


Dagvattenutredning Dalen 21, Svenska Bostäder AB



Geosigma AB

2017-04-07

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: Jonas Robertsson	Uppdragsnr: 604400	Grän nr: 16181	Version: 1.1	Antal Sidor: 27	Antal Bilagor:	
Beställare: Svenska Bostäder	Beställares referens: Mats Åhländer		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: Dagvattenutredning Dalen 21, Svenska Bostäder AB						
Författad av: Stefan Eriksson, Jonas Robertsson					Datum: 2017-04-07	
Granskad av: Per Askling (version 1.0) Erik Palmfjord (version 1.1)					Datum: 2017-03-28 2017-04-07	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org.nr: 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala St Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	Teknik & Innovation Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

Sammanfattning

Svenska bostäder planerar att bygga ett flerbostadshus i Dalen i södra Stockholm. Den nya byggnaden ersätter ett befintligt parkeringsgarage som idag finns inom planområdet. I och med en förändring av befintlig markanvändning från dagens parkeringsgarage till det planerade flerbostadshuset med tillhörande gårdsytor har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning för planområdet.

Jordarterna i planområdet består främst av fyllning med underliggande lager av isälvsediment. Det dagvatten som inte infiltreras rinner i dagsläget främst till dagvattennätet i Åstorpsringen söder om planområdet och slutligen ut i Årstaviken. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket medför att inga halter av föroreningar bör öka och framförallt inte näringsämnen och de miljögifter där det redan finns en känd miljöproblematik. Förändringen av markanvändningen inom planområdet, enligt föreslagen planskiss, medför oförändrade dagvattenflöden för ett dimensionerande 10-årsregn och för årsmedelflöden. 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:

- Dagvatten från planområdets tak- och entréytor leds i största möjliga mån till makadammagasin placerade i utkanten av planområdet, mellan väg och byggnader. Primärt finns möjlighet att anlägga makadammagasin under entréytorna i sydost och nordväst. Makadammagasinen fördröjer och renar merparten av planområdets dagvatten och möjliggör infiltration av dagvatten till grundvattnet.
- Entréytorna beräknas ha en sammanlagd area på 290 m², vilket innebär att ca 56 % (163 m²) av ytan behöver underlagras av ett makadammagasin med 1 meters djup och 30 % porvolym.
- På platsen för makadammagasinet grävs all gammal fyllnadsmassa bort för att ersättas av grov makadam ovanpå det naturliga isälvsedimentet.
- Makadammagasinet förses med dräneringsledning och bräddavlopp till det kommunala dagvattensystemet och ges möjlighet till yttlig bräddning vid extrema regn.
- Dagvatten från de takytor som sluttar mot gatan avleds direkt till magasinerna.
- Även de takytor som lutar mot innergården avleds i stor utsträckning till magasinerna. Några av stuprören, lämpligen de på längst avstånd från magasinerna, föreslås istället förses med utkastare, varifrån dagvattnet avleds i öppna rännilar till innergårdens planteringar.
- Planteringarna förses med bräddningsbrunnar som avleder överskottsvatten till makadammagasinen.
- Som alternativ kan regnbäddar anläggas på innergården, vilket bidrar till en grön och estetiskt tilltalande gårdsmiljö. Regnbäddarna behöver anläggas med tät botten för att det underliggande garaget inte ska skadas av inträngande vatten.
- En förutsättning för att kunna använda den öppna ytan framför entrén i sydost till ett makadammagasin är att de befintliga elledningarna dras om som planerat. Den aktuella ytan i sydost är cirka 180 m² och har således potential att rymma stora volymer dagvatten under sig. Lämpligheten är också avhängig av att jorddjup och jordarter är de förväntade, med stora jorddjup och relativt god infiltrationskapacitet.
- Om den elledning som löper strax norr om den planerade byggnaden kan flyttas skulle grönområdet intill byggnadens norra fasad, intill elcentralen, vara en lämplig placering för en del av makadammagasinet. Magasinets volym i de två andra föreslagna ytorna kan då minskas med motsvarande volym.
- Innergården behöver höjdsättas så att dagvattnet kan avrinna yttligt ut genom portiken vid extremregn där föreslagna lösningar bräddar, för att undvika att skador på byggnader uppstår.

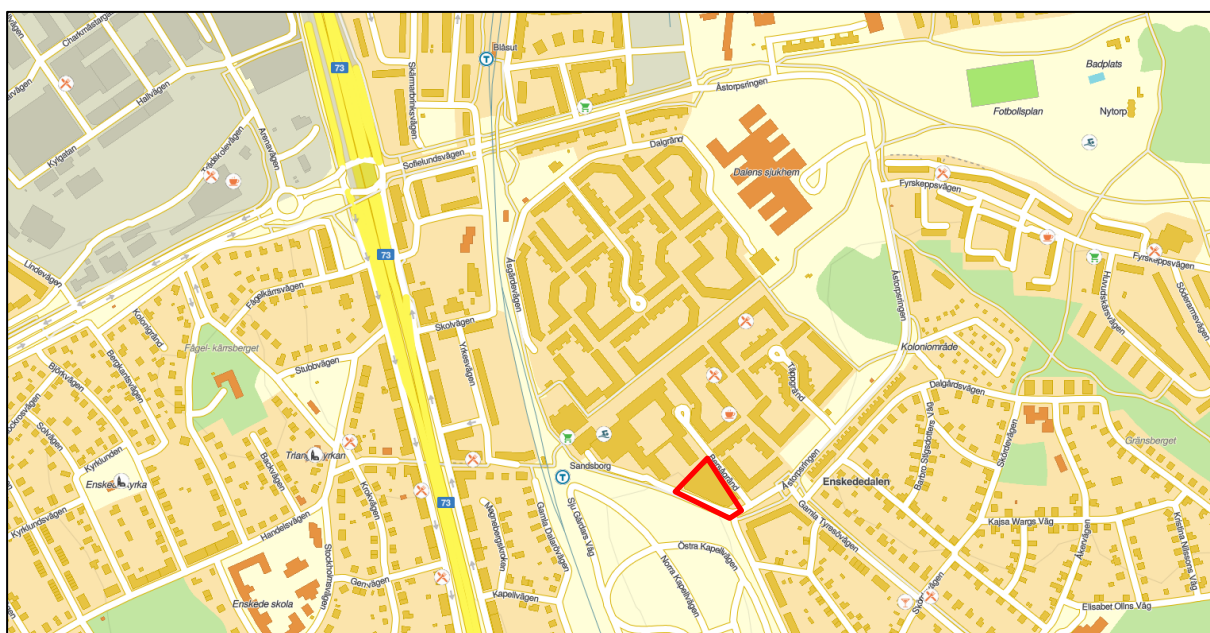
Innehåll

1	Inledning och syfte	5
1.1	Allmänt om dagvatten	6
2	Material och metod.....	7
2.1	Material och datainsamling	7
2.2	Platsbesök	7
2.3	Flödesberäkning.....	8
2.4	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	9
2.5	Föroreningsberäkning.....	9
3	Områdesbeskrivning och avgränsning	10
3.1	Hydrogeologi	10
3.1.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	10
3.1.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.	12
3.2	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	13
3.3	Markanvändning – Befintlig och planerad	14
3.4	Ledningar inom planområdet.....	16
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	17
4.1	Flödesberäkningar	17
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	17
4.3	Föroreningsbelastning	18
4.4	100-årsregn och skyfallsmodell.....	19
5	Lösningförslag för dagvattenhantering	21
5.1	Generella rekommendationer	21
5.2	Lokalt omhändertagande av dagvatten	21
5.3	Makadammagasin.....	23
5.4	Planteringar och rännalar	24
5.5	Regnbäddar	25
5.6	Effekt på recipient	26
5.7	Extremregn	26
6	Referenser.....	27

1 Inledning och syfte

Svenska bostäder planerar att bygga ett flerbostadshus i Dalen i södra Stockholm, se Figur 1-1. Den nya byggnaden ersätter ett befintligt parkeringsgarage som idag finns på platsen. I och med en förändring av befintlig markanvändning från dagens parkeringsgarage till det planerade flerbostadshuset med tillhörande gårdsytor har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning för planområdet, se Figur 1-2.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilken påverkan den planerade byggnationen 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 vid behov dimensionera utjämningsmagasin för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet.



Figur 1-1. Översiktskarta där ungefärlig plats för planområdet ungefärliga position och utbredning markerats med en röd polygon.



Figur 1-2 . Flygfoto över planområdet. Planområdet är markerat med en vit polygon.

1.1 Allmänt om dagvatten

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

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

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

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare).
- Ledningskartor (erhållet från beställare).
- Jordartskarta och jorrdjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator.
- Situationsplan daterad 2017-01-17 (erhållet från beställare).
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).
- Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholms stad, 2016).

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 16 september 2016. Planområdet utgörs nästan uteslutande av ett parkeringsgarage. Söder om planområdet breder Stockholmsåsen ut sig, vilket syns tydligt på platsen, och på åsen ligger Sandsborgs kyrkogård. Precis söder om planområdet finns ett grundvattenrör med hänglås, se Figur 2-1. Vid platsbesöket var hänglåset sönderrostat, vilket omöjliggjorde mätningar av grundvattennivån. Den generella lutningen i området är från sydöst mot nordväst med lågpunkten längs Bersågränd, se Figur 2-2.



Figur 2-1. Stockholmsåsen med befintligt grundvattenrör till höger i bilden, och planområdet med parkeringsgarage till vänster



Figur 2-2. Gångvägen väster om parkeringsgaraget med planområdets lågpunkt i slutet på gångvägen

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, vilken 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.

f är en ansatt klimatkfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatkfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatkfaktorn har i detta fall satts till 1,25.

2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

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

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

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

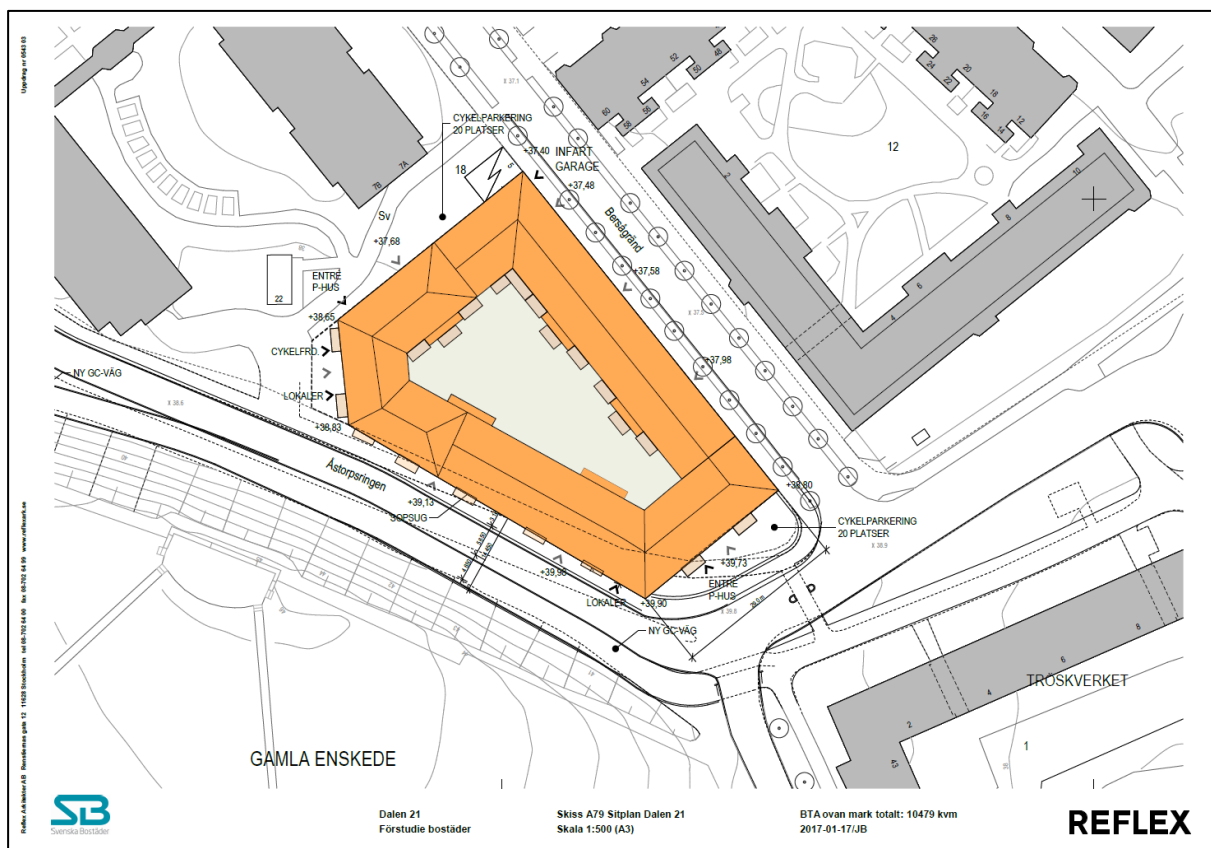
Beräkning av utjämningsvolym har även gjorts enligt Stockholm stads nya mått på åtgärdsnivå för dagvatten vid ny- och ombyggnationer (Stockholms stad, 2016), som antagits av stadens tekniska nämnder. Enligt dessa mått ska de första 20 millimetrarna nederbörd på hårdgjorda ytor kunna magasineras och avtappas under cirka 12 timmar inom planområdet.

2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.17.1.3 och baseras på modellens schablonhalter. Schablonhalterna är 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 beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella planområdet utgörs av en yta på cirka 0,3 hektar och är beläget intill Åstorpsringen och Bersågränd i Enskededalen. Planområdet är flackt och består idag av ett parkeringsgarage, i två våningar, som upptar i princip hela planområdet. Längs planområdets nordvästra gräns ligger en angränsande fastighet med gårdsmark och gångvägar. Befintligt parkeringsgarage ska rivas för att ersättas av ett flerbostadshus underbyggt med parkeringar i två garagevåningar. Övan garagevåningarna byggs flerbostadshuset med tillhörande gårdsmark. En situationsplan över planområdet visas i Figur 3-1.



Figur 3-1. Situationsplan daterad 2017-01-17 (Reflex).

3.1 Hydrogeologi

3.1.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, kornstorleksfördelning, 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 .

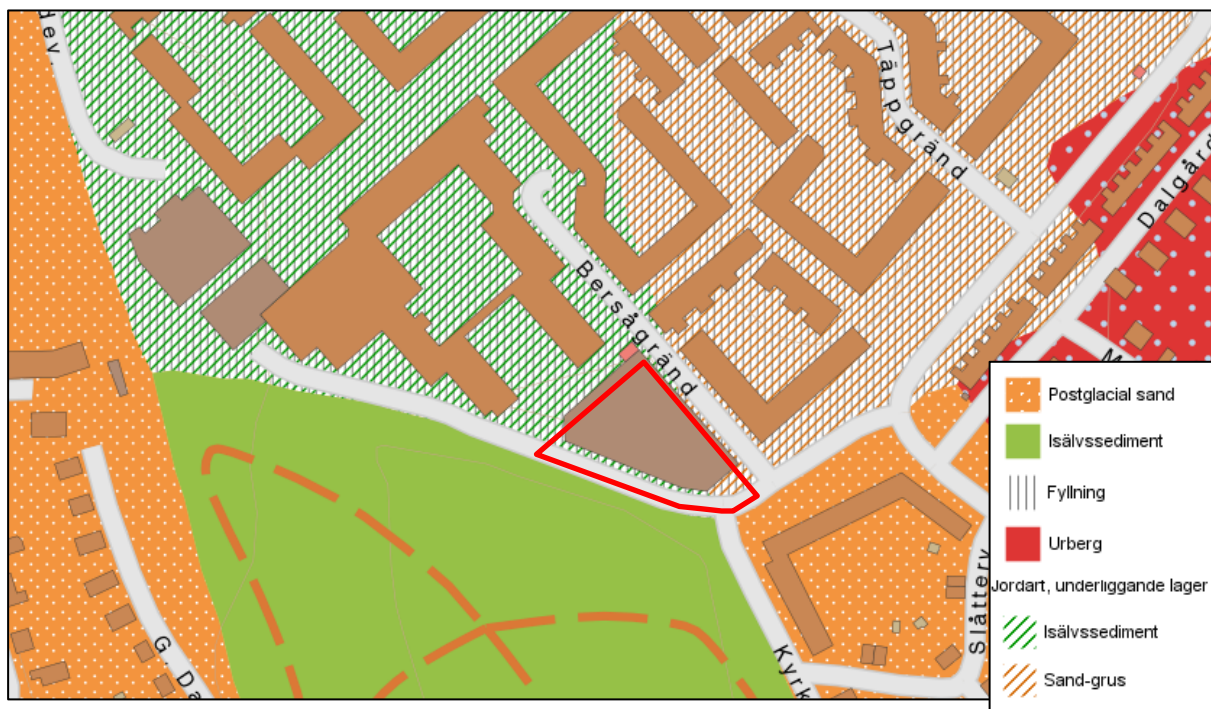
I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att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

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

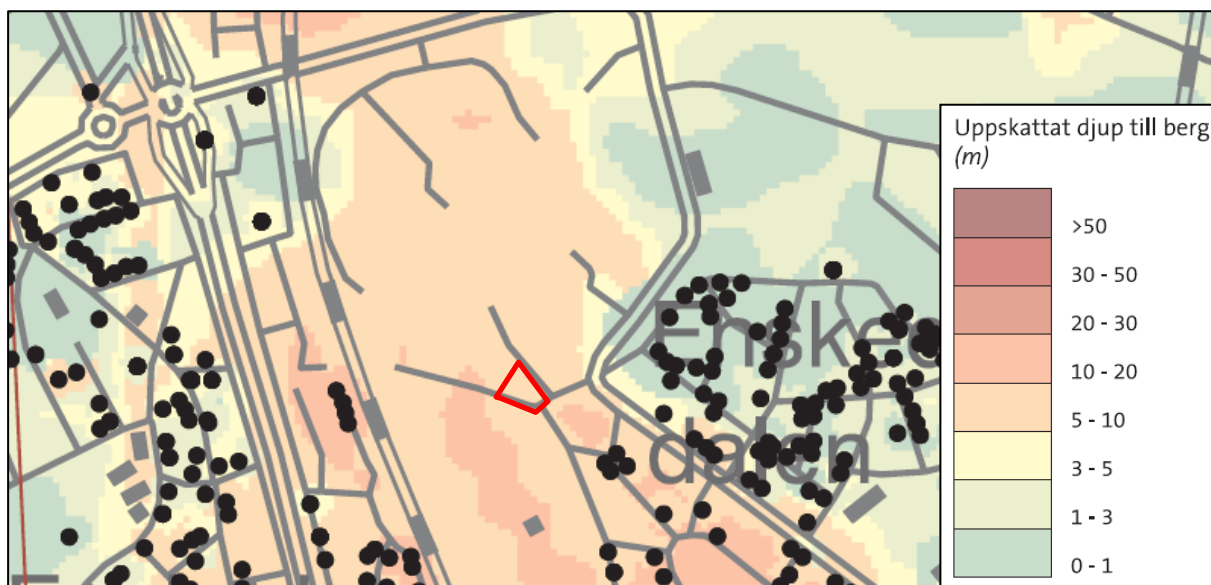
Jordtyp	Infiltrationskapacitet (millimeter/timme)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Planområdet ligger på Stockholmsåsen, som går i dagen söder om planområdet, vilket syns på Sandsborgskyrkogården. Enligt jordartskartan (Figur 3-2) och jorrdjupskartan (Figur 3-3) från SGU består jordlagren inom planområdet av fyllning med underliggande lager av isälvsediment eller postglacial sand. Inom planområdet finns även områden med urberg. Söder om planområdet finns inga fyllnadsmassor som överlagrar de naturliga jordarterna. Jordlagrens mäktigheter uppskattas enligt jorrdjupskartan till mellan 5 – 10 meter. Enligt Stockholm stads geoarkiv har mätningar av grundvattennivåerna utförts strax söder om planområdet mellan åren 1974 - 1996, grundvattenytan har då varierat mellan 8,8 - 10 meter under marknivån. Eftersom mätserien är lång med många mätningar utspridda över hela året kan dessa grundvattennivåer anses representativa för planområdet som ligger cirka 20 meter från mätpunkten benämnd 107A76. Eftersom området ligger på en isälvsavlagring med hög vattengenomsläpplighet bedöms grundvattennivån för planområdet vara på samma nivå som vid mätpunkten.

Baserat på denna information bedöms infiltrationsmöjligheterna i de naturliga jordlagren inom planområdet vara mycket goda, men kan begränsas av fyllningens mäktighet och vattengenomsläpplighet.



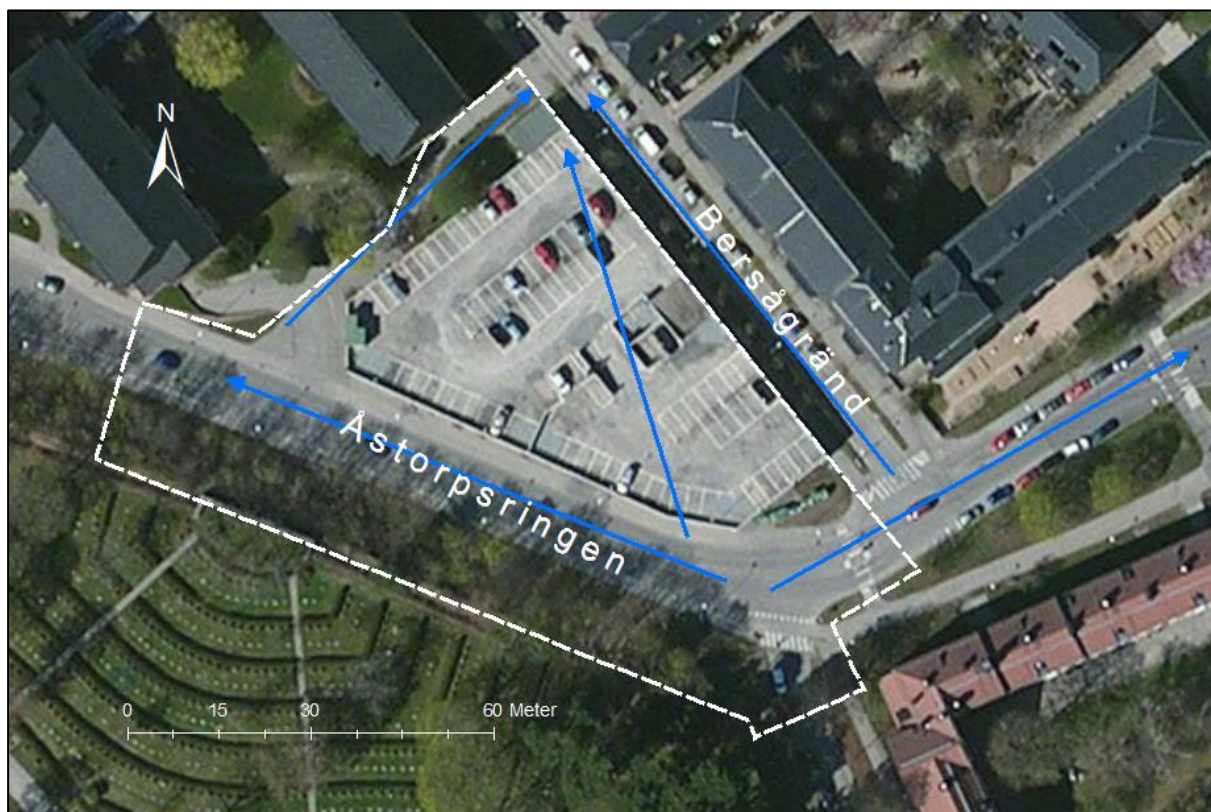
Figur 3-2. Jordartskarta framtagen med SGUs kartvisare. Röd polygon visar planområdets ungefärliga läge och utbredning.



Figur 3-3. Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator. Röd polygon visar planområdets ungefärliga läge och utbredning.

3.1.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.

Planområdet lutar från söder till norr med marknivåer omkring +37,5 meter i norr och cirka +40 meter i söder. Figur 3-4 visar ungefärliga, befintliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på de topografiska förhållandena inom och omkring planområdet. I dagsläget leds en övervägande del av dagvattnet från planområdet, det dagvatten som bildas på den upphöjda parkeringsytan, till dagvattenledningar längs Åstorpsringen.



Figur 3-4. Översiktskarta över planområdet, markerat med en streckad vit linje, där blå pilar visar naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på topografin i området.

3.2 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Dagvatten från planområdet transporteras till recipienten och ytvattenförekomsten Årstaviken. Länsstyrelsens klassning visar på miljöproblem i Årstaviken, som miljögifter och förändrade habitat genom fysisk påverkan. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket innebär att inga halter av föroreningar bör öka. Framförallt får inte halterna av kvicksilver, bromerade difenyletrar, tribyltenn-föreningar, bly och blyföreningar, kadmium och kadmiumföreningar och antracen öka då det finns en problematik med dessa föroreningar i Årstaviken. Kviksilver och polybromerade difenyletrar är generellt över gränsvärdena i hela Sverige, vilket gör att dessa ämnen är undantagna från kvalitetskraven.

Årstavikens statusklassificering enligt VISS (2017):

Ekologisk potential

Status: God ekologisk status

Kvalitetskrav: God ekologisk status

Kemisk ytvattenstatus

Status: Uppnår ej god status

Kvalitetskrav: God kemisk ytvattenstatus

Undantag, i form av mindre stränga krav, ges för bromerade difenyletrar och kvicksilver då dessa ämnen generellt är över gränsvärdena för hela Sverige. Övriga ämnen som inte uppfyller kraven för god kemisk status har en tidsfrist satt till år 2027.



Figur 3-5. Årstaviken i Mälaren (www.viss.lansstyrelsen.se). Den röda cirkeln visar den ungefärliga placeringen av planområdet.

3.3 Markanvändning – Befintlig och planerad

Planområdet består idag av ett parkeringsgarage i två våningar och en mindre gräsyta. Vid uppförande av det planerade flerbostadshuset kommer fastigheten att utvidgas något mot Åstorpsringen, varför både gata och gång- och cykelväg kommer förskjutas något mot Sandsborgskyrkogården i söder. En karta över befintlig markanvändning presenteras i Figur 3-6.

I Figur 3-7 visas en karta över planerad markanvändning. Förändringen i markanvändningen medför en ökad andel gård-/gräsytor inom planområdet. Innergården samt byggnaden kommer underlagras av ett parkeringsgarage i två våningar.



Figur 3-6. Befintlig markanvändning inom planområdet, markerat med en vit streckad linje, där Rosa = Parkeringsgarage, Grönt = Gräsyta, Ljust grått = Gång- och cykelväg, Mörkt grått = Vägbanan.



Figur 3-7. Planerad markanvändning inom planområdet, markerat med en vitstreckad linje, där Rosa = Takyta, Grönt = Gårds- och grönytor, Beige = Entréer och cykelparkering, Ljust grått = Gång- och cykelväg, Mörkt grått = Vägbanan.

3.4 Ledningar inom planområdet

En sökning med Ledningskollen för det aktuella planområdet visar att ett flertal aktörer har ledningar i planområdets närhet. Majoriteten av dessa löper dock längs Åstorpsringen och Bersågränd, utanför planområdesgränsen. Under den planerade entrén i sydost, samt under den planerade huskroppen längs Åstorpsgränd, löper dock enligt uppgift ledningar som tillhör Ellevio. En översikt över ledningsdragningarna visas i Figur 3-8.



Figur 3-8. Ledningsdragningar inom- och i planområdets närhet. Gul linje = Ellevios nät, orange linje = Skanovas nät, svart linje = Stokabs nät, blå linje = gasledning tillhörande Gasnätet Stockholm.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter, enligt Svenskt Vatten P110 använts. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet presenteras i Tabell 4-1. Dessa areor är baserade på erhållen situationsplan daterad 2017-01-17. Om den slutliga markanvändningen ser annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. Om till exempel andelen asfaltsytor minskar och ersätts med grus eller plattläggning kommer de dimensionerande dagvattenflödena bli mindre. Avrinningskoefficienten för gårdsyta innefattar också att en del av innergården hårdgörs. Om den till större andel anläggs med genomsläppliga material innebär det att dagvattenflödet reduceras. Det bör noteras att små förändringar i avrinningskoefficienterna kan ge relativt stora skillnader i dimensionerande flöde. De redovisade flödena bör därför främst ses som indikatorer på hur dagvattenflödet kan förändras vid den planerade markanvändningen.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt befintlig och planerad markanvändning inom planområdet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient ϕ	Befintlig (m ²)	Planerad (m ²)
Parkeringsgarage / Takyta	0,9	2 718	2 170
Grönyta	0,1	2 094	1 531
Gårdsyta	0,45	-	665
Gång-/cykelväg / Entréer	0,7	1 032	1 660
Vägbana	0,8	1 172	990
Summa		7 016	7 016

I enlighet med Stockholm Stads checklista för dagvattenhantering har ett återkommande 10-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. Klimatfaktor har satts till 1,25 för befintlig och planerad. Dagvattenflöden från planområdet vid ett återkommande 10-årsregn för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och redovisas i Tabell 4-2.

Tabell 4-2. Dimensionerande flöden vid ett 10-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och förväntad förändring med planerad markanvändning.

	Flöde 10-årsregn (l/s)	Dimensionerande dagvattenflöde (%)	Årsmedelflöde (l/s)	Årsmedelflöde (%)
Befintlig	120	0	0,10	0
Planerad	120		0,10	

De förändringar som förslås i planskissen skulle medföra ett oförändrat dimensionerande dagvattenflöde och ett oförändrat årsmedelflöde från planområdet.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Förändringen av markanvändningen medför en oförändrad dagvattenbildning och därigenom förändras inte heller dagvattenflödet jämfört med den befintliga situationen. Styrande för erforderlig magasinvolym blir därför istället Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten, enligt vilken 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor ska kunna fördröjas. För den fastighet

inom planområdet där den nya byggnaden samt entretyr planeras innebär detta en erforderlig fördröjningsvolym på 49 m³, baserat på arean hos tak-, gårds- och entretyr. Med små medel i byggskedet kan belastningen från planområdet på det kommunala dagvattennätet, och därmed även påverkan på recipientens miljötillstånd, minskas.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v.17.1.3 använts, se Tabell 4-3. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten. Beräknade föroreningshalter utifrån schablonhalterna jämförs med riktvärden enligt RTK:s riktvärdesindelning (Regionplane- och trafikkontoret, 2009) för delavrinningsområden uppströms utsläppspunkt till recipient.

Tabell 4-3. Föroreningshalter i dagvatten från planområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts i StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen kan jämföras med RTK:s riktvärden (Regionplane- och trafikkontoret, 2009). Rött = halten överstiger RTK:s riktvärde, Orange = halten överstiger befintlig halt, Grön = halten understiger befintlig halt och RTK:s riktvärde.

Ämne	Enhet	Riktvärde	Föroreningskoncentrationer			
			Befintlig	Planerad, innan rening	Planerad, efter rening	Reningseffekt (%)
Fosfor	µg/l	175	110	110	68	38
Kväve	µg/l	2 500	1 500	1 800	1 100	39
Bly	µg/l	10	16	2,8	1,4	50
Koppar	µg/l	30	29	14	6,7	52
Zink	µg/l	90	84	28	12	57
Kadmium	µg/l	0,5	0,33	0,45	0,13	71
Krom	µg/l	15	10	4,7	2,0	57
Nickel	µg/l	30	3,6	3,7	1,4	62
Kviksilver	µg/l	0,07	0,053	0,037	0,026	30
Suspenderad substans	µg/l	60 000	86 000	26 000	17 000	35
Olja (mg/l)	µg/l	700	670	340	160	53
PAH (µg/l)	µg/l	Saknas	0,89	0,26	0,11	58
Benzo(a)pyren	µg/l	0,07	0,033	0,0083	0,0043	48

Förändringen av planområdet från parkeringsgarage till flerbostadshus innebär en generell förbättring av dagvattenkvaliteten ut från planområdet, undantaget kväve, kadmium och nickel som ökar något. Vidtas de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna, se vidare Kapitel 5, kommer recipientpåverkan att minska betydligt jämfört med befintlig situation avseende samtliga studerade ämnen. Reningseffekten har beräknats utifrån enbart de ytor varifrån dagvattnet föreslås ledas till reningsanläggningarna.

I Tabell 4-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Eftersom dagvattenflödena är i samma storleksordning efter den förändrade markanvändningen som innan ses samma mönster i föroreningsbelastningen som den för föroreningskoncentrationerna med en generell förbättring redan vid planerad markanvändning och en betydande förbättring, för samtliga studerade ämnen, efter föreslagna reningsåtgärder.

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

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Befintlig	Planerad, innan rening	Planerad, efter rening
Fosfor	kg/år	0,34	0,34	0,22
Kväve	kg/år	4,6	5,8	3,5
Bly	kg/år	0,052	0,0089	0,0046
Koppar	kg/år	0,090	0,043	0,022
Zink	kg/år	0,27	0,089	0,039
Kadmium	kg/år	0,0010	0,0014	0,0004
Krom	kg/år	0,032	0,015	0,0063
Nickel	kg/år	0,011	0,012	0,0044
Kvicksilver	kg/år	0,00017	0,00012	0,000084
Suspenderad substans	kg/år	270	84	56
Olja (mg/l)	kg/år	2,1	1,1	0,52
PAH (µg/l)	kg/år	0,0028	0,00082	0,00036
Benzo(a)pyren	kg/år	0,00011	0,000026	0,000014

4.4 100-årsregn och skyfallsmodell

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattenlösning inte är dimensionerad för att klara. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna via sekundära avrinningsvägar längs planområdets gångvägar och öppna ytor, och vidare ut på närliggande lokalgrator.

Stockholm Vatten har i samarbete med Stockholms stads miljöförvaltning, samt WSP tagit fram en översiktlig skyfallsmodell för kommunen (Pramsten, 2015). Modelleringen baseras på ett 100-årsregn i det klimat som förväntas råda i Stockholmsområdet år 2100. Modellen bygger på ett antal förenklingar och antaganden och resultaten ska därför ses som indikationer och inte som exakta förutsägelser om vilka områden som riskerar att översvämmas vid ett extremregn. Ett utdrag över maximala översvämningsdjup inom och omkring det aktuella planområdet för skyfallsmodellens scenario c, en typ av worst case-scenario, som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten, visas i Figur 4-1. Inga förhöjda risker för översvämningsdjup finns inom planområdet. De ljusblå ytorna i närliggande kvarter motsvarar ett vattendjup på mellan 0,1 – 0,3 meter.



Figur 4-1. Maximala översvänningsdjup från Stockholms stads skyfallsmodell, scenario c, inom och omkring planområdet. Data är hämtat från Stockholms stad genom deras WMS-tjänst.

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

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

- Dagvattenhanteringen ska medverka till förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
- Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
- Dagvattenhanteringen ska vara resurs- och värdeskapande för staden
- Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

Den föreslagna exploateringen i planområdet enligt gällande planskiss medför ett oförändrat årsmedelflöde för dagvatten, se Tabell 4-2. Planområdet består av fyllning med underliggande lager av isälvssediment, vilket medför att naturlig infiltration av dagvatten till grundvatten bedöms vara möjlig. Hur mycket som kan infiltrera beror på fyllningens mäktighet och det är svårt att uppskatta utifrån tillgänglig information. Om dagvattnet kan infiltrera direkt i isälvsmaterialet bedöms i princip allt dagvatten kunna bilda grundvatten. Ytor där infiltration är möjlig inom planområdet är dock begränsade. 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.

5.2 Lokalt omhändertagande av dagvatten

För att fördröja det dagvatten som bildas inom fastighetsmark (tak-, entré- och gårdsytor) så att Stockholms stads åtgärdsåtgärd för dagvatten uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 49 m³. För att skapa en effektiv utjämningsvolym på 49 m³ krävs cirka 163 m² markyta med ett underliggande makadammagasin med 1 meters mäktighet, antaget 30 % porvolym i makadamen. 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:

- Dagvatten från planområdets tak- och entréytor leds i största möjliga mån till makadammagasin placerade i utkanten av planområdet, mellan väg och byggnader. Primärt finns möjlighet att anlägga makadammagasin under entréytorna i sydost och nordväst. Makadammagasinen fördröjer och renar merparten av planområdets dagvatten och möjliggör infiltration av dagvatten till grundvattnet.
- Entréytorna beräknas ha en sammanlagd area på 290 m², vilket innebär att ca 56 % (163 m²) av ytan behöver underlagras av ett makadammagasin med 1 meters djup och 30 % porvolym.
- På platsen för makadammagasinet grävs all gammal fyllnadsmassa bort för att ersättas av grov makadam ovanpå det naturliga isälvssedimentet.
- Makadammagasinet förses med dräneringsledning och bräddavlopp till det kommunala dagvattensystemet och ges möjlighet till yttlig bräddning vid extrema regn.
- Dagvatten från de takytor som sluttar mot gatan avleds direkt till magasinen.
- Även de takytor som lutar mot innergården avleds i stor utsträckning till magasinen. Några av stuprören, lämpligen de på längst avstånd från magasinen, föreslås istället förses med utkastare, varifrån dagvattnet avleds i öppna rännalar till innergårdens planteringar.
- Planteringarna förses med bräddningsbrunnar som avleder överskottsvatten till makadammagasinen.

- Som alternativ kan regnbäddar anläggas på innergården, vilket bidrar till en grön och estetiskt tilltalande gårdsmiljö. Regnbäddarna behöver anläggas med tät botten för att det underliggande garaget inte ska skadas av inträngande vatten.
- En förutsättning för att kunna använda den öppna ytan framför entrén i sydost till ett makadammagasin är att de befintliga elledningarna dras om som planerat. Den aktuella ytan i sydost är cirka 180 m² och har således potential att rymma stora volymer dagvatten under sig. Lämpligheten är också avhängig av att jorddjup och jordarter är de förväntade, med stora jorddjup och relativt god infiltrationskapacitet.
- Om den elledning som löper strax norr om den planerade byggnaden kan flyttas skulle grönområdet intill byggnadens norra fasad, intill elcentralen, vara en lämplig placering för en del av makadammagasinet. Magasinets volym i de två andra föreslagna ytorna kan då minskas med motsvarande volym.
- Innergården behöver höjdsättas så att dagvattnet kan avrinna ytligt ut genom portiken vid extremregn där föreslagna lösningar bräddar, för att undvika att skador på byggnader uppstår.

Figur 5-1 visar en principskiss med ungefärliga placeringar av föreslagen dagvattenhantering. Majoriteten av det dagvatten som leds till makadammagasinen utanför byggnaden bedöms kunna infiltrera och kommer därför inte belasta dagvattensystemet.



Figur 5-1. Principskiss med ungefärlig placering av makadammagasin (blåstreckad yta) under byggnadens entréytor. Röd pil visar ytlig avrinningsväg för dagvatten genom portiken vid extremregn.

I Kapitel 5.3 och 5.4 följer rekommendationer och utformningsförslag för den föreslagna dagvattenhanteringen. Dagvattenhanteringen medför en minskad flödes- och föroreningsbelastning på recipienten genom fördröjning och rening i makadammagasin. Föreslagna åtgärder bedöms ha en positiv inverkan på recipientens status och en minskad

belastning på befintligt dagvattensystem. Delar av takvattnet kommer tas omhand i planteringar på innergården, vilket förväntas ge ytterligare minskade flöden och föroreningsbelastning. Denna effekt har det inte tagits hänsyn till i utredningen, utan denna tillkommer utöver den beräknade fördröjningen enligt Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten.

5.3 Makadammagasin

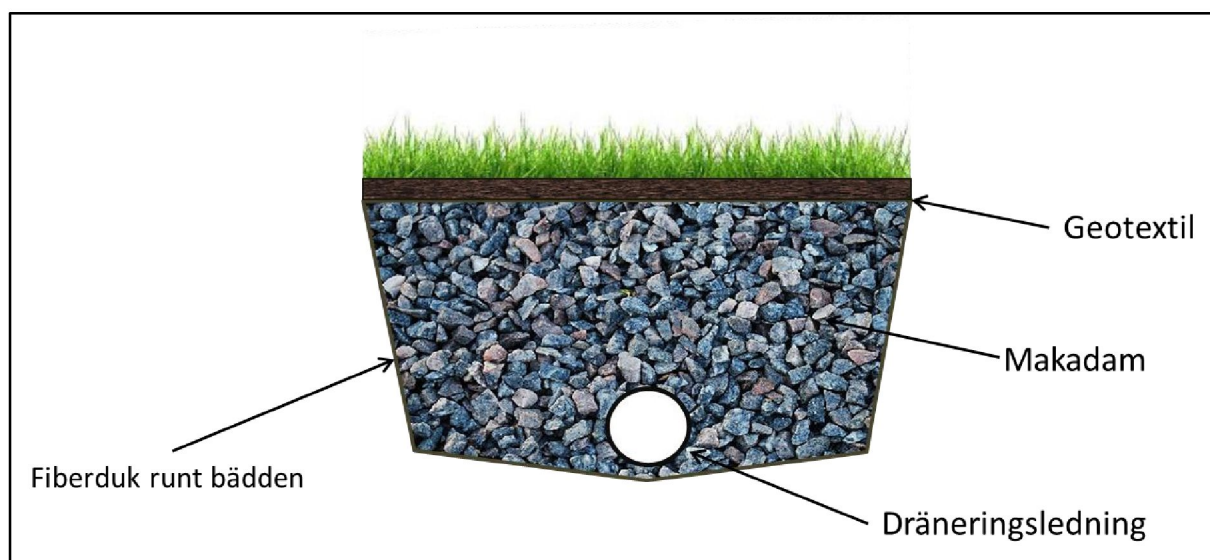
I områden med begränsade markutrymmen är underjordiska fördröjningsmagasin en lämplig lösning. Makadammagasin är ett exempel på ett underjordiskt magasin där både fördröjning och rening sker genom ett magasin uppbyggt av ett naturligt material i form av stenkross där fraktionerna kan variera mellan cirka 4 – 80 mm.

Det rekommenderas att dagvattnet fördröjs och renas i makadammagasin inom planområdet innan bortledning sker till det kommunala dagvattensystemet. Magasinsvolymen utgörs av porvolymen i makadamen, vanligtvis cirka 30 %. En fördel med makadammagasin är att de kan anläggas under till exempel asfaltsytor. Makadammagasinet byggs upp av makadam av en grov och välsorterad fraktion under till exempel en permeabel asfalt som möjliggör att dagvattnet tillrinner makadammagasinet. Permeabel asfalt behöver dock underhållas för att dess infiltrationskapacitet ska upprätthållas. Som alternativ kan hårgjorda ytor försedda med gallerbrunnar användas

Makadammagasin har en bra rening, gällande metaller och suspenderad substans, och en god flödesutjämnande förmåga (Nilsson, 2013). För suspenderad substans är den genomsnittliga reningsgraden över 80 %, för kväve cirka 50 % och för samtliga tungmetaller över 50 %:

- Zink, bly, koppar, krom cirka 70 – 80 %
- Kadmium, nickel cirka 50 – 60 %

Det är viktigt att makadammagasinen avskiljs från omgivande material med en geotextil för att inte riskera att magasinets funktion försämras över tid genom att porerna sätts igen av finmaterial. I botten av magasinerna placeras en dräneringsledning som leder överskottsdagvattnet till dagvattennätet och vidare mot recipienten. Makadammagasinen bör även förses med bräddavlopp och möjlighet till ytlig bräddning till gatumark vid extrema regn. En principskiss för ett makadammagasin visas i Figur 5-2.



Figur 5-2. Principskiss för ett makadammagasin.

Makadammagasin behöver underhållas vid behov (ungefär någon gång per år) där det ingår rensning av in- och utlopp till magasinerna, samt rensning av eventuella brunnar och ledningar till makadamdikena.

5.4 Planteringar och rännalar

Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar. Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännalar, anlagda med exempelvis gatsten, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare till makadammagasinen under entréytorna. Därigenom riskerar inte växtligheten att skadas av alltför blöta förhållanden. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i Figur 5-3 och Figur 5-4.



Figur 5-3. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 5-4. Exempel på avledning av takvatten via rännilar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).

5.5 Regnbäddar

Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande boendemiljö med rik och varierad växtlighet. Regnbädden byggs upp av en dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattenssynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan det för växtligheten i de flesta fall är fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 5-5. Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.

Regnbäddar är lämpliga att anlägga på innergårdar och gårdsmark, då de ger en frodigare grönska, och därmed lummigare innergårdar, än vad som annars skulle vara möjligt ovanpå exempelvis bjälklag. Då regnbäddarna anläggs på bjälklag behöver bjälklagets bärrighet tas i beaktande när regnbädden dimensioneras. Bjälklaget behöver tåla den tyngd som växtbädden har när jordlagret är mättat och fördröjningszonen är fylld.



Figur 5-5. Exempelillustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

5.6 Effekt på recipient

Den föreslagna förändringen i markanvändning inom planområdet medför en något minskad andel hårdgjorda ytor. Föroreningsberäkningar utifrån StormTacs schablonvärden visar på både minskade föroreningskoncentrationer och föroreningsmängder ut från planområdet efter förändringen av markanvändningen, och när föreslagna lösningar är i bruk. Sammantaget bedöms de föreslagna förändringarna av planområdet innebära en minskad belastning för ytvattenrecipienten Årstaviken.

5.7 Extremregn

Stockholms stads skyfallsmodell för ett 100-årsregn (Pramsten, 2015) visar inte på någon förhöjd översvämningrisk inom planområdet. Höjdsättningen av planområdet bör planeras så att dagvatten från dess ytor inte rinner in mot byggnaderna vid extremregn. Planområdet bör höjdsättas så att överskottsvattnet vid bräddning av de föreslagna dagvattenlösningarna rinner av mot närliggande vägytor för vidare transport till recipienten. Detta gäller även innergården, som behöver höjdsättas så att vattnet kan avrinna ytledes ut genom portiken vid extrema regn. Denna lösning medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas.

6 Referenser

- Dahlström, B. 2010. Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse, SVU-rapport 2010-05.
- Larm, T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.
- Nilsson E. 2013. Föroreningsreduktion och flödesutjämning i makadammagasin – En studie av ett makadammagasin i Kungsbacka. VATTEN – Journal of Water Management and Research 69:101–107. Lund 2013
- Pramsten, J. 2015. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB
- Regionplane- och trafikkontoret, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.
- SGU, 2016. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>, hämtat 2016-09-10.
- Stockholms stad, 2015. Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.
- Stockholms stad, 2015. Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen. Version 2015-06-03.
- Stockholms stad, 2016. Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation.
- Stockholm Vatten AB, n.d., Ta hand om ditt vatten.
- Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.
- Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.
- Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.
- VAV, 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen
- VISS, 2017. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2017-02-28.