

GEOSIGMA

Grav 17225


Dagvattenutredning

Kvarngärdet 1:20, Uppsala kommun



Geosigma AB

2017-09-15

Uppdragsledare: Mauricio Vargas	Uppdragsnr: 604879	Grav nr: 17225	Version: 1.0	Antal Sidor: 30	Antal Bilagor: 1	
Beställare: Skolfastigheter AB	Beställares referens: Bo Stridh		Beställares referensnr: -			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Kvarngärdet 1:20, Uppsala kommun						
Författad av: Jonas Olofsson				Datum: 2017-09-15		
Granskad av: Lianne de Jonge				Datum: 2017-09-15		
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6	Uppsala Postadr: Box 894, 751 08 Uppsala Besöksadr: Vattholmavägen 8, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegratan 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

Vid kvarngårdesskolan i Uppsala planeras en större ombyggnation som innebär att befintliga byggnader inom fastigheten rivs och en ny grundskola med plats för 1020 elever fördelat på två byggnader uppförs. Vid ombyggnationen ska också en idrottshall uppföras. I samband med upprättandet av en ny detaljplan för fastigheten Kvarngärdet 1:20 har Geosigma fått i uppdrag av Skolfastigheter AB att utföra utredningar inom tre delområden; dagvatten, geoteknik och miljö/förorenad mark.

Marken inom planområdet utförs idag av Kvarngårdesskolan som byggdes 1966. Skolan är uppdelad i fem olika närliggande byggnader med skolgård emellan. Skolgården består av hårdgjorda asfaltytor, grusytor och grönytor med trädplanteringar och gräsmatta.

Recipient för området är Fyrisån som leder vattnet vidare till Ekoln och Mälaren. Fyrisån klassas som en ytvattenförekomst med måttlig ekologisk status samt ej god kemisk status. Enligt vattendirektivet får inga vatten försämrings, vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås. Det är därför nödvändigt att utreda hur ombyggnationerna inom planområdet beräknas påverka recipienten Fyrisån.

Enligt utförda beräkningar medför den planerade exploateringen av området ökade dagvattenflöden med 18 % då ingen klimatfaktor ansätts och 48 % med ansatt klimatfaktor för ett dimensionerande flöde för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet utan att några åtgärder vidtas. Årsmedelflödet beräknas öka med 16 % efter exploateringen beräknat med framtida klimat.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder. Tre alternativ har undersökts.

Alternativ 1

- Dagvatten från hårdgjorda ytor, som tak och asfaltytor, inom utredningsområdet leds till skelettjordar för rening, fördröjning och infiltration.
- Skelettjordarna ansluts till ett fördröjningsmagasin som tar emot överskottsvatten vid dimensionerande regn. Fördröjningsmagasinet ansluts till dagvattensystem

Alternativ 2

- Dagvatten från hårdgjorda ytor, som tak och asfaltytor, inom utredningsområdet leds till skelettjordar för rening, fördröjning och infiltration.
- Skelettjordarna ansluts till ett fördröjningsmagasin som tar emot överskottsvatten vid dimensionerande regn. Fördröjningsmagasinet ansluts till dagvattensystem
- Byggnaderna anläggs med extensiva gröna tak vilket resulterar i en minskning av fördröjningsmagasinets storlek.

Alternativ 3

- Dagvatten från hårdgjorda ytor, som tak och asfaltsytor, inom utredningsområdet leds till skelettjordar för rening, fördröjning och infiltration.
- Byggnaderna anläggs med semi-intensiva gröna tak vilket resulterar i att fördröjningskraven från Uppsala kommun uppfylls även utan ett fördröjningsmagasin.

Generellt för samtliga alternativ gäller att dagvattenhanteringen i utredningsområdet underlättas om kantsten mellan hårdgjorda ytor och grönytor undvikas.

Samtliga alternativ uppfyller Uppsala kommuns krav och riktlinjer för dagvattenhantering inom Fyrisåns avrinningsområde.

Föreslagen dagvattenhantering innebär minskad flödesbelastning på befintligt dagvattensystem jämfört med befintlig markanvändning samt en ökad rening som möjliggör en förbättring av recipienten. Åtgärdsförslagen innebär även att Uppsala kommuns riktlinjer för dagvatten uppnås.

Eftersom planområdet inte har några dagvattenlösningar i dagsläget bedöms exploateringen av planområdet med rekommenderade dagvattenlösningar innebära en positiv åtgärd i arbetet mot en bättre vattenkvalitet i recipienten Fyrisån.

Innehållsförteckning

1	Inledning och syfte	7
1.1	Syfte.....	7
1.2	Allmänt om dagvatten.....	8
2	Material och metod.....	9
2.1	Material och datainsamling.....	9
2.2	Platsbesök.....	9
2.3	Flödesberäkning	11
2.4	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	11
2.5	Föroreningsberäkning	11
3	Områdesbeskrivning och avgränsning.....	12
3.1	Markanvändning – Befintlig och planerad	12
3.2	Hydrogeologi och Hydrologi.....	13
3.2.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi	13
3.2.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.....	15
3.3	Föroreningssituation	16
3.4	Recipient – Status.....	16
3.4.1	Miljö kvalitetsnormer (MKN).....	17
3.5	Förutsättningar för dagvattenhanteringen	17
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning.....	19
4.1	Flödesberäkningar	19
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	20
4.3	Föroreningsbelastning.....	20
4.4	100-årsregn	21
5	Lösningförslag för dagvattenhantering	23
5.1	Generella rekommendationer.....	23
5.2	Exempellösningar för dagvattenhantering.....	23
5.2.1	Porösa jordar och växtlighet	23
5.2.2	Gröna tak.....	26
5.2.3	Skötsel och underhåll	28
5.3	Lösningförslag.....	28
5.3.1	Lösningalternativ 1.....	29
5.3.2	Lösningalternativ 2.....	29
5.3.3	Lösningalternativ 3.....	30
6	Slutsats.....	32

7	Referenser	33
---	------------------	----

1 Inledning och syfte

I samband med upprättandet av en ny detaljplan för fastigheten Kvarngärdet 1:20 har Geosigma fått i uppdrag av Skolfastigheter AB att utföra en utredning med syftet att undersöka möjligheterna för en ombyggnation med avseende på dagvattensituationen.

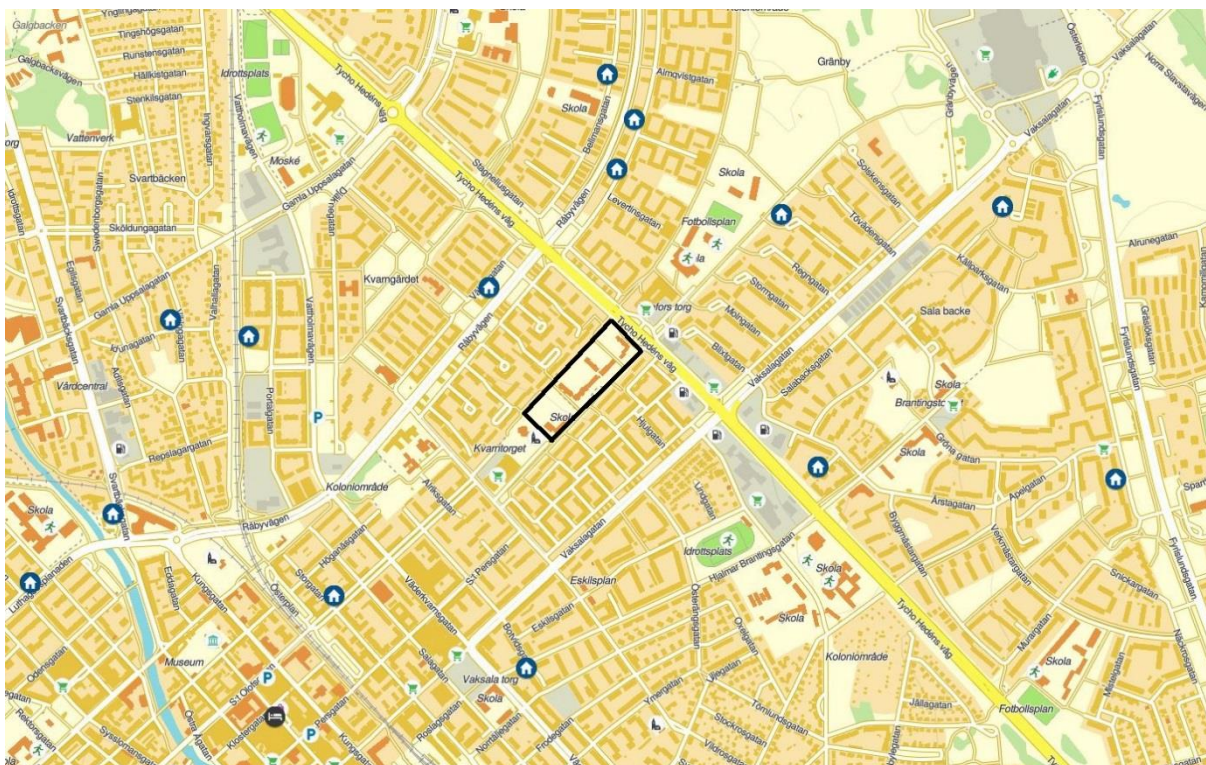
Detaljplaneförslaget innebär att de nuvarande skolbyggnaderna inom planområdet rivs och en ny grundskola med plats för 1200 elever uppförs. Skolan kommer vara fördelad på två byggnader med en idrottshall mellan dem. Utöver skolbyggnaderna och idrottshallen ska en ny skolgård anläggas. En översiktskarta med ungefärligt läge redovisas i figur 1-1.

1.1 Syfte

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet genom sedimentation och fastläggning av partiklar.

Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen ska Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering med tillhörande anvisningar följas. Hänsyn har tagits till Fyrisån och utredningen har haft som syfte att inte bara få ner föroreningsbelastningen till nivåer motsvarande befintliga förhållanden utan även förbättra föroreningssituationen inom planområdet.

I uppdraget ingår det att beräkna den fördröjningsvolym som fastigheten ska kunna fördröja utifrån Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering. Dessa krav innebär att dagvattenanläggningarna inom fastigheten skall utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning tillförbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning.



Figur 1-1. Översiktskarta med ungefärlig placering av utredningsområdet Kvarngärdet 1:20, markerat med en svart polygon (Karta från hitta.se).

1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningsens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Exploateringen av en tidigare handelstomt med tillhörande parkering leder generellt till en mindre areal av hårdgjorda ytor, vilket innebär en minskning av dagvattenmängderna. Dock är det främst dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar, och det är därför viktigt att utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, som 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

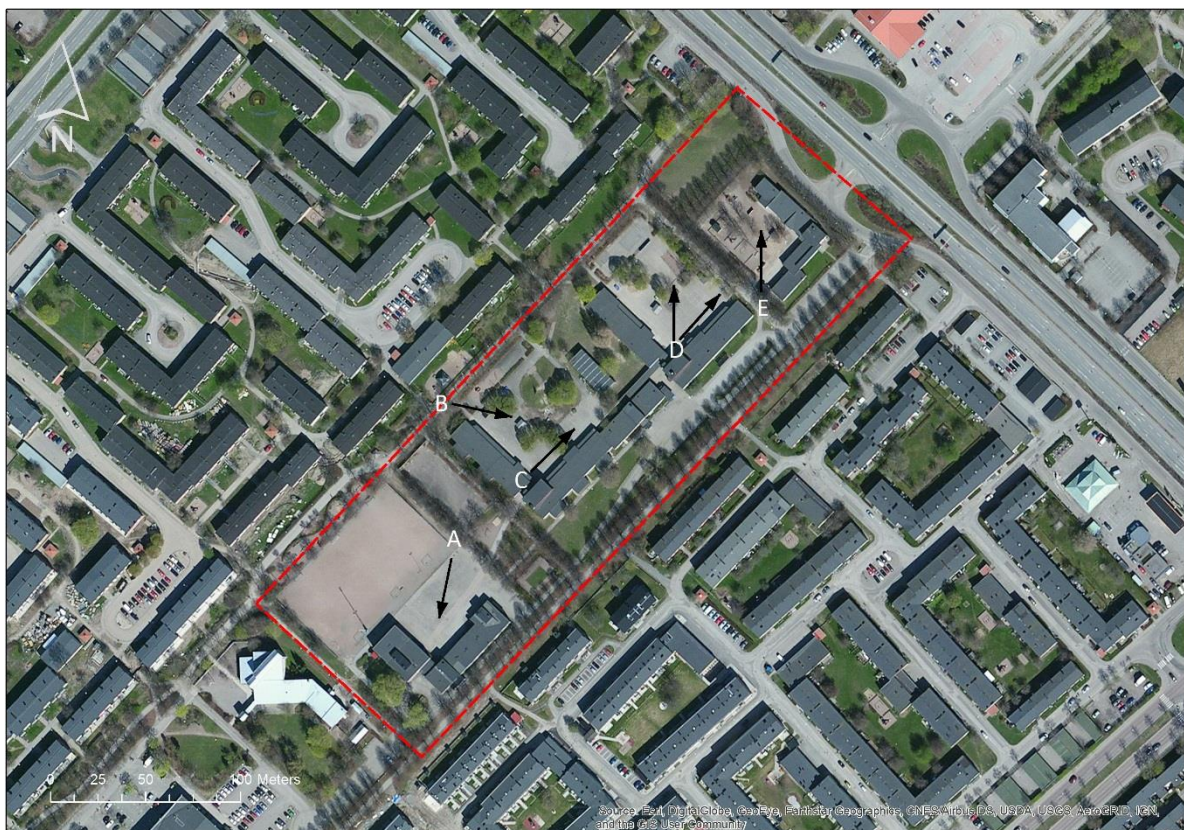
2.1 Material och datainsamling

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

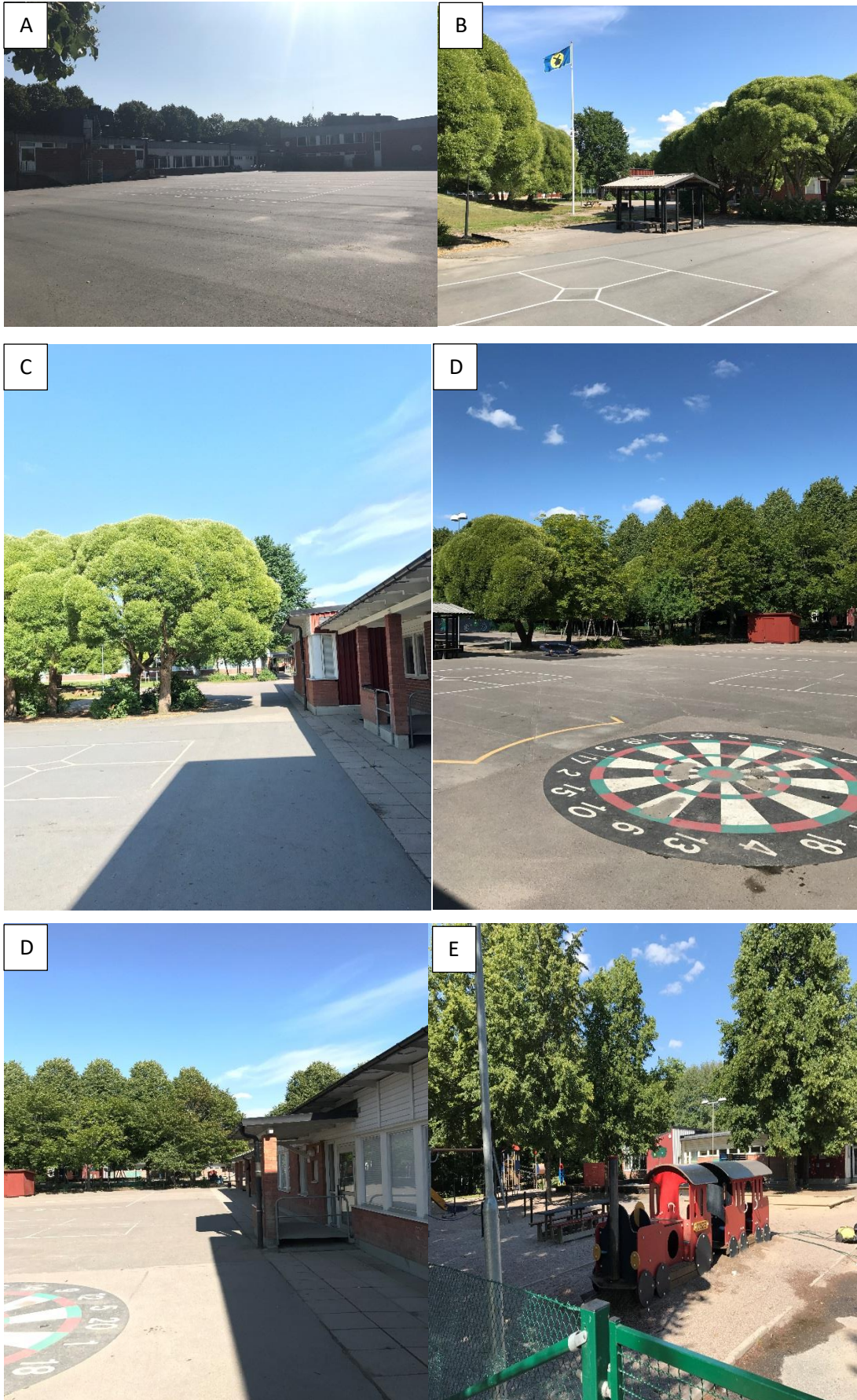
- Jordarts- och jorddjupskarta (SGU)
- Uppsala kommuns riktlinjer för dagvattenhantering
- Befintliga VA- ledningar (erhållet av beställaren)
- Illustrationsplan (erhållet av arkitekt)

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes då bland annat områdets topografiska förhållanden undersöktes och en översiktlig inspektion av den befintliga dagvattensituationen utfördes. Ett antal fotografier togs under platsbesöket varav fem fotografier redovisas i Figur 2-2. Plats och riktningar för fotografierna visas i Figur 2-1.



Figur 2-1. Översiktskarta med platser och riktningar för fotografierna A till E i Figur 2-2.



Figur 2-2. Fotografierna A till E visar planområdet från de platser och riktningar som redovisas i Figur 2-1.

2.3 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.

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 planområdet ligger. En ansatt klimatfaktor på 1,25 har ansatts för att ta höjd för klimatförändringar och ökade nederbörds mängder.

2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningen av den dimensionerande utjämningsvolymen för eventuella fördröjningsanläggningar görs med följande generella ekvation:

$$V = 20 \text{ mm} \cdot \text{Andelen hårdgjord yta} \quad (\text{Ekvation 2})$$

Där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen, 20 mm är den mängd nederbörd som Uppsala kommun kräver ska kunna renas och avtappas under minst 12 timmar. Den totala dimensionerande utjämningsvolymen blir 722 m³.

2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet utförs med modellverktyget StormTac v.17.2.2. 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. För information om schablonhalterna som använts i beräkningarna, se Bilaga 1.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

3.1 Markanvändning – Befintlig och planerad

Utredningsområdet utgörs av ett område på cirka 4,5 hektar där marken idag upptas av Kvarngårdsskolan. Området består av skolbyggnader och skolgårdar med asfaltytor samt grönytor, se Figur 3-1.

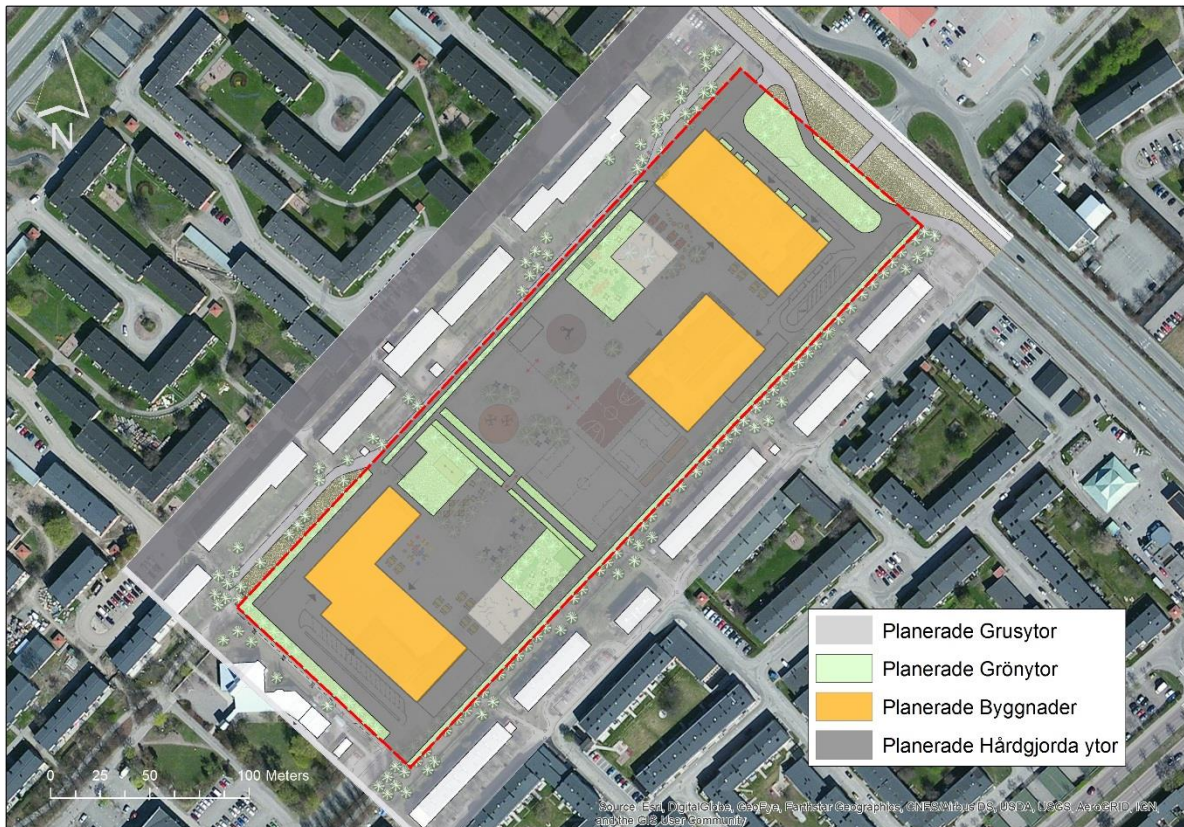


Figur 3-1. Den befintliga markanvändningen inom fastigheten Kvarngärdet 1:20 utgörs mestadels av skolbyggnader och skolgårdar.

Ombyggnationen inom utredningsområdet kommer att innebära att den befintliga markanvändningen omformas något, se Figur 3-2. Området kommer fortsättningsvis bestå av skolverksamhet med tillhörande skolgårdar, fotbollsplaner och grönytor. Sammantaget ökas utredningsområdets avrinningskoefficient efter den planerade markanvändningen.

Den befintliga markanvändningen innebär dock att Uppsala kommuns uppsatta riktlinjer för fördröjning av ett 20 mm regn under minst 12 timmar inte uppnås.

Se Tabell 4-1 i Kapitel 4, för en mer detaljerad redovisning av befintlig och planerad markanvändning.



Figur 3-2. Planerad markanvändning inom fastigheten Kvarngärdet 1:20 efter den tänkta ombyggnationen av området.

3.2 Hydrogeologi och Hydrologi

I samband med den översiktliga miljötekniska markundersökningen som utfördes på området under augusti 2017 installerades fyra grundvattenrör inom fastigheten. Syftet med dessa var främst att pröva grundvattnet men även grundvattenytans nivå har uppmätts.

3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

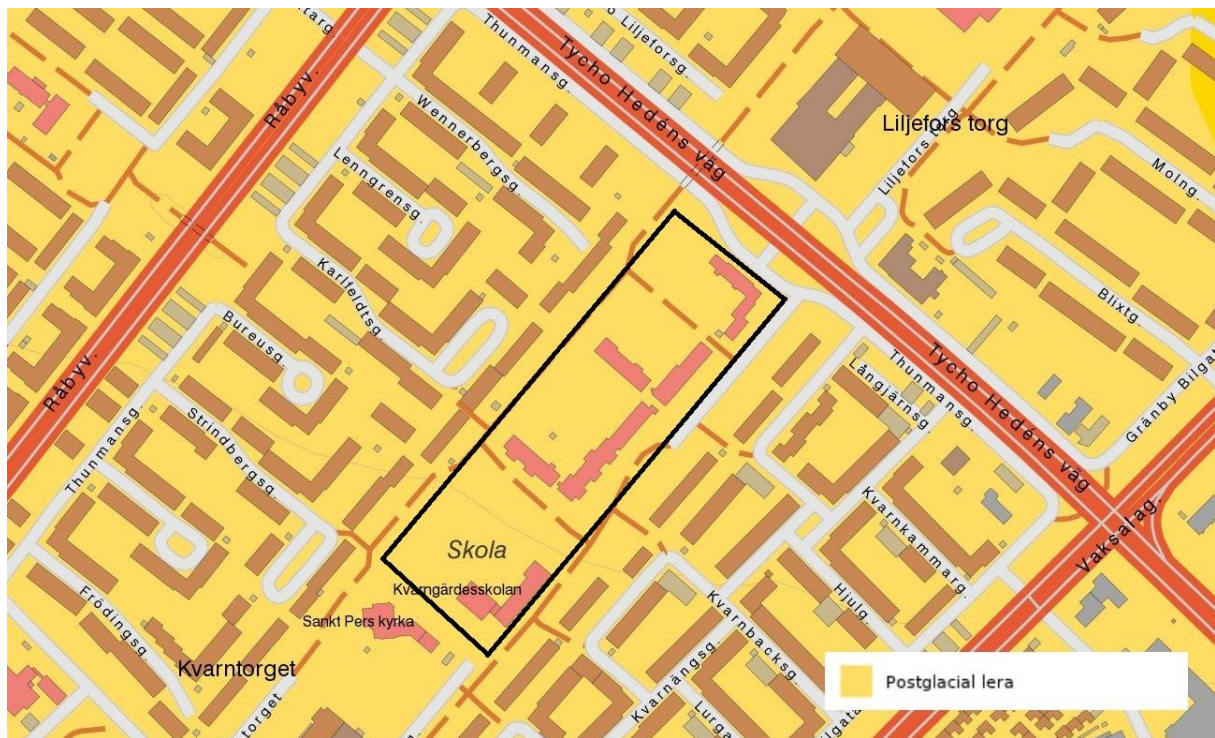
Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mättnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet, K_s .

I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

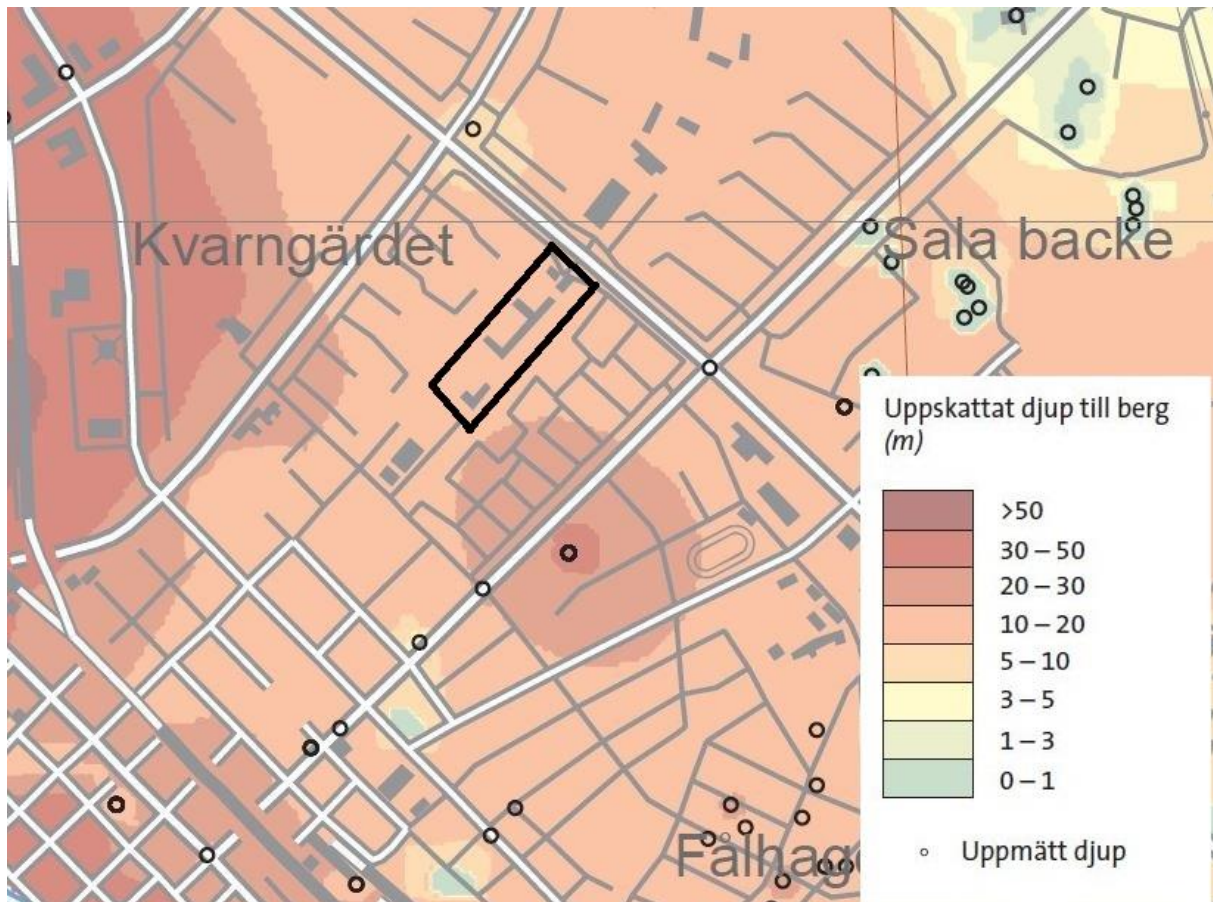
Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983)

Jordtyp	Infiltrationskapacitet (mm/h)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan och jorddjupskartan från SGU består jordlagren inom utredningsområdet av postglacial lera. Jordlagrens mäktigheter uppges till mellan 10 och 20 meter, se Figur 3-3 och Figur 3-4.



Figur 3-3. Jordartskartan i skala 1:5 000 från SGU visar att utredningsområdet Kvarngärdet 1:20 i huvudsak bedöms bestå av postglacial lera.



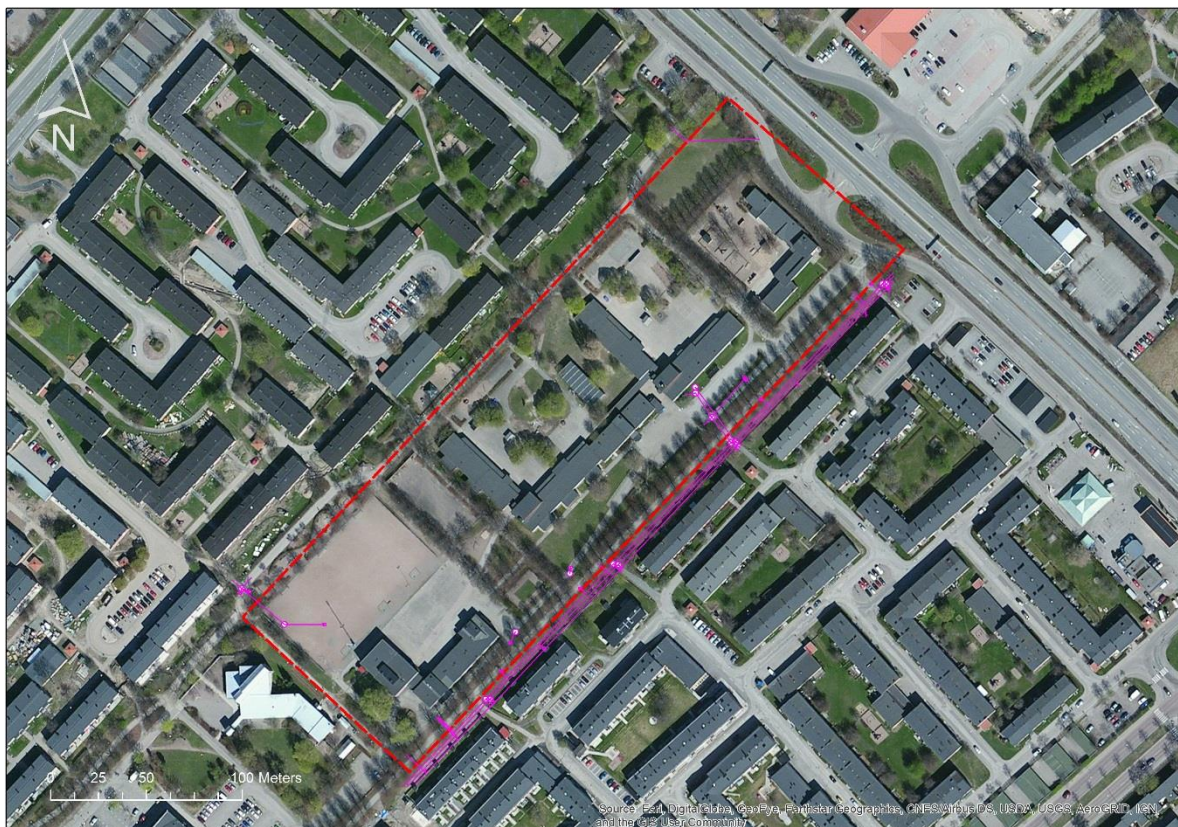
Figur 3-4. Jorddjupskartan i skala 1:50 000 från SGU visar att fastigheten Kvarngärdet 1:20 bedöms ha jorddjup mellan 10 och 20 meter.

Inför byggnationerna inom fastigheten utfördes en mark- och miljöteknisk utredning samt en geoteknisk utredning inom fastigheten, se "Miljöteknisk markundersökning Kvarngärdesskolan, Uppsala" (Geosigma, 2017) och "Geoteknisk Utredning Kvarngärdesskolan, Uppsala (Geosigma, 2017)". Dessa undersökningar konstaterade att området består av ca 0,5-1 m fyllnadsmaterial som överlagrar drygt 20 m lera.

Baserat på denna information bedöms förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten i utredningsområdet som mindre bra.

3.2.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Utredningsområdet är relativt plant med lutning mot dagvattenbrunnar runt om på fastigheten. Avrinningen sker både som ytavrinning och via de befintliga dagvattenledningarna inom planområdet. Figur 3-5 visar det befintliga dagvattennätet som mottar dagvattnet från utredningsområdet.



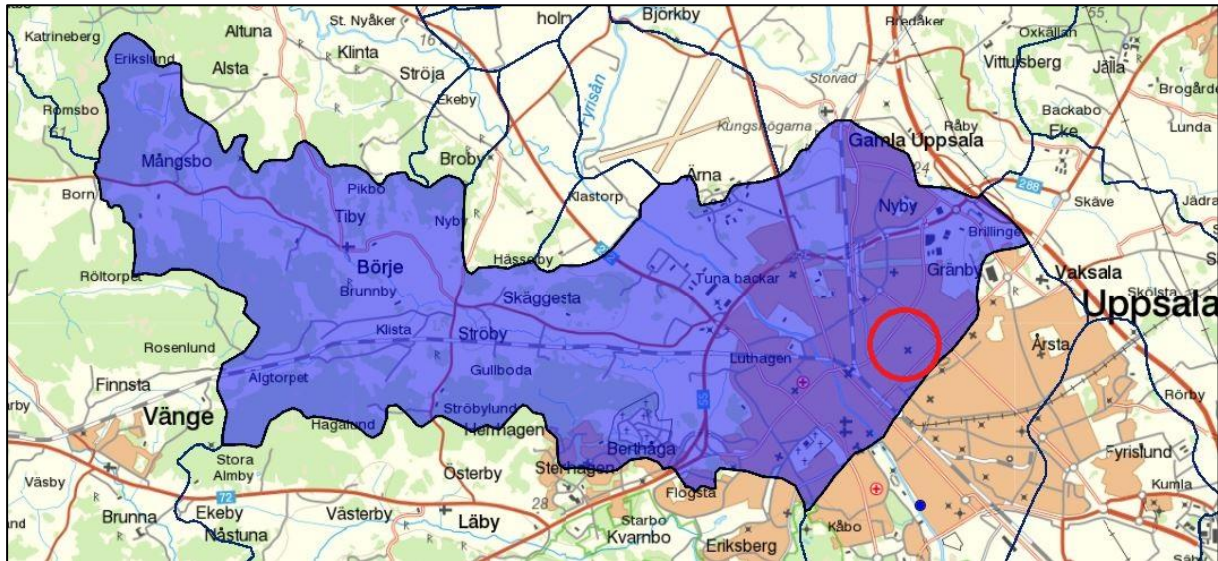
Figur 3-5. Det befintliga dagvattennätet (lila) som mottar dagvattnet från utredningsområdet.

3.3 Föroreningsituation

En översiktlig markteknisk undersökning utfördes den 22:a augusti 2017 av Geosigma AB. Totalt 11 st provtagningspunkter undersöktes och 11 st prover skickades in för analys med avseende på metaller, PAH:er och olja. Utöver jordprovtagningen installerades även tre grundvattenrör. För resultat, se "Miljöteknisk markundersökning Kvarngårdesskolan, Uppsala" (Geosigma, 2017).

3.4 Recipient – Status

Planområdet ingår i Fyråsåns avrinningsområde. Figur 3-6 visar det delavrinningsområde som planområdet tillhör. Fyråsån rinner sydväst om planområdet och är recipient för dagvatten från planområdet.



Figur 3-6. Planområdet Kvarngärdet 1:20 ingår i Fyrisåns avrinningsområde som slutligen avvattnas till Mälaren. Planområdet återfinns inom den röda cirkeln.

3.4.1 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Det dagvatten som bildas inom planområdet rinner till Fyrisån (SE663992-160212). Vattendirektivet säger att ”inga vatten får försämrats”, vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

3.4.1.1 Fyrisån

Fyrisån har flera miljöproblem och är förorenad med avseende på näringsämnen och miljögifterna arsenik och zink. Enligt VISS (2017) bedöms det att Fyrisån har en måttlig ekologisk status på grund av för höga halter kiselalger. Fyrisån uppnår ej god kemisk status på grund av överskridande gränsvärden för kvicksilver, antracen och polybromerade difenyletrar (PBDE). Fyrisån har problem med övergödning på grund av belastning av näringsämnen. De uppmätta fosforhalterna i Fyrisån ligger nära gränsen till måttlig status. Fyrisån har även problem med syrefattiga förhållanden.

Detta innebär enligt Weserdomen (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016) att ingen ytterligare försämring är tillåten samt att alla ökande utsläpp av näringsämnen anses bidra till försämrade den dåliga statusen.

Miljökvalitetsnormernas kvalitetskrav är att god ekologisk status uppnås 2027 samt god kemisk ytvattenstatus med tidsfrist till 2021 för antracen samt med undantag i form av mindre stränga krav för bromerade difenyletrar och kvicksilver och kvicksilverföreningar.

3.5 Förutsättningar för dagvattenhanteringen

Uppsala kommun har utifrån kommunens dagvattenprogram, antagen 2014 i kommunfullmäktige, och dagvattenpolicy tagit fram övergripande mål för att underlätta arbetet för inblandade parter i deras arbete med dagvattenfrågor i samband med exploateringen av områden inom Uppsala kommun.

I programmet formuleras följande fyra övergripande mål:

- Bevara vattenbalansen
Vattenbalansen och den befintliga grundvattennivån ska inte påverkas negativt i samband med utvecklingen av stad och landsbygd inom kommunen.
- Skapa en robust dagvattenhantering
Dagvattenhanteringen ska utformas så att skador på allmänna och enskilda intressen undviks.
- Ta recipienthänsyn
Hanteringen av dagvatten ska möjliggöra att god status uppnås i Uppsalas recipienter.
- Berika stadslandskapet
Dagvattenhanteringen ska bidra till ett attraktivt stadslandskap.

Uppsala kommun har även uppställda riktlinjer för utsläpp av dagvatten från fastighetsmark. Det finns två nivåer på krav och vilken nivå som tillämpas beror på avståndet från förbindelsepunkten via ledningssystemet, ner till utloppet i recipienten. Om fastigheten inte ligger i direkt närhet till utloppet i recipienten gäller följande:

- Dagvattenanläggningar inom fastigheten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I beräkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 (2016) använts, se Tabell 4-1. Planområdet består av flera olika typer av markanvändning och därför har en avvägd avrinningskoefficient beräknats enligt sambandet:

$$\varphi_{Atot} = (\varphi_1 \cdot A_1 + \varphi_2 \cdot A_2 + \varphi_3 \cdot A_3 \dots) / A_{tot} \quad (\text{Ekvation 3})$$

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. Använda avrinningskoefficienter, samt beräknade avvägda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Markanvändning	ϕ (-)	Area befintlig markanvändning (ha)	Area planerad markanvändning (ha)	ϕ_{Atot} (-) befintlig	ϕ_{Atot} (-) planerad
Takyta	0,90	0,58	0,93	0,62	0,74
Grönyta	0,18	1,27	0,76		
Grusytor	0,40	0,45	0,11		
Övriga hårdgjorda ytor	0,85	2,18	2,68		
Summa		4,48	4,48		

I enlighet med Uppsala kommuns riktlinjer har ett återkommande 10-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden.

Dagvattenflöden från planområdet vid ett återkommande 10-årsregn med 10 minuters varaktighet, för befintlig och planerad markanvändning är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och visas i Tabell 4-2. I tabellen visas även förändringen i årsmedelflöde och dimensionerande flöde. Vid beräkningar av dagvattenflöde efter planerad exploatering av fastigheten har en klimatfaktor på 1,25 använts för att erhålla det dimensionerande flödet. Enligt beräkningar utförda enligt Dahlström (Svenskt Vatten, 2010) motsvarar ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet en regnintensitet på 228 liter/sekund-hektar.

Tabell 4-2. Beräknade dagvattenflöden för befintlig och planerad markanvändning vid dimensionerande flöde för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet (228 liter/sekund·hektar) samt årsflöden (årsnederbörd 636 millimeter) med en klimatfaktor på 1,25

	Dimensionerande flöde för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet (liter/sekund)	Årsmedelflöde (liter/sekund)
Befintlig markanvändning (utan klimatfaktor)	635	0,64
Planerad markanvändning (med klimatfaktor)	940	0,74
Procentuell ändring	<u>48 %</u>	<u>16 %</u>

En exploatering av området enligt föreslagen planskiss skulle medföra ökade dagvattenflöden med 48 % med en ansatt klimatfaktor på 1,25. Årsmedelflödet skulle öka med 16 %, även det med en ansatt klimatfaktor på 1,25.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.4. Dagvattenanläggningarna inom fastigheten utformas så att 20 mm regn, räknat över hela fastighetens yta, kan renas och avtappas under minst 12 timmar innan vidare avledning till förbindelsepunkten för Uppsala Vattens dagvattenledning. För att uppnå dessa krav krävs en utjämningsvolym på 722 m³.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v.17.2.2 använts, se Tabell 4-3. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Tabellen beskriver tre åtgärdsalternativ samt den befintliga och den planerade dagvattensituationen utan någon åtgärd. Alternativ 1 innebär att dagvattnet leds till skelettjordar under grönytor samt ett fördröjningsmagasin som fördröjer dagvattnet. Alternativ 2 innebär att byggnaderna inom utredningsområdet anläggs med extensiva gröna tak som renar och fördröjer regnvattnet som faller på taken samt att det övriga dagvattnet leds till skelettjordar under grönytor och ett fördröjningsmagasin som fördröjer dagvattnet. Alternativ 3 innebär att taken inom utredningsområdet anläggs med semi-intensiva gröna tak som kan fördröja större mängder vatten. Det övriga dagvattnet leds till skelettjordar under grönytor. I detta alternativ uppfylls fördröjningskraven utan ett fördröjningsmagasin. För mer detaljerad information om de olika alternativen, se avsnitt 5.3.

Tabell 4-3. Föroreningsbelastning i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt föroreningsbelastning efter föreslagen rening, beräknat i StormTac 17.2.2. Föroreningsbelastningen jämförs med den befintliga. Röd = halten ökar alternativt förblir oförändrad efter planerad markanvändning, Grön = halten minskar vid planerad markanvändning.

Ämne	Föroreningsbelastning									
	Befintlig		Planerad		Alt 1		Alt 2		Alt 3	
	µg/l	kg/år	µg/l	kg/år	µg/l	kg/år	µg/l	kg/år	µg/l	kg/år
Fosfor	78	1,6	81	1,9	40	0,93	40	0,80	40	0,79
Kväve	1 700	34	1 700	39	710	16	760	15	740	15
Bly	3,1	0,063	3,1	0,072	0,67	0,016	0,61	0,048	0,61	0,012
Koppar	17	0,34	17	0,40	3,0	0,070	3,0	0,060	3,0	0,0059
Zink	21	0,43	21	0,49	5,0	0,12	5,0	0,10	5,0	0,098
Kadmium	0,34	0,0068	0,39	0,0090	0,03	0,0007	0,03	0,0006	0,03	0,00059
Krom	5,1	0,10	5,5	0,13	2,1	0,049	2,0	0,040	2,0	0,040
Nickel	3,4	0,068	3,7	0,086	1,00	0,023	1,00	0,020	1,00	0,020
Kvicksilver	0,033	0,00066	0,033	0,00077	0,011	0,0003	0,011	0,00023	0,012	0,00023
Suspenderad substans	11 000	230	12 000	270	4500	104	3800	76	3 700	73
Olja (mg/l)	480	9,7	500	12	110	2,6	120	2,3	120	2,3
PAH (µg/l)	0,24	0,0049	0,20	0,0047	0,02	0,0005	0,020	0,00040	0,020	0,00039
Benso(a)pyren	0,0080	0,00016	0,0086	0,00020	0,005	0,0001	0,005	0,00010	0,0050	0,000098

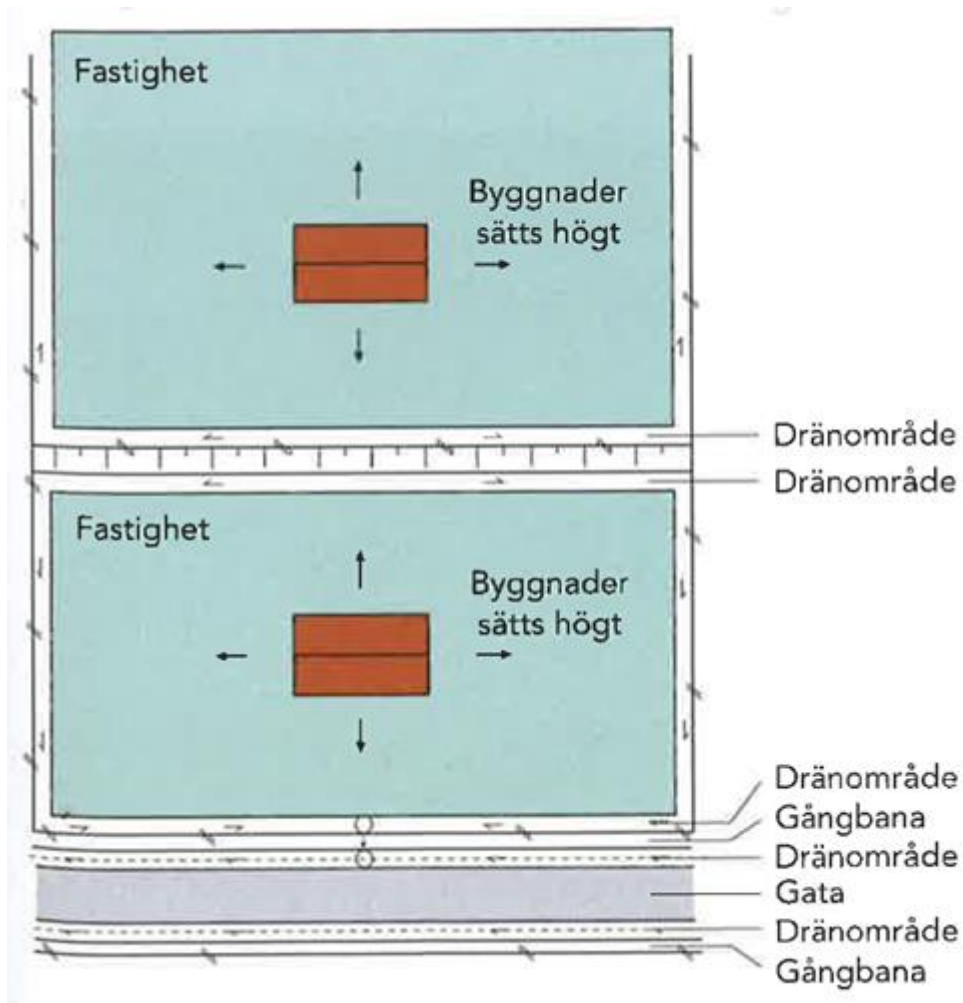
Den planerade markanvändningen leder till en generell försämring av föroreningssituationen. Endast en av föroreningarna minskar medan 12 st ämnen ökar eller förblir oförändrade efter planerad exploatering. Anledningen till att även de oförändrade koncentrationerna av föroreningar i dagvattnet markeras som röda är att den årliga föroreningsbelastningen ökar vid oförändrade koncentrationer på grund av högre flöden.

Efter föreslagen rening genom skelettjordar och gröna tak minskar belastningen på recipienten Fyrisån för alla studerade ämnen jämfört med innan exploateringen. Beräkningarna visar att samtliga föroreningar då understiger de ursprungliga. Exploateringen bedöms därför inte innebära någon ökad risk för att recipienterna ska försämrats. Eftersom planområdet inte har några dagvattenlösningar i dagsläget kommer exploateringen av planområdet med dagvattenlösningar snarare innebära en positiv åtgärd i arbetet mot en bättre vattenkvalitet i recipienterna.

4.4 100-årsregn

Dagvattenlösningarna kommer att bidra till en ökad fördröjning av dagvattenflödena inom planområdet och ett mindre momentant flöde från planområdet, vilket kommer att bidra till en minskad översvämningsrisk för planområdet efter exploateringen. Vid extrema regn, så som ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden där planområdets dagvattenlösning inte kommer att vara tillräcklig för att omhänderta allt dagvatten. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvatten kan transporteras via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalvattendrag, och att lågpunkter där dagvatten kan ansamlas undviks. Höjdsättningen av planområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn, genom att om föreslagna fördröjningsanläggningar bräddar rinner

överskottsvattnet ut på vägarna för vidare transport mot recipienten. Denna lösning medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas. En enkel skiss på höjdsättning av byggnader ses i Figur 4-1.



Figur 4-1. Höjdsättningsförslag enligt Svenskt vattens publikation P105

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Utredningsområdet består av fyllnadsmaterial som överlagrar lera med en mäktighet på drygt 20 meter. Detta medför att naturlig infiltration av dagvatten till grundvatten inte är effektiv inom planområdet. Eftersom möjligheterna för effektiv infiltration av dagvatten är begränsade föreslås att man arbetar med småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten i kombination med fördröjningsmagasin. Dessa lösningar, till exempel växtbäddar, trädplanteringar, gröna tak och porösa jordar under grönytor kan implementeras på relativt små ytor i planområdet och anpassas till ny bebyggelse.

Enligt Uppsala kommuns anvisningar (2014) för dagvattenhanteringen ska den bidra till att skapa förutsättningar för att minska översvämningar samt uppnå och bibehålla god status i Uppsalas vattenförekomster. Vid planering av nya områden och nybyggnationer är det därför viktigt att tänka på den hållbara dagvattenhanteringen som en naturlig funktion i området. Ur ett reningsperspektiv innebär den hållbara dagvattenhanteringen att avskilja föroreningar lokalt vid källan, gärna i kombination med växtlighet.

Således bör dagvattenhanteringen inom planområdet utformas så att den efterliknar naturliga lösningar för att maximera den mängd vatten som kan fördröjas och därigenom renas. Detta kan åstadkommas med till exempel utjämningsmagasin i kombination med porösa jordar dit dagvatten leds för att fördröjas och förbrukas av växter.

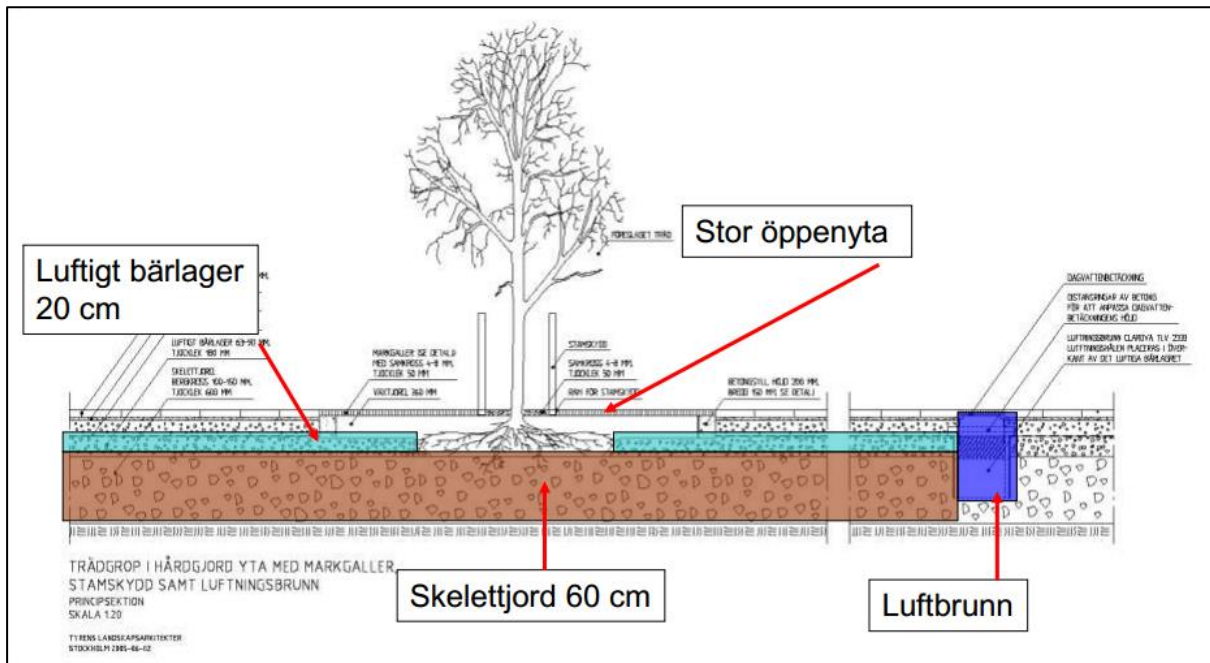
5.2 Exempellösningar för dagvattenhantering

5.2.1 Porösa jordar och växtlighet

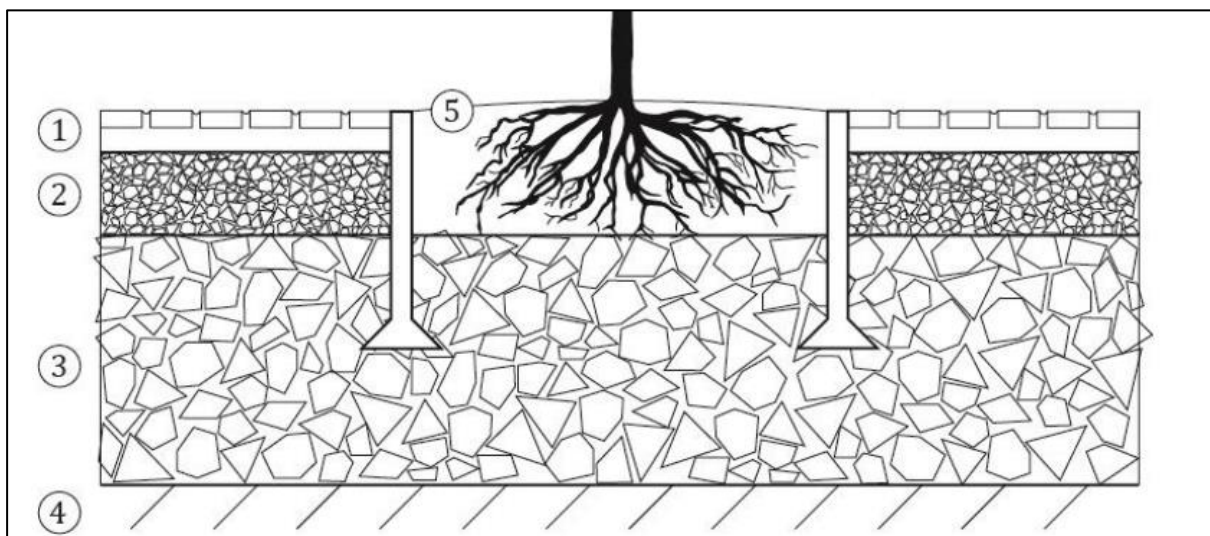
Lokala dagvattenlösningar implementeras i främst park- och grönområden, till exempel rabatter, växtbäddar, gräsytor och trädplanteringar. Dessa kan vara till stor nytta i dagvattenhanteringen genom att de fördröjer nederbörd, förbrukar en del av dagvattnet genom transpiration och renar dagvattnet.

En växtbädd, trädplantering eller gräsyta kan till exempel anläggas med ett tunt mulljordslager (cirka 10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på cirka 20 – 100 centimeter. Skelettjorden kan anläggas med makadam, singel eller med mer porösa och lätta material såsom "leakulor". Fördelen med porösa och lätta material är att dessa möjliggör en fördröjande effekt och en viss reningseffekt samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. Lämpligtvis placeras skelettjordarna under de större grönområdena som planeras inom utredningsområdet. Från skelettjordarna går breddningsledningar till ett fördröjningsmagasin som vid händelse av kraftiga regn tar emot överskottsvattnet från skelettjordarna. Då infiltrationsmöjligheterna inom utredningsområdet anses vara begränsade bör en strypt ledning från skelettjordarna till dagvattennätet anläggas. Denna säkerställer att skelettjordarna sakta dräneras med tiden. För mer detaljerade lösningförslag se kap 5-3.

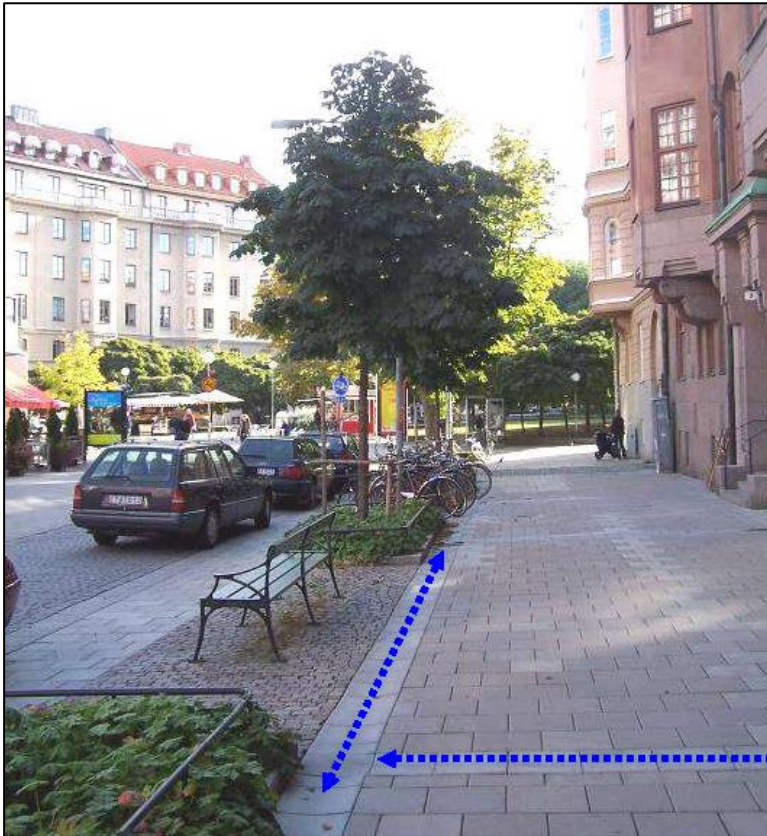
De porösa jordarna kan utformas på många olika sätt. I Figur 5-1 och Figur 5-2 visas skissade exempel för porös jord med trädplantering. Exempelbilder på hur trädplanteringar samt avledning av takvatten till dessa kan utföras visas i Figur 5-3 och Figur 5-4.



Figur 5-1. Exempel på porösa jordar eller så kallad skelettjordskonstruktion vid trädplantering (Tyréns Landskapsarkitekter, 2005).



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



Figur 5-3. Exempelbild av hur takvatten kan avledas i rännalor till växtbäddar med en gemensam underliggande växt- och infiltrationsbädd (skelettjord) för träd (Foto av Örjan Stål och Björn Embrén).



Figur 5-4. Exempelbild på rännalarnas funktion vid nederbörd (Foto av Örjan Stål och Björn Embrén).

5.2.2 Gröna tak

Gröna tak har potential att reducera dagvattenflöden inom planområdet. För gröna tak varierar avrinningskoefficienten beroende på utformning och växttyp.

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

Semi-intensiva tak behöver ett visst mått av skötsel som klippning och bevattning vid torka, och växterna är ofta fetbladsväxter, mossor samt olika typer av grässorter. För semi-intensiva tak (med gräs, örter, sedum, mossa och eventuellt även buskar) anges i tekniska beskrivningar avrinningskoefficienter mellan 0,1 – 0,4.

Sedumtak är en typ av extensiva tak som behöver minimal skötsel, växterna är ofta fetbladsväxter som fetknopp, kärleksört och taklök. De är lättare att sköta och har avrinningskoefficienter på 0,5 – 0,6.

För att få ut den största fördröjningseffekten föreslås att semi-intensiva gröna tak anläggs vilka kan ta emot en större volym vatten innan de blir mättade. De har också ett större årligt vattenupptag, och ger därmed en större minskning av årsmedelflödet, än extensiva tak.

Oavsett vilken typ av gröna tak man väljer kommer de bara att kunna fördröja ett regn upp till en viss storlek. Enligt Svenskt Vattens P105 (Svenskt Vatten, 2011) brukar man normalt anta att regn upp till 5 millimeter kan fördröjas nästan helt av extensiva tak och vid större regnmängder sker ingen fördröjning utöver de första 5 millimeter. Detta beror på att vegetationstäcket blir mättat och fördröjningseffekten reduceras för att till sist upphöra. Semi-intensiva tak antas kunna fördröja 10 mm regn helt och vid större regnmängder sker ingen fördröjning utöver de första 10 mm.

Figur 5-5 och Figur 5-6 visar exempel på hur gröna tak kan se ut i praktiken och i Tabell 5-1 ses en jämförelse mellan olika uppbyggnader av gröna tak.

Tabell 5-1. Jämförelser mellan olika uppbyggnader av gröna tak

	Extensiva gröna tak	Semi-intensiva gröna tak	Intensiva gröna tak
Skötsel	Låg	Periodvis	Hög
Bevattning	Låg	Periodvis	Regelbunden
Växter	Mossa, sedum, örter och gräs	Gräs, örter, perenner och buskar	Gräsmatta eller perenner, grönsaker, buskar och träd
Höjd	20-120 mm	120-250 mm	150-400 mm
Vikt vattenmättnad	50-150 kg/m ²	120-200 kg/m ²	200-1 000 kg/m ²
Kostnad	Låg	Medel	Hög
Användningsområde	Ekologiskt skyddslager	Designat grönt tak	Parkliknande trädgård



Figur 5-5. Exempel på ett semi-intensivt tak (Klimatanpassningsportalen, 2017).



Figur 5-6. Exempelbild på sedumtak i stadsmiljö (Bild: Ljugsedum).

5.2.3 Skötsel och underhåll

För att skelettjordar och gröna tak ska prestera väl under längre perioder krävs skötsel och underhåll. Eftersom konstruktionerna skiljer sig åt mellan olika gröna tak och skelettjordar behöver individuella skötselplaner utformas. För skelettjordar gäller dock generellt att sedimenterande partiklar från dagvattnet täpper igen materialet som de 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 breddavlopp så att dessa inte sätts igen av t.ex. skräp. Då växtligheten ovanpå en skelettjord 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.

De gröna taken indelas efter skötselnivå; från extensiva till intensiva. Tanken bakom extensiva tak är att de ska klara sig själva utan något underhåll eller skötsel. Det är därför viktigt att växterna är av lokal karaktär med goda möjligheter att klara sig själva. Intensiva tak däremot är av en typ som kan stödja alltifrån gräs till buskar och träd, allt beror på hur djup växtbädden tillåts vara. Detta medför att skötselnivån kommer att få en liknande hög intensitet som en vanlig trädgård. Regelbunden vattning och eventuellt även gödning kan behövas. Viktigt att ta med i åtanke är då att näringsämnen potentiellt kan lakas till dagvattnet och sedermera hamna i recipienten.

5.3 Lösningförslag

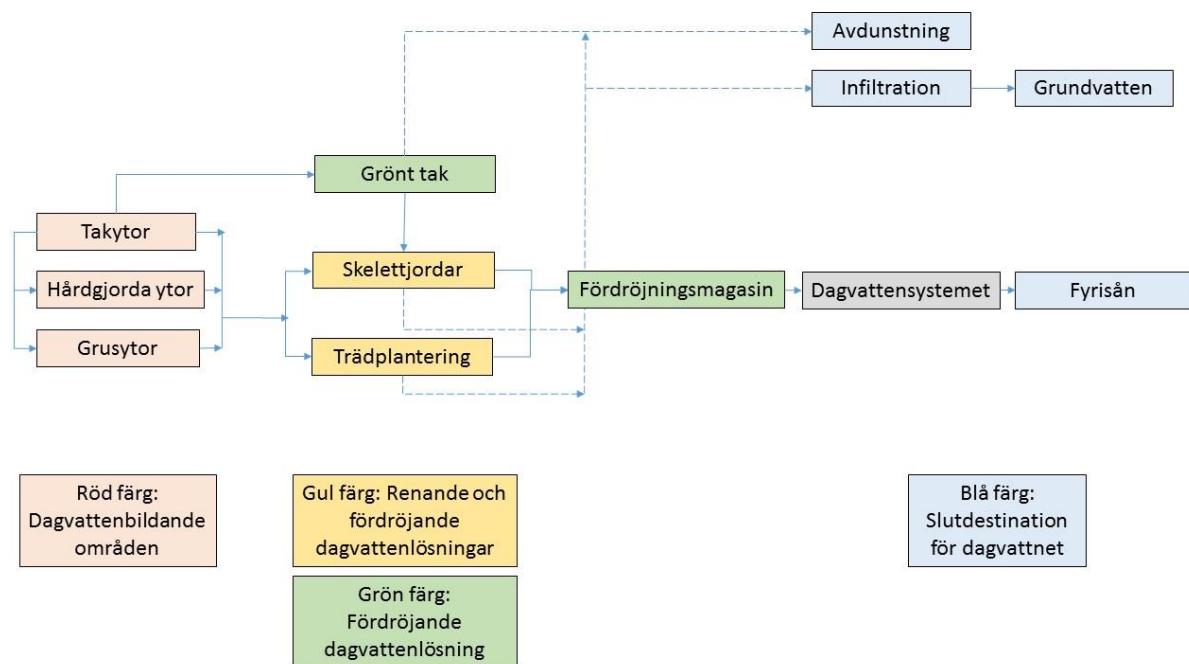
För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en minskad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder. Alternativ med och utan gröna tak har beräknats.

- Dagvatten från hårdgjorda ytor, som tak och asfaltsytor, inom utredningsområdet leds till områdets skelettjordar för rening, fördröjning och infiltration.
- Skelettjordarna ansluts till ett fördröjningsmagasin som tar emot överskottsvatten vid dimensionerande regn. Fördröjningsmagasinet ansluts till dagvattensystem
- Byggnaderna anläggs med gröna tak.
- För att underlätta dagvattenhanteringen i utredningsområdet bör kantsten mellan hårdgjorda ytor och grönytor undvikas.

Nedan följer rekommendationer och förslag till utformning av den föreslagna dagvattenhanteringen som minskar föroreningsbelastningen på recipienten genom fördröjning och rening i skelettjordar, magasin och gröna tak. Dessa dagvattenlösningar har valts för detta utredningsområde eftersom större dagvattenlösningar som ytvattendammar är olämpliga inom skolområden samt för att inte ta stora skolgårdsytor i anspråk.

Föreslagen dagvattenhantering innebär en minskad flödesbelastning på befintligt dagvattensystem samt en ökad rening som möjliggör att Uppsala kommuns framtagna krav för dagvatten uppnås. Dagvattenlösningen avser att skapa en dagvattenhantering som tar recipientansvar och målet med de lösningar för LOD 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. I Figur 5-7 ses en översiktlig modell över hur dagvattnet från de olika markanvändningarna inom planområdet fördröjs, renas och avleds.



Figur 5-7. Boxmodell över hur dagvattnet från olika markanvändningar fördröjs, renas och avleds till recipienten

Figur 5-8 visar en skiss över de föreslagna dagvattenlösningarnas placering. Olika förslag på hur dagvattenlösningarna kan dimensioneras finns beskrivet i Tabell 5-2. Samtliga lösningalternativ uppfyller Uppsala kommuns krav.

5.3.1 Lösningalternativ 1

- Skelettjordar som placeras under de större grönyteområdena inom utredningsområdet. Dessa anläggs med ett djup på 0,5 m och en porositet på 30 %. Den totala arean för skelettjordarna uppgår till 4 360 m² vilket resulterar i en magasineringsvolym på 654 m³.
- Ett fördröjningsmagasin om 68 m³ anläggs centralt inom utredningsområdet. Detta har till uppgift att ge en ytterligare fördröjning samt ta emot överskottsvatten från skelettjordarna.

5.3.2 Lösningalternativ 2

- Skelettjordar som placeras under de större grönyteområdena inom utredningsområdet. Dessa anläggs med ett djup på 0,5 m och en porositet på 30 %. Den totala arean för skelettjordarna uppgår till 4 360 m² vilket resulterar i en magasineringsvolym på 654 m³.
- Gröna tak anläggs på de planerade byggnaderna. Dessa kan fördröja 5 mm regn vilket resulterar i en magasineringsvolym på 46 m³.
- Ett fördröjningsmagasin om 22 m³ anläggs centralt inom utredningsområdet. Detta har till uppgift att ge en ytterligare fördröjning samt ta emot överskottsvatten från skelettjordarna.

5.3.3 Lösningalternativ 3

- Skelettjordar som placeras under de större grönyteområdena inom utredningsområdet. Dessa anläggs med ett djup på 0,5 m och en porositet på 30 %. Den totala arean för skelettjordarna uppgår till 4 360 m² vilket resulterar i en magasineringensvolym på 654 m³.
- Gröna tak anläggs på de planerade byggnaderna. Om semi-intensiva tak väljs kan fördröjningseffekten ökas till 10 mm. Totalt resulterar detta i en magasineringensvolym på 92 m³. En större magasineringensvolym på taken resulterar dock i högre laster.

Det är viktigt att dagvattnet som bildas inom planområdet leds till de valda dagvattenlösningarna så att flödesutjämnningen och reningen får önskvärd effekt. Lämpligtvis leds bildande dagvatten från tak och andra hårdgjorda ytor till närmsta grönyta med underliggande skelettjordar för rening och fördröjning. På detta vis optimeras renings- och fördröjningseffekterna samtidigt som dagvattnet används som en resurs för bevattning av växter. Samtliga redovisade alternativ uppfyller Uppsala kommuns fördröjningskrav för dagvatten.

Tabell 5-2. Alternativa dagvattenlösningar. Olika storlekar och djup på respektive dagvattenlösning samt respektive magasineringensvolym

Alternativ	Åtgärd	Area (m ²)	Djup/uppstick (m)	Magasineringensvolym (m ³)	Kommentar
1	Skelettjordar	4 360	0,5	654	Porositet 30 %
	Fördröjningsmagasin	68	1	68	
2	Skelettjordar	4 360	0,5	654	Porositet 30 %
	Gröna tak	9 265	0,005	46	
	Fördröjningsmagasin	22	1	22	
3	Skelettjordar	4 360	0,5	654	Porositet 30 %
	Gröna tak	9 265	0,01	93	
Minsta magasineringensvolym för att uppfylla Uppsala kommuns flödeskrav = 722 m ³					



Figur 5-8. Principskiss med placering av föreslagen dagvattenhantering

6 Slutsats

Beräkningarna av dimensionerande flöden visar att de planerade förändringarna inom utredningsområdet kommer medföra ökade dagvattenflöden. Med föreslagna lösningsalternativ för dagvattenhanteringen beräknas dagvattnet fördröjas tillräckligt för att uppnå Uppsala kommuns dagvattenkrav för fördröjning som antogs i kommunfullmäktige i januari 2014. De tre olika lösningsalternativen bidrar också till rening av dagvattnet, vilket enligt beräkningarna påverkar recipienten positivt samt bidrar till förbättrade möjligheter att uppnå miljö kvalitetsnormerna.

Vid extrema regn som 100-årsregn kommer stora mängder vatten falla över området på kort tid. Det är därför viktigt att byggnaderna höjdsätts så att de inte riskerar att skadas av översvämningar.

7 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

Bäckström, M. & Forsberg, C, 1998. Norrländsk gatusektion, Luleå tekniska universitet.

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

Klimatanpassningsportalen, 2017. *Gröna tak, fördjupning*.

<http://www.klimatanpassning.se/atgarda/2.3113/grona-tak-fordjupning-1.87577>, hämtat 2017-01-31.

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

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

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.

Bilaga 1

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
Parkmark	120	1200	6.0	11	25	0.30	3.0	2.0	0.020	24000
SD	92	3400	4.5	5.0	33	0.29	1.2	nd	nd	17000
Grusyta	42	2000	2.2	12	33	0.11	1.0	0.85	0.019	9700
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Grönt tak	290	3900	1.0	15	23	0.070	3.0	3.0	0.0067	19000
SD	640	4300	2.1	18	120	0.030	nd	0.85	0.0065	64000
Gång & cykelväg	85	1800	3.5	23	20	0.30	7.0	4.0	0.050	7400
SD	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd	nd
Markanvändning	Oil	PAH16	BaP							
Parkmark	300	0	0							
SD	nd	nd	nd							
Grusyta	96	1.7	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Grönt tak	0	1.9	0.010							
SD	nd	nd	nd							
Gång & cykelväg	770	0.13	0.010							
SD	nd	nd	nd							

Klassificering av osäkerhet Hög säkerhet Medel säkerhet Låg säkerhet