvation 2.

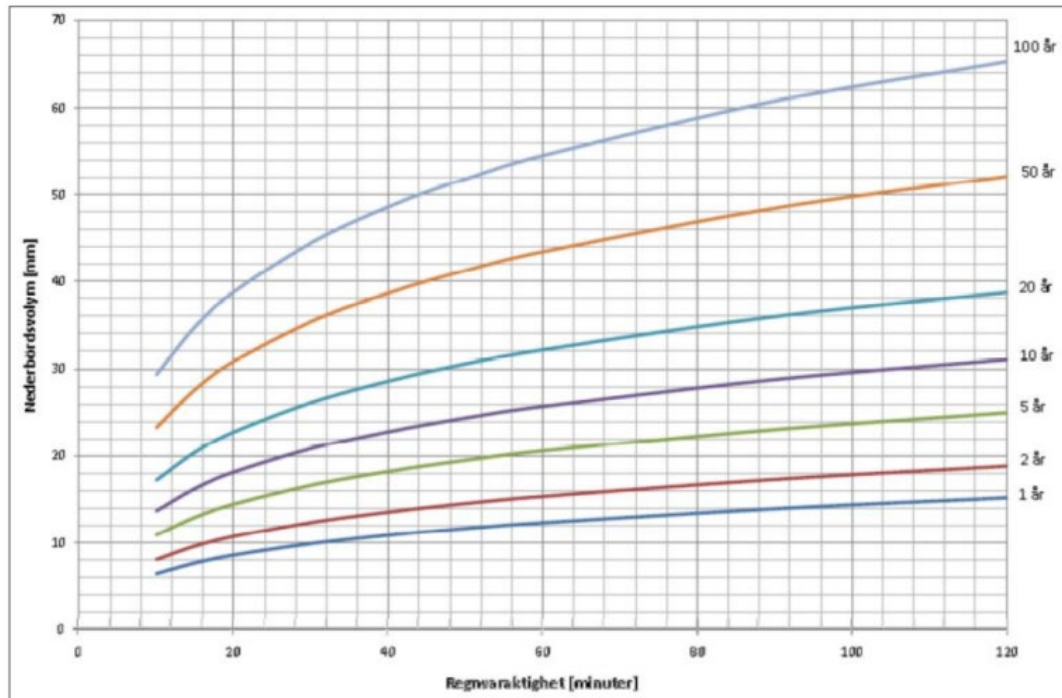
$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Reducerad area (Ekvation 2)}$$

Där V är den volym (liter) som skall fördröjas och renas. Reducerad area (m²) baseras på den förändrade arean, multiplicerad med avrinningskoefficienten.

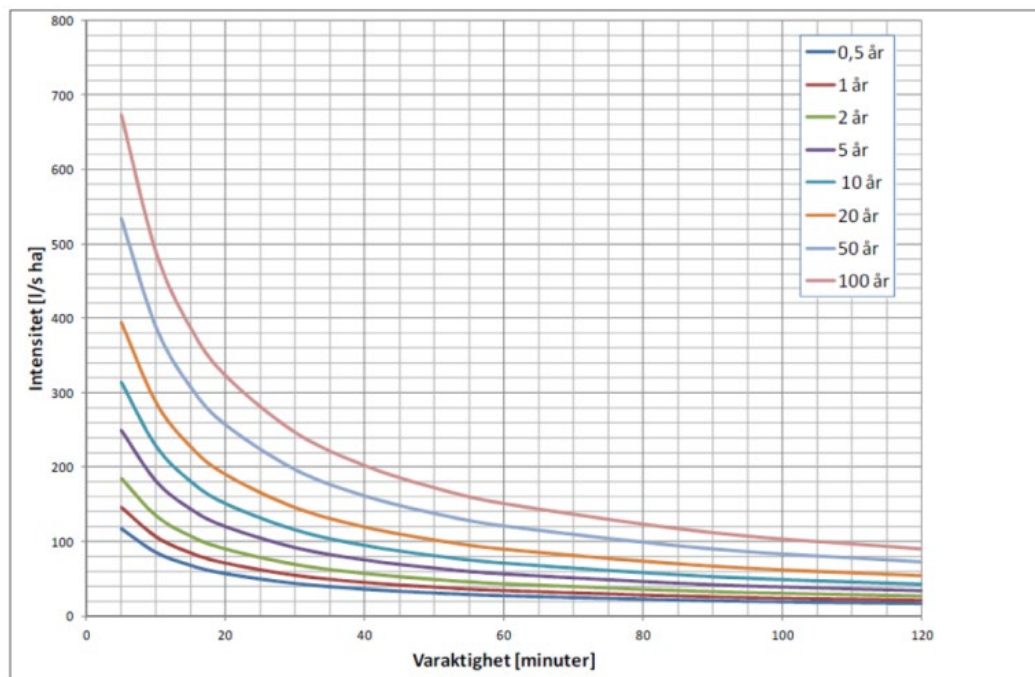
Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala Vattens nya mått på åtgärdsnivå för dagvatten. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

För ett 10-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 11). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 12) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

För ett 20-årsregn blir motsvarande tid cirka 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå vid ett 20-årsregn. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till planområdets rinntid.



Figur 13, nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).



Figur 14, intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

De befintliga och planerade flöden är beräknade med 10 min varaktighet eftersom det är den lägsta rekommenderade varaktigheten vid flödesberäkningar. Dagvattenflödet efter 20 mm fördröjning är beräknad med 25 minuters varaktighet eftersom ytterligare 15 minuter har adderats för att kompensera för tiden det tar för 20 mm nederbörd att falla vid ett 20-årsregn.

5.3 Effektiv fördröjningsvolym 20 mm

Fördröjningskrav enligt 20 mm

$$10814 \text{ (m}^2\text{)} \cdot \phi 0,50 = 0,5407$$

$$0,5407 \cdot 0,02 = \mathbf{108 \text{ m}^3}$$

Kravet att fördröja 20 mm ger ett totalt dimensionerande magasinsbehov på ca **108 m³**

Beräkna dimensionerande varaktighet för regn

$$t = t_f + t_r = 10 + 15 = 25 \text{ min}$$

Beräkna dimensionerande regnintensitet

$$(t=25) = 164 \text{ l/s/ha (utan klimatfaktor 1,25)}$$

$$(t=25) = 205 \text{ l/s/ha (med klimatfaktor 1,25)}$$

Beräkna dagvattenflöde efter fördröjning av 20 mm:

$$[q_{dim} = A_{red} \cdot i(t=25) = 0,5407 \cdot 164 = \mathbf{88 \text{ l/s}}]$$

$$[q_{dim} = A_{red} \cdot i(t=25) = 0,5407 \cdot 205 = \mathbf{110 \text{ l/s}}]$$

Om man fördröjer 20 mm från utredningsområdet så uppnår man ett totalt flöde på **88 l/s** samt **med** klimatfaktor **110 l/s** vilket är en flödes reduktion på **85 l/s**.

Detta baseras på att allt dagvatten från utredningsområdet leds till dagvattenanläggningar som är dimensionerande för att kunna omhänderta 20 mm vatten innan det bräddar till dagvattenservis.

I en detaljprojektering så behöver man göra en mer detaljerad beräkning för att se hur mycket dagvatten som kommer till varje dagvattenanläggning och som sedan bräddas till dagvattenservisen. Det är främst dagvatten som rinner av från hårdgjorda ytor som ska ledas till dagvattenanläggningarna. Dagvatten från planteringar/grönytor behöver inte ledas till en dagvattenanläggning utan kan fördröjas direkt i plantering/gräsyta.

6 FÖRORENINGSBERÄKNING

Dagvatten anses vara den huvudsakliga föroreningskällan till sjöar och vattendrag i eller i närheten av städer. Vilka typer av föroreningar som transporteras med dagvattnet beror till stor del på markanvändningen och på de ytor som dagvattnet kommer i kontakt med.

6.1 Resultat

StormTac är en dagvatten- och recipientmodell som används för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar.

StormTac-beräkningar är utförda av Novaterra där det har jämfört befintlig situation innan exploatering, Efter exploatering och efter en exploatering med de reningsåtgärder som föreslås i den här utredningen. Till grund för beräkningarna efter exploatering ligger den tänkta markanvändningen som tagits fram av Novaterra.

Den uppskattade reningseffekten är svår att fastställa då den varierar mellan olika lösningar och förutsättningar, såsom inkommande halter, växtlighet, temperatur, lösningens utformning och uppehållstiden.

Resultatet från stormtac redovisar att föroreningarna efter exploatering med föreslagna dagvattenåtgärder kommer att minska.

Markanvändning före utbyggnad; Asfaltsyta, ängsyta

Markanvändning efter utbyggnad; Asfaltsyta, ängsyta, tak, kvartersmark, skog och ängsmark,

Markanvändning efter utbyggnad med LOD; Asfaltsyta, ängsyta, tak, kvartersmark, skog och ängsmark, regnväxtbädd, makadammagasin

Tabell 2. Summerad mängd belastning kg/år på hela fastigheten beräknat på 20-årsregn.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Bap
Belastning före utbyggnad	0,14	2,3	0,0057	0,011	0,034	0,00028	0,0029	0,0023	32	0,000092
Belastning efter exploatering utan rening	0,38	5,4	0,014	0,048	0,011	0,00096	0,018	0,010	74	0,000038
Belastning efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering	0,11	1,7	0,0015	0,011	0,0079	0,00017	0,0039	0,0017	15	0,000012

Tabell 3. Summerad halt belastning ug/l på hela fastigheten beräknat på 20-årsregn med klimatfaktor.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	SS	Bap
Belastning före exploatering	100	1700	4,1	8,1	24	0,21	2,1	1,7	23000	0,0066
Belastning efter exploatering utan rening	110	1600	4,3	14	34	0,29	5,6	3,0	22000	0,011
Belastning efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering	34	530	0,47	3,3	2,4	0,050	1,2	0,50	4500	0,0035

Samtliga beräkningar är gjorda utifrån ett 20-årsregn med varaktighet i 10 minuter, med en klimatfaktor på 1,25.

Följande näringsämnen och föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), suspenderad substans (SS; partiklar), Bens(a)pyren (Bap).

7 FRAMTIDA DAGVATTENHANTERING

Systemen ska dimensioneras med en våtvolymp på 20 mm och ha en mer långtgående rening än sedimentation. För att ge tillräcklig avskiljning ska våtvolympen utformas som en permanentvolymp, eller en volym som avtappas via ett filtrerande material med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.

Den dagvattenhanteringen som framställs för denna fastighet bör sträva efter att minska uppkomsten av dagvattenflödet genom att anlägga mindre hårdgjorda ytor och istället använda genomsläppliga ytor där så är möjligt. Med hänsyn tagen till den framtida ökande dagvattenavrinningen ska fastigheten inte projekteras så att instängda ytor uppstår. För att minimera risken för översvämningar vid extrema regn är det viktigt att säkerställa alternativa avrinningsvägar genom att höjdsättning görs så att dagvattnet kan avrinna ut från fastigheten och rinna vidare yttligt på gator/naturmark.

För att omhänderta det ökade flödet planeras en rad åtgärder som nedsänkta regnväxtbäddar och fördröjningsmagasin. Exakt placering/utformning för dagvattenmagasin tas fram i detaljprojekteringen.

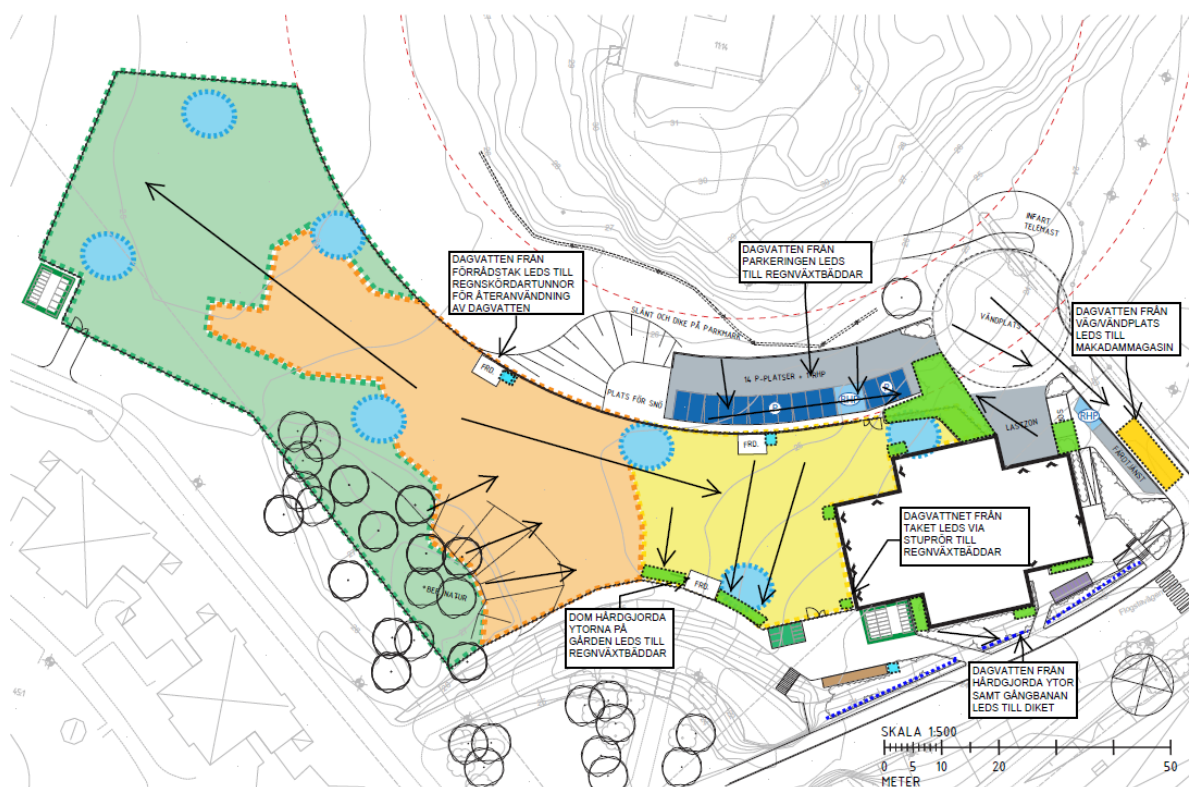
7.1 Åtgärdsförslag för dagvattenhantering

Efter exploateringen kommer dagvattenflödet från fastigheten att öka eftersom andelen hårdgjorda ytor blir fler samt med hänsyn till att nederbörden ökar i framtiden på grund av klimatförändringar. För att inte öka flödena från fastigheten efter byggnation behöver totalt ca 108 m³ fördröjas inom fastigheten. I beräkningarna har en genomsnittlig avrinningskoefficienten på 0,50 räknats fram. Dagvatten föreslås i första hand hanteras i öppna anläggningar dit dagvatten kan ledas in via ytan. Parkeringsytor och körbara ytor genererar mest föroreningar och därför bör dessa ytor ledas till dagvattenanläggningar med god funktion för rening. Principerna för dagvattenhanteringen är följande:

- Dagvatten från parkeringsplatser/körbara ytor inom planområdet leds till nedsänkta regnväxtbäddar. Regnväxtbäddarna ska utföras med tät botten.
- Dagvatten från väg/vändplan utanför fastighetsgränsen föreslås ledas till ett makadammagasin i mark, magasinet ska utföras tätt.
- Dagvatten från hårdgjorda ytor runt byggnaden leds till dike och regnväxtbäddar

- Dagvatten från taken leds till upphöjda regnväxtbäddar
- Förskolegården görs med så mycket genomsläppligt material som möjligt
- Norra delen av förskolegården behålls så grön som möjligt och därför föreslås inte några speciella dagvattenåtgärder där.
- Dagvatten från hårdgjorda ytor så som plattor/asfalt leds till grönytor/underjordiskt magasin
- Regnskördartunna för att möjliggöra återanvändning av dagvatten från förrådsk

Med dessa föreslagna dagvattenåtgärder bedöms det vara tillräckligt för att tillgodose reningskraven i enlighet med miljökvalitetsnormerna (icke försämring). Exploateringen bedöms därför inte medföra försvårande möjligheter att uppnå kvalitetsnormer för recipienten. För att beräkna föroreningsreduceringar efter exploatering med föreslagen dagvattenhantering har programmet Stormtac används. För att minska fördröjningsbehovet bör förskolans gård planeras med en hög andel genomsläppliga ytor. Gårdens utformning, taklutning och fortsatt höjdsättning vidareutvecklas i nästa skede och dagvattenhantering för dessa ytor utreds vidare.



Figur 15, situationsplan med föreslagna dagvattenanläggningar.

8 PRINCIPLÖSNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

8.1 Infiltrerande växtbäddar/regnbäddar

Växtbäddar/biofilter kan användas som fördröjningsmagasin för att ta hand om dagvatten från hårdgjorda ytor såsom tak, gångytor och parkeringsplatser. Den hårdgjorda ytan kan anläggas med lutning mot växtbädden, vilken gärna ligger något lägre än marken runtomkring, för att ge extra utrymme/fördröjningsvolym åt dagvattnet. Växtbädden kan förses med en brunn som är kopplad till ett konventionellt ledningssystem. Brunnen fungerar då som bräddsystem om växtbäddarna överbelastas. Tjockleken hos det övre bevuxna lagret bör vara 0,5 m och tjockleken på det underliggande gruslagret måste vara minst 30 cm. Fördelen med växtbäddar/biofilter är att de dämmer vattnet och skapar ytterligare utjämningsvolym utöver det underliggande stenkrossmaterialet.



Figur 16, exempel på utförande av nedsänkt regnväxtbädd, (Holeman landscape, 2015)



Figur 17, exempel på anslutning av rännalsplatta till nedsänkt regnväxtbädd i mark.

8.2 Återanvändning av takdaggvatten

Daggvatten som rinner av från tak är förhållandevis rent och kan med fördel samlas upp i en så kallad regnskördartunna för att sedan kunna återanvändas till bevattning på förskolegården. Regnskördartunnan placeras vid ett stuprör, vid större regn som tunnan inte har kapacitet till så ska det finnas möjlighet för ytlig bräddning till en grönyta.



Figur 18, regnskördartunna, Nola.

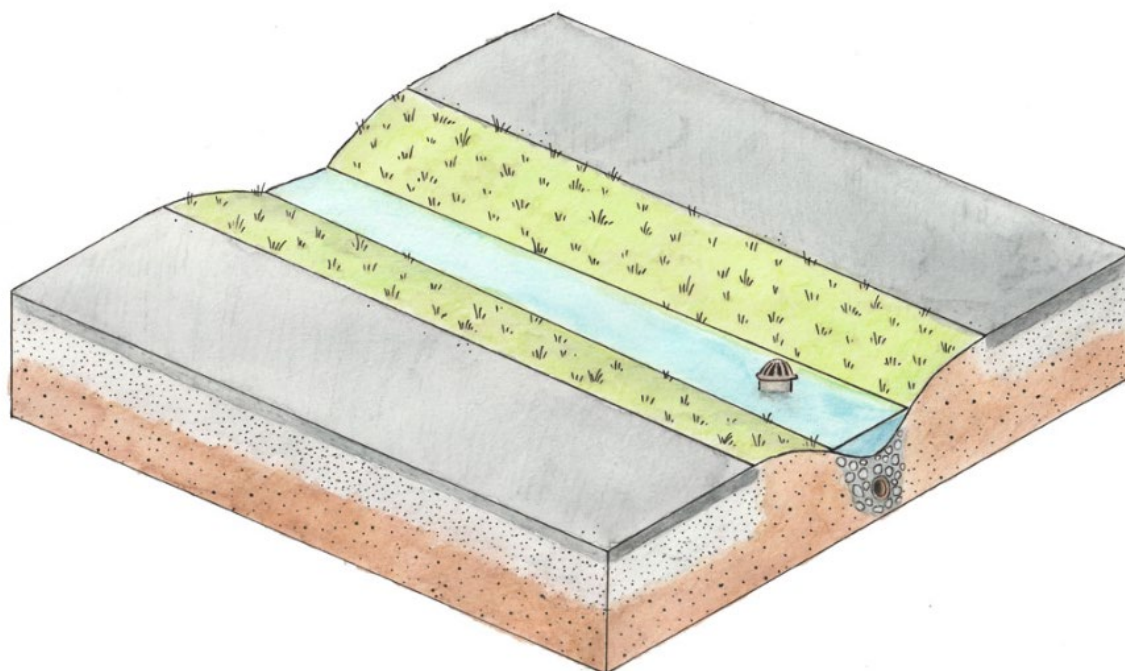
8.3 Svackdike

Gräsklädda flacka diken är ytliga avrinningsstråk där dagvattnet visualiseras, renas och fördröjs. Dikena utförs som grunda, öppna avrinningsstråk med flacka slänter för att öka vattnets kontaktyta med underlaget för att få bättre reningseffekt samt för att det möjliggör en bra drift och skötsel.

Tillrinningen från en hårdgjord yta bör ske på bred front för att uppnå god renings- och fördröjningseffekt samt för att minimera erosion i slänterna. Svackdiken kan utföras med eller utan ett underliggande hålrumsmagasin. Diket bör förses med en bräddfunktion, det kan till exempel vara en högre placerad intagsbrunn med avledning till ett hålrumsmagasin placerad under dikesbotten alternativt leds det bräddade vattnet direkt ut till dagvattenservis

(se figur 19). Hålrumsmagasin under svackdike utförs framför allt när infiltrationskapaciteten är låg för underliggande jordar.

Avbördningsförmågan påverkas i hög grad av friktion mellan vattnet och gräsytan, den så kallade råheten samt lutningen i flödesriktningen. När dagvattnet rinner i diken reduceras hastigheten på grund av vegetationen och därmed avskiljs föroreningar genom sedimentering. Är lutningen större än 2 % bör diket förses med fördämningar för att på så sätt minska vattenhastigheten och öka renings- och fördröjningseffekten. Den gräsbevuxna ytan binder och bryter ner föroreningarna och tar även upp de näringsämnen som finns i dagvattnet. Växtlagret bör ha en tjocklek på ca 30 cm. Även under vinterförhållanden och i samband med snösmältning har det konstaterats att smältvattnet infiltreras i gräsytor. Vintertid kan dike/grönytor användas som snöupplag vilket lämpar sig då snö som röjs från gator och vägar anses innehålla föroreningar.



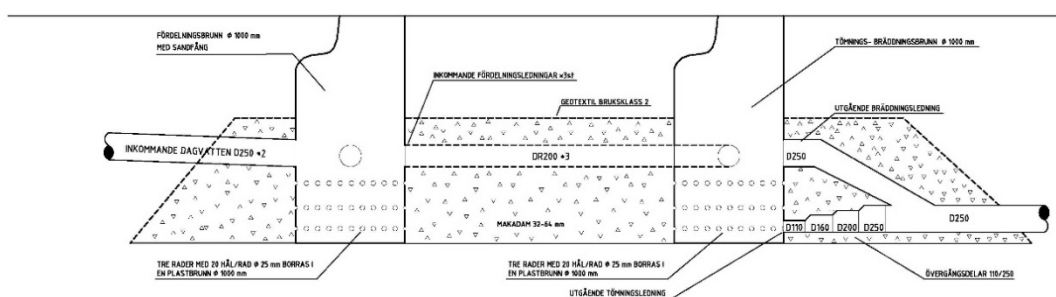
Figur 19, gräsbeklätt dike med underliggande makadam, va-guiden.

8.4 Makadammagasin

Makadammagasin är ett exempel på ett underjordiskt magasin där både fördröjning och rening av dagvattnet sker. Makadammagasin har en bra reningseffekt för metaller och suspenderad substans, magasinet har även en god flödesutjämning. En annan fördel med magasinet är att dagvattnet ges möjlighet att perkolera. Reningsgraden för suspenderad substans är över 80 %, för tungmetaller över 50 % och för kväve cirka 50 %.

Magasinet avslutas i en nedstigningsbrunn med strypt utflöde där man även enkelt kommer åt att inspektera och eventuellt rensa magasinet. Därefter kan dagvattnet ledas till det befintliga ledningsnätet.

PRINCIPSEKTION TÖMNING-/BRÄDDNINGSBRUNN I MAKADAMMAGASIN
SKALA 1:20

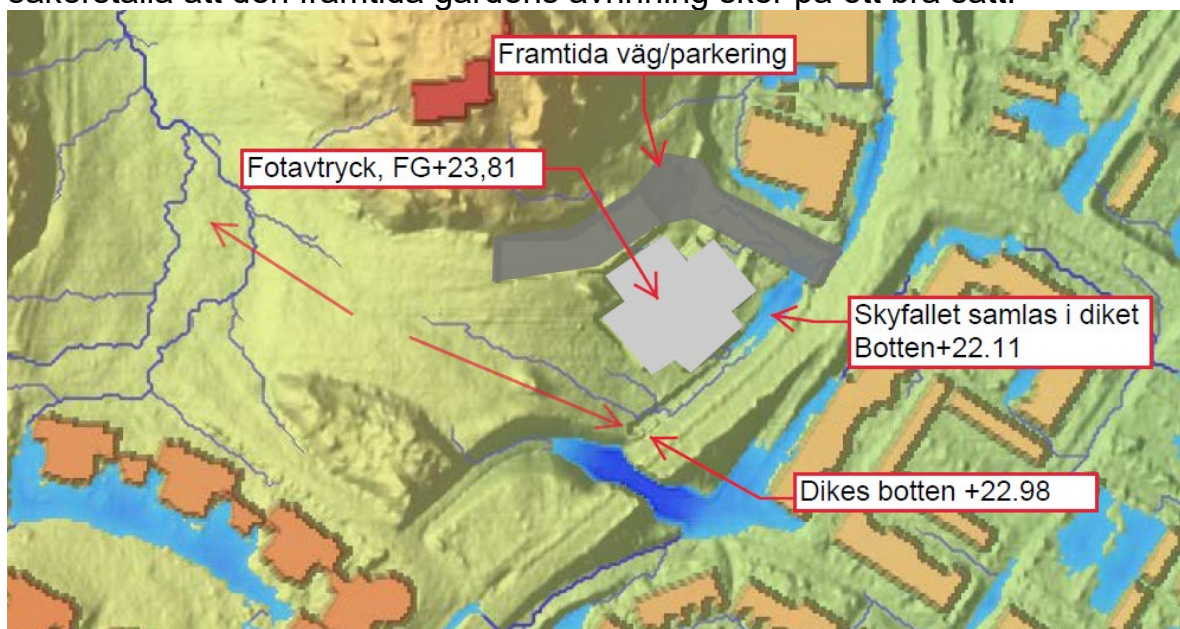


Figur 20, makadammagasin, Novaterra AB.

8.5 Skyfall/modellering

I detta skede har en enkel modellering i Scalgo gjorts där 3d underlag har importerats in i programmet för att ge en bild av hur det kommer se ut efter en exploatering vid ett 100-årsregn. Detta görs även för att säkerställa att inget vatten rinner in till den planerade byggnaden eller byggnader runt omkring vid skyfall. I stimuleringen har endast byggnaden, marken runt omkring samt den planerade vägen/parkeringen lästs in. Resultatet visar att om byggnaden har en FG+23,81 så riskerar inget vatten att rinna in i byggnaden. Det förväntas även inte bli några vattenbildningar direkt utanför byggnaden. Skyfallet samlas i diket öster om byggnaden (på samma sätt som det gör i dagens situation).

I en detaljprojektering kan det vara bra att uppdatera Scalgomodellen för att säkerställa att den framtida gårdens avrinning sker på ett bra sätt.



Figur 21, utklipp från skyfallsprogrammet Scalgo som redovisar var vatten samlas vid ett 100-års regn efter exploateringen.

9 Fortsatt arbete

På grund utav att det är en förskola som planeras på fastigheten är det viktigt att säkerställa att dagvattnet leds bort från gården på ett säkert sätt och att det inte riskerar att bli stående vattensamlingar för länge på förskolegården. När man går vidare i nästa skede och tittar på hur förskolegården ska utformas i detalj så bör även följande saker utredas;

- Det saknas dagvattenservis till fastigheten i dagens situation. Därför har det inte gått att säkerställa att de föreslagna magasinens placeringar fungerar med självfall till dagvattenservis.
- Exakt placering/utformning av dagvattenanläggningar behöver studeras närmare i detaljprojekteringen när man vet hur stor andel hårdgjord yta som varje dagvattenanläggning ska ta emot.

10 SLUTSATS

Dagvattenutredningen visar att det finns goda förutsättningar för att kunna omhänderta dagvatten inom planområdet. För att uppnå Uppsala Vatten dagvattenriktlinjer krävs det att planområdet fördröjer 20 mm vilket ger ett dagvattenflöde efter exploatering på 88 l/s respektive 110 l/s.

Då projektet är i ett tidigt skede har en schablon på avrinningskoefficient för gården valts till 0,5. I en detaljprojektering behöver man se över hur mycket av gården som blir hårdgjord/genomsläpplig för att kunna räkna ut vad dagvattenflödet blir efter exploateringen samt för att kunna dimensionera dagvattenanläggningarna.

För att kunna studera skyfallet efter exploatering har programmet Scalgo använts, i programmet har en markmodell som redovisar vilka höjder det är på marken samt vilka ytor det är efter exploatering. Resultatet visar att det är låg sannolikhet att skyfallet vid ett 100-årsregn påverkar byggnaden.

11 BEGREPPSFÖRKLARING FÖR DAGVATTENHANTERING

Avrinningskoefficient (\square): Ett mått på den maximala andelen av ett avrinningsområde som kan bidra till avrinningen. Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad på områdets lutning samt regnintensiteten, ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

Avrinning/infiltrationsstråk: Stråk inom ett bebyggt område där vatten tillåts rinna i samband med nederbörd eller snösmältning.

Dagvatten: Regn-, smält-, och dräneringsvatten som rinner från byggnader, gator, parkeringsplatser och liknande hårdgjorda ytor via diken eller ledningar till vattendrag, sjöar eller reningsverk.

Dagvattenbrunn: En brunn avsedd att samla upp dagvatten från gator och diken.

Fördröjningsmagasin: Magasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

Infiltration: Inträngning av vätska i poröst eller sprickigt material, till exempel yttlig vatteninträngning i jord eller sprickor i berg.

Instängt område: Område varifrån dagvatten ytledes inte kan avledas med självfall.

Lågpunkt: Ett lågt liggande område där regnvatten inte kan rinna vidare på gatuytan utan måste via dagvattenbrunnar i gata ner till dagvattenledning eller till en kombinerad ledning.

Perkolation: Långsam rörelse hos vatten genom marklager av poröst material under markytan.

Återkomsttid: Tidsintervall (i medeltal, sett över en längre tidsperiod) mellan regn- eller avrinningstillfällena för viss given intensitet och varaktighet.

MKN: Miljökvalitetsnormer.