

---

# RAPPORT

---

UPPDRAGSNUMMER 13007277

## DAGVATTENUTREDNING HALMSTAD SJUKHUS



Rapport

2019-10-17

**GBG VATTENSYSTEM**

**Sweco Environment AB**

DAIVA BÖRJESSON  
JENNY HÅKANSSON

KVALITETSGRANSKNING  
MATTIAS SALOMONSSON

## Innehållsförteckning

<b>1</b>	<b>Inledning</b>	<b>1</b>
1.1	Bakgrund och syfte	1
1.2	Orientering	1
1.3	Underlag och källor	2
1.4	Förutsättningar	2
1.5	Styrande dokument	3
<b>2</b>	<b>Metodik</b>	<b>3</b>
2.1	Scalgoanalys	3
2.2	Beräkning av dagvattenflöden	4
2.3	Beräkning av erforderliga fördröjningsvolym	4
2.4	Riktlinjer för skyfallshantering	4
<b>3</b>	<b>Befintliga förutsättningar</b>	<b>6</b>
3.1	Geotekniska och marktekniska förhållanden	6
3.2	Topografi	7
3.3	Recipient	7
3.4	Befintlig dagvattenhantering	7
3.4.1	Dagvattenflöden	7
3.4.2	Befintligt VA-nät	9
<b>4</b>	<b>Framtida förhållanden</b>	<b>11</b>
4.1	Planerad exploatering	11
4.2	Framtida dagvattenhantering	12
4.2.1	Dagvattenflöden	12
4.2.2	Erforderlig fördröjningsvolym	14
4.2.3	Förhållande mellan yta och volym	15
4.3	Föreslaget dagvattensystem	16
4.3.1	Beräkning av ledningskapaciteter för de föreslagna ledningar och jämförelse med beräknade framtida dimensionerande flöden	16
<b>5</b>	<b>Skyfalls- och lågpunktsstudie</b>	<b>18</b>
5.1	Avrinningsområden och rinnvägar	19
5.2	Instängda områden	20
5.3	Åtgärder för skyfallshantering	22
5.4	Konsekvenser av extrem nederbörd	22

<b>6</b>	<b>Syn på dagvattenhanteringen</b>	<b>23</b>
<b>7</b>	<b>Tekniska utformningar</b>	<b>24</b>
7.1	Tak	24
7.1.1	Gröna tak	24
7.1.2	Protan BlueProof	25
7.2	Lokalt omhändertagande av dagvatten/fördröjning nära källa	26
7.2.1	Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd	26
7.2.2	Regnvattentunnor	27
7.2.3	Dammar	28
7.2.4	Uppsamling av takvatten för återanvändning	29
7.2.5	Underjordiska infiltrationsmagasin	29
7.3	Avledning	30
7.3.1	Rännor/kanaler	30
7.3.2	Svackdiken	31
7.3.3	Infiltrationsstråk/makadamdiken	31
7.4	Samlad fördröjning	31
7.4.1	Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd	31
7.4.2	Översvämningsytor	31
7.4.3	Dammar	32
7.4.4	Mångfunktionella ytor	32
7.5	Parkeringsytor	33
7.6	Genomsläppliga ytskikt	33
7.7	Skelettjord för träd	33
7.8	Tekniska lösningar i område med en betydande höjdskillnad	33
7.9	Förslag till administrativa åtgärder	34
<b>8</b>	<b>Grön- och blå struktur, Halmstad sjukhus</b>	<b>35</b>
<b>9</b>	<b>Slutsats</b>	<b>36</b>

## Sammanfattning

Syftet med denna utredning varit att ta fram ett underlag för den framtida dagvattenhantering inom detaljplanområdet, undersöka skillnaden mellan nuläge och efterläge utifrån dagvattenperspektiv samt att ge förslag på lämpliga tekniska lösningar. Placering och utformning av byggnader var osäker vid tiden för framtagandet av denna utredning.

Området ligger inom sekundärt och i nära anslutning till primärt vattenskyddsområde. Detta ställer högre krav på hur dagvatten inom planområdet hanteras. Övergripande riktlinjer för exploatering inom vattenskyddsområde, Halmstads kommun 2017-11-07, antaget av Kommunfullmäktige 2018-02-13 § 3, gäller i Halmstads kommun.

Utgångspunkten i utredningen var att förorenade dagvattnet och det rena dagvattnet ska hållas separerat så långt som det är möjligt.

För att upprätthålla grundvattenbildningen eftersträvas infiltration av takvatten i så stor utsträckning som möjligt. Per m<sup>2</sup> takyta ska 0,2 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för infiltration av dagvatten från takytor. Detta gäller för fördröjning och infiltration på öppna gräsytor. Markytan för infiltration får ersättas med perkolationsmagasin (hålrumsvolym ca 30 %) eller dagvattenkassetter. Per m<sup>2</sup> takyta ska då 0,1 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för perkolationsmagasin under mark, alternativt 0,05 m<sup>2</sup> för dagvattenkassetter under mark.

Inget dagvatten från trafikerade ytor får infiltrera i mark.

Dagvatten från förorenade ytor till exempel trafik-, parkeringsytor ska avledas från vattenskyddsområde. Dagvatten ska ledas till täta ledningar och anslutas till befintligt VA-nät utan fördröjning. Att avleda dagvattnet söderut anses vara det enda alternativet, då planområdets höjdförhållanden möjliggör självfall både för ledningsnät och ytavrinning.

Andelen av hårdgjorda ytor, resp. dagvattenflöden från området, bedöms inte att öka/öka markant efter exploatering. Befintliga flöden har beräknats utan klimatfaktor och framtida flöden med en klimatfaktor på 1,3. Klimatfaktorn används eftersom regnintensiteten väntas öka i framtiden på grund av klimatförändringar.

Utredningen visar att flödet från planområdet ökar efter exploatering från 350 l/s till 543 l/s, Ekorren 4, och från 1410 l/s till 1830 l/s, Ekan 15.

Erforderligt behov av framtida dagvattenfördröjning och infiltration av takvatten inom fastigheter Ekorren 4 och Ekan 15 har beräknats till 200 m<sup>3</sup> resp 1550 m<sup>3</sup>. Den yta som behövs för anläggning av infiltrationsmagasin beror på vilken teknisk utformning som väljs, anläggningens egenskaper, utformning, djup, m.m. Kapacitet i magasinet beror på förhållandet mellan dess volym och avtappning. Ju större yta vänd mot jorden, desto bättre avtappning. Innan det går att dimensionera ett infiltrationsmagasin ska dess avtappning fastställas. En rekommendation är 1,5-2,0 m<sup>3</sup> effektiv fördröjningsvolym per tillkommande 100 m<sup>2</sup> takyta.

För att säkerställa skyfallshanteringen för framtiden rekommenderas det att höjdsätta yta för skyfallshanteringen i ansökan om nytt marklov. Följande bör tas i beaktande vid planering och höjdsättning av planområdet:

- Säkerställa att nya instängda områden inte skapas när områdets höjdsättning förändras.
- Säkerställa att stråket längs den östra plangränsen och stråket i centrala delen av Ekorren 4 har kapacitet att avleda de flöden som kan uppstå vid ett skyfall utan att intilliggande bebyggelse skadas eller att översvämningsrisk nedströms planområdet ökar.
- Omsorgsfull höjdsättning och utformning av hus, entréer m.m för att säkerställa att översvämning av byggnader inte sker. Området bör höjdsättas så att byggnader inte tar skada ens vid extrem nederbörd. I rekommendationerna (Riktlinjer för skyfallshantering) anges att byggnader/byggnadsfunktion vid nyanläggning av samhällsviktig anläggning ska placeras med 0,5 meters marginal till översvämningsnivå i händelse av skyfall (med 100-års återkomsttid). Ett riktvärde är att lägga nivån för färdigt golv för samhällsviktig anläggning 0,5 m över rinnväg. Nya byggnader ska inte placeras i en rinnväg.



# 1 Inledning

## 1.1 Bakgrund och syfte

På uppdrag av Halmstads kommun har Sweco Environment AB fått i uppdrag att utarbeta föreliggande dagvattenutredning till detaljplan Halmstads sjukhus (Sjukhusområde Ekan 15 m.fl.).

Ny detaljplan tas fram för att trygga en långsiktig utveckling av Hallands Sjukhus i Halmstad och ge ökade möjligheter för verksamheten att disponera fastigheten på ett effektivt sätt. Framtida infrastruktur säkerställs, möjligheter att utveckla sjukhusområdet med rådande och kommande krav skapas.

Syftet med denna utredning är att ta fram ett samlat underlag för den framtida dagvattenhanteringen inom detaljplanområdet och på en övergripande nivå ge förslag på tekniska lösningar.

Området ligger inom sekundärt vattenskyddsområde varför områdets dagvattenhantering är av stor vikt.

## 1.2 Orientering

Planområdet ligger uppe på Vapnöhöjden, söder om flottiljområdet och Galgberget. Planområdet omfattar den södra och den östra delen av fastigheten Ekorren 4 och hela fastigheten Ekan 15 samt mindre delar av Ekorren 5 och Halmstad 5:29 (Nymansgatan). Arean är ca 14,6 ha. Området redovisas i Figur 1.



Figur 1. Planområdets läge i Halmstad, markerat med röd ellips.

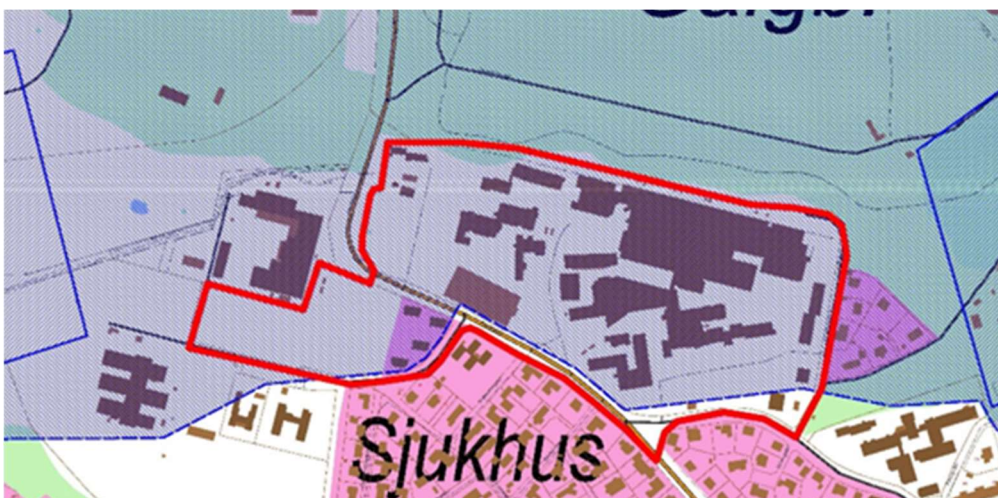
### 1.3 Underlag och källor

Följande underlag och källor ligger till grund för utredningen:

- Uppdragsbeskrivning för detaljplan Sjukhusområde Ekan 15 m.fl.
- Primärkarta med höjder (dwg)
- Preliminära områdesgränser
- Befintligt VA (dwg)
- Karta vattenskyddsområde inom planområde
- Sårbarhetsutredning, Galgebergets vattenskyddsområde, ÅF-Infrastructure AB

### 1.4 Förutsättningar

Området ligger inom sekundärt och i nära anslutning till primärt vattenskyddsområde, (Figur 2). Detta ställer högre krav på hur dagvatten inom planområdet hanteras.



Figur 2. Området ligger inom sekundärt vattenskyddsområde varför områdets dagvattenhantering är av stor vikt.

Skyddszonerna är till för att skydda grundvattnet från föroreningar. Ny bebyggelse och infrastruktur inom en grundvattentäkt medför en ökad risk för att kvalitet och/eller kvantitet hos grundvattnet påverkas negativt. Risk för minskad kvantitet kan bestå av att ytor där nederbörd tidigare har infiltrerat och bildat nytt grundvatten görs hårda (t.ex. asfaltering eller stenslagning). Om dagvattnet leds bort ur infiltrationsområdet minskar också grundvattenkvantiteten. Å andra sidan kan grundvattnets kvalitet försämrans om förorenat dagvatten (t.ex. dagvatten från hårt trafikerade vägar) tillåts infiltrera. Det förorenade och det rena dagvattnet ska hållas separerat så långt som det är möjligt.

## 1.5 Styrande dokument

Övergripande riktlinjer för exploatering inom vattenskyddsområde, Halmstads kommun 2017-11-07, antaget av Kommunfullmäktige 2018-02-13 § 3 kommer att användas.

Generella skyddsåtgärder för exploatering inom vattenskyddsområden:

- Infiltration av takavloppsvatten skall ske om markens egenskaper så tillåter. Dagvatten från övriga ytor skall föras ut från skyddsområdet.
- Dagvattenledningar och spillvattenledningar (huvud- och servisledningar) skall utföras så att kontroll av tätheten (provtryckning) kan ske.
- Vid nyanläggning av ledningar skall tillses att ledningsgravens kringfyllnad inte fungerar som dräneringsstråk för omgivande mark- och grundvatten från ett område med lägre sårbarhet till ett område med högre sårbarhet.
- Om takavloppsvattnet skall infiltreras ska material som används för avledning av takavloppsvatten (ytbeläggning på tak, stuprör/rännor etc.) ej försämra kvaliteten hos mark- eller grundvattnet.
- Vägområden och uppställningsytor för motorfordon ska ha garanterad avrinning mot dike med tätskikt eller kantsten. Därifrån ska avrinningen ske via täta ledningar ut från området. Asfalten i området ska vara tät (typ Densiphalt alt underliggande geomembran).

Övriga riktlinjer:

- Fördröjningsbehov inom planområdet ska ske utifrån Svenskt Vattens publikation P110.
- Halmstads kommun använder en klimattfaktor på 1,3 (30% högre flöden i framtiden).
- Dagvatten från parkeringsytor ska förhindras infiltrera i mark..
- Området ligger inom kommunalt verksamhetsområde för vatten och avlopp.

## 2 Metodik

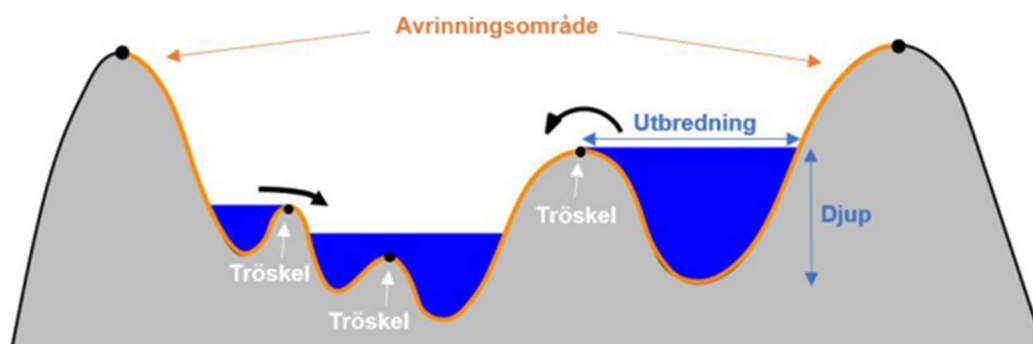
Föreliggande dagvattenutredning vilar på en analys av lågpunkter och flödesvägar i Scalgo samt beräkningar av dagvattenflöden och erforderliga magasinsvolymmer utifrån Svenskt Vattens publikation P110.

### 2.1 Scalgoanalys

Scalgoanalysen innebär analys av lågpunkter och rinnvägar. Analysen genomförs med verktyget SCALGO Live. SCALGO Live är ett GIS-baserat beräkningsverktyg som bygger på analys av terrängdata. Modellen beräknar hur vatten inställer sig i lågpunkter i terrängen när terrängen belastas med en viss volym vatten (Figur 3). Om tillräckligt mycket vatten rinner till en lågpunkt för att den ska fyllas upp kommer vatten att kunna rinna vidare till

nästa lågpunkt. Om den vattenvolym som belastar terrängen inte är tillräcklig för fylla upp lågpunkten kommer inget vatten att rinna vidare från lågpunkten.

SCALGO Live är ett statiskt (tidsberoende) beräkningsverktyg. När modellen belastas med en viss volym vatten kommer denna volym omedelbart inställa sig i terrängens lågpunkter. Modellen tar inte hänsyn till det hydrodynamiska förloppet från att regnet faller på marken tills dess att vattnet når en lågpunkt. Detta innebär att modellen inte kan identifiera effekter av tröghet i systemet.



Figur 3. Visualisering av beräkningsmetodiken i Scalgo.

## 2.2 Beräkning av dagvattenflöden

Beräkningar av dagvattenflöden ska göras enligt Svenskt Vattens publikation P110 för ett regn med 10 års återkomsttid.

För att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade nederbördsmängder ansätts en säkerhetsfaktor. Svenskt Vattens Publikation 104 rekommenderar att en säkerhetsfaktor mellan 1,05–1,3 väljs för korttidsnederbörd i Sverige, vilket innebär att dimensionerande regn förväntas öka med 5-30 % beroende på områdets lokalisering i landet. Halmstads kommun använder en klimatkoefficient på 1,3.

## 2.3 Beräkning av erforderliga fördröjningsvolym

Dimensionerande magasinvolym bestäms genom den maximala skillnaden mellan tillrinning och avtappning vid olika varaktigheter på det dimensionerande regnet (i detta fall ett regn med återkomsttiden 10 år, inklusive en klimatkoefficient på 30 %). Maximalt utflöde från ett fördröjningsmagasin erhålls endast då trycknivån är hög, vilket gör att utflödet blir mindre vid lägre trycknivåer i magasinet. För att kompensera för att ett maximalt utflöde från fördröjningsmagasinet beror på trycklinjen i anläggningen multipliceras det maximala utflödet,  $Q_{max}$ , med faktorn  $2/3$  vid beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

## 2.4 Riktlinjer för skyfallshantering

Länsstyrelsen i Västra Götalands och Stockholms län har tagit fram ett faktablad, "Fakta 2018:5, Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall – stöd i

fysisk planering” där de bl.a. beskriver hur risken för översvämning till följd av skyfall konkret behöver hanteras i enskilda detaljplaner.

Länsstyrelsen rekommenderar bl.a. att:

- Ny bebyggelse ska planeras så att den inte tar skada eller orsakar skada vid en översvämning från minst ett 100-årsregn.
- Risken för översvämning från ett 100-årsregn ska bedömas i detaljplanen och eventuella skyddsåtgärder ska säkerställas.
- Bebyggelse som bedöms som samhällsviktig verksamhet ges en högre säkerhetsnivå och planeras så att funktionen kan upprätthållas vid en översvämning.
- Framkomligheten till och från planområdet ska bedömas och ska vid behov säkerställas.

I Halmstads kommun finns inte färdiga rekommendationer för utformning av skyfallsstråk. Man har därför i tidigare projekt använt sig av rekommendationer som finns tillgängliga i Göteborgs stad. I dessa anges föreslagna planeringsnivåer och dimensionerande händelser för skyfall, höga flöden och högvatten. Dessa presenteras för olika typer av bebyggelse i Figur 4.

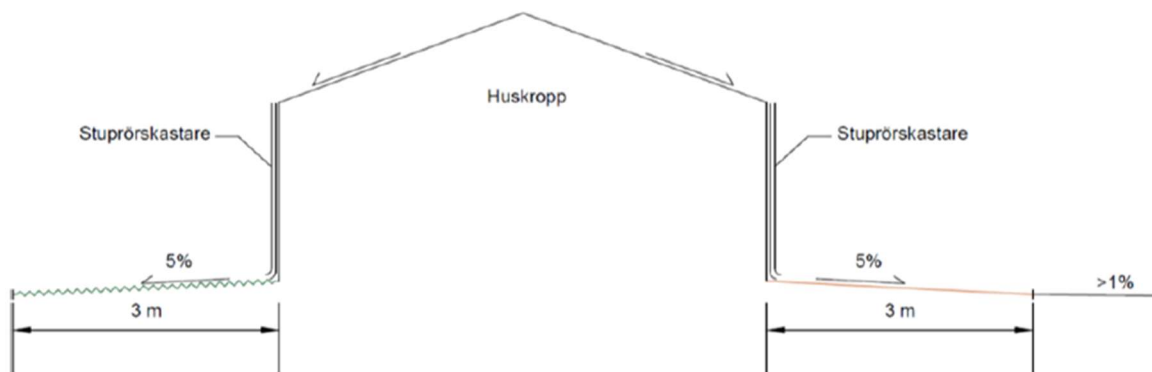
Funktion/Skyddsobjekt	Dimensionerande händelse/ Planeringsnivå		
	Högvatten Återkomsttid 200 år	Höga flöden Återkomsttid 200 år	Skyfall Återkomsttid 100 år
Samhällsviktig anläggning – nyanläggning	1,5 m marginal till vital del	Över nivå för Beräknat Högsta Flöde (BHF)	0,5 m marginal till vital del
Samhällsviktig anläggning – befintlig	0,5 m marginal till vital del för funktion		
Byggnad och byggnadsfunktion – nyanläggning	0,5 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	0,2 m marginal till färdigt golv och vital del nödvändig för byggnadsfunktion	
Framkomlighet – nyanläggning högprioriterat <u>vägnät stråk</u> och utrymningsvägar	Max djup 0,2 m		

Figur 4. Underlag för föreslagna planeringsnivåer vid dimensionerande händelse. Källa: Göteborgs stad, byggnadsnämnden, 2017.

I rekommendationerna anges att byggnader/byggnadsfunktion vid nyanläggning (samhällsviktig anläggning) ska placeras med 0,5 meters marginal till översvämningssnivå i händelse av skyfall (med 100-års återkomsttid).

Byggnader och dess omkringliggande mark höjdsätts för att förhindra att yt- eller dagvatten rinner in mot byggnaden. Förslag på höjdsättning av mark kring byggnader ges i Svenskt Vattens publikation P105. Närmast byggnaden, cirka tre meter, ska marken ha en ordentlig lutning omkring 1:20 (5%). Längre ut från byggnaden kan markytan ha en

flackare lutning, omkring 1:50-1:100 (1–2%). Principskiss över hur det skulle kunna se ut kan ses i Figur 5.



Figur 5. Principskiss över lutningar från huskropp för att förhindra att yt- och dagvatten rinner in mot bygghanden utifrån angivelser i Svenskt Vatten P105. Källa: Sweco.

### 3 Befintliga förutsättningar

#### 3.1 Geotekniska och marktekniska förhållanden

Geotekniska och marktekniska undersökningar över de aktuella detaljplaneområdena saknas. SGU:s jordartskarta visar emellertid isälvsediment och postglacial sand över hela planområdet (Figur 6).

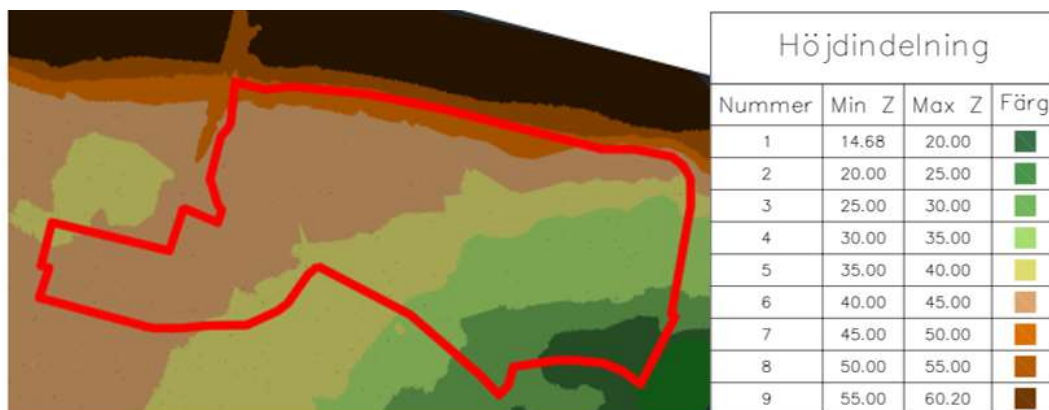


Figur 6. Utdrag ur SGU:s jordartskarta över planområdet.

Isälvsediment består av sten, grus och sand. Infiltration och lagring i isälvsediment är ytterst effektiv vilket beror på kornstorleksfördelningen. Den har en hög effektiv porositet och infiltrationshastighet och har därför en viktig funktion som grundvattenmagasin.

### 3.2 Topografi

Höjderna inom planområdet varierar mellan ca +55 i norr till ca +15 i söder. Området lutar generellt mot sydöst (Figur 7).



Figur 7. Höjdindelning inom planområdet.

### 3.3 Recipient

En del av dagvatten från sjukhusområdet leds till ett kombinerat avloppssystem, dvs ett system där spillvatten och dagvatten avleds i samma rörledning. Dagvattnet leds vidare, tillsammans med spillvattnet till reningsverket.

Resten av dagvattnet leds via separata dagvattenledningar till vattendraget Nissan som mynnar i Laholmsbukten.

### 3.4 Befintlig dagvattenhantering

#### 3.4.1 Dagvattenflöden

Dimensionerande dagvattenflöden har beräknats för ett regn med 10-års återkomsttid med befintliga markanvändning "Asfalt" samt befintliga bebyggelse typ "Slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri- och skolområden. Avrinningskoefficienter har valts i enlighet med tabell 4.8 och tabell 4.9 i Svenskt Vattens publikation P110. Befintliga dagvattenflöden har beräknats utan klimatfaktor för befintlig markanvändning.

Ekorren 4

Östra delen av området var tidigare bebyggt med fyra stycken flerbostadshus i två våningar. Dessa hus är nyligen rivna, då marken ska kunna tjäna som tillfälliga parkeringsplatser under tiden som resterande del av detaljplaneområdet exploateras. Resten av området består av parkeringsplatser som skiljs åt av grusade eller gräsbevuxna rabatter med buskar och träd, se (Figur 8).



Figur 8. Foto från platsbesök 16/3 2017.

Rinntiden styr varaktigheten och därmed intensiteten på det dimensionerande regnet. Rinntiden till befintliga förbindelsepunkter (Figur 10) med befintliga bebyggelsestyp har uppskattats till 10 minuter för hela Ekorren 4. Detta ger en regnintensitet på 228 l/s, ha (utan klimatfaktor) och ett dimensionerande flöde på 350 l/s (Tabell 1).

Tabell 1. Dimensionerande dagvattenflöden under befintliga förhållanden och motsvarande avrinning vid ett 10-årsregn.

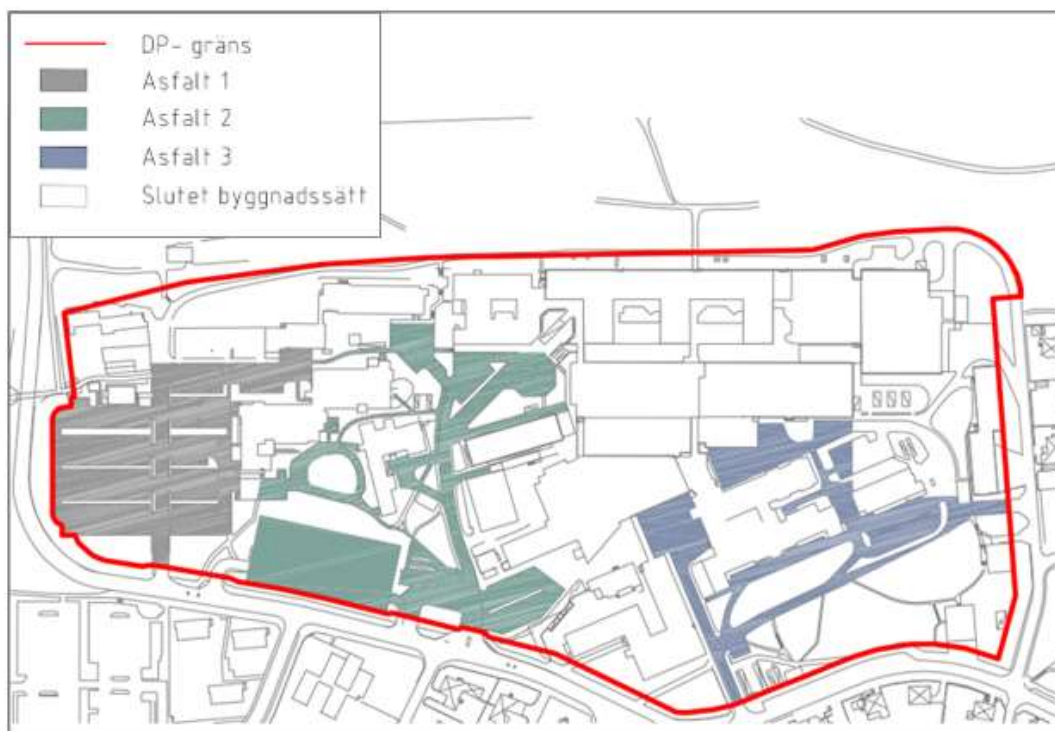
Markanvändning	Area [ha]	Avrinningskoeff.	Area <sub>red</sub> [ha]	Flöde [l/s]
Slutet byggnadssätt	2,2	0,7	1,5	350
<b>Totalt</b>	<b>2,2</b>		<b>1,5</b>	<b>350</b>

#### Ekan 15

Den dimensionerande rinntiden till befintliga förbindelsepunkter (Figur 10) och därmed dimensionerande regnvaraktighet för asfalterade ytor (Figur 9) bedöms motsvara 10 minuter. Detta ger en regnintensitet på 228 l/s, ha (utan klimatfaktor) och ett dimensionerande flöde på 440 l/s.

För övriga ytor enligt bebyggelsestyp "Slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri- och skolområden" (Figur 9) har den dimensionerande rinntiden uppskattats till 25 minuter. Detta ger en regnintensitet på 131 l/s, ha (utan klimatfaktor) och ett dimensionerande flöde på 970 l/s (Tabell 2).

Det totala dimensionerade flödet för hela Ekan 15 uppgår således till ca 1410 l/s.



Figur 9. Befintlig markanvändning inom fastighet Ekan 15.

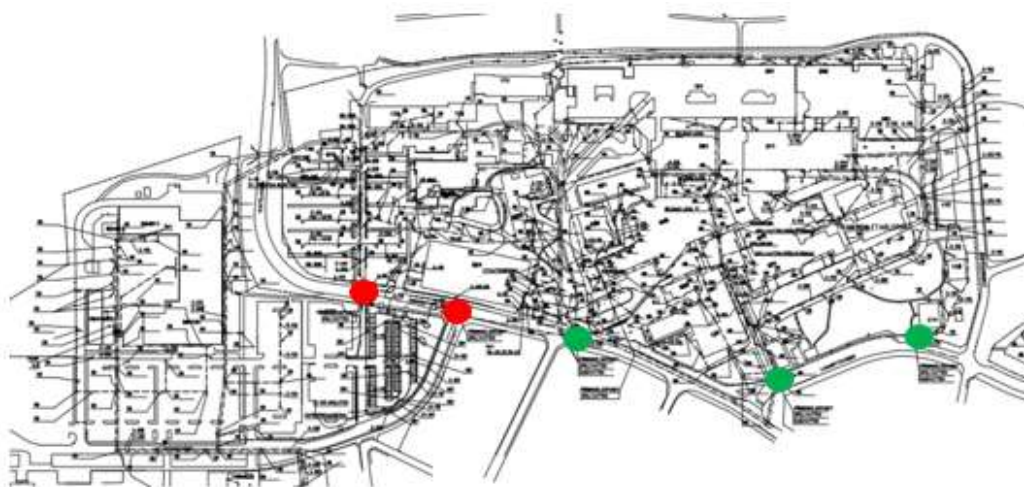
Tabell 2. Dimensionerande dagvattenflöden under befintliga förhållanden och motsvarande avrinning vid ett 10-årsregn.

Fastighet	Area [ha]	Avrinningskoeff.	Area <sub>red</sub> [ha]	Flöde [l/s]
Asfalt 1	0,8	0,8	0,6	146
Asfalt 2	1	0,8	0,8	182
Asfalt 3	0,6	0,8	0,5	109
Slutet byggnadssätt	10,6	0,7	7,4	972
<b>Totalt</b>	<b>13</b>		<b>9,3</b>	<b>1410</b>

### 3.4.2 Befintligt VA-nät

Ledningar inom kvartersmark

Inom Ekorren 4 och Ekan 15 finns idag ett utbyggt ledningsnät (Figur 10). Områden ingår i verksamhetsområdet för de allmänna vatten-, spillvatten och dagvattenanläggningarna. Väl fungerande vatten- och avloppssystem är en viktig förutsättning för driften på sjukhusen. Dricksvattenförsörjning och avledning av spill- och dagvatten måste fungera även under hela exploateringstiden.



Figur 10. Länssjukhuset i Halmstad. Översiktsplan mark mm. WSP, VVS- Konsulter AB, FLK, 2010-01-01. Gränsen mellan den allmänna VA-anläggningen och fastighetens VA-installation kallas förbindelsepunkt. Befintliga förbindelsepunkter för dagvatten (2010) markerade med gröna cirklar. Befintliga förbindelsepunkter för kombineratsystem (2010) markerade med röda cirklar.

#### Allmänna ledningar för dagvatten

Allmänna ledningar för dagvatten finns utbyggda söder och väster om planområdet. Inom Fogdegatan och Nymansgatan finns både ett kombinerat system och ett dagvattenssystem utbyggda. Dagvatten från fastigheter Ekorren 4 och Ekan 15 avleds till fyra olika system (Figur 11).



Figur 11. Befintliga kombinerade och dagvattenledningar runt planområdet.

## 4 Framtida förhållanden

### 4.1 Planerad exploatering

Målet med detaljplanen är att tillgodose behov av utveckling av vård som innebär akutkliniken, vårdrum samt specialistvård och även kontorslokaler till dess administrativa enheter. Nymansgatans funktion ska säkerställas. Eftersom fler verksamheter och arbetsplatser kommer att genereras vid planläggning för kontor och vård kommer behovet av parkeringsplatser sannolikt öka.

Olika varianter av möjliga utbyggnationer och utvecklingsområden har studerats. Illustrationer (Figur 12 och Figur 13) ska ses som ett förslag till utveckling av sjukhusområdet.



Figur 12. Troliga utveckling av detaljplanområde i närmare tiden.



Figur 13. Tillåtna maximala exploatering av detaljplanområde.

## 4.2 Framtida dagvattenhantering

Utgångspunkten i utredningen var att takvattnet ska infiltreras i mark. För att upprätthålla grundvattenbildningen eftersträvas infiltration i så stor utsträckning som möjligt. Dagvatten från parkeringsytor och gator ska förhindras infiltrera i mark och ska föras ut från vattenskyddsområdet via täta ledningar.

Idag avleds dagvatten från fastigheter Ekorren 4 och Ekan 15 till fyra olika system (Figur 11). I framtiden föreslås dagvatten från asfalterade ytor avledas till två olika system (Figur 14).



Figur 14. Befintliga dagvattenserviser inom fastigheter Ekorren 4 och Ekan 15 samt allmänna dagvattenledningar i Fogdegatan och Nymansgatan.

### 4.2.1 Dagvattenflöden

Dimensionerande dagvattenflöden med framtida markanvändning har beräknats med hjälp av rationella metoden enligt Svenskt Vattens publikation P110 för ett regn med 10-års återkomsttid innan marköversvämning sker. Avrinningskoefficienter har valts i enlighet med tabell 4.8 och tabell 4.9 i Svenskt Vattens publikation P110.

Den dimensionerande rinntiden och därmed dimensionerande regnvaraktighet för asfalterade ytor och takytor bedöms motsvara 10 minuter. Detta ger en regnintensitet på 228 l/s, ha.

För övriga ytor enligt bebyggelse typ "Slutet byggnadssätt med planterade gårdar, industri- och skolområden" har den dimensionerande rinntiden uppskattats till 25 minuter. Detta ger en regnintensitet på 131 l/s.

Utöver detta tas hänsyn till framtida klimatpåverkan med en ökning på 30%.

#### Ekoren 4

I plankarta har egenskapsbestämmelser för kvartersmark beskrivits. Största byggnadsarea är 40 % av fastighetsarean inom fastigheten. Fastighetsarea (Figur 15) är ca 2,2 ha. Största byggnadsarea har beräknats till ca 0,9 ha. Största möjliga parkeringsarea inom detaljplanområde är således ca 1,3 ha (60 % av fastighetsarea). Detta ger dimensionerande dagvattenflöden på 310 l/s (byggnad) och 233 l/s (asfalterade ytor) under framtida förhållanden. Beräkningar framgår i Tabell 3.



Figur 15. Plankarta över Ekorren 4.

Tabell 3. Dimensionerande dagvattenflöden under framtida förhållanden och motsvarande avrinning vid ett 10-årsregn, Ekorren 4.

Area	Area [ha]	Avrinnings koefficient	Area <sub>red</sub> [ha]	Flöde [l/s]	Flöde inkl. 30 %, [l/s]
Byggnad	0,9	0,9	1,0	238	<b>310</b>
Asfalt	1,3	0,8	0,8	179	<b>233</b>
<b>Totalt</b>	<b>2,2</b>		<b>1,8</b>	<b>417</b>	<b>543</b>

#### Ekan 15

Ekan 15 består idag av bebyggelser, asfalterade ytor samt en del gröna ytor. En andel av hårdgjort yta är hög inom området idag. Framtida placering och utformning av byggnader var osäker vid tiden för framtagandet av denna utredning. Andelen av hårdgjorda ytor, resp dagvattenflödet från området, bedöms inte att öka/öka markant efter exploatering. Ökning av dimensionerande flödet efter exploatering uppstår på grund av klimatfaktorn.

Det totala dimensionerande flöde för hela Ekan 15 under befintliga förhållanden har beräknats till ca 1410 l/s (Tabell 2). Med klimatfaktor 1,3 blir den totala dimensionerande flöde ca 1830 l/s (Tabell 4).

*Tabell 4. Dimensionerande dagvattenflöden under framtida förhållanden och motsvarande avrinning vid ett 10-årsregn, Ekan 15.*

Ytor	Flöde [l/s], utan klimatfaktor Befintliga förhållanden	Flöde [l/s], med klimatfaktor Framtida förhållanden
Asfalt 1	146	190
Asfalt 2	182	237
Asfalt 3	109	142
Slutet byggnadssätt	972	1264
<b>Totalt</b>	<b>1410</b>	<b>1833</b>

#### 4.2.2 Erforderlig fördröjningsvolym

Dimensionerande magasinvolym bestäms genom den maximala skillnaden mellan tillrinning och avtappning vid olika varaktigheter på det dimensionerande regnet.

Förutsättningarna för anslutning till befintligt VA-nät är framtagna i samråd med LBVA och Halmstads kommun. Utgångspunkten i beräkningarna av erforderligt behov av dagvattenfördröjning har varit att:

- Takvattnet ska infiltreras i mark.
- Dagvatten från förorenade ytor till exempel trafik-, parkeringsytor ska avledas från vattenskyddsområde. De asfalterade ytor "Asfalt", "Asfalt 1", "Asfalt 2", "Asfalt 3" ansluts till befintligt VA-nät utan fördröjning.
- Det framtida maximala utgående flödet från fastighet Ekorren 4 efter ombyggnation begränsas till 240 l/s (dimensionerande dagvattenflöden för parkeringsytor exkl klimatfaktor).
- Det framtida maximala utgående flödet från fastighet Ekan 15 begränsas till 620 l/s (dimensionerande dagvattenflöden för parkeringsytor exkl klimatfaktor samt ytterligare 180 l/s).

Maximalt utflöde från ett fördröjningsmagasin erhålls endast då trycknivån är hög, vilket gör att utflödet blir mindre vid lägre trycknivåer i magasinet. För att kompensera för att ett maximalt utflöde från fördröjningsmagasinet beror på trycklinjen i anläggningen multipliceras det maximala utflödet,  $Q_{max}$ , med faktorn 2/3 vid beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

Vid ett 10-års regn inklusive 30 % klimatfaktor och maximalt utflöde enligt ovan är erforderligt behov av dagvattenfördröjning inom exploateringsområdet:

- 200 m<sup>3</sup>, Ekorren 4,
- 1550 m<sup>3</sup>, Ekan 15.

#### 4.2.3 Förhållande mellan yta och volym

Takyta på 100 m<sup>2</sup> medför ett flöde på ca 2 l/s för ett regn med 10 års återkomsttid. Med klimatfaktor 1,3 blir det ca 2,7 l/s.

Dimensionerande erforderlig volym beräknas genom den maximala skillnaden mellan tillrinning och avtappning till och från fördröjnings- och infiltrationsmagasin vid olika varaktigheter på det dimensionerande regnet (i detta fall ett regn med återkomsttiden 10 år, inklusive en klimatfaktor på 30 %). Avtappning i detta fall ska ske genom infiltration i mark. Enligt Sårbarhetsutredning, Galbergets vattenskyddsområde, ÅF-Infrastructure AB, 2019-05-06, är infiltrationshastigheten inom detaljplanområdet 100– 120 mm/h vid jämviktsförhållanden och kan således vara något högre vid torra markförhållanden.

Den yta som behövs för anläggning av infiltrationsmagasin beror på vilken teknisk utformning som väljs, anläggningens egenskaper, utformning, djup, m.m. Kapacitet i magasinet beror på förhållandet mellan dess volym och avtappning. Ju större yta vänd mot jorden, desto bättre avtappning. Innan det går att dimensionera ett infiltrationsmagasin ska dess avtappning fastställas. En rekommendation är 1,5-2,0 m<sup>3</sup> effektiv fördröjningsvolym per tillkommande 100 m<sup>2</sup> takyta.

Fördröjnings- och infiltrationsmagasin dimensioneras för att klara av ett 10-års regn inklusive en klimatfaktor på 30 %. Detta innebär att vid kraftigare regn kommer det komma mer vatten än vad dimensionerade magasin kan ta emot. Nederbörd som överskrider den dimensionerade fördröjningsvolymen i ett magasin behöver via en bräddfunktion ledas till en ytterligare fördröjningsanläggning. Bräddfunktion kan åstadkommas med hjälp av brunnsintag till en dagvattenledning.

Per m<sup>2</sup> takyta ska 0,2 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för infiltration av dagvatten från takytor för att upprätthålla vattenbalansen i grundvattentäkten. Detta gäller för fördröjning och infiltration på öppna gräsytor. Markytan för infiltration får ersättas med perkulationsmagasin (hålrumsvolym ca 30 %) eller dagvattenkassetter. Per m<sup>2</sup> takyta ska då 0,1 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för perkulationsmagasin under mark, alternativt 0,05 m<sup>2</sup> för dagvattenkassetter under mark.

Inget dagvatten från trafikerade ytor får infiltrera i mark. Detta för att skydda grundvattentäkten från att bli förorenad.

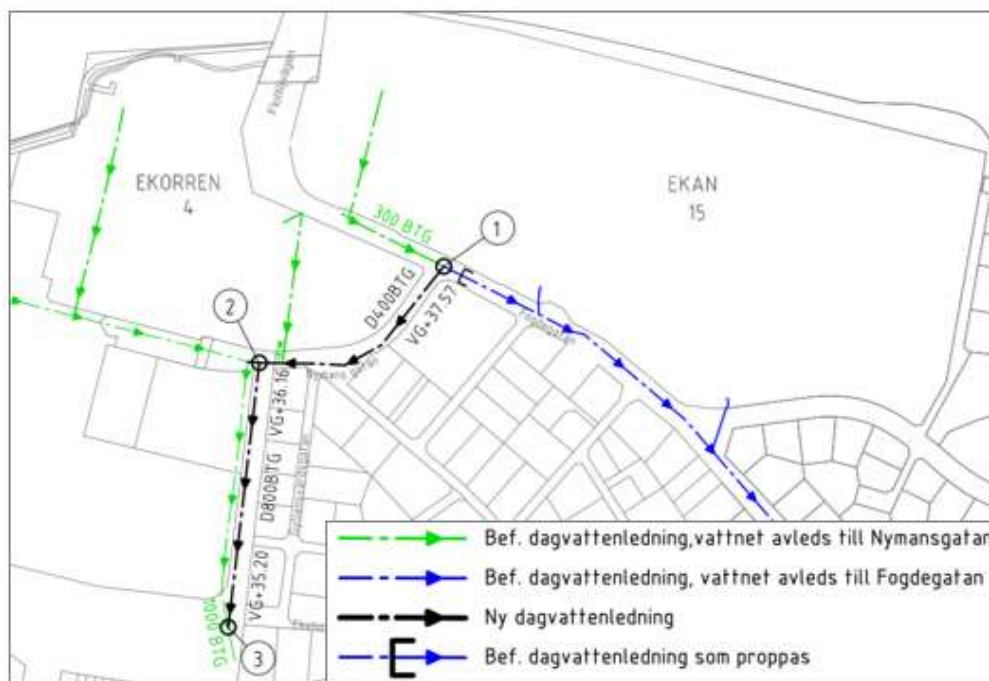
Kategorier av möjliga åtgärder för fördröjning och infiltration av dagvatten i sjukhusområdet i Halmstad och exemplar på tekniska utformningar beskrivs under rubrik 7. Tekniska utformningar.

### 4.3 Föreslaget dagvattensystem

En ny dagvattenledning av betong med dimesion 400 mm anlägs i Nymasgatan mellan brunn 1 och brunn 2, se Figur 16. Dagvatten från parkeringsyta Asphalt 1 ska ledas via befintlig servis och befintlig D300BTG till den nya ledningen. Befintlig dagvattenledning i Fogdegatan strax öster om brunn 1 ska proppas.

En ny dagvattenledning av betong med dimesion 800 mm anlägs söder om Nymasgatan mellan brunn 2 och brunn 3, se Figur 16. Dagvatten från parkeringsyta Asphalt 1, trafik- och parkeringsytor inom Ekorren 4 samt Nymansgatan ska ledas till den nya ledningen. D800BTG ska anslutas till befintlig dagvattenledning av betong med dimension 1000 mm i brunn 3.

Föreslaget dagvattensystem framgår i Figur 16 och bilaga 1.



Figur 16. Föreslaget dagvattensystem.

#### 4.3.1 Beräkning av ledningskapaciteter för de föreslagna ledningar och jämförelse med beräknade framtida dimensionerande flöden

Beräkningar av ledningskapacitet utförs översiktligt enligt ett Colebrookdiagram (Svenskt Vatten, 2004). För beräkning av ledningskapacitet har föreslagna höjder för vattengångar och ledningsdimensioner, se bilaga 1, använts. Lutningen har beräknats genom att beräkna höjdskillnaden mellan två punkter och dividera med ledningens längd.

### Ny D400BTG

Dagvatten från parkeringsyta Asphalt 1 ska ledas till den föreslagna D400BTG. Utgående vattengång på den nya ledningen D400BTG är +37.57 i brunn 1. Ingående vattengång i brunn 2 är +36.18. Längd mellan brunn 1 och brunn 2 är cirka 175 meter.

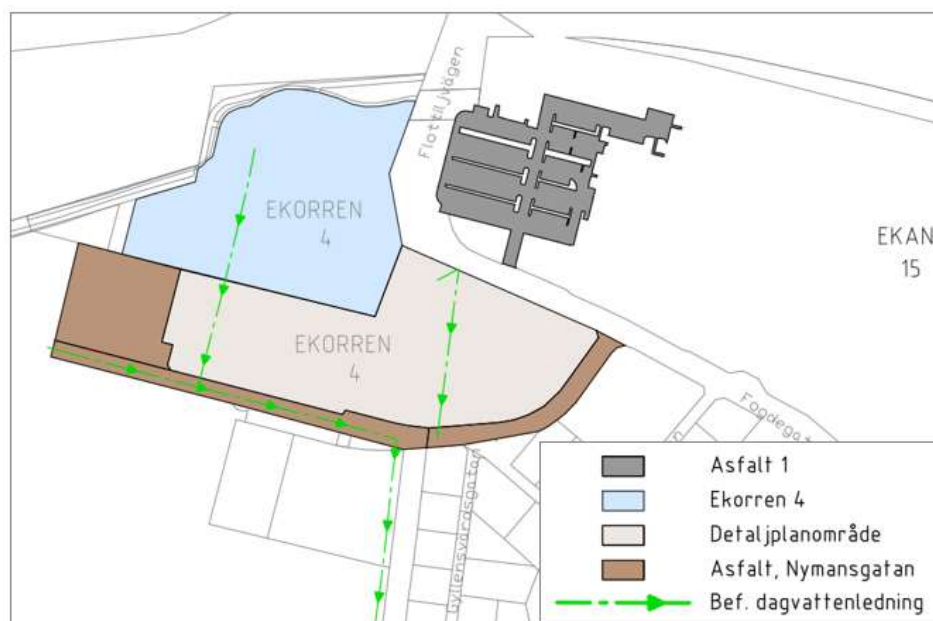
Dimensionerande dagvattenflöde under framtida förhållanden inkl klimatfaktor har för parkeringsytor Asphalt 1 beräknats till 190 l/s (Tabell 4). Ungefärlig kapacitet i den föreslagna ledningen D400BTG är 192 l/s (Tabell 5).

Tabell 5. Beräkning av laddningskapacitet, sträcka 1-2.

Sträcka	Dim. [mm]	Längd [m]	Lutning [‰]	Ungefärlig kapacitet [l/s]
1-2	400	175	8	192

### Ny D800BTG

Dagvatten från parkeringsyta Asphalt 1, trafik- och parkeringsytor inom detaljplanområde Ekorren 4 samt Nymansgatan ska ledas till den nya D800BTG. Även ytor norr om västra delen av detaljplanområde Ekorren 4 ska ledas till den nya ledningen. Fördelning av markanvändningskategorier och avrinningsytor till den nya D800BTG framgår i Figur 17.



Figur 17. Indelning av ytor under framtida förhållande, dagvattensystem Nymansgatan.

Utgående vattengång på den nya ledningen D800BTG är +36.16 i brunn 2. Ingående vattengång i brunn 3 är +35.20. Längd mellan brunn 2 och brunn 3 är ca 200 meter.

Det totala dimensionerande dagvattenflöde till nya D800BTG under framtida förhållanden inkl klimatfaktor har beräknats till 960 l/s (Tabell 6). Ungefärlig kapacitet i den föreslagna D800BTG är 944 l/s (Tabell 7).

Tabell 6. Dimensionerande dagvattenflöden under framtida förhållanden och motsvarande avrinning vid ett 10-årsregn.

Yta	Area [ha]	Avrinningskoefficient	Area <sub>red</sub> [ha]	Flöde [l/s]	Flöde inkl. 30 %, [l/s]
Asfalt 1	0,8	0,8	0,6	146	<b>190</b>
Ekorren 4	1,9	0,7	1,3	175	<b>228</b>
Asfalt, detaljplan-område Ekorren 4	1,3	0,8	0,8	179	<b>233</b>
Asfalt, Nymansgatan	1,0	0,8	0,8	180	<b>234</b>
<b>Totalt</b>				<b>738</b>	<b>960</b>

Tabell 7. Beräkning av laddningskapacitet, sträcka 2-3.

Sträcka	Dim. [mm]	Längd [m]	Lutning [‰]	Ungefärlig kapacitet [l/s]
2-3	800	200	5	<b>944</b>

## 5 Skyfalls- och lågpunktsstudie

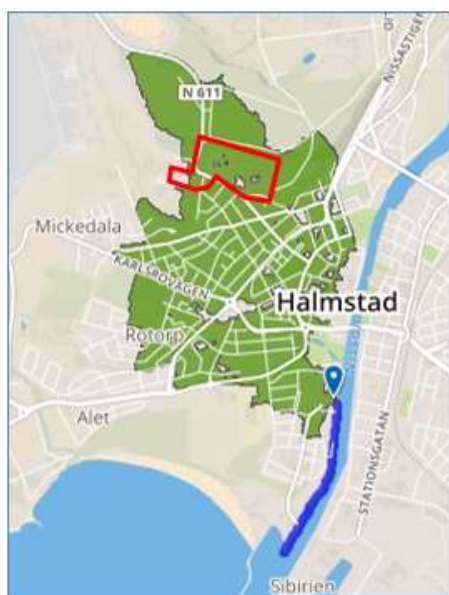
Begreppet skyfall används för att beskriva händelser där stora mängder nederbörd faller under kort tid. SMHI definierar ett skyfall som minst 50 mm nederbörd på en timme eller minst 1 mm per minut (SMHI, 2017). Vid ett skyfall faller regnet med en intensitet som överskrider vad ledningsnätet är dimensionerat för, vilket gör att vatten rinner av på markytan och det uppstår risk för marköversvämning. Ytavrinnande vatten följer lågstråk i terrängen och ansamlas i lågpunkter där vatten kan bli stående.

Skyfall orsakar generellt sett störst problem i instängda områden. Ett instängt område är ett område där terrängen är sådan att vatten inte kan rinna vidare ytligt förrän vattennivån överskridit en viss tröskelnivå. Instängda områden är därför beroende av ledningsnätet för att kunna avvattnas. Skyfall kan även orsaka problem i de lågstråk vattnet följer, så kallade rinnvägar. Vatten blir inte stillastående i rinnvägarna, men beroende på hur terrängen ser ut kan det uppstå stora flöden och stora vattendjup längs en rinnväg.

Nedan presenteras resultatet från en analys av lågpunkter och flödesvägar baserad höjderna inom planområdet och omkringliggande mark. Analysen är baserad på Lantmäteriets nationella höjddata (GDS Höjddata grid 2+) med upplösning 2x2 m.

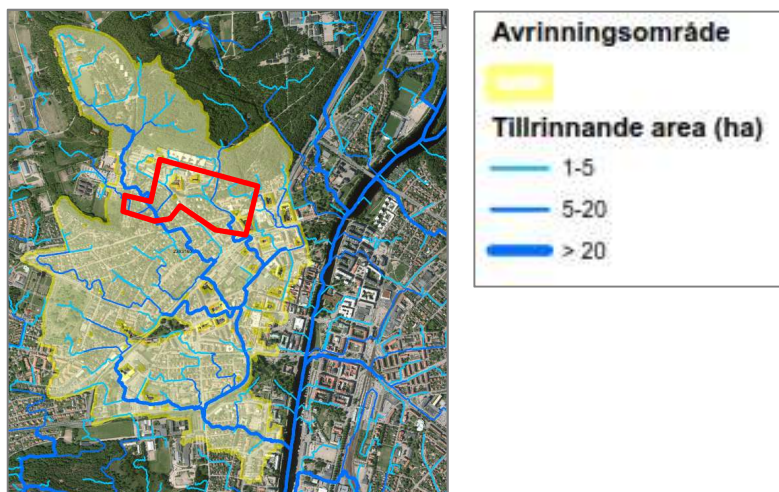
### 5.1 Avrinningsområden och rinnvägar

Planområdet är beläget längst upp i ett avrinningsområde som avleds till Nissan. Avrinningsområdet är ca 2,4 km<sup>2</sup>, se Figur 18.



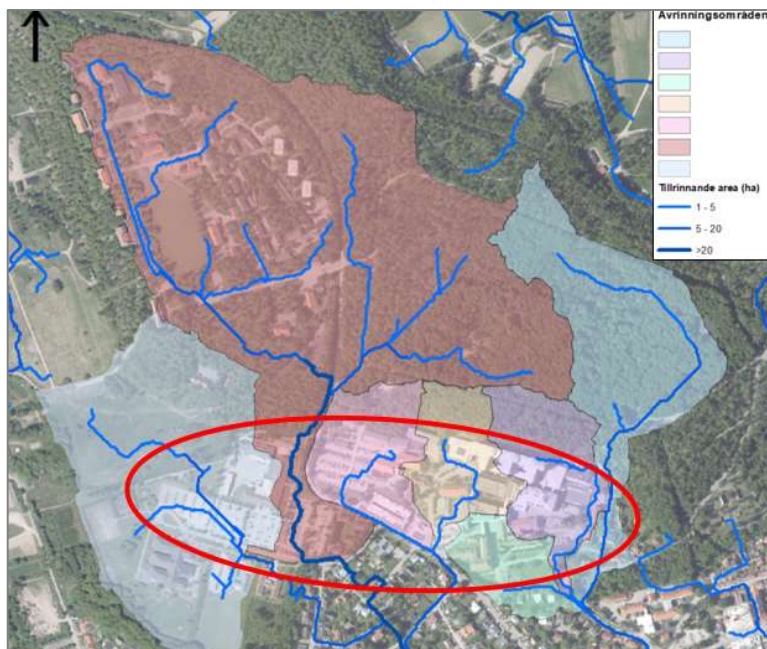
Figur 18. Avrinningsområdet med planrådets ungefärliga gräns markerat med röd polygon.

Avrinningsvägar för hela ca 2,4 km<sup>2</sup> avrinningsområdet visas i Figur 19 och bilaga 2.



Figur 19. Avrinningsområdet med avrinningsvägar. Planrådets ungefärliga gräns markerat med röd polygon. Figuren visar endast avrinningsvägar som har en tillrinnande yta på minst 1 ha.

Vid analys av avrinningsområdet och avrinningsvägar i ett mindre perspektiv har sju delavrinningsområden inom planområdet identifieras (Figur 20).

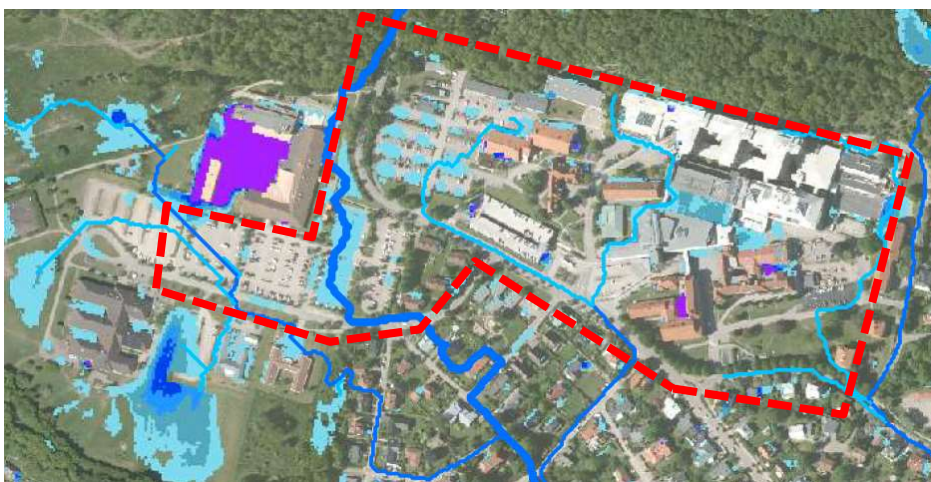


Figur 20. Avrinningsområden och rinnvägar i och vid planområdet, markerat med röd ellips. Figuren visar endast avrinningsvägar som har en tillrinnande yta på minst 1 ha.

Tillrinning till planområdet vid ett kraftigt regn förväntas ske norrifrån sett till befintlig höjdsättning. Alla delar av planområdet avvattnas söderut mot de befintliga allmänna dagvattenledningarna samt kombinerade avloppsledningarna i Fogdegatan, Nymansgatan och Lasarettsvägen.

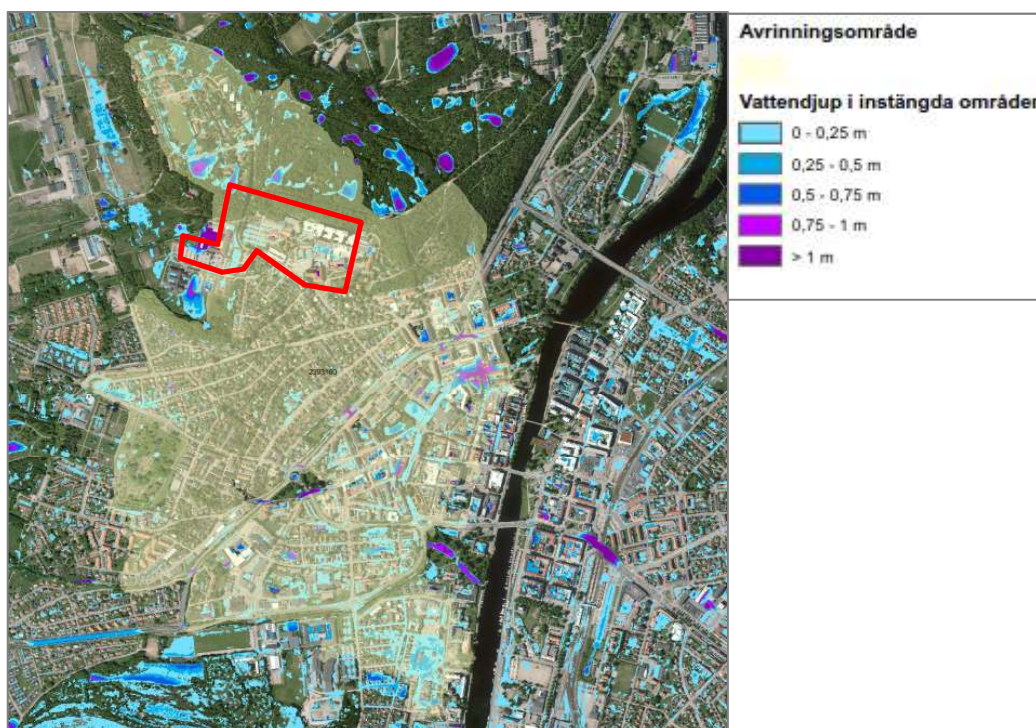
## 5.2 Instängda områden

En översiktlig lågpunktsanalys har utförts för att erhålla uppfattning om var det finns risk för att vatten kan bli stående vid händelse av kraftiga regn. Analysen visar att risken för stående vatten till ett djup om minst 0,1 meter inom planområdet är låg med undantag för ett mindre område i nordvästra delen av Ekorren 4. Analysen visar att det instängda området fylls upp redan vid mindre volymer nederbörd. Vid 90 mm regn, ungefär motsvarande ett 100-års, 6-timmarsregn, är det samma områden som ligger i riskzonen (Figur 21). Vid ett kraftigt skyfall kommer det instängda området snabbt att fyllas upp och vatten kommer därefter rinna vidare längs de rinnvägar som visas i Figur 19- Figur 21. Om den vattenvolym som belastar terrängen inte är tillräcklig för fylla upp lågpunkten kommer inget vatten att rinna vidare från lågpunkten, dvs från sänkor i nordvästra delen av fastigheten Ekorren 4.



Figur 21. Avrinningsområden och rinnvägar inom planområdet. Planområdets ungefärliga gräns markerat rött.

Analys av avrinningsområdet samt instängda områden i ett större perspektiv kan ses i Figur 22 och bilaga 3. Analysen visar att risken för stående vatten till ett djup om minst 0,1 meter nedströms planområdet är låg.



Figur 22. Avrinningsområdet och vattendjup i instängda områden uppströms, inom och nedströms planområdet. Planområdets ungefärliga gräns markerat rött.

### 5.3 Åtgärder för skyfallshantering

Utifrån ovanstående analys dras slutsatsen att planområdet med befintlig höjdsättning inte utgör ett riskområde för skyfall med undantag för ett mindre område i nordvästra delen av Ekorren 4. I samband med exploatering och ombyggnation av området är det dock viktigt att säkerställa att inte nya riskområden skapas. Följande bör tas i beaktande vid planering och höjdsättning av planområdet:

- Säkerställa att nya instängda områden inte skapas när områdets höjdsättning förändras.
- Omsorgsfull höjdsättning och utformning av hus, entréer m.m för att säkerställa att översvämning av byggnader inte sker. Området bör höjdsättas så att byggnader inte tar skada ens vid extrem nederbörd. I rekommendationerna (Rubrik 2.4 Riktlinjer för skyfallshantering) anges att byggnader/byggnadsfunktion vid nyanläggning av samhällsviktig anläggning ska placeras med 0,5 meters marginal till översvämningsnivå i händelse av skyfall (med 100-års återkomsttid). Ett riktvärde är att lägga nivån för färdigt golv för samhällsviktig anläggning 0,5 m över rinnväg. Nya byggnader ska inte placeras i en rinnväg.
- Säkerställa att stråket längs den östra plangränsen och stråket i centrala delen av Ekorren 4 har kapacitet att avleda de flöden som kan uppstå vid ett skyfall utan att intilliggande bebyggelse skadas eller att översvämningsrisk nedströms planområdet ökar.

### 5.4 Konsekvenser av extrem nederbörd

Systemet dimensioneras för ett regn med 10-års återkomsttid för trycklinje i marknivå inklusive en klimatafaktor på 1,3. För att kunna omhänderta större flöden såsom till exempel 100-årsregn bör vatten tillåtas fördröjas och transporteras tillfälligt på ytan.

VA- huvudmannens ansvar sträcker sig upp till markytan. Ovan mark är det kommunens ansvar som planläggande myndighet att se till att höjdsättningen medför att byggnader skyddas vid större regn.

Området bör höjdsättas så att byggnader inte tar skada ens vid extrem nederbörd och instängda områden bör undvikas. Det instängda området i den nordvästra delen av Ekorren 4 (rubriken 5.2 "Instängda områden") bör byggas bort. Detta innebär att de vattenvolymer som idag fördröjs i det instängda området efter exploatering kommer att belasta området nedströms. Höjdsättningen bör anpassas så att vattnet kan fördröjas tillfälligt på parkeringsytor och övriga öppna ytor, varefter det leds ytleddes åt söder.

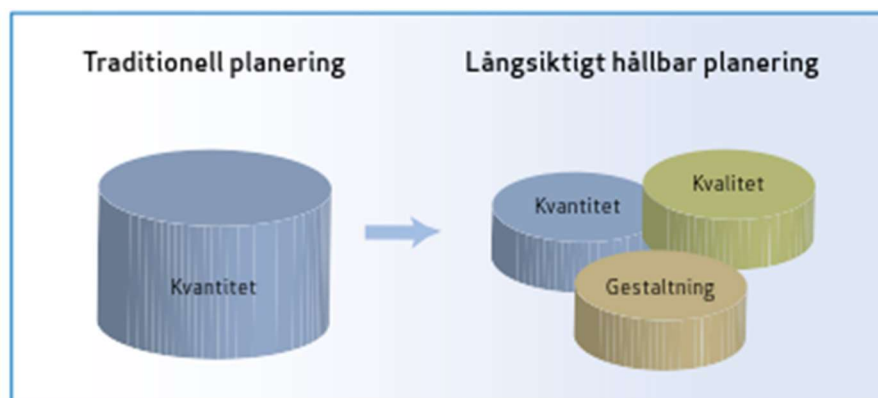
Eftersom planområdet ligger på en höjd är det inte speciellt utsatt, så länge inte instängda områden skapas. Planområdet är redan exploaterat idag och utgör bara en liten del av det totala topografiska avrinningsområdet. Planerad exploatering bedöms inte kunna förvärra översvämningssituationen området nedströms. Detta kan med fördel utredas vidare i ett större perspektiv, alltså inte endast för detta begränsade området. Exempelvis kan översvämningsytor anläggas nedströms på ytor som är mer lämpliga än ytorna inom planområdet.

22(36)

RAPPORT  
2019-10-17

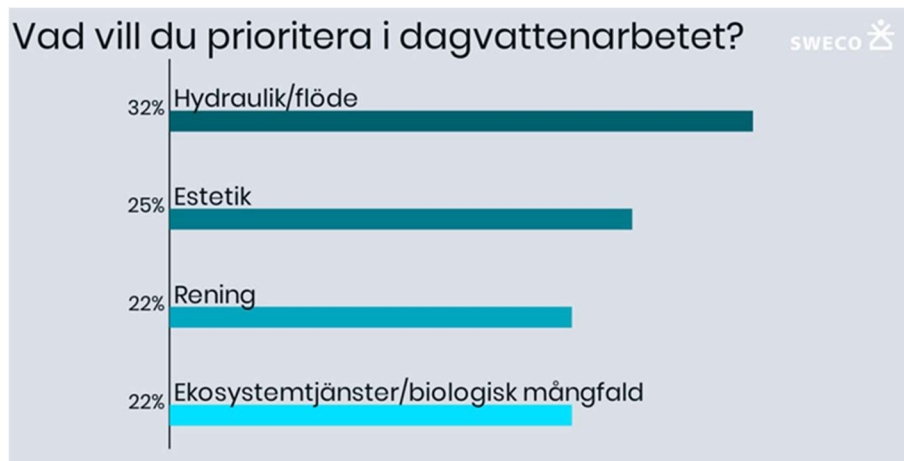
## 6 Syn på dagvattenhanteringen

Synen på dagvattenhanteringen har förändrats med åren (Figur 23). Istället för att leda ner dagvattnet i ett traditionellt rörsystem används idag oftare öppna dagvattensystem med mål att skapa grönare samhällen som ger ökad trivsel och bättre skydd mot översvämningar och värmeböljor. Utemiljön utformas så att dagvattnet blir en resurs för växter, djur och människor, som något som berikar livet i staden.



Figur 23. Schematisk illustration över förändringen i synen på hanteringen av dagvatten, från enbart ett avledningsperspektiv till en långsiktig hållbar dagvattenhantering. Svenskt vattens publikation P110.

En gemensam workshop där projektets berörda parter gemensamt kunde prioritera och svara på utmaningar inom uppdraget genomfördes 2019-01-15. När Sweco ställde frågan vad som ska prioriteras i dagvattenarbetet, svarade 32 % av närvarande "Hydraulik/flöde" och 25 % "Estetik". Sammanställning av svar på frågan kan ses i Figur 24. I denna utredning föreslås dagvatten i sjukhusområdet i Halmstad hanteras som en resurs som kan berika bebyggelsemiljön med avseende på estetik, upplevelser, rekreation.



Figur 24. En bild från interaktivt bildspel med svar från samtliga närvarande, Workshop Dagvatten inom sjukhusområdet Halmstad, 2019-01-15.

## 7 Tekniska utformningar

Utformningen av hållbar dagvattenhantering omfattar många olika typer av åtgärder. Samtliga lösningar kan utformas på en mängd olika sätt och dimensioneras för olika regnsituation. Vissa lösningar lämpar sig bra att kombinera med andra lösningar för större effekt.

Det förorenade och det rena dagvattnet ska hållas separerat så långt som det är möjligt:

- För att upprätthålla grundvattenbildningen eftersträvas infiltration i så stor utsträckning som möjligt.
- Dagvatten från förorenade ytor till exempel trafik-, parkeringsytor får inte infiltreras.

Kategorier av möjliga åtgärder för hantering av dagvatten i sjukhusområdet i Halmstad och exemplar på tekniska utformningar av åtgärder sammanfattas i Tabell 8.

*Tabell 8. Sammanfattning av olika kategorier av dagvattenlösningar och tekniska lösningar.*

Kategori	Exempel på tekniska utformningar
Tak	Gröna tak Protan BlueProof
Lokalt omhändertagande av dagvatten/fördröjning nära källa	Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd Regnvattentunnor Dammar Uppsamling av takvatten för återanvändning Makadammagasin Dagvattenkassetter
Avledning	Rännor/kanaler Svackdiken Infiltrationsstråk/makadamdiken
Samlad fördröjning	Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd Översvämningssytor Dammar Mångfunktionella ytor
Parkeringsytor	Tätt underjordiskt magasin som utrustas med avstängningsanordningar

### 7.1 Tak

#### 7.1.1 Gröna tak

Gröna tak är en åtgärd som inte gynnar grundvattenbildningen då effekten är högre avdunstning. Genom att leda dagvatten till andra typ av anläggningar för hantering av dagvatten kan liknande flödesreducerande effekt uppnås samtidigt som grundvattenbildningen gynnas. Endast ett fåtal studier har undersökt hur kvaliteten på det

avrinningsvatten som gröna taken genererar ser ut. Vidare analys av eventuellt föroreningsinnehåll (tungmetaller eller ett näringsläckage) efter tillsats av gödningsmedel i avrinningen från gröna tak behövs för att fastställa dess miljöpåverkan och påverkan på grundvattenbildningen.

### 7.1.2 Protan BlueProof

BlueProof är en SINTEF (ett tekniskt forskningsinstitut i Norge) godkänd lösning för vattenfördröjning där vattnet gradvis och kontrollerat dräneras ned i avloppsnätet, så att man undgår överbelastning som i sin tur kan leda till översvämning. Taket är ett beprövat plasttak som fungerar som en bassäng där vattnet samlas upp och som inte innehåller några miljöskadliga ämnen. Protan BlueProof (Figur 25) är lämpat för både nybyggnation och renovering.

För att uteslutas förekomsten av föroreningar i dagvattnet ska byggnadsmaterial som förzinkad plåt, koppar eller rostfria material undvikas.



Figur 25. Olivgården Fastighets AB installerar Protan BlueProof tak, Katrineholm.

Protan BlueProof tak kan kombineras med rekreationsområden, miljövänliga gröna zoner och energiproduktion (figur 26).



Figur 26. Referensbild <https://www.protan.se/blueproof/>.

## 7.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten/fördröjning nära källa

### 7.2.1 Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd

En regnbädd kan definieras som en vegetationsbeklädd markbädd med fördröjningszon för infiltrering och behandling av dagvatten. Anläggningar består av ett dräneringslager och sandbaserade växtjordar. Eftersom regnbäddar byggs upp på en väl-dränerad växtbädd ställs det krav på att växterna ska klara perioder av både torra och höga vattennivåer. Regnbäddar hanterar vardagsregn och hjälper till att förtröga systemet vid större regn. Dock är fördröjning inte volymeffektiv om inte ytan ovan mark också används. Fördröjningsvolym reduceras med tiden pga. igensättning.

Utseende och form på en regnbädd kan variera stort (figur 27- figur 28) och anpassas till plats-specifika förutsättningarna (vegetation, omgivande jordlager, läge och djup på ledningar, marknivå m.m.). Med en välkomponerad växtmix får man en anläggning för hantering av dagvatten som fyller en teknisk funktion men också är ett vackert inslag i stadsmiljön.



Figur 27. Upphöjd regnbädd. Nederbörden leds in i regnbädden via ett stuprör. Dagvatten leds ut i botten på anläggningen. Illustration: Tengbomgruppen.



Figur 28. Nedsänkt regnbädd. Foto: City of Maplewood, Minnesota.

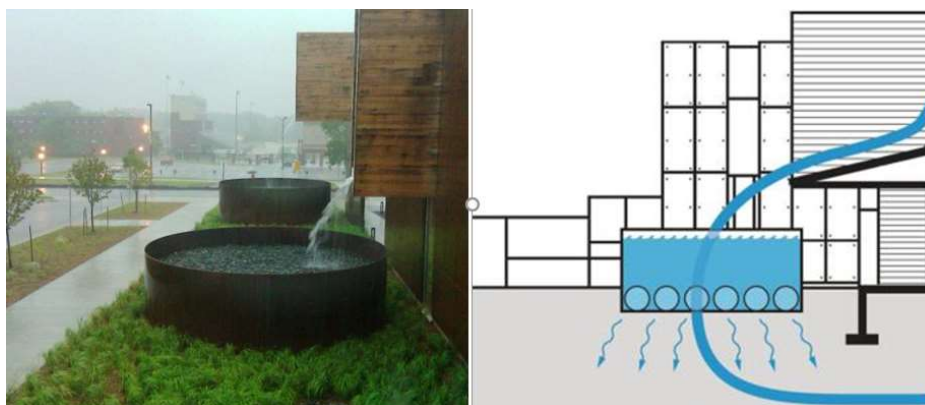
### 7.2.2 Regnvattentunnor

En regnvattentunna är en volymeffektiv fördröjning. Det bräddade takvattnet samlas upp och fördröjs. Vattnet kan användas för bevattning. Principen är densamma som för de flesta fördröjningsmagasin: vid en flödestopp tar regntunnan emot en större mängd dagvatten för att släppa vidare en mindre och magasinera resterande. När volymerna inte räcker leds vatten via en ledning eller ränna till ett utjämningsmagasin eller en översvämningssyta. Regnvattentunnan kan utföras som en stående tunna (figur 29- figur 30) eller ett liggande kärl. Karen kan anordnas som en liten vattenträdgård med stenar och vattenväxter.

Att använda regnvattentunnor för att ta hand om dagvatten är en metod som inte är speciellt beprövad, även om metoden kan anses vara enkel jämfört med många andra.



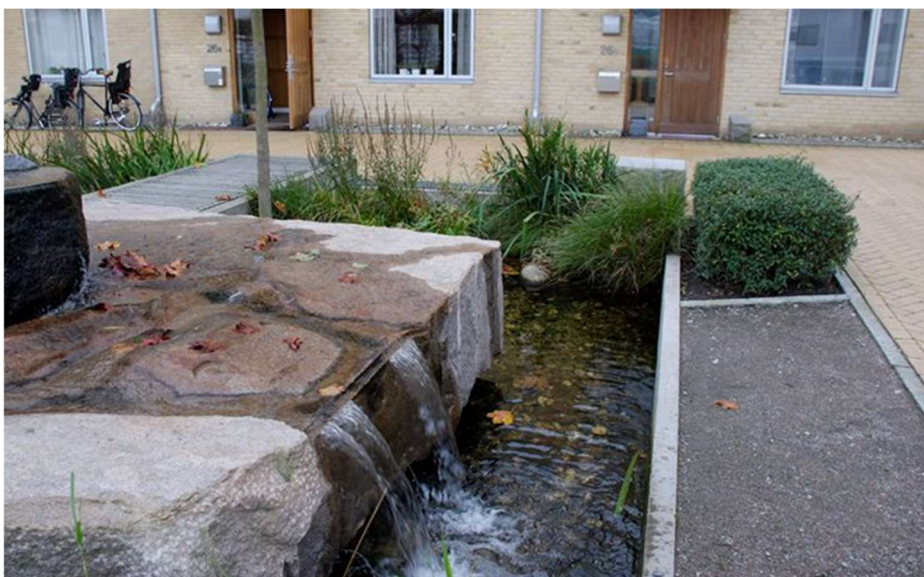
Figur 29. Exempel på utformning av regnvattentunnor. Till vänster: Water table glass, Ellington Condominium plaza.



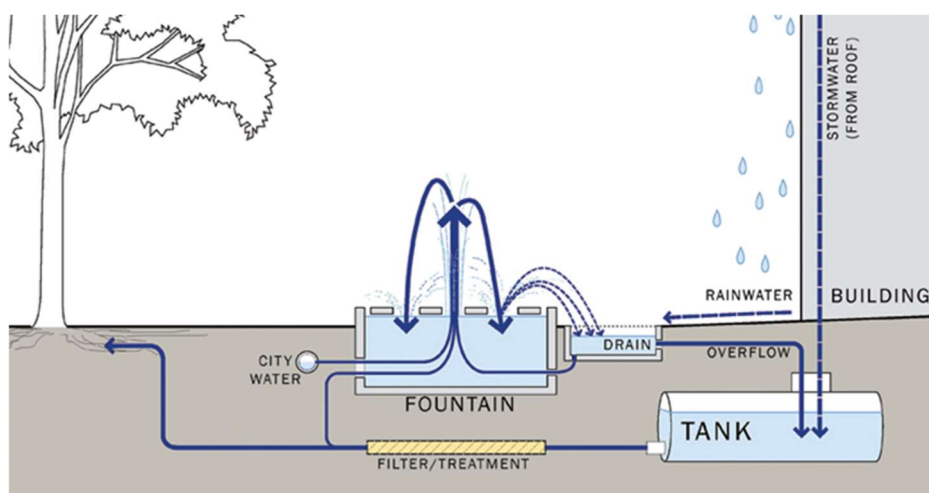
Figur 30. Exempel på utformning av regnvattentunna.

### 7.2.3 Dammar

Med öppna vattenytor skapas tilltalande inslag i stadsmiljön som blir en uppskattad detalj i ett annars hårdgjort och sterilt stadslandskap (figur 31). Anläggningar är volymeffektiva och kan utformas på många sätt och förutsättningarna på plats får ofta styra utformning. Konstruktionen kan vara hårdgjord eller mjuk, grön eller grå. I vissa dammar kan fontän utföras för cirkulation och luftning (figur 32). För att magasinerna ska vara snygga så krävs underhåll och eventuellt behövs kontinuerligt tillflöde av vatten för att undvika stillastående vatten som kan få problem med bland annat alger.



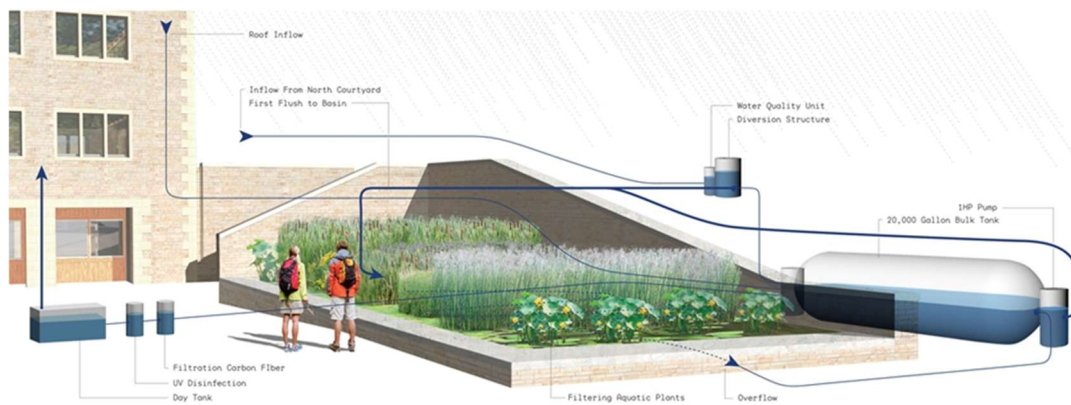
Figur 31. Fördröjningsdamm i Västra hamnen, Malmö. [www.vegtech.se](http://www.vegtech.se).



Figur 32. Ett exempel på dagvattenmagasin med fontän.

### 7.2.4 Uppsamling av takvatten för återanvändning

Vattenbrist och bevattningsförbud är idag en allt mer förekommande situation runt om i landet. Klimatförändringar och förtätningen av våra städer sätter dagvattensystemen på övermäktiga prov. Genom att återanvända regnvatten för att t.ex. vattna gräsmattan eller att spola i toaletten kan man minska ordinarie vattenförbrukning (Figur 33).



Figur 33. Ett exempel på utformning av anläggningar för att återanvändning av dagvatten.

#### Uppsamling av regnvatten för användning till bevattning

Tanken är placerad under jord och regnvattenet leds ner i den via husets stuprör. På vägen in i tanken filtreras skräp bort i ett filter. Vattnet förvaras i tanken och leds sedan ut till en eller flera tappstationer, placerade på gröna ytor.

#### Uppsamling av regnvatten för användning i huset t.ex. spola toaletter

En analys av regnvatten och möjligheterna att genom en regnanvändande anläggning kunna använda regnvatten för att spola i toaletten genomfördes 2009 (Niklas Gyllensvärd, "WC-spolning med regnvatten", maj 2009). Resultatet av analysen visar tydligt att en regnvattenanvändande anläggning i fallet med standardhuset i dagsläget inte går att rättfärdiga ur ekonomisk synpunkt, men även att det finns möjlighet till en realistisk ekonomisk förtjänst i framtiden.

2019 kommer kontorskomplexet Citypassagen stå klart i centrala Örebro, med den för Sverige unika egeskapen att WC- stolarna ska spolas med regnvatten. I kontoret kommer ett 1000- tal personer att få sina arbetsplatser. I tidigt skede beräknades kostnaden för installation av dagvattenåteranvändning till mellan 300 000 och 400 000 kronor ([www.energi-miljo.se](http://www.energi-miljo.se)).

### 7.2.5 Underjordiska infiltrationsmagasin

En underjordisk dagvattenlösning definieras som en lösning där anläggningen inte syns ovan mark. Infiltrationsmagasin används främst då dagvatten från takytor inte kan avledas till någon yta med vegetation där det kan infiltrera ner i marken. Viktigt är grundvattenytans nivå. Den bör vara under magasinets botten annars kan inte hela volymen utnyttjas till

magasinerings. Det är även viktigt att de omkringliggande fastigheterna inventeras noga så att de inte skadas om det skulle komma så mycket nederbörd att infiltrationsanläggningen inte kan klara flödet utan att vatten blir stående och rinner av längs marken. Fördröjningsvolym i underjordiska infiltrationsmagasin reduceras med tiden pga. igensättning.

#### Makadammagasin

Makadammagasin är i princip en grop i marken som täcks in av en geotextilduk och fylls med ett grovt material som dagvattnet leds till. Duken ska förhindra smuts och finare fraktioner från omgivande material att ta sig in i magasinet och minska porvolymen och därmed kapaciteten för magasinet. Porvolymen för makadam som används i infiltrationsmagasin brukar vara cirka 30 %.

#### Dagvattenkassetter

Ett alternativ till att anlägga ett makadammagasin är dagvattenkassetter av plast. Dagvattenkassetter är underjordiskt magasin av plastskelett som lämpar sig för såväl infiltration som fördröjning. Kassetternas hålrumsvolym är upp till 95 % vilket innebär att man sparar mer än 2/3 av ytbehovet jämfört med ett makadammagasin.

## 7.3 Avledning

### 7.3.1 Rännor/kanaler

Öppna rännor (figur 34) är dagvattenhanteringen främst inriktad på ytlig avledning där vattnet synliggörs. Bakom lösningarna ofta ligger tankar om människors välbefinnande kopplat till tilltalande ytor, grönska och ljudet av rinnande vatten.



Figur 34. Exempel på öppna rännor.

Det finns vissa nackdelar med öppna rännor. Grus, löv och skräp har en tendens att samlas i rännorna. Extra skötselinsatser kan behövas. Rännorna behöver utformas så att de inte försvårar framkomligheten för bland annat barnvagnar, rullator, rullstolar med mera. Rännor och kanaler kan utföras även som täckta med intagsgaller eller slitsar. Ytvattenrännor som täckta eller öppna kan kopplas ihop till större kanaler för vidare yttlig avledning. Kanalen kan vara öppen för infiltration i botten och användas som fördröjningsmagasin.

### 7.3.2 Svackdiken

Svackdiken avser grunda, öppna avrinningsstråk med flacka slänter. Svackdiken är ytkrävande åtgärd och passar främst gles stadsmiljö framför tät innerstad.

### 7.3.3 Infiltrationsstråk/makadamdiken

Infiltrationsstråk är ett makadamfyllt dike som kan gestaltas på många olika sätt. Det kan vara en grön eller grå, mjuk eller hårdgjord anläggning. Infiltrationsstråk är ej volymeffektiv fördröjning (30 % porvolym). Fördröjningsvolym reduceras med tiden pga. igensättning.

## 7.4 Samlad fördröjning

### 7.4.1 Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd

Regnbädd/biofiltersystem/växtbädd beskrivs under rubriken 7.2.1. "Regnbädd/biofilter-system/växtbädd". Skillnad för samlad fördröjning är att anläggningar utgörs mer storskaliga.

### 7.4.2 Översvämningsytor

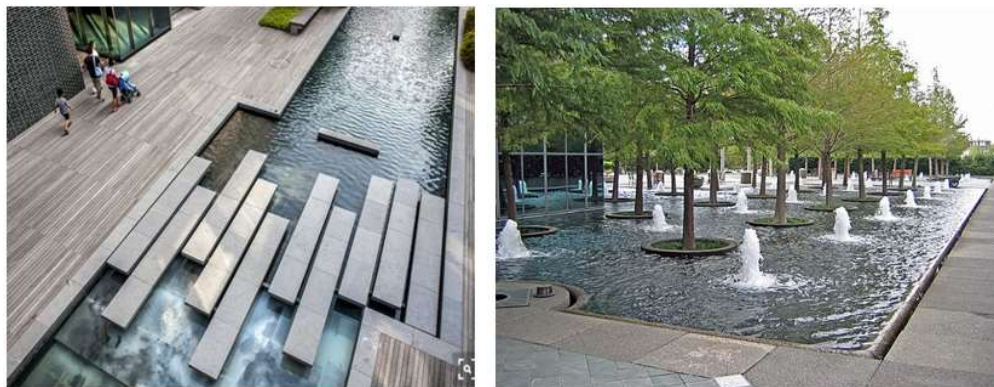
Översvämningsytor (figur 35) är ytor som tillfälligt tål att svämmas över för fördröjning, absorption, infiltration och avdunstning.



Figur 35. Exempel på ytor som tillfälligt kan svämmas över och användas för att fördröja dagvatten.

### 7.4.3 Dammar

Damm beskrivs under rubriken 7.2.3. "Dammar". Skillnad för samlad fördröjning är att anläggning utgörs mer storskalig (figur 36).



Figur 36. Exempel på fördröjningsdammar i stadsmiljö.

### 7.4.4 Mångfunktionella ytor

Mångfunktionalitet och samnyttjande av mark eftersträvas för effektiv användning av ytor. En multifunktionell yta (figur 37) är till exempel ett torg, en cykelväg, en amfiteater, en gångbana, en skateboardpark, en lekplats, en tunnel, en park eller någon annan yta, som kan tillåtas översvämmas vid regn eller skyfall. Ytans huvudfunktion är att fördröja vatten i samband med nederbörd. Under torra perioder kommer ytan att vara helt torr.



Figur 37. Exempel på mångfunktionella ytor.

## 7.5 Parkeringsytor

Dagvatten från parkeringsytor ska förhindras infiltrera i mark. Dagvatten från parkeringsytor ska ledas till täta fördröjningsmagasin som utrustas med avstängningsanordningar. Detta för att möjliggöra omhändertagande av vatten från exempelvis släckning av bilbrand innan utlopp till allmänt ledningssystem sker.

## 7.6 Genomsläppliga ytskikt

I stället för täta asfaltytor kan olika typer av att vattengenomsläppliga ytmaterial väljas. Infiltrationskapacitet i dessa är dock svår beräkna och på sikt kommer dessa ytor till viss del sättas igen.

## 7.7 Skelettjord för träd

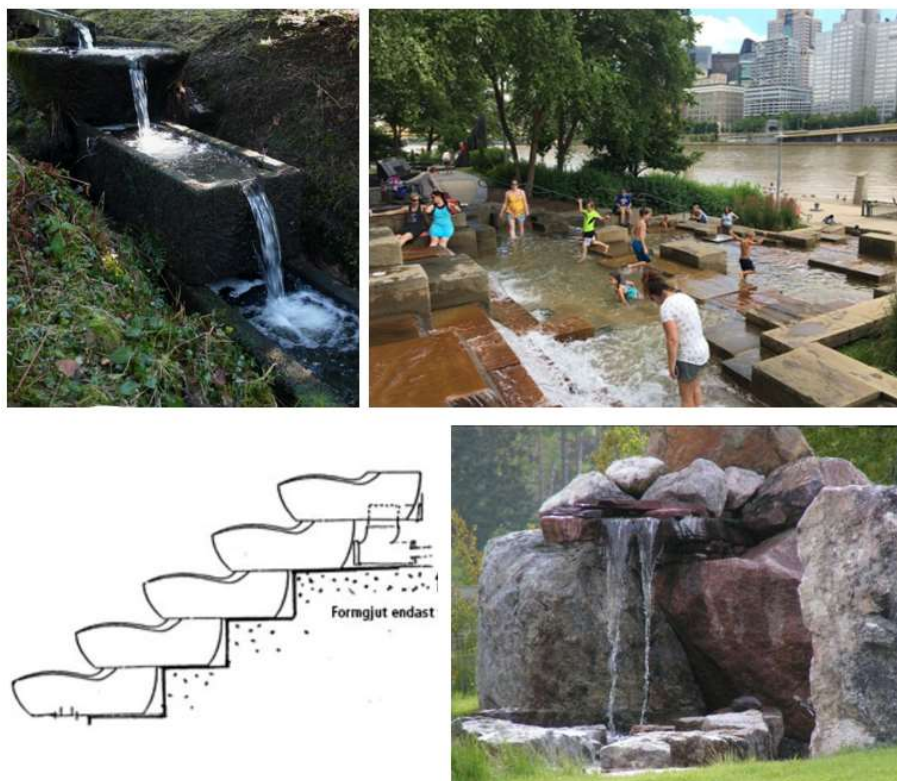
Att använda sig av skelettjord runt träd är en anläggningsmetod som ökar jordvolymen och därmed även ökar rotvolymen. Metoden gynnar både växtkraften och dagvattenhanteringen om ytskiktet runt träden är genomsläppligt.

## 7.8 Tekniska lösningar i område med en betydande höjdskillnad

Planområdet sluttar bitvis kraftigt mot sydöst. Möjliga utformningar av tekniska lösningar i område med en betydande höjdskillnad vore trappsektionen med terrasserade växtbädd (Figur 38) eller öppna anläggningar som utformas enligt så kallade "Water Flowforms system". Flowforms är vattentrappor som är funktionella och vackra på samma gång. Vattnet strömmar nerför öppna (underjordiska anläggningar i form av t. ex. dagvattenkassetter är också möjliga) "trapporna" till en anläggning för samlad fördröjning av dagvatten. Flowforms kan utformas i olika skalor och former (Figur 39). Volymen måste vara tillräcklig oavsett om det blir en större damm, flera i serie eller en damm i kombination med översilningsytor eller dagvattenkassetter. En fungerande utlopp, erosionsskydd och översyn om vad som händer om det kommer ett kraftigare regn än vad anläggningen är dimensionerad för är viktiga.



Figur 38. Trappsektionen med terrasserade växtbädd. Illustration: Sofia Bååth.



Figur 39. Exempel av vattentrappor.

## 7.9 Förslag till administrativa åtgärder

Största delen av planområdet, förutom en del av Nymansgatan, består av kvartersmark vilket innebär att kommunen inte har rådighet över marken där dagvattensystemet planeras. Att reglera dagvattenhanteringen via ett exploateringsavtal är en juridiskt svag lösning då detta endast gäller för nuvarande ägare.

Planområdet ligger inom sekundärt vattenskyddsområde vilket medför speciella förutsättningar avseende infiltration. För att säkerställa infiltration av takdagvatten samt för att förhindra infiltration av dagvatten från asfaltytor föreslås nedanstående planbestämmelser.

### UTFORMNING, UTFÖRANDE OCH BYGGNADSTEKNIK

#### Mark och vegetation

Per m<sup>2</sup> takyta ska 0,2 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för infiltration av dagvatten. Markytan för infiltration får ersättas med perkolationsmagasin eller dagvattenkassetter. Per m<sup>2</sup> takyta ska då 0,1 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för perkolationsmagasin under mark, alternativt 0,05 m<sup>2</sup> för dagvattenkassetter.

Inget dagvatten från trafikerade ytor får infiltrera i mark.

### Förslag på förklarande text i planbeskrivning:

Per m<sup>2</sup> takyta ska 0,2 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för infiltration av dagvatten från takytor för att upprätthålla vattenbalansen i grundvattentäkten. Detta gäller för fördröjning och infiltration på öppna gräsytor. Markytan för infiltration får ersättas med perkolationsmagasin (hålrumsvolym ca 30 %) eller dagvattenkassetter. Per m<sup>2</sup> takyta ska då 0,1 m<sup>2</sup> markyta vara tillgänglig för perkolationsmagasin under mark, alternativt 0,05 m<sup>2</sup> för dagvattenkassetter under mark.

Inget dagvatten från trafikerade ytor får infiltrera i mark. Detta för att skydda grundvattentäkten från att bli förorenad.

## 8 Grön- och blå struktur, Halmstad sjukhus

Ett skissförslag "Grön- och blå struktur, Halmstad sjukhus" på lämpliga platser för dagvattenanläggningar för fördröjning samt infiltration av takvatten framgår i Figur 40 och bilaga 4. Ytor som är lämpliga för lokalt omhändertagande av dagvatten, dvs fördröjning och infiltration av takvatten nära källa, är grönmarkerade och omfattar ca 2000 m<sup>2</sup> för Ekorren 4, och ca 11700 m<sup>2</sup>, Ekan 15. Ytor som är lämpliga för samlad fördröjning och infiltration av takvatten är blåmarkerade och omfattar 4400 ca m<sup>2</sup>, Ekan 15.

I första hand föreslås fördröjning och infiltration av takvattnet nära källa; i andra hand en samlad fördröjning och infiltration. Om man inte frigör mark för lokalt omhändertagande av dagvatten behöver flera anläggningar för samlad fördröjning att anläggas.

Lokalt omhändertagande av dagvatten nära källa kan exempelvis innebära regnbädd/biofiltersystem/växtbädd, regnvattentunnor, dammar, uppsamling av takvatten för återanvändning, makadammagasin, dagvattenkassetter.

Samlad fördröjning kan exempelvis innebära regnbädd/biofiltersystem/växtbädd i större skala, översvämningssytor, dammar, mångfunktionella ytor.



Figur 40. Illustrationsskiss "Grön- och blå struktur, Halmstad sjukhus".

## 9 Slutsats

Utifrån genomförd dagvattenutredning kan följande slutsatser dras:

- Planerad bebyggelse innebär att dimensionerande dagvattenflöde från fastigheter Ekorren 4 och Ekan 15 kommer att öka med 193 l/s resp. 420 l/s. Ökning av flöden uppstår i stort sätt pga klimatfaktorn.
- För att reglera infiltration av takvatten föreslås planbestämmelser som både hindrar dagvatten från asfalterade ytor att infiltrera och förorena grundvattnet samt kräver att viss del av takdagvattnet ska infiltreras för att upprätthålla vattenbalansen i grundvattentäkten.
- Definitiva ledningssträckningar, ledningsdimensioner och anläggningar för fördröjning av takvatten ska väljas i ett senare skede när utformningen av bebyggelser är fastlagd. Dagvattenledningars och anläggningars lägen och sträckningar kommer delvis att bero på höjdsättningen inom området.
- Höjdsättning av området bör beställas i ansökan om nytt marklov.
- Förprojektering av höjdsättning för avledning av dagvatten från trafik- och parkeringsytor samt identifiering av eventuella anläggningar ovan eller under jord som riskerar att komma i konflikt med framtida anläggningar bör beställas i det kommande arbetet.

### Referenser

- Övergripande riktlinjer för exploatering inom vattenskyddsområde, Halmstads kommun 2017-11-07.
- SMHI. (2017). Skyfall och rotblöta, <https://www.smhi.se/kunskapsbanken/rotblota-1.17339>.
- Svenskt vattens publikation P110 (2016). Avledning av dag- drän- och spillvatten.

### Bilagor

- Bilaga 1. Föreslaget dagvattensystem
- Bilaga 2. Skyfallsanalys. Avrinningsområde och rinnvägar
- Bilaga 3. Skyfallsanalys. Avrinningsområde och instängda områden
- Bilaga 4. Grön- och blå struktur, Halmstad sjukhus







- OMRÅDE FÖR LOKAL FÖRDRÖJNING OCH INFILTRATION AV TAKVATTEN
- OMRÅDE FÖR SAMLAD FÖRDRÖJNING OCH INFILTRATION AV TAKVATTEN

