

Dagvattenutredning Bälingskolan



Geosigma AB

2018-06-27

Uppdragsledare: Lianne de Jonge	Uppdragsnr: 605248	Grap nr: 18203	Version: 0.1	Antal Sidor: 37	Antal Bilagor: 1	
Beställare: UKSAB	Beställares referens: Annika Mässing		Beställares referensnr: -			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Bälinge skola						
Författad av: Johan Lundh					Datum: 2018-06-27	
Granskad av: Lianne de Jonge					Datum: 2018-06-25	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6	Uppsala Postadr: Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadr: S:t Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 113 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

Uppsala Kommun Skolfastigheter AB (UKSAB) planerar en ombyggnation av Bälunge skola i Bälunge utanför Uppsala. Planområdet utgörs idag av befintliga skolbyggnader, en skolgård med grönytor, asfaltsyta och grusplaner samt övriga ytor. Planområdet består av två områden (A och B) där ombyggnationen endast sker på det område där Bälunge skola är belägen. Dessa två områden har delats upp i tre avrinningsområden (A1, A2 och B). Det är inom område A som de två befintliga skolbyggnaderna ersätts helt och de andra skolbyggnaderna byggs om eller rivs.

Dagvattenåtgärder inom område B föreslås eftersom området ingår i detaljplanen och således önskas varken en flödesökning eller ökning i föroreningsbelastning. I samband med detaljplanearbetet har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för att studera hur ombyggnationen påverkar dagvattenbildningen, samt vilka åtgärder för fördröjning och rening av dagvattnet som bör tillämpas i samband med detta.

Jordarterna inom planområdet är sandig morän, glacial silt samtidigt som det finns synligt urberg. Infiltrationsmöjligheterna anses relativt goda. Planområdet ingår i ett större avrinningsområde (för ytavrinning) som avvattnas till Mälaren via Åloppeån och Fyrisån

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 33 % sett över hela området. För att skapa en fungerande dagvattenhantering som uppfyller reningskraven enligt Uppsala kommuns åtgärdsnivå för dagvatten och inte leder till en ökad belastning på dagvattennätet föreslås följande åtgärder:

- För att uppfylla Uppsala kommuns reningskrav för 20 mm nederbörd ska utjämningsvolymen med reningskrav för hela planområdet uppgå till 465 m³.
- För område A, där ombyggnationen kommer ske, ska utjämningsvolymen med reningskrav uppgå till 291 m³ och för område B ska utjämningsvolymen uppgå till 106 m³.
- Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå reningsvolymen är växtbäddar. Dagvattnet leds alltså från hårdgjorda ytor leds till dessa anläggningarna.
- Växtbäddar kan beskrivas som en växtplantering med tillhörande underliggande skelettjord eller varianter av makadammagasin. Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar.
- Sammanlagd erforderlig fördröjningsvolym i dessa anläggningar ska totalt uppgå till 465 m³ för att säkerställa att utflödet från utredningsområdet inte ökar i och med nybyggnationen för ett dimensionerande 20-årsregn
- Samtliga lösningar bör förses med bräddavlopp till befintligt dagvattennät.
- Planområdet bör höjdsättas så att avrinning från takyta leds bort från byggnader. Avledningen av vattnet från takytan ska också fördelas i områdets dagvattenlösningar på ett balanserat sätt. Höjdsättningen bör leda till att sekundära avrinningsvägar skapas för att undvika översvämning.
- Vid bortledning av vatten från utkastare kan växtbäddar anläggas i anslutning till dessa för att ge en första fördröjning av flödena och för att minska eventuella erosionsrisker.

Föreslagen dagvattenhantering innebär att flödesbelastningen ut från utredningsområdet inte ökar samt att Stockholms stads krav på rening och fördröjning av dagvatten uppfylls.

Innehållsförteckning

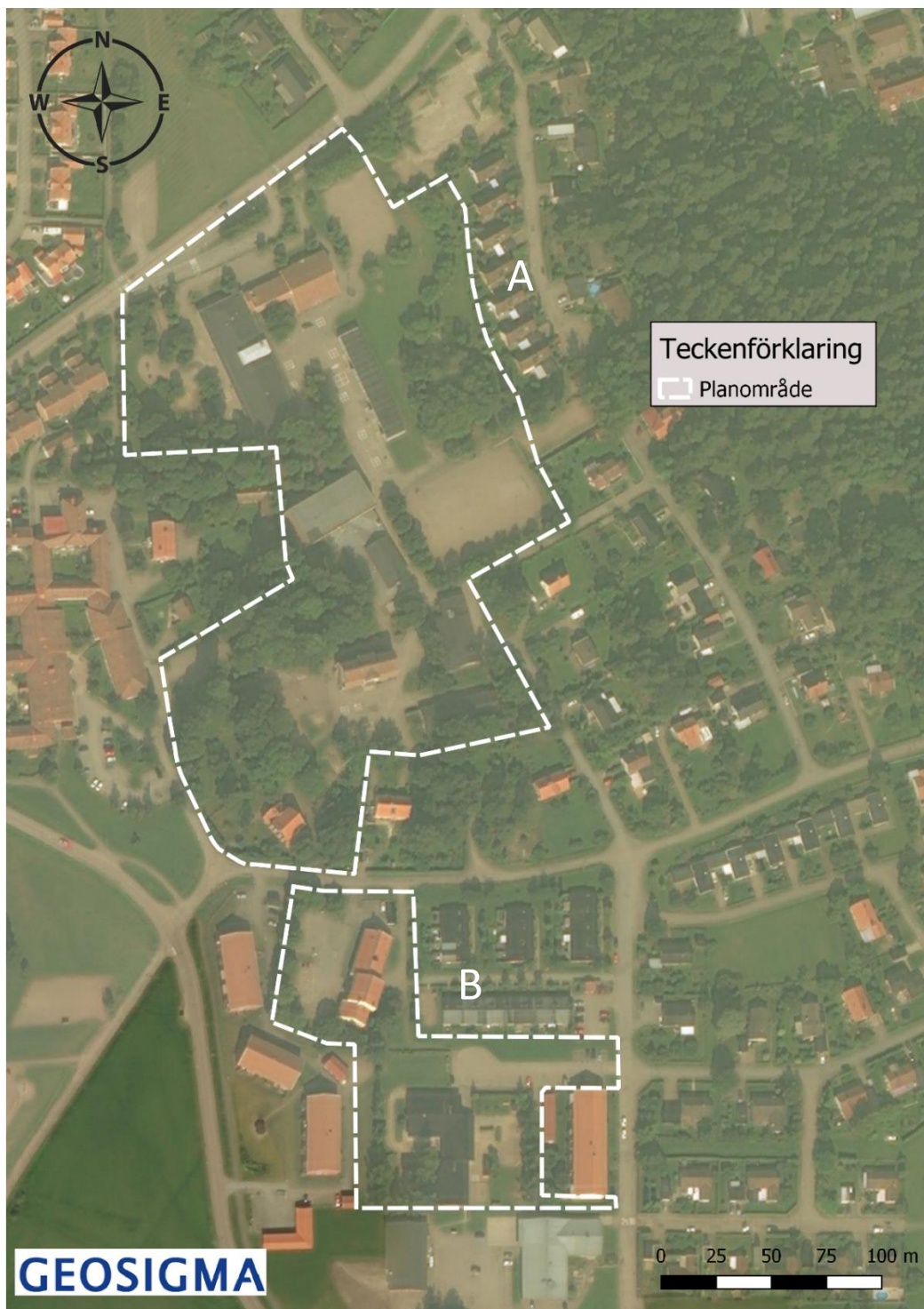
1	Inledning	6
1.1	Syfte.....	7
1.2	Allmänt om dagvatten.....	7
2	Material och metod	8
2.1	Material och datainsamling.....	8
2.2	Flödesberäkning	8
2.3	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	9
2.4	Föroreningsberäkning	9
3	Områdesbeskrivning och avgränsning.....	10
3.1	Befintlig markanvändning	10
3.2	Planerad markanvändning	11
3.3	Hydrogeologi och hydrologi	12
3.3.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi	12
3.3.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och dagvattenhantering.....	14
3.4	Recipient.....	16
3.4.1	Miljökvalitetsnormer (MKN).....	17
4	Flödesberäkningar	18
4.1	Markanvändning.....	18
4.2	Erforderlig utjämningsvolym för rening.....	19
4.3	Flödesberäkningar	20
4.3.1	Rinntid	20
4.3.2	Flödet.....	20
5	Föroreningsbelastning	22
6	Lösningförslag för dagvattenhantering	26
6.1	Generella rekommendationer.....	26
6.2	Exempellösningar för dagvattenhantering.....	26
6.2.1	Växtbäddar, skelettjord och rännalar	26
6.2.2	Skötsel och underhåll	29
6.2.3	Underjordiskt makadammagasin	29
6.2.4	Gröna tak.....	30
6.3	Lösningförslag	31
6.3.1	Avledning på skolgård och asfalt.....	31
6.3.2	Dagvatten takytor.....	31

6.3.3	Ytor för omhändertagande av dagvatten.....	32
7	Översvämningsrisk och höjdsättning.....	35
7.1.1	Generella riktlinjer för höjdsättning.....	35
7.1.2	Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning.....	35
8	Slutsats.....	36
9	Referenser	37

Bilaga 1 – Osäkerheter i schablonhalter, StormTac

1 Inledning

Uppsala kommun Skolfastigheter AB (USAB) planerar en nybyggnation av Bälunge skola, i Bälunge nära Uppsala. Eftersom ombyggnationen leder till en förändring av befintlig markanvändning har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för planområdet, se figur 1-1. Planområdet består av två delar (A och B) där nybyggnation i nuläget endast kommer ske på det större området (A).



Figur 1-1. Planområdet för Bälunge skola markerat med vit streckad linje.

1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för en hållbar dagvattenhantering. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar så att flödestoppar reduceras medan dagvattnet renas samtidigt genom bland annat sedimentation, fastläggning av partiklar och växtupptag. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns dagvattenstrategi och styrdokument användas.

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som rinner av markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Bostadsexploatering kan leda till en större areal hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

För att uppnå en hållbar dagvattenhantering används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

Nedan beskrivs hur olika beräkningar genomförts och vilka styrdokument som använts.

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Underlag för detaljplan – Bälinge skola, volymstudie (Tengbom 2017-12-22)
- Uppsala Vattens dagvattenstrategi (beslutad 2015-03-09)
- Uppsala Vattens åtgärdsnivå (antagen 2016-11-10)
- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Recipientinformation (VISS – Vatteninformationssystem Sverige)

2.2 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format. Även observationer vid platsbesöket har fungerat som underlag vid beräkningarna.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med varaktig under en timme oberoende på vilken del av Sverige undersökningsområdet ligger. En klimatfaktor på 1,25 har därför ansatts i beräkningarna för planerad markanvändning, för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbördsmängder.

2.3 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkning av utjämningsvolym har gjorts enligt Uppsala kommuns riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Enligt dessa åtgärdsnivåer ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom undersökningsområdet.

Utöver detta beräknas också erforderlig fördröjningsvolym för att det dimensionerande flödet som uppstår vid ett 20-årsregn inte ska öka efter planerad exploatering. Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_{\text{regn}}) \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{rinn}} - K \cdot t_{\text{regn}} + \frac{K^2 \cdot t_{\text{rinn}}}{i(t_{\text{regn}})} \right) \quad (\text{Ekvation 2})$$

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($\text{l/s} \cdot \text{ha}_{\text{red}}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor $2/3$.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktighet och intensitet, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

Enligt Dahlström (2010) uppgår nederbördsvolymen vid ett 20-årsregn till 20 mm efter 15 minuter. Detta är således den tid det tar att fylla utjämningsvolymen som krävs enligt Uppsala Vattens åtgärdsnivå. Vid beräkningar av dimensionerande flöde efter exploatering adderas således 15 minuter till undersökningsområdets rinntid.

2.4 Föroreningsberäkning

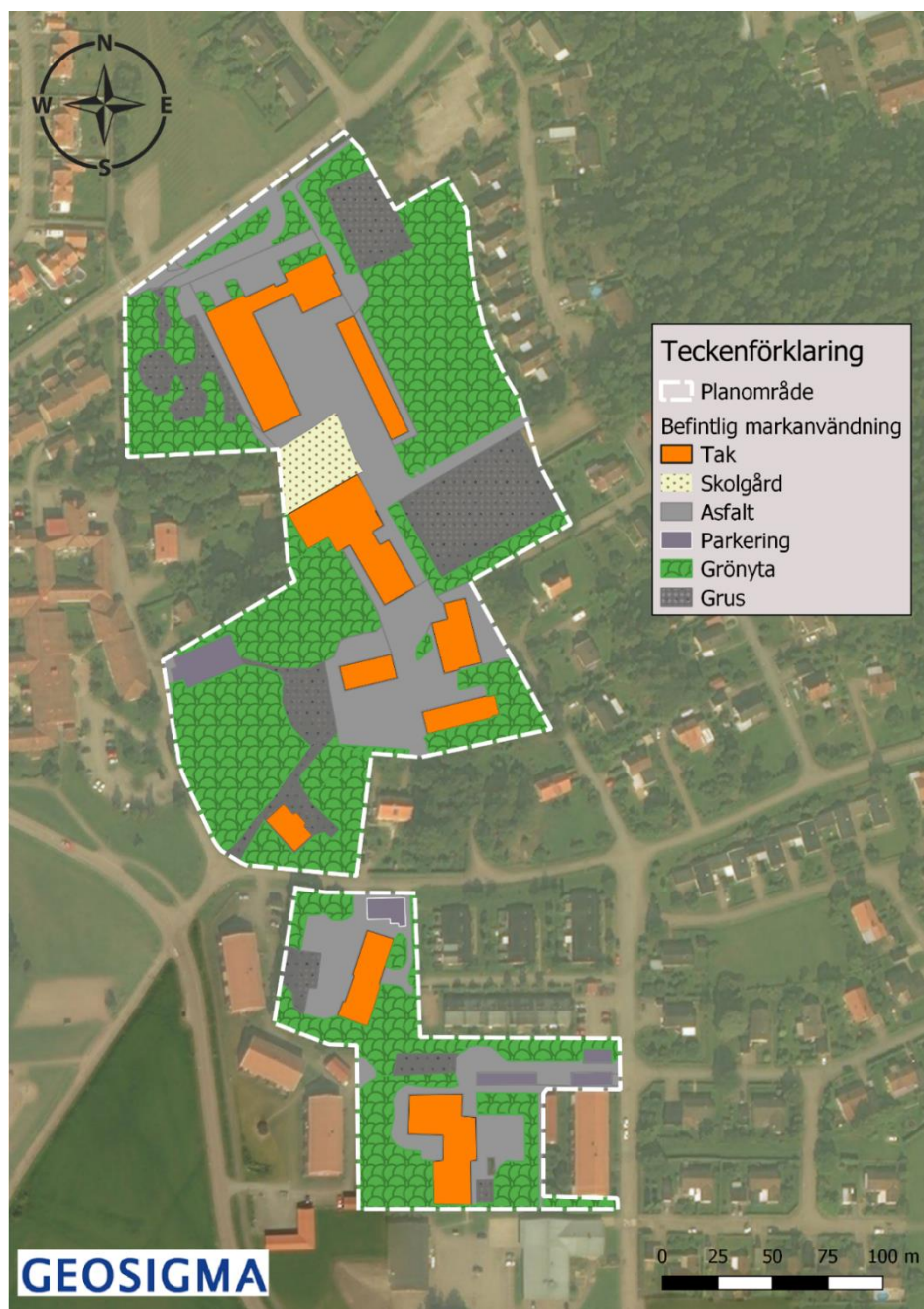
Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.18.1.1. StormTac använder sig av schablonhalter framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

I följande avsnitt beskrivs planområdet och dess omgivning vilket medför information om förutsättningarna för dagvattenhantering inom området.

3.1 Befintlig markanvändning

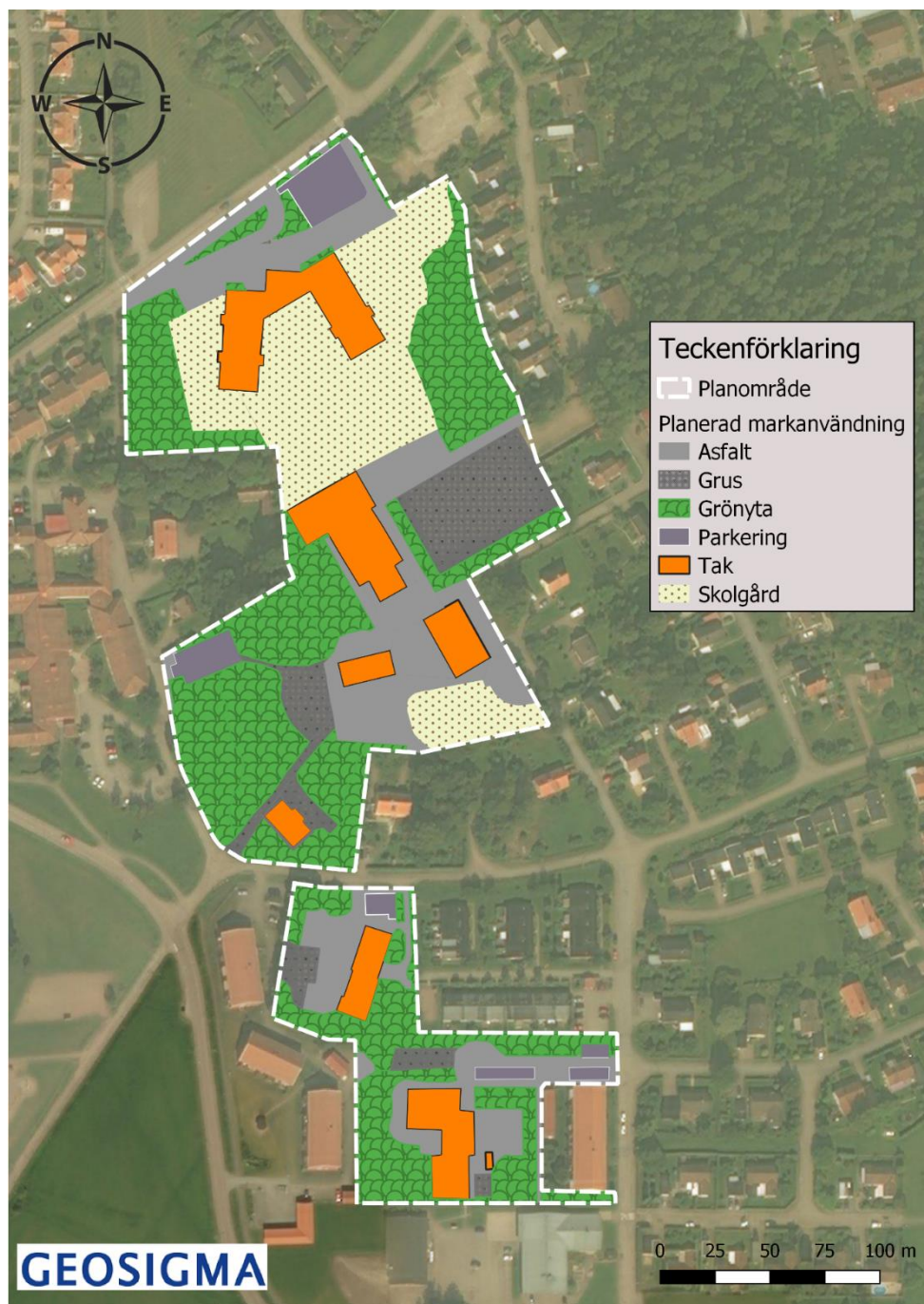
Planområdet består av Bälinge skola med tillhörande skolgård som kan uppdelas i asfaltsyta och gräsmatta med träd på och Klockarbo förskola samt en ytterligare förskola och med tillhörande skolgård. Planområdets befintliga markanvändning visas i figur 3-1.



Figur 3-1. Befintlig markanvändning på planområdet kopplat till ombyggnationen av Bälinge skola.

3.2 Planerad markanvändning

På planområdets norra del kommer de två befintliga skolbyggnaderna ersättas med en skolbyggnad och en helt ny matsal kommer byggas samtidigt som gymnastikhallen kommer uppdateras. Ytorna närmast den nya skolbyggnaden i norr är inte fullständigt specificerade i detaljplan vilket medför att arean för markanvändningskategorin skolgård är en uppskattning. Ingen ny byggnation kommer ske på det mindre området i söder. En förenklad bild av den planerade markanvändningen illustreras i figur 3-2.

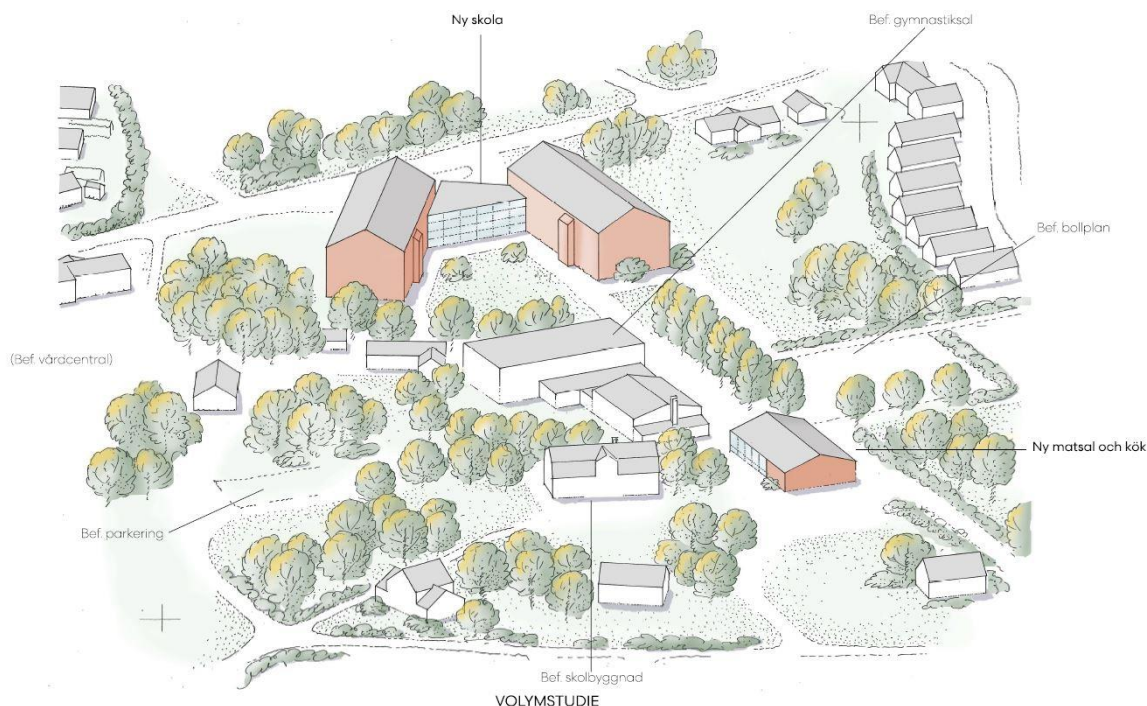


Figur 3-2. Den planerade markanvändningen inom planområdet tillhörande ombyggnationen av Bålinge skola.

Exploateringen kommer att innebära att befintlig skolbyggnad utökas med en tillbyggnad. Exakt hur skolgården ska utformas är inte fastslaget men i figur 3-3 presenteras erhållen volymstudie.

Bälinge skola - volymstudie

2017-12-22



TENGBOOM

6

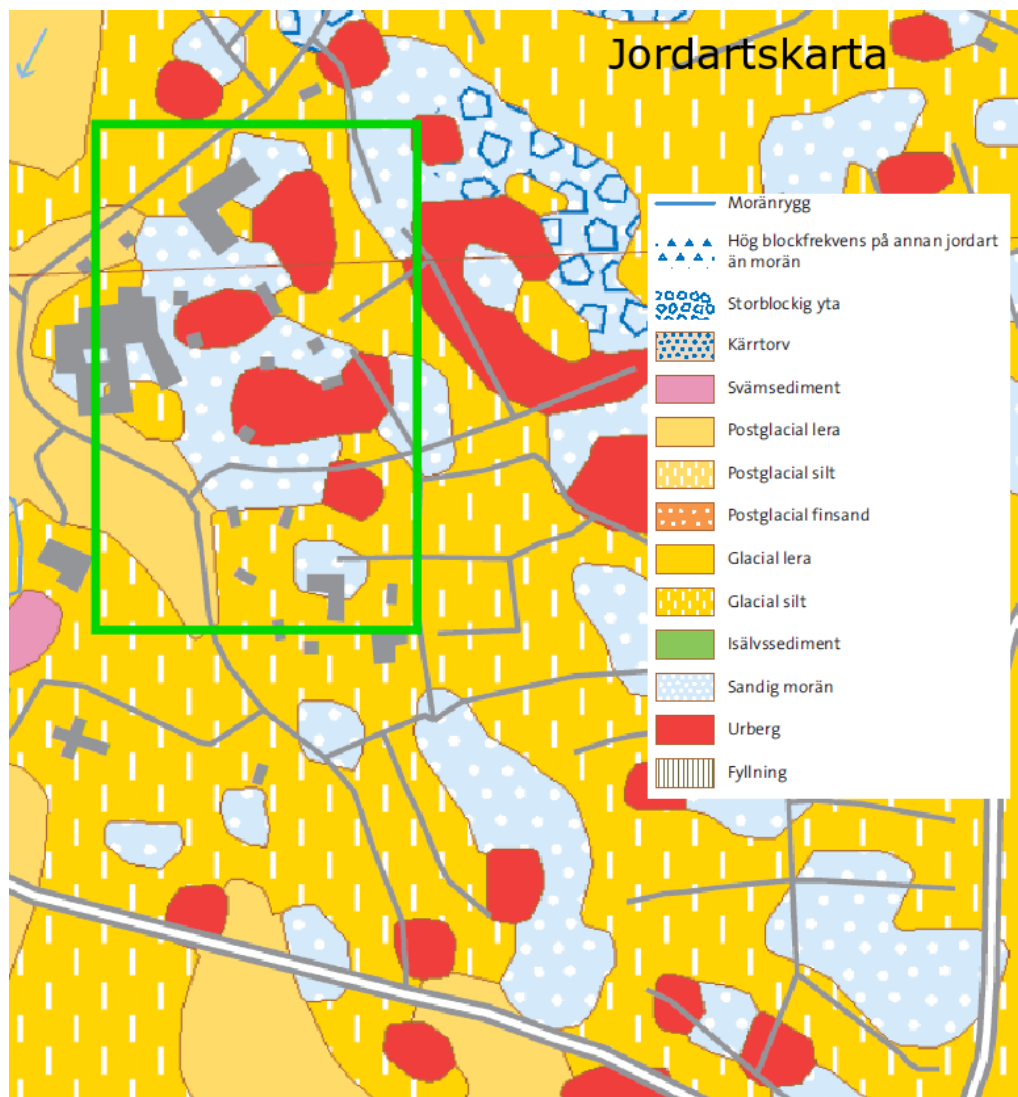
Figur 3-3. Planerad markanvändning inom utredningsområdet efter den tänkta exploateringen. Källa: Cedervalls arkitekter, 2018-05-18.

3.3 Hydrogeologi och hydrologi

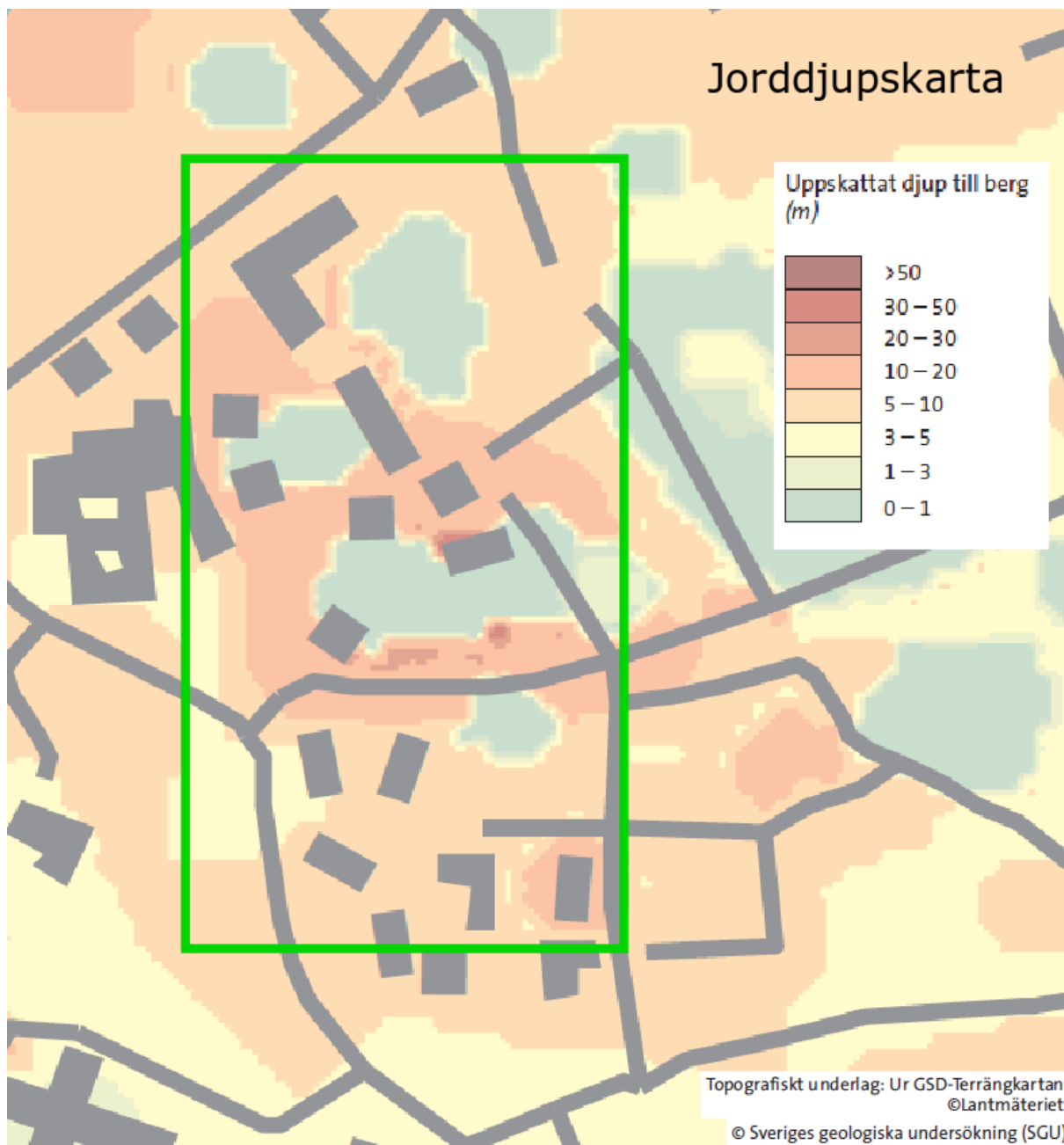
Underlaget för att skatta förutsättningarna för dagvattenhantering har främst hämtats från webbaserat underlag då inga undersökningar avseende grundvattennivåer etc. veterligen har utförts inom undersökningsområdet. En geoteknisk undersökning bör utföras för att få fördjupad insikt i de geotekniska förhållandena.

3.3.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan från SGU består planområdet av sandig morän, glacial silt och urberg, se figur 3-4. Jordlagrens mäktigheter uppges vara mestadels kring 5-10 meter enligt SGU:s jorrdjupskarta (figur 3-5). Utifrån denna information bedöms att infiltrationen av dagvatten är god inom planområdet.



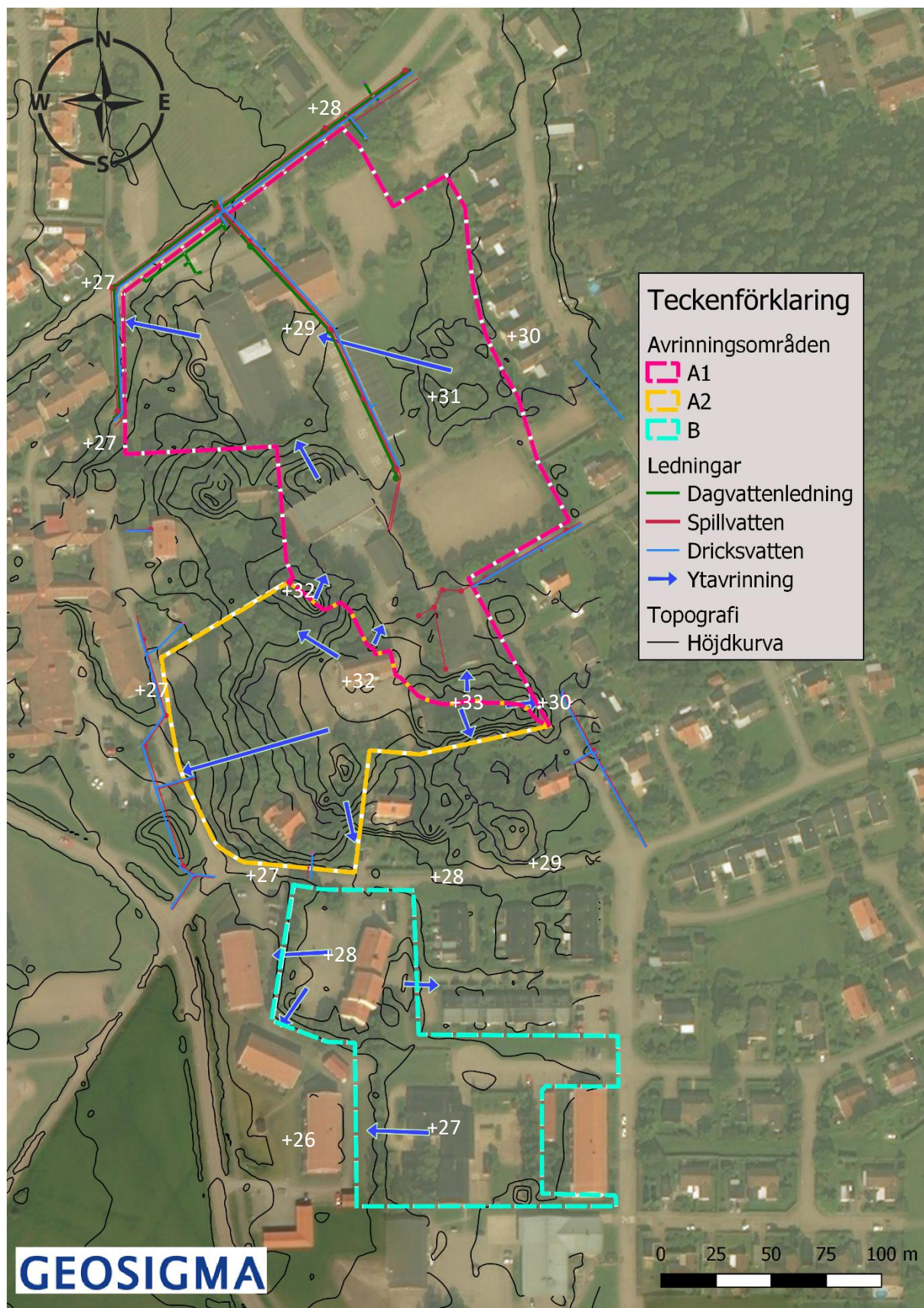
Figur 3-4. Jordartskartan i skala 1:5 000 från SGU. Planområdet består i huvudsak av urberg med ett tunt eller osammanhängande ytlager av morän. Planområdets ungefärliga placering markerat i grönt.



Figur 3-5. Jorrdjupskartan i skala 1:50 000 från SGU. Jorrdjup bedöms till 0-1 m. Planområdets ungefärliga placering markerat i grönt.

3.3.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och dagvattenhantering

Utifrån områdets befintliga topografi delas planområdet in i tre olika avrinningsområden, A1, A2, och B. Ytavrinningen bedöms huvudsakligen ske i nordlig och västlig riktning vilket åskådliggörs med blå pilar i figur 3-6. I den södra delen av avrinningsområde A1 bedöms dock avrinningen ske i nordöstlig riktning. Högsta punkterna finns vid gränsen mellan avrinningsområdena A1 och A2. Dagvatten från planområdet avleds till recipient med serviceanslutning till befintligt dagvattensystem som finns i A1:s centrala del och illustreras med grön linje i figur 3-6.



Figur 3-6. Vattenledningar och ytavrinning, enligt befintlig markanvändning, inom planområdet som är uppdelat på tre avrinningsområden A1, A2 och B.

3.4 Recipient

Utredningsområdet ligger inom ett avrinningsområde (för ytavrinning) som avvattnas till Mälaren via Åloppeån och Fyrisån enligt SMHI:s delavrinningsområden, se figur 3-7.

Recipient - Mälaren Ekoln



Figur 3-7. Recipienten för dagvattnet från planområde (ungefärlig position markerad i rött) är Mälaren-Ekoln. Källa VISS.

3.4.1 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Recipienten Mälaren-Ekoln (SE662707-160167) har måttlig ekologisk status och den kemiska ytvattenstatusen uppnår ej god kemisk status. Se tabell 3-1 nedan för en sammanställning av recipienternas miljökvalitetsnormer. Ekoln uppnår i dagsläget ej god kemisk status och överskridande ämnen är kvicksilver, kvicksilver föroreningar och tributyltennföreningar.

Tabell 3-1. Sammanställning över miljökvalitetsnormerna för vattenförekomsterna Åloppeån, Fyrisån och Mälaren-Ekoln

Vattenförekomst	Ekologisk status och potential		Kemisk ytvattenstatus	
	Status 2017	Kvalitetskrav	Status 2017	Kvalitetskrav
Åloppeån	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God
Fyrisån	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God
Mälaren-Ekoln	Måttlig	God	Uppnår ej god status	God

4 Flödesberäkningar

Flödesberäkningar har gjorts med syftet att dimensionera dagvattenlösningar som omhändertar dagvattnet på ett sätt som uppfyller kraven gällande erforderlig fördröjande reningsvolym och dimensionerande utjämningsvolym. För att uppnå en effektiv rening av ett 20 mm-regn behövs en reningsvolym på 465m³ för hela planområdet och 291 m³ för område A . Denna reningsvolym förhindrar att flödet ökar från det befintliga flödet vilket betyder att ingen ytterligare utjämningsvolym behövs.

4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. Areor för den befintliga och planerade markanvändningen samt avrinningskoefficienter presenteras i tabell 4-1. Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöde så de redovisade flödena bör främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 4-1. Areor och använda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning för samtliga avrinningsområden och totalt för hela planområdet.

A1 Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [m ²]	red. area [m ²]	area [m ²]	red. area [m ²]
Asfalt	0,8	7953	6362	5981	4785
Grus	0,2	4526	905	2565	513
Grönyta	0,1	11 997	1200	7004	700
Parkering	0,8	0	0	809	647
Skolgård	0,5	986	493	8205	4103
Tak	0,9	4266	3839	4093	3684
Summa	Medel=0,6	29 701	12 800	29 701	14 432

A2 Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [m ²]	red. area [m ²]	area [m ²]	red. area [m ²]
Asfalt	0,8	1560	1248	1311	1049
Grus	0,2	1326	265	1335	267
Grönyta	0,1	8641	864	6475	648
Parkering	0,8	463	370	463	370
Skolgård	0,5	0	0	982	491
Tak	0,9	817	735	518	466
Summa	Medel=0.6	12 794	3483	12 794	3291

B Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [m ²]	red. area [m ²]	area [m ²]	red. area [m ²]
Asfalt	0,8	3488	2790	3488	2790
Grus	0,2	657	131	657	131
Grönyta	0,1	5216	522	5216	522
Parkering	0,8	490	392	490	392
Tak	0,9	1629	1466	1629	1466
Summa	Medel=0.6	11 520	5302	11 520	5302

Totalt Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig		Planerad	
		area [m ²]	red. area [m ²]	area [m ²]	red. area [m ²]
Asfalt	0,8	12 986	10 389	10 500	8400
Grus	0,2	6513	1303	4400	880
Grönyta	0,1	25 848	2585	22 104	2210
Parkering	0,8	994	795	1761	1409
Skolgård	0,5	986	493	9000	4500
Tak	0,9	6688	6019	6250	5625
Summa	Medel=0.6	54 015	21 584	54 015	23 024

4.2 Erforderlig utjämningsvolym för rening

Enligt Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna fördröjas via ett filtrerande material där avtappningshastigheten medför en effektiv avskiljning av föroreningar. För det aktuella planområdet med planerad markanvändning skulle 20 mm nederbörd generera en erforderlig utjämningsvolym med reningskrav på cirka 465 m³, beräknat utifrån areor hos grönytor, gångväg, parkering, skolgård och tak. För enbart område A behövs en utjämningsvolym på 291 m³. I tabell 4-2 presenteras erforderlig reningsvolym med reningskrav för respektive avrinningsområde på planområdet samt total utjämningsvolym.

Tabell 4-2. Erforderlig utjämningsvolym för respektive avrinningsområde och totalt för hela planområdet.

Avrinningsområde	A1	A2	B	Totalt
Erforderlig utjämningsvolym [m ³]	291	68	106	465

4.3 Flödesberäkningar

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 har ett återkommande 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden.

4.3.1 Rinntid

Rinntiden har för befintlig markanvändning satts till 10 minuter, som är den lägsta rinntiden som bör användas enligt P110. Rinntiden för planerad markanvändning har satts till 25 minuter, eftersom utjämningsanläggningarna kommer att vara fyllda efter denna tid. För ett 20-årsregn med klimatfaktor på 1,25 har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en regnvaraktighet på 15 minuter, vilket innebär att rinntiden för ett område som utformats enligt kraven förlängs med 15 min från 10 minuter till 25 minuter för ett dimensionerande 20-årsregn. Rinntid och intensitet för respektive regn åskådliggörs i tabell 4-3.

Tabell 4-3. Rinntid med korrelerande intensitet för 20-årsregn.

20-årsregn		
Tidsuppdelning	Rinntid	Intensitet [l/s]
Områdets rinntid	10	286.6
Uppehållstid i magasinet	15	227
Total rinntid	25	164.1

Dimensionerande regnintensiteter blir då 286,6 liter/sekund-hektar (befintlig) respektive 164,1 liter/sekund-hektar (planerad) eftersom dagvattenåtgärderna dimensioneras efter ett 20-årsregn. Klimatfaktorn har för planerad markanvändning satts till 1,25.

4.3.2 Flödet

Dagvattenflöden från respektive avrinningsområde vid ett återkommande 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och redovisas i tabell 4-4. Flödet för den planerade markanvändningen vid ett 20-årsregn utan dagvattenlösningar är 825 l/s vilket medför en ökning på 33 % jämfört med befintlig situationen, vilket främst förklaras med en ökad regnintensitet på grund av klimatförändringar samt en liten högre andel hårdgjord yta. Givet att Uppsala kommuns riktlinjer på 20 mm fördröjning följs blir det flödet 472 l/s vilket innebär en minskning av flödet på cirka 24 %. Med kravet blir områdets rinntid 25 minuter vilket tillsammans med dagvattenåtgärderna påverkar flödet. Flödet ökar mest på avrinningsområde A1 eftersom det är området där den hårdgjorda arean ökar mest.

Tabell 4-4. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning samt procentuell förändring med planerad markanvändning för samtliga avrinningsområden och totalt för hela planområdet.

A1			
Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	367		0,38
Planerad	522	42	0,36
Planerad med dagvattenlösning	299	-75	

A2			
Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	100		0,11
Planerad	121	22	0,10
Planerad med dagvattenlösning	69	-30	

B			
Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	152		0,14
Planerad	190	25	0,14
Planerad med dagvattenlösning	109	-28	

Totalt			
Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	619		0,051
Planerad	825	33	0,066
Planerad med dagvattenlösning	472	-24	

5 Föroreningsbelastning

Vid beräkning av föroreningshalter och föroreningsbelastning i dagvatten, se tabell 5-1 till 5-6 har olika typer av markanvändning med tillhörande schablonvärden från databasen StormTac v.18.2.1 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Vid beräkningarna för markanvändning har markanvändningskategorierna "Gräsyta", "Gång & Cykelväg", "Grusyta", "Parkering", "Skolområde" och "Tak" använts. Markanvändningskategorin "Gräsyta" har en avrinningskoefficient på 0,1 i StormTac eftersom gräsytan bedöms ha kapaciteten att hantera ett medelregn.

Föroreningshalten och föroreningsmängden ökar för kategorin planerad utan dagvattenlösningar för avrinningsområdet A1 på grund av en högre andel hårdgjord yta och speciellt en ökad andel parkering. Med dagvattenlösningar minskar både föroreningshalten och föroreningsmängden

Tabell 5-1. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).

A1		Föroreningshalt		
Ämne	Enhet	Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	93	130	40
Kväve	µg/l	1400	1500	630
Bly	µg/l	3	6	1
Koppar	µg/l	14	18	3
Zink	µg/l	24	44	5
Kadmium	µg/l	0.3	0.4	0.03
Krom	µg/l	4	6	2
Nickel	µg/l	3	5	1
Kvicksilver	µg/l	0.02	0.03	0.01
Suspenderad substans	µg/l	16 000	31 000	6 500
Olja (mg/l)	µg/l	340	430	100
PAH (µg/l)	µg/l	0.3	0.5	0.03
Benso(a)pyren	µg/l	0.01	0.02	0.01

Förändringen av utredningsområdet beräknas innebära en minskning av föroreningsinnehållet i orenat dagvatten. Vidtas de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna som beskrivs i Kapitel 6, så beräknas föroreningshalter och därmed också recipientpåverkan, minska för samtliga studerade ämnen.

I tabell 5-2 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 5-2. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

<u>A1</u>		Föroreningsbelastning			
Ämne	Enhet	Befintlig	Planerad	Planerad	Reningsgrad* [%]
			utan dagvattenlösning	med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	1	2	0.5	58
Kväve	kg/år	17	17	7	58
Bly	kg/år	0.04	0.07	0.01	78
Koppar	kg/år	0.2	0.2	0.03	81
Zink	kg/år	0.3	0.5	0.1	80
Kadmium	kg/år	0,004	0.01	0,0003	92
Krom	kg/år	0.1	0.1	0.03	50
Nickel	kg/år	0.04	0.1	0.01	69
Kvicksilver	kg/år	0,0003	0,0003	0,0001	69
Suspenderad substans	kg/år	200	360	74	63
Olja (mg/l)	kg/år	4	5	1	73
PAH (µg/l)	kg/år	0,004	0,006	0,0003	93
Benso(a)pyren	kg/år	0,0001	0,0002	0,00006	48

* Avser reningsgraden från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar

I tabell 5-3 redovisas den beräknade årliga föroreningshalten för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningshalten efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 5-3. Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).

<u>A2</u>		Föroreningshalt		
Ämne	Enhet	Befintlig	Planerad	Planerad
			utan dagvattenlösning	med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	95	110	40
Kväve	µg/l	1300	1400	600
Bly	µg/l	5	6	1
Koppar	µg/l	15	17	3
Zink	µg/l	31	38	5
Kadmium	µg/l	0.3	0.3	0.03
Krom	µg/l	4	5	2
Nickel	µg/l	3	4	1
Kvicksilver	µg/l	0.02	0.02	0.01
Suspenderad substans	µg/l	26000	30000	6500
Olja (mg/l)	µg/l	310	370	100
PAH (µg/l)	µg/l	1	1	0.03
Benso(a)pyren	µg/l	0.01	0.02	0.01

I tabell 5-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 5-4. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

A2		Föroreningsbelastning			
Ämne	Enhet	Planerad		Planerad	Reningsgrad* [%]
		Befintlig	utan dagvattenlösning	med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0.3	0.4	0.1	59
Kväve	kg/år	5	5	2	59
Bly	kg/år	0.02	0.02	0,002	86
Koppar	kg/år	0.1	0.1	0.01	81
Zink	kg/år	0.1	0.1	0.02	84
Kadmium	kg/år	0,001	0,001	0,0001	90
Krom	kg/år	0.01	0.02	0.01	57
Nickel	kg/år	0.01	0.01	0,003	71
Kviksilver	kg/år	0,00007	0,00008	0,00002	69
Suspenderad substans	kg/år	88	97	21	76
Olja (mg/l)	kg/år	1	1	0.3	71
PAH (µg/l)	kg/år	0,002	0,002	0,0001	95
Benso(a)pyren	kg/år	0,00004	0,00005	0,00002	58

* Avser reningsgraden från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar

I tabell 5-5 redovisas den beräknade årliga föroreningshalten för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningshalten efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 5-5 Föroreningshalter i dagvatten från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000).

B		Föroreningshalt		
Ämne	Enhet	Planerad		Planerad
		Befintlig	utan dagvattenlösning	med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	89	89	40
Kväve	µg/l	1400	1400	610
Bly	µg/l	5	5	1
Koppar	µg/l	17	17	3
Zink	µg/l	29	29	5
Kadmium	µg/l	0.4	0.4	0.03
Krom	µg/l	5	5	2
Nickel	µg/l	4	4	1
Kviksilver	µg/l	0.03	0.03	0.01
Suspenderad substans	µg/l	22 000	22 000	6000
Olja (mg/l)	µg/l	420	420	100
PAH (µg/l)	µg/l	0.4	0.4	0.02
Benso(a)pyren	µg/l	0.01	0.01	0.01

I tabell 5-6 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder.

Tabell 5-6. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

B		Föroreningsbelastning			
Ämne	Enhet	Planerad		Planerad	Reningsgrad* [%]
		Befintlig	utan dagvattenlösning	med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0.4	0.4	0.2	55
Kväve	kg/år	6	6	3	57
Bly	kg/år	0.02	0.02	0,003	86
Koppar	kg/år	0.1	0.1	0.01	82
Zink	kg/år	0.1	0.1	0.02	83
Kadmium	kg/år	0,002	0,002	0,0001	92
Krom	kg/år	0.02	0.02	0.01	64
Nickel	kg/år	0.02	0.02	0,004	75
Kvicksilver	kg/år	0,0001	0,0001	0,00004	70
Suspenderad substans	kg/år	96	96	26	73
Olja (mg/l)	kg/år	2	2	0.4	76
PAH (µg/l)	kg/år	0,002	0,002	0,0001	95
Benso(a)pyren	kg/år	0,0001	0,0001	0,00002	56

* Avser reningsgraden från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar

Förändringen av planområdet beräknas innebära en minskning av föroreningsinnehållet i orenat dagvatten. Vidtas de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna som beskrivs i Kapitel 6, så beräknas föroreningshalter och därmed också recipientpåverkan, minska för samtliga studerade ämnen.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror, de i StormTac redovisade osäkerheterna i schablonhalter för respektive markanvändningstyp redovisas i Bilaga 1.

6 Lösningförslag för dagvattenhantering

Vid den planerade ombyggnationen av Bälinge skola föreslås att växtbäddar anläggs på lämplig plats för att klara reningskravet. Kravet uppfylls genom att uppnå en fördröjande reningsvolym på 465m³ för hela planområdet eller 291 m³ för område A och därmed kan en långsiktigt hållbar dagvattenhantering skapas.

6.1 Generella rekommendationer

Med syftet att skapa en långsiktigt hållbar hantering av dagvattnet i Uppsala med hänsyn till både kvalitet och kvantitet har Uppsala kommun tagit fram en dagvattenstrategi med riktlinjer för hur dagvatten ska hanteras. Strategin anger fyra övergripande mål för dagvattenhanteringen:

- Bevara vattenbalansen
- Skapa en robust dagvattenhantering
- Ta recipienthänsyn
- Berika stadslandskapet

Målet med de lösningar för en långsiktigt hållbar dagvattenhantering som här föreslås är att erhålla en så effektiv användning som möjligt av tillgängliga ytor och därmed reducera belastningen på såväl det kommunala dagvattennätet som på recipienten. Lokalt omhändertagande av dagvatten och en minskad belastning på dagvattennätet och recipienten eftersträvas och dagvattenhanteringen inom utredningsområdet bör utformas så att den efterliknar naturliga lösningar. Småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten föreslås placeras där topografin tillåter. Dessa lösningar, till exempel växtbäddar kan implementeras på relativt små ytor i utredningsområdet och anpassas till ny bebyggelse.

6.2 Exempellösningar för dagvattenhantering

I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för att omhänderta dagvatten inom det aktuella utredningsområdet.

6.2.1 Växtbäddar, skelettjord och rännalar

Denna lösningsmetodik kan sammanfattas under namnet växtbädd som har uppgetts som lösningsförslag i rapporten. Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar.

Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännalar, anlagda med exempelvis gatsten eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i figur 6-1 och figur 6-2. Ett annat sätt är att leda bort avrinningen från stuprören är att använda underjordiska ledningar som leder vattnet till dagvattenlösningarna. Vid skolgårdar rekommenderas generellt markförlagda ledningar.

I både öppen och stängd avledning av dagvattnet från huset är höjdsättningen av ytorna runt husen viktiga att beakta så att dagvattnet inte ansamlas vid husgrunden. Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga

regn kan brädda och avledas vidare. Avledningen kan exempelvis ske till en underliggande skelettjord som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten.

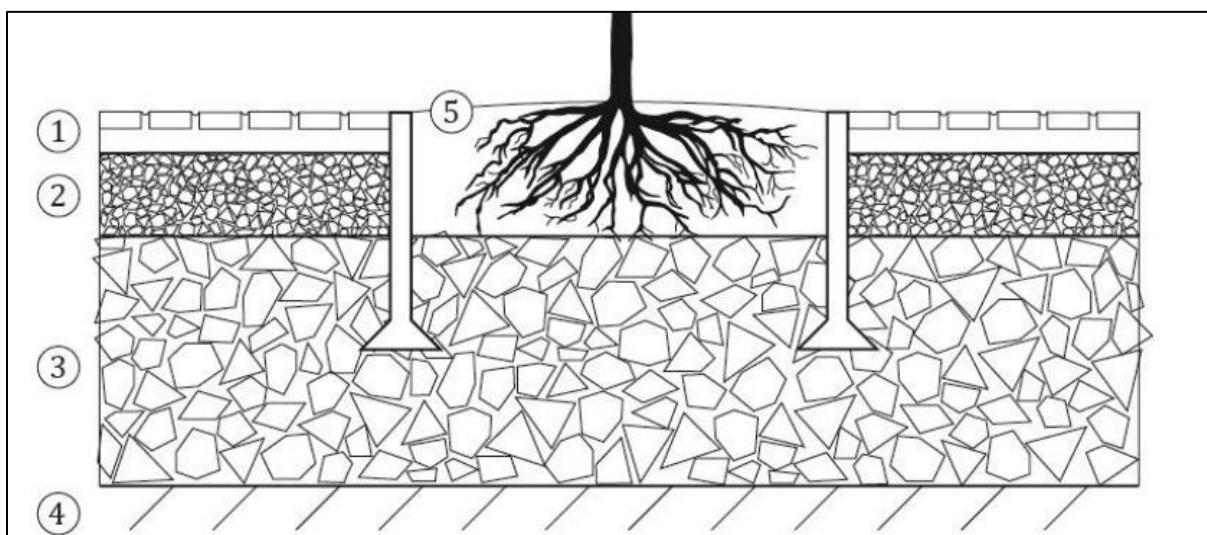
I figur 6-3 visas ett exempel på uppbyggnaden hos en skelettjord, men skelettjordar kan utformas på många sätt. Planteringsytor anläggs vanligen med ett tunt muljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på 20 – 100 centimeter. Skelettjorden antas vanligen ha cirka 30 % porositet och kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Fördelen med porösa och lätta material är att dessa ger en större fördröjande och renande effekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. För att underlätta dagvattenhanteringen i utredningsområdet bör kantsten mellan hårdgjorda ytor och grönytor undvikas. Vid bortledning av vatten från utkastare kan grusrännor och stenkistor anläggas i anslutning till dessa för att ge en första fördröjning av flödena och för att minska eventuella erosionsrisker, se figur 6-4. Växtbäddar nära föreskolbyggnaden är praktiskt för att ta hand om dagvattnet från takyta vilket i det här fallet är den areakategorin som genererar mest dagvatten som måste renas och omhändertas.



Figur 6-1. Avledning av takvatten till planteringar via rännor anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 6-2. Exempel på avledning av takvatten via ränndalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).



Figur 6-3. Principskiss på en överbyggnad med skelettjord. 1, slitlager 2, luftigt bärlager, 3 skelettjord 4, befintligt luckrad terrass 5, planteringsgrop med växtjord. Illustration Andrée Olsson (2014-06-19)



Figur 6-4. Växtbädd/regnbädd placerad intill byggnad vid utkastare från stuprör. Illustration av Kent Fridell 2014.

6.2.2 Skötsel och underhåll

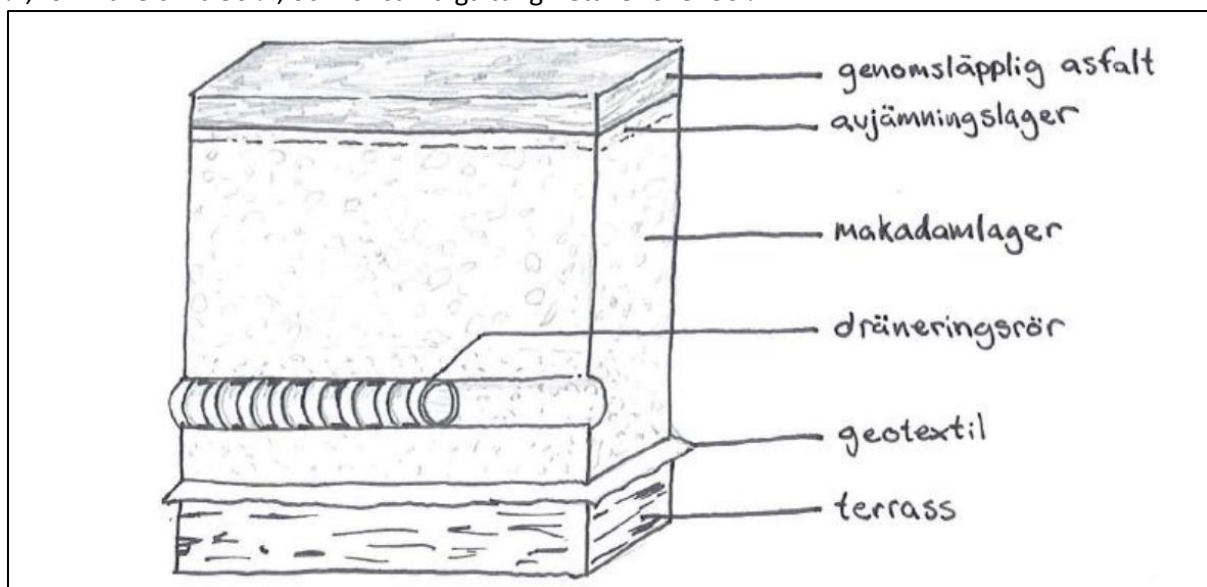
För att växtbäddar och planteringsytor ska bibehålla sin fördröjande och renande funktion under längre perioder krävs skötsel och underhåll. Eftersom konstruktionerna skiljer sig åt behöver individuella skötselplaner utformas. Generellt gäller dock att sedimentterande partiklar från dagvattnet täpper igen filtermaterialet som de olika dagvattenlösningarna är uppbyggda av, därför krävs det att filtermaterialet byts ut med jämna mellanrum. Det mesta av föroreningarna fastläggs i det översta lagret av filtermaterialet. Enligt studier (bl.a. Sundin, 2012) kan det översta lagret av filtret behöva bytas ut inom 5–25 år och hela filtret inom 25–50 år. Utöver filtermaterialet krävs även en kontinuerlig tillsyn av inflödesvägar och bräddavlopp så att dessa inte sätts igen av t.ex. skräp. Då växtligheten spelar stor roll är det viktigt att det sker en regelbunden skötsel och återplantering av nya växter om dessa dör. Vid långa perioder utan regn kan det även vara nödvändigt att stödbevattna växterna.

6.2.3 Underjordiskt makadammagasin

Dagvatten fördröjs och renas i ett makadammagasin innan bortledning till det kommunala dagvattensystemet. En fördel med makadammagasin är att de kan anläggas under till exempel asfaltytor. Makadammagasinet byggs upp av en makadam av grov och väl sorterad fraktion och kan anläggas under andra ytor. Dagvattnet kan tillrinna makadammagasinet genom exempelvis ledningar, växtbäddar, gräsarmering eller permeabel asfalt. Det är viktigt att makadammagasinet avskiljs från omgivande material med en geotextil för att inte riskera att magasinets funktion försämras över tid genom att porerna sätts igen av finmaterial. Permeabel asfalt kräver även ett visst underhåll, då den behöver vakuumsugas en gång per år för att säkerställa att vatten kan infiltrera makadammagasinet.

Olika typer av skelettjordsmaterial har olika porositet, och därmed olika förmåga att magasinera dagvatten. Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 30 %. Då det underliggande garaget endast tål en viss belastning per ytenhet behöver anläggningen anpassas så att den totala vikten vid maximal vattennivå inte överstiger den tillåtna vikten. Den totala vikten påverkas bland annat av magasinmaterialets vikt, porositet och mäktighet

Makadammagasin har en bra rening gällande metaller och suspenderad substans, och en god flödesutjämnande förmåga. För suspenderad substans är den genomsnittliga reningsgraden över 80 %, för kväve cirka 50 %, och för samtliga tungmetaller över 50 %.



Figur 6-5. Illustration av hur en underbyggnad till en genomsläpplig asfalt kan byggas upp (Bäckström, 1998).

6.2.4 Gröna tak

Ett effektivt sätt att fördröja och minska avrinningen från tak är att ha gröna tak i området. Dessa kan anläggas tunna eller tjocka, varav det förra är vanligast i Sverige. Tunna gröna tak magasinerar i medeltal ca 50 % av årsavrinningen genom ökad avdunstning och vattenupptag i växterna, medan djupa tak magasinerar ca 75 % (Svenskt vatten, Hållbar dag- och dränvattenhantering, P105).

Ofta nämns tre olika typer av gröna tak; intensiva, semi-intensiva och extensiva tak. Kategorierna baseras på hur arbetsintensiva de är, men de har också olika egenskaper när det kommer till vattenhållande förmåga.

Sedumtak är en typ av extensiva tak som behöver minimal skötsel, växterna är ofta fetbladsväxter som fetknopp, kärleksört och taklök. Semi-intensiva tak behöver ett visst mått av skötsel som klippning och bevattning vid torka (växterna är ofta fetbladsväxter, mossor samt olika typer av grässorter). Gröna tak kommer bara kunna fördröja regn upp till en viss storlek. Då vegetationstäcket börjar bli mättat kommer fördröjningseffekten att avta för att till sist upphöra helt.

Avrinningskoefficienten för gröna tak varierar beroende på utformning och växttyp. För semi-intensiva tak (med gräs, örter, sedum, mossor och eventuellt även buskar) anges i tekniska beskrivningar avrinningskoefficienter mellan 0,1 – 0,4. Sedumtak (extensiva tak med endast tunn vegetation av sedum och mossor) som är lättare att sköta har avrinningskoefficienter på 0,5 – 0,6. I figur 6-6 visas ett exempel på hur gröna tak kan se ut i praktiken.

Gröna tak är en praktisk dagvattenlösning när det är svårt att leda vatten från tak till lämpliga dagvattenlösningar på marken.



Figur 6-6. Exempelbild på ett semi-intensivt grönt tak (Klimatanpassningsportalen, 2017)

6.3 Lösningförslag

I syfte att fördröja och rena det dagvatten som bildas inom planområdets hårdgjorda ytor så att Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 465m³. Denna volym säkerställer även att det dimensionerande flödet inte ökar vid ett dimensionerande 20-årsregn. I tabell 6-1 presenteras utjämningsvolymen för respektive avrinningsområde tillsammans med ytanspråk för dagvattenlösningar. Dagvattenanläggningar som föreslås i syfte att fördröja hela den erforderliga volymen är växtbäddar. Samtliga dagvattenlösningar bör förses med bräddavlopp som kopplas på det befintliga dagvattennätet. En schematisk skiss över föreslagen dagvattenhantering ges i figur 6-7. I samband med detaljprojektering i senare skeden av planprocessen kan föreslagen dagvattenhantering justeras med hänsyn på blivande höjdsättning och markplanering. Åtgärder inom område B föreslås eftersom området ingår i detaljplanen och således önskas ej flödesökning eller ökning i föroreningsbelastning. Bästa möjliga dagvattenhantering föreslås innebära reningsåtgärder inom B.

6.3.1 Avledning på skolgård och asfalt

Avledning till anläggningarna bör ske i markförlagda ledningar eftersom planområdet är en skolgård och därmed bör ytavrinning undvikas. En mindre del av dagvatten kan möjligen ske i ytliga kortare dagvattenrännor som ger en naturlig fördröjning av dagvatten och möjliggör infiltration i ett tidigt skede. Förslagna dagvattenlösningar bör placeras på ett balanserat sätt i anslutning till större asfaltsytor på ett sätt så gör att de ingår i en berikande utformning av skolgården.

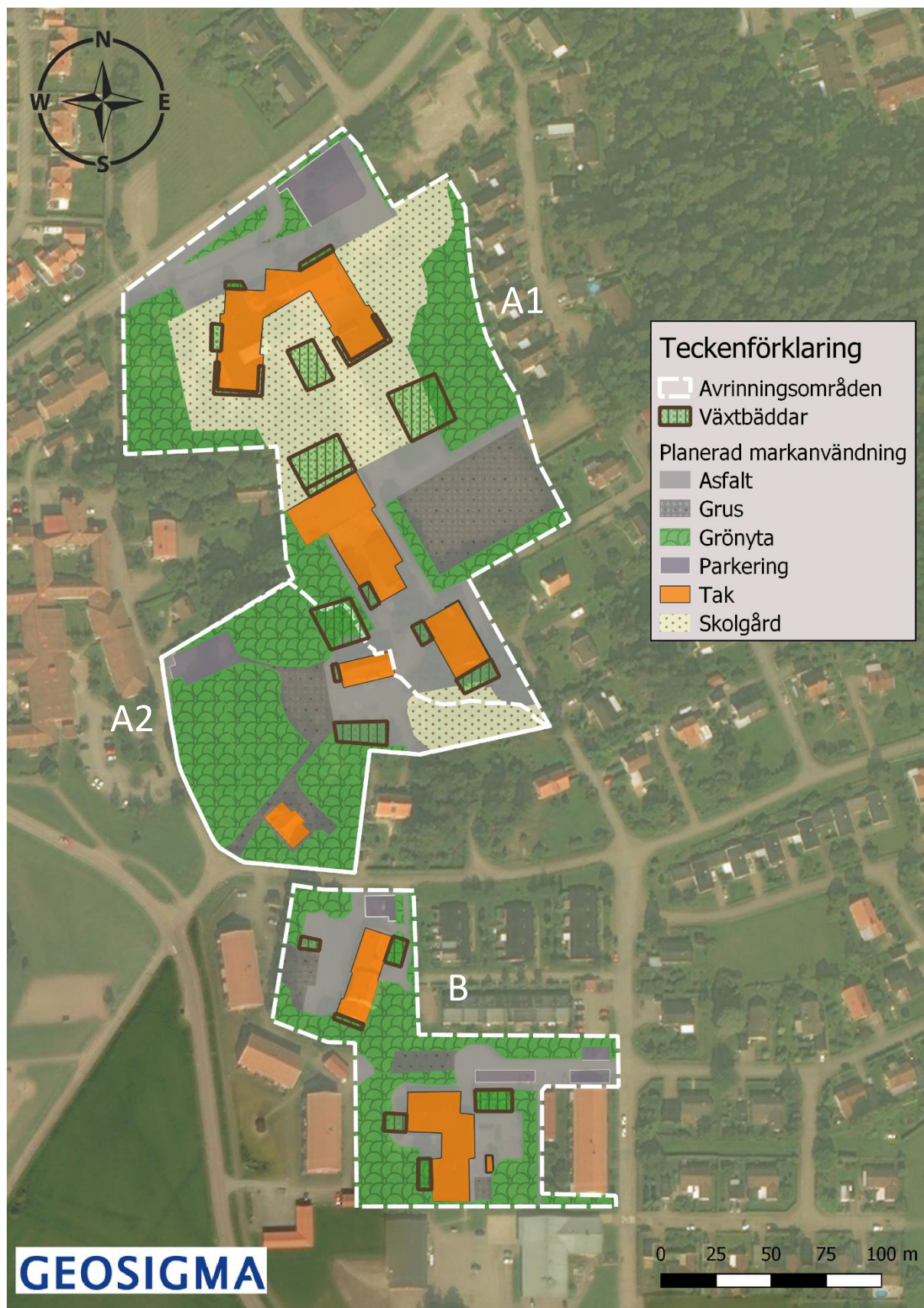
6.3.2 Dagvatten taktor

Takytan på de planerade skolbyggnaderna genererar en dagvattenbildning som måste omhändertas på ett sätt så att byggnaderna inte riskerar att skadas av dagvattnet. Dagvattenbildningen från

takytor kan antingen fördröjas nära taket eller ledas bort. Växtbäddarna kan då placeras så att dagvattnet från taken fördelas till växtbäddar via takrännor och utkastare. Om växtbäddarna placeras nära fasaden så de kan sammanlänkas med utkastarna från takrännorna finns det möjlighet att upphöja växtbäddarna. Om platsbrist råder kan dagvatten från tak med fördel omhändertas med gröna tak. Tabell 6-1 visar hur stor utjämningsvolym och åtgärdsyta som krävs för dagvattenbildningen för respektive takyta inom de olika avrinningsområdena.

6.3.3 Ytor för omhändertagande av dagvatten

Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade. Växtbäddarna bör fördelas mellan fastighetsnära placering och en placering som gör att de berikar skolgårdsområdet och samtidigt omhändertar dagvattenbildningen från asfaltsytor och övriga skolgårdsytor. Förslag till placering av anläggningarna ges i figur 6-7, där också areor anges för att illustrera vilka ytor som finns tillgängliga. De areor som presenteras i figuren är **inte** förslag på anläggningarnas storlek utan tjänar endast som exempel.



Figur 6-7. Förslag till placering och ungefärlig dimensionering av dagvattenlösningar i form av växtbäddar som föreslås inom planområdet. Observera att aren endast är en illustration av föreslagna dagvattenlösningars ytanspråk.

Tabell 6-1 presenterar växtbäddarnas ytanspråk uppdelat på avrinningsområdena och totalt för att uppnå hela den erforderliga utjämningsvolymen. Beräkningen av ytanspråket för växtbäddarna genomförda med en funktionell makadamfuktighet på 50 centimeter och porositet på 30 %.

Tabell 6-1. Erforderlig utjämningsvolym för respektive avrinningsområde tillsammans med korrelerande ytanspråk för föreslagna dagvattenåtgärder som ger tillräcklig erforderlig fördröjningsvolym för ett dimensionerade 20-årsregn. Beräknad från reducerad area.

Avrinningsområde	Area [ha]	Reducerad area [ha]	Utgjämningsvolym [m ³]	Ytanspråk [m ²]
A1	2,97	1,44	291	1943
A2	1,28	0,33	68	451
B	1,15	0,53	106	707
Totalt	5,40	2,30	465	3100

I dagsläget är det inte fastställt hur skolgården ska utformas med avseende på de planerade vegetationsytorna. Det innebär att i samband med detaljprojektering av markplaneringen, bör ytbehoven för vegetationsytorna där dagvattnet kan fördröjas och renas särskilt beaktas. Om tillräcklig vegetationsyta inte uppnås kan dagvattensystemet kompletteras med en kombination av gröna tak och underjordiska makadammagasin. Viktigt är också att ta hänsyn till tillrinningsområdet för varje växtbädd vid detaljprojektering av systemet.

7 Översvämningsrisk och höjdsättning

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattenlösning inte är dimensionerad för att klara. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnation via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalgator eller grönytor. Vid den planerade exploateringen är det viktigt att vattnet ska kunna avledas bort från byggnader för att undvika översvämning och skador på byggnader.

7.1.1 Generella riktlinjer för höjdsättning

Höjdsättningen av utredningsområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn, som till exempel ett 50- eller 100-årsregn, genom att om föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner överskottsvattnet ut på vägarna för vidare transport mot recipienten. I mest optimala situationen bör byggnader ligga högre än intilliggande mark och gårdsytor behöver höjdsättas så att vatten kan avrinna ytligt mot gata eller till omgivande grönytor. Markytan närmast byggnader bör höjdsättas så att den lutar bort från husväggen för att förhindra att vatten tränger in i byggnader. Detta medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas.

7.1.2 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning

I syftet att undvika att dagvattnet uppsamlas intill fasaden på den norra skolbyggnaden bör marken närmast fasaden och delar av skolgården höjdsättas så att vattnet kan rinna undan från skolbyggnaden. Målet ska vara att skapa sekundära avrinningsvägar på yttersidan om byggnaden i nordvästlig riktning och därmed flödesvägar skapade av topografin. Den skolbyggnad som mest behöver skyddas mest vid extrema regn är den nya huvudskolbyggnaden som ligger lägst. Marken lutar mot huvudbyggnaden både från öster och söder så viss avskärmning kan med fördel skapas med hjälp av dagvattenlösningarna kombinerad med höjdsättning. Resterande byggnader är placerade på höga punkter vilket betyder att dagvattnet rinner iväg från byggnaderna vid extrema regn.

8 Slutsats

Flödesberäkningarna visar att de planerade förändringarna inom planområdet kommer medföra ökade dagvattenflöden om dagvattnet inte omhändertas. Utan dagvattenåtgärder resulterar ombyggnation i en flödesökning på cirka 33% för hela planområdet samtidigt som dagvattnet inte renas innan utsläpp mot recipient. Med föreslagna lösningar för dagvattenhantering renas de inledande 20 mm regn genom en kombination av filtrering, växtupptag och sedimentation, vilket är i enlighet med de krav som ställs i Uppsala Vattens åtgärdsnivå för dagvattenhantering.

Dagvattenlösningarna för hela planområdet beräknas ge en fördröjningsvolym på i totalt 465m³ vilket säkerställer att det dimensionerande flödet inte ökar vid ett 20-årsregn. För område A där ombyggnationen kommer ske beräknas dagvattenlösningarna ge en fördröjningsvolym på 291 m³. Beräkningar med mjukvaruprogrammet StormTac visar att förväntade halterna och årsmängder för förorenande ämnen kommer att minska om föreslagna dagvattenåtgärder genomförs.

Sammantaget beräknas därför exploateringen, tillsammans med de föreslagna åtgärderna för dagvattenhanteringen, minska belastning på såväl dagvattennätet som recipienten.

9 Referenser

Alm, H., Banach, A., Larm, T., 2010. *Förekomst och rening av prioriterade ämnen, metaller samt vissa övriga ämnen i dagvatten*. Svenskt Vatten Utveckling, rapport Nr 2010-06

Havs- och vattenmyndigheten. 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättsläget med sammanställning av domar*. Rapport 2016:30

Larm T. 2000. *Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar*. VA-FORSK-rapport 2000-10.

Sundin, E. 2012 *Dagvattenhantering*. Tidskriften Landskap. Nr:3.s 17-19.

Stockholms stad, 2016. *Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation*.

Svenskt Vatten, 2016. *P110 Avledning av dag-, drän-, och spillvatten*.

Svenskt Vatten, 2011. *P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem*.

Svenskt Vatten, 2011. *P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande*.

Uppsala Vatten. *Riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark*. 2017.

Uppsala Vatten. *Handbok för dagvattenhantering*. 2016.

Uppsala Vatten. *Dagvattenprogram för Uppsala kommun*. 2014.

VISS, 2017. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2018-04-04

Dagvattenutredning Bälinge skola

Bilaga 1- Osäkerheter i schablonhalter, Stormtac

1. Använda schablonhalter i StormTac.

I Tabell 1-1 redovisas schablonvärdet för dagvattenhalten för respektive markanvändningstyp och förorening. Dessa schablonvärden viktas mot markanvändningstyp- och area och summeras sedan vid ett årsmedelnederbörden som har angetts till 636 mm. Osäkerheten bedöms med hjälp av standardavvikelse och färgsätts efter osäkerhet där grön är lägst osäkerhet och röd är högst osäkerhet.

Tabell 1-1. Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning inom utredningsområdet. SD = standardavvikelse. nd=ingen data.

Dagvattenhalt (ug/l) per markanvändning. SD = Standard Deviation (standardavvikelse). nd = no data (ingen data)

Markanvändning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil	PAH16	BaP
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700	96	1.7	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Parkering	100	1300	30	40	140	0.45	15	15	0.050	140000	800	3.5	0.060
SD	45	450	94	24	120	0.97	9.6	nd	nd	98000	290	nd	nd
Takyta	90	1200	2.6	7.5	28	0.80	4.0	4.5	0.0030	25000	0	0.44	0.010
SD	230	2900	440	1000	5900	160	nd	nd	nd	29000	nd	nd	75
Gång & cykelväg	85	1800	3.5	23	20	0.30	7.0	4.0	0.050	7400	770	0.13	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Gräsyta	160	1100	6.0	15	28	0.30	2.5	1.3	0.013	47000	200	0.10	0.010
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd

Klassificering av osäkerhet	Hög säkerhet	Medel säkerhet	Låg säkerhet
-----------------------------	--------------	----------------	--------------