

# GEOSIGMA


Grap 18200

## Dagvattenutredning Ålesund 1, Oslo 9 och Bergen 2, Svenska Bostäder AB



Geosigma AB

2019-01-24

<h1>GEOSIGMA</h1>						
Uppdragsledare: <b>Jonas Robertsson</b>	Uppdragsnr: <b>605269</b>	Grap nr: <b>18200</b>	Version: <b>Samråd</b>	Antal Sidor: <b>45</b>	Antal Bilagor: <b>1</b>	
Beställare: <b>Svenska Bostäder</b>	Beställares referens: <b>Jan Olofsson</b>		Beställares referensnr:			
Titel och eventuell undertitel: <b>Dagvattenutredning Ålesund 1, Oslo 9 och Bergen 2, Svenska Bostäder AB</b>						
Författad av: <b>Johan Lundh</b>					Datum: <b>2019-01-24</b>	
Granskad av: <b>Jonas Robertsson</b>					Datum: <b>2018-06-21</b>	
<b>GEOSIGMA AB</b> www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro: 5331 - 7020 PlusGiro: 417 14 72 - 6 Org nr: 556412 - 7735	<b>Uppsala</b> Box 894, 751 08 Uppsala St Persgatan 6, Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Teknik &amp; Innovation</b> Seminariegatan 33 752 28 Uppsala Tel: 010-482 88 00	<b>Göteborg</b> Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel: 010-482 88 00	<b>Stockholm</b> Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel: 010-482 88 00		

SAMRÅDSHANDLING

## Sammanfattning

Svenska Bostäder planerar att bygga ett flervåningshus på vart och ett av tre olika utredningsområden, Ålesund 1, Oslo 9 och Bergen 2 i Husby i norra Stockholm. I samband med detaljplanearbetet har Geosigma fått i uppdrag att genomföra en dagvattenutredning som omfattar samtliga tre utredningsområden.

Jordarterna inom utredningsområdena Ålesund 1 och Oslo 9 består, enligt SGUs jordartskartor, av fyllnadsmassor med underliggande isälvsediment medan Bergen 2 ligger på urberg. Beroende på fyllningens mäktighet och genomsläpplighet ges relativt goda möjligheter till infiltration av dagvatten. Recipienten för dagvattnet från planområdet är Igelbäcken som mynnar ut i Edsviken.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, tillsammans med framtida klimatförändringar medför ökade dimensionerande dagvattenflöden (i Bergen 2 förändras inte flödet). För att skapa en fungerande dagvattenhantering som uppfyller reningskraven enligt Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten och inte leder till en ökad belastning på dagvattennätet föreslås följande åtgärder:

### Ålesund 1

- För att uppfylla Stockholms stad reningskrav för 20 mm nederbörd ska reningsvolymen uppgå till 13 m<sup>3</sup>. Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå reningsvolymen är växtbäddar.
- För att säkerställa att utflödet från utredningsområdet inte ökar i och med nybyggnationen för ett dimensionerande 20-årsregn krävs en kompletterande utjämningsvolym på 5 m<sup>3</sup> vilket betyder att total erforderlig utjämningsvolym blir 18 m<sup>3</sup>.
- Föreslagna dagvattenlösningar för att omhänderta hela den erforderliga utjämningsvolymen är växtbäddar och underjordiska makadammagasin. Dagvatten från hårdgjorda ytor leds till anläggningarna.
- Vid ett införande av föreslagna dagvattenlösningar ökar inte flödet relativt befintligt flöde.

### Oslo 9

- För att uppfylla Stockholms stad reningskrav för 20 mm nederbörd ska reningsvolymen uppgå till 22 m<sup>3</sup>. Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå reningsvolymen är växtbäddar och regnbäddar.
- Sammanlagd erforderlig fördröjningsvolym i dessa anläggningar ska totalt uppgå till 22 m<sup>3</sup> för att säkerställa att utflödet från utredningsområdet inte ökar i och med nybyggnationen för ett dimensionerande 20-årsregn
- Föreslagna dagvattenlösningar för att omhänderta hela den erforderliga utjämningsvolymen är växtbäddar och regnbäddar. Dessa kan beskrivas som en



växtplantering med ett underliggande magasin. Regnbäddarna har dessutom ett ogenomsläpplig vägg upphöjd med 1 dm vilket skapar en bassäng ovan planteringarna.

- Vid ett införande av föreslagna dagvattenlösningar minskar flödet från det befintliga 39 l/s till 22 l/s.

### Bergen 2

- För att uppfylla Stockholms stad reningskrav för 20 mm nederbörd ska reningsvolymen uppgå till 11 m<sup>3</sup>. Anläggningarnas utlopp dimensioneras för avtappning med en hastighet som ger en effektiv avskiljning av föroreningar. Anläggningar som föreslås i syfte att uppnå reningsvolymen är växtbäddar och regnbäddar.
- Sammanlagd erforderlig fördröjningsvolym i dessa anläggningar ska totalt uppgå till 11 m<sup>3</sup> för att säkerställa att utflödet från utredningsområdet inte ökar i och med nybyggnationen för ett dimensionerande 20-årsregn
- Föreslagna dagvattenlösningar för att omhänderta hela den erforderliga utjämningsvolymen är växtbäddar och regnbäddar. Dessa kan beskrivas som en växtplantering med ett underliggande magasin. Regnbäddarna har dessutom ett ogenomsläpplig vägg upphöjd med 1 dm vilket skapar en bassäng ovan planteringarna.
- Vid ett införande av föreslagna dagvattenlösningar minskar flödet från det befintliga 17 l/s till 11 l/s.

### Allmänt

- Dagvatten från hårdgjorda ytor leds till växtbäddar, regnbäddar och underjordiskt makadammagasin.
- Växtbäddar kan beskrivas som en växtplantering med tillhörande underliggande varianter av makadammagasin eller så kallad skelettjord.
- Samtliga lösningar bör förses med bräddavlopp till befintligt dagvattennät.
- Samtliga utredningsområden bör höjdsätts så att avrinning från takyta leds bort från byggnader. Avledningen av vattnet från takytan ska också fördelas i områdets dagvattenlösningar på ett balanserat sätt.
- Vid bortledning av vatten från utkastare kan växtbäddar anläggas i anslutning till dessa för att ge en första fördröjning av flödena och för att minska eventuella erosionsrisker.

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



# Innehåll

1	Inledning.....	7
1.1	Syfte.....	7
1.2	Allmänt om dagvatten .....	8
2	Material och metod.....	9
2.1	Material och datainsamling .....	9
2.2	Flödesberäkning .....	9
2.3	Åtgärdsnivå 20 mm.....	9
2.4	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym .....	11
2.5	Föroreningsberäkning.....	11
3	Områdesbeskrivning och avgränsning .....	12
3.1	Ålesund 1 .....	13
3.1.1	Befintlig markanvändning .....	13
3.1.2	Planerad markanvändning .....	14
3.2	Oslo 9.....	15
3.2.1	Befintlig markanvändning .....	15
3.2.2	Planerad markanvändning .....	16
3.3	Bergen 2.....	17
3.3.1	Befintlig markanvändning .....	17
3.3.2	Planerad markanvändning .....	18
3.4	Hydrogeologi .....	19
3.4.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	19
3.4.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering. ....	20
3.5	Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN).....	21
3.6	Vattenskyddsområden och markavvattningsföretag.....	22
4	Flödesberäkningar .....	23
4.1	Markanvändning.....	23
4.1.1	Ålesund 1.....	23
4.1.2	Oslo 9.....	23
4.1.3	Bergen 2 .....	24
4.2	Erforderlig utjämningsvolym .....	24
4.2.1	Ålesund 1.....	24
4.2.2	Oslo 9.....	24

4.2.3	Bergen 2 .....	24
4.3	Flöden .....	24
4.3.1	Ålesund 1 .....	25
4.3.2	Oslo 9 .....	25
4.3.3	Bergen 2 .....	25
5	Föroreningsbelastning .....	27
5.1	Ålesund 1 .....	27
5.2	Oslo 9 .....	29
5.3	Bergen 2 .....	30
6	Lösningförslag för dagvattenhantering .....	32
6.1	Generella rekommendationer .....	32
6.2	Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten .....	32
6.2.1	Planteringar, skelettjord och rännalar .....	32
6.2.2	Regnbäddar .....	34
6.3	Lösningar för dagvattenhantering .....	35
6.3.1	Ålesund 1 .....	35
6.3.2	Oslo 9 .....	37
6.3.3	Bergen 2 .....	39
6.4	Höjdsättning .....	41
6.4.1	Skyfallsmodell för ett extremregn .....	41
6.4.2	Generella riktlinjer för höjdsättning .....	42
6.4.3	Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning .....	42
7	Slutsats .....	44
8	Referenser .....	45

# 1 Inledning

Svenska Bostäder planerar att bygga flerbostadshus på tre olika fastigheter i Husby i norra Stockholm. I och med den föreslagna förändringen av befintlig markanvändning till de planerade flerbostadshusen med tillhörande gårdsytor har Geosigma fått i uppdrag att göra en dagvattenutredning på de tre utredningsområdena, se figur 1-1.



**Figur 1-1.** Översiktskarta där de tre utredningsområdena Ålesund 1, Oslo 9 och Bergen 2 åskådliggörs med vit, blå och röd markering.

## 1.1 Syfte

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



## 1.2 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. 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 när det infiltrerar till grundvattnet.

SAMRÅDSHANDLING

## 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).
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator.
- Preliminär situationsplan, daterad 2018-02-15.
- Stockholms stads dagvattenstrategi (Stockholms stad, 2015).
- Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten (Stockholms stad, 2016).

### 2.2 Flödesberäkning

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

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

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

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

$\varphi$  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 klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har i detta fall satts till 1,25.

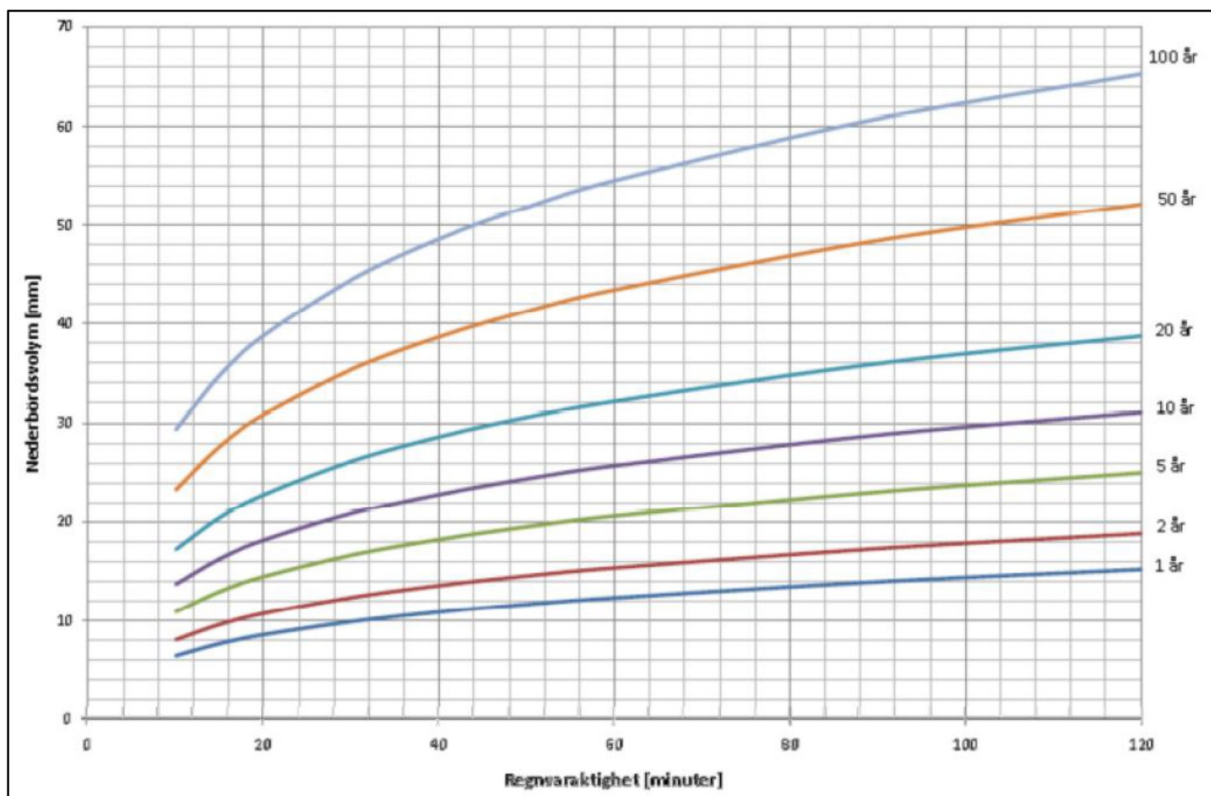
### 2.3 Åtgärdsnivå 20 mm

Beräkning av utjämningsvolym har 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. Fördröjning av 20 mm regn innebär att 90 % av årsnederbörden fördröjs.

För ett 10-årsregn har regnvolymin 20 mm uppnåtts efter en varaktighet av 25 minuter (se Figur 2-1). Eftersom intensiteten minskar med ökande regnvaraktighet (se Figur 2-2) innebär det att en lägre dimensionerande regnintensitet gäller för ett område med inbyggd fördröjning, vilket alltså innebär att det dimensionerande flödet minskar.

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

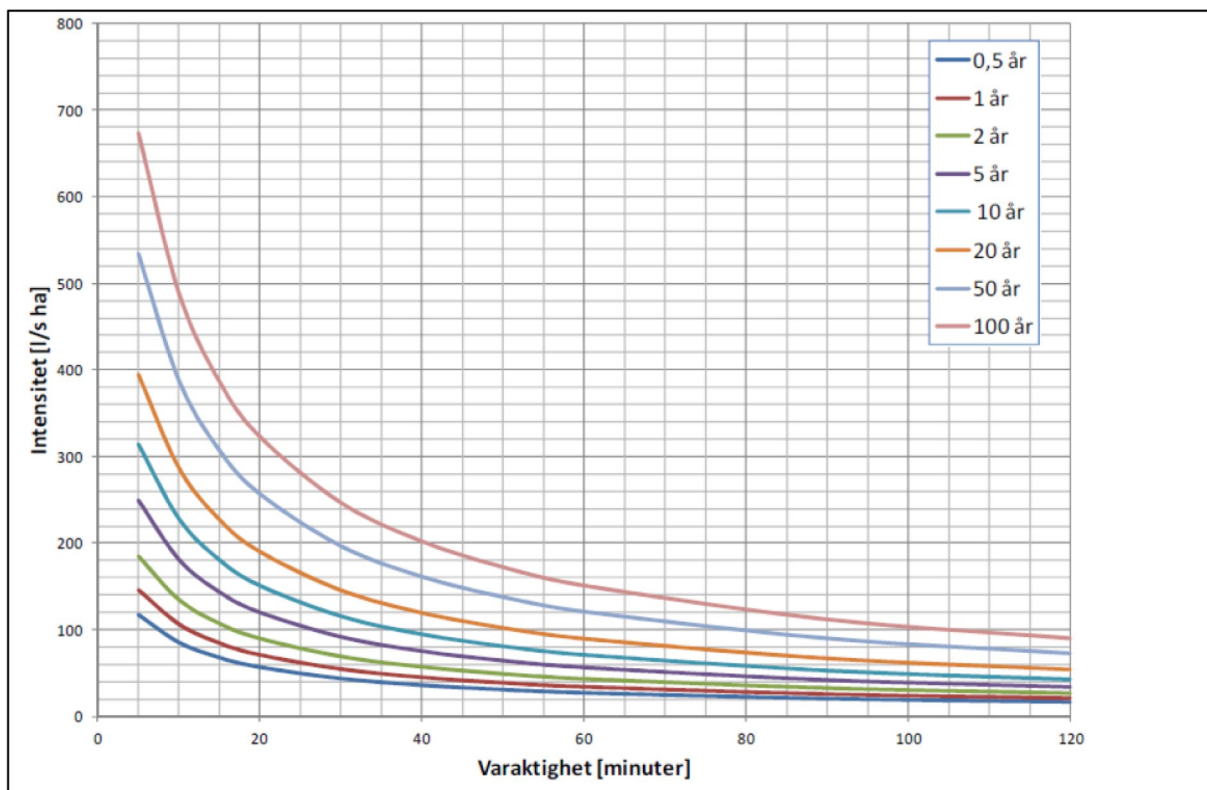
planområdets rinntid. För ett 100-årsregn har regnvolymen redan överskridit 30 mm efter 10 minuter, vilken är den kortaste varaktighet som redovisas i Figur 2-1.



**Figur 2-1.** Nederbördsvolym som funktion av regnvaraktighet och återkomsttid (från Dahlström (2010)).

SAMRÅD





Figur 2-2. Intensitets-varaktighetskurvor för olika återkomsttider enligt Dahlström (2010).

## 2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Utöver beräknad utjämningsvolym enligt kapitel 2.3 beräknas också erforderlig fördröjningsvolym för att det dimensionerande flödet som uppstår vid ett 20-årsregn inte ska öka efter planerad exploatering. Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation som senare korrigerats i en rättningslista (Errata till P110):

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

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  $2/3$ .

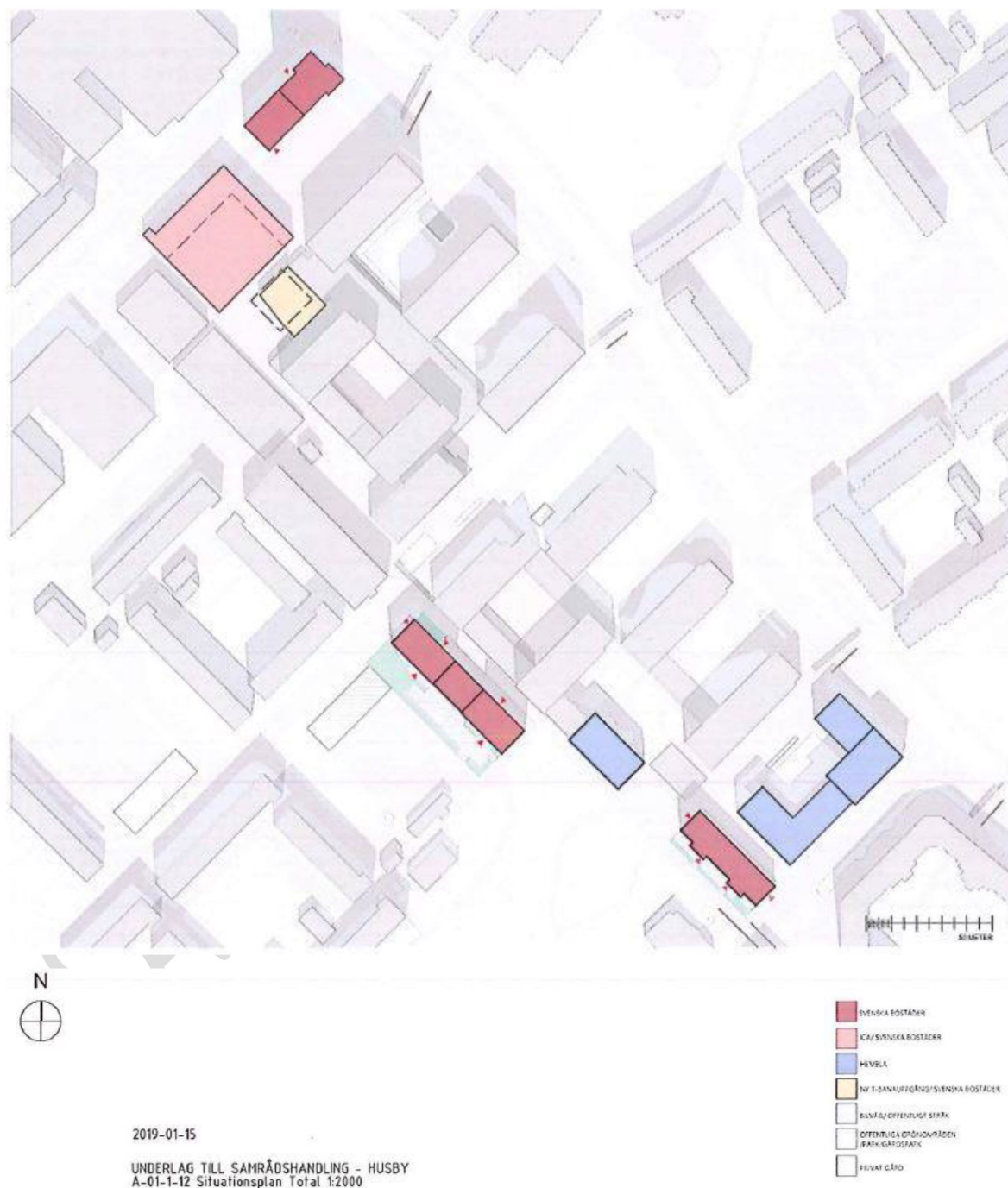
$V$  beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

## 2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning har utförts med modellverktyget StormTac v.18.2.2 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

De aktuella utredningsområdena är placerade i Husby, Stockholm. På de tre utredningsområdena Ålesund 1, Oslo 9 och Bergen 2 ska flerbostadshus byggas av olika varianter. Befintlig och planerad markanvändning åskådliggörs i följande kapitel medan skisser av Svenska bostäders framtida byggnationer visas med rött markering i figur 3-1.



**Figur 3-1.** Svenska bostäders framtida byggnation markerat i rött på utredningsområdena Ålesund 1, Oslo 9 och Bergen 2.

## 3.1 Ålesund 1

### 3.1.1 Befintlig markanvändning

Utredningsområde Ålesund 1 består idag av en uppfart till ett parkeringsdäck och intill uppfarten finns en remsa med gräsmatta där det växer en del mindre träd och buskar. En illustration över befintlig markanvändning presenteras i figur 3-2.



**Figur 3-2.** Befintlig markanvändning inom utredningsområdet Ålesund 1.



### 3.1.2 Planerad markanvändning

På utredningsområde Ålesund 1 kommer ett flerbostadshus med 13 våningar byggas där uppfarten står idag och på husets västra sidor finns en tunn remsa av förgårdsmark. Planerad markanvändning för utredningsområdet visas i figur 3-3.



**Figur 3-3.** Planerad markanvändning inom utredningsområde Ålesund 1.

SAMRÅD

## 3.2 Oslo 9

### 3.2.1 Befintlig markanvändning

Utredningsområde Oslo 9 utgörs idag av en byggnad med en framförliggande yta som utgörs av gräsmatta, stenplattor och asfalt. En illustration över befintlig markanvändning presenteras i figur 3-4.



**Figur 3-4.** Befintlig markanvändning inom utredningsområdet Oslo 9.



### 3.2.2 Planerad markanvändning

På utredningsområde Oslo 9 kommer det befintliga huset ersättas med ett femvåningshus med omkringliggande förgårdsmark. Planerad markanvändning för utredningsområdet visas i figur 3-5.



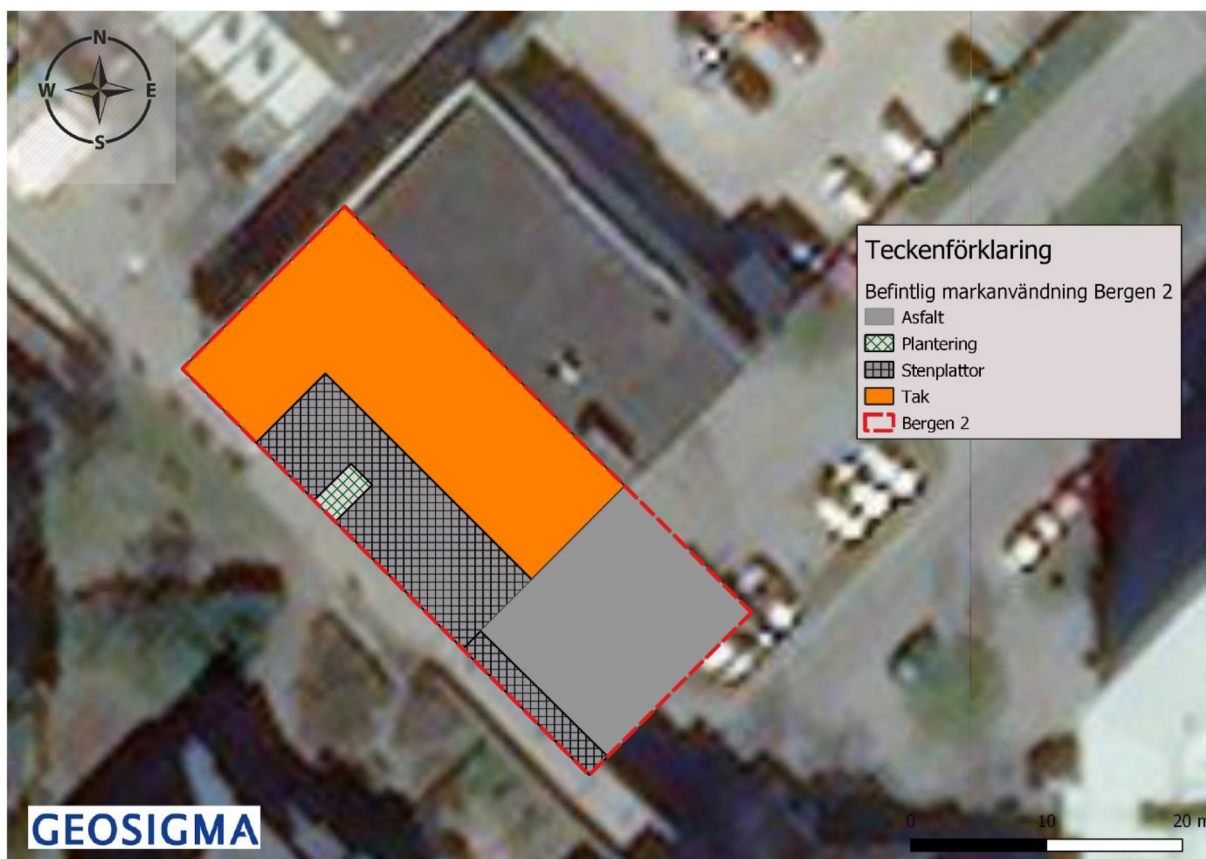
**Figur 3-5.** Planerad markanvändning inom utredningsområde Oslo 9.



### 3.3 Bergen 2

#### 3.3.1 Befintlig markanvändning

Utredningsområde Bergen 2 utgörs idag av en byggnad med yta framför som består av stenplattor och en liten plantering. Direkt sydöst om byggnaden finns en asfaltsyta som fungerar som vändplan. Vändplanen ligger i nivå med Bergengatan medan övriga delar av området har en högre marknivå, i nivå med Edvard Griegsgången. En illustration över befintlig markanvändning presenteras i figur 3-6.



**Figur 3-6.** Befintlig markanvändning inom utredningsområde Bergen 2.

### 3.3.2 Planerad markanvändning

På utredningsområde Bergen 2 kommer det befintliga huset ersättas med ett femvåningshus med framförliggande förgårdsmark. Planerad markanvändning för utredningsområdet visas i figur 3-7.



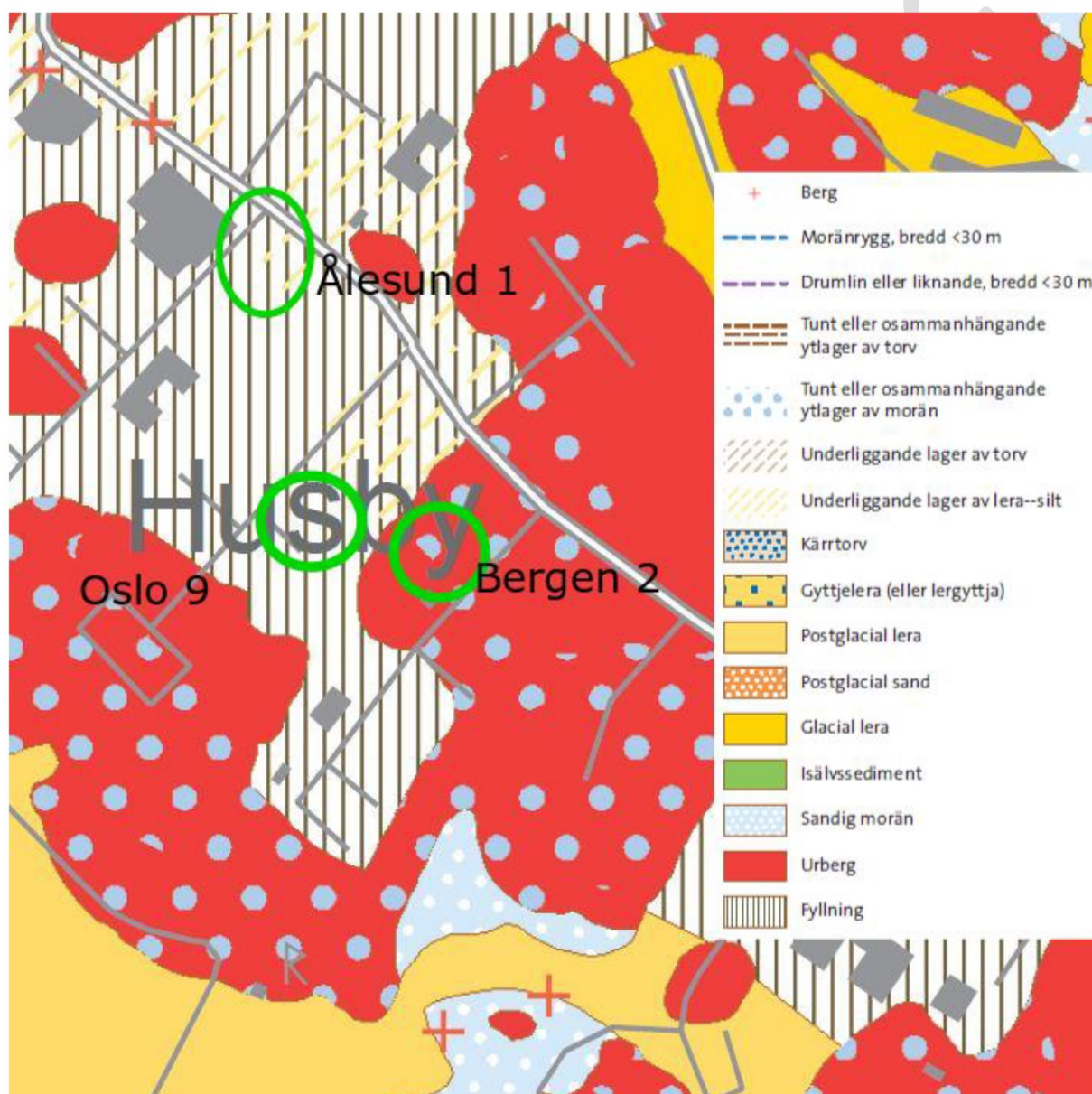
**Figur 3-7.** Planerad markanvändning inom utredningsområde Bergen 2.



### 3.4 Hydrogeologi

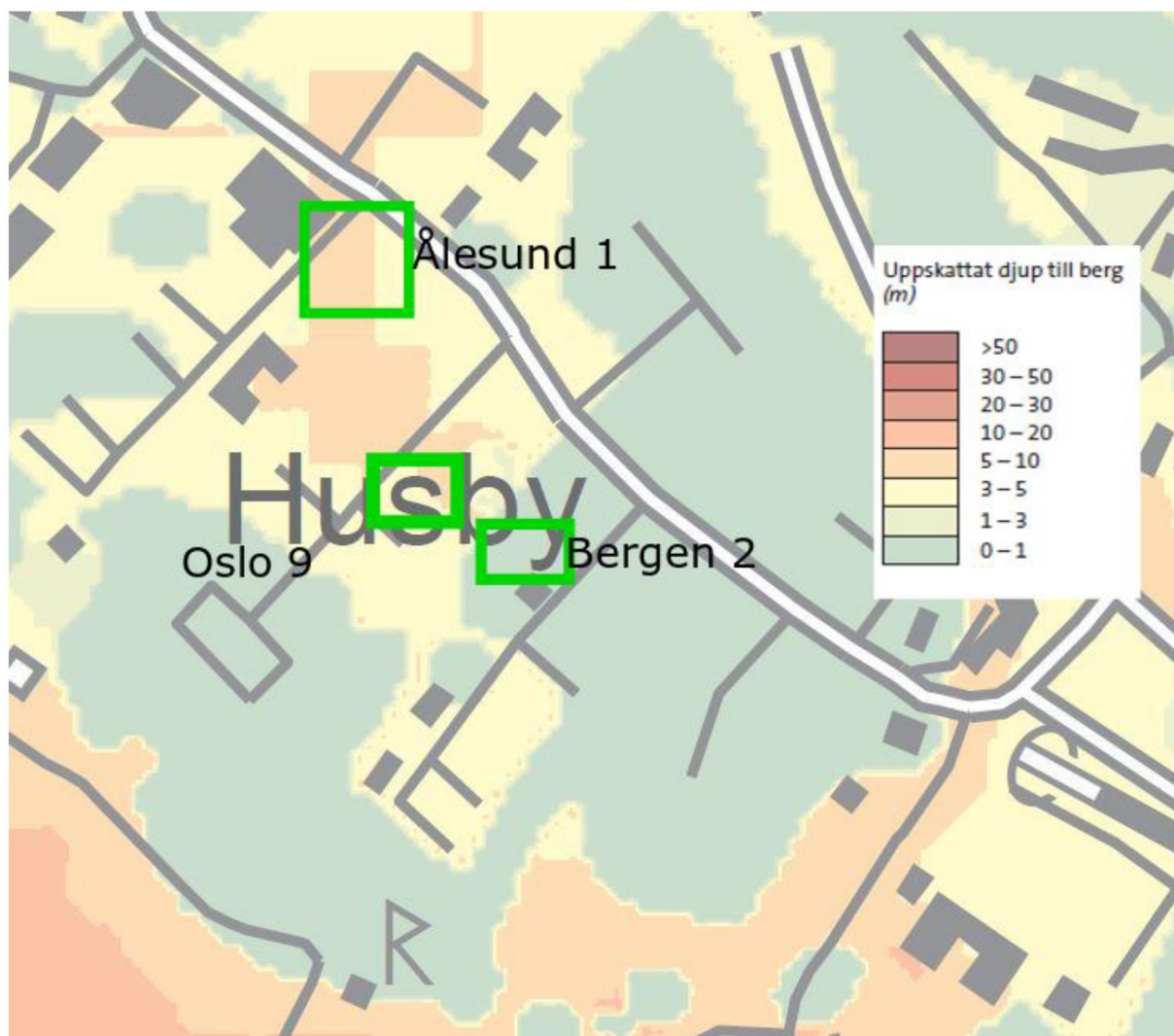
#### 3.4.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Ålesund 1 och Oslo 9 ligger, enligt SGUs jordartskarta, på ett lager av fyllnadsmassor med ett underliggande lager av lera-silt överlagrande isälvssedimenten (figur 3-8). Bergen 2 är placerat på urberg med ett tunt ovanliggande moränlager. Beroende på fyllningens mäktighet och genomsläpplighet kan detta ge goda möjligheter till infiltration av dagvatten. Jordlagrens mäktigheter uppgår enligt SGUs jorddjupskarta (figur 3-9) till mellan 3 - 5 meter, för Ålesund 1, 1-3 för Oslo 9 och 0-1 för Bergen 2.



**Figur 3-8.** Jordartskarta framtagen med SGUs kartvisare (SGU, 2018). Grön markering visar utredningsområdenas ungefärliga läge.

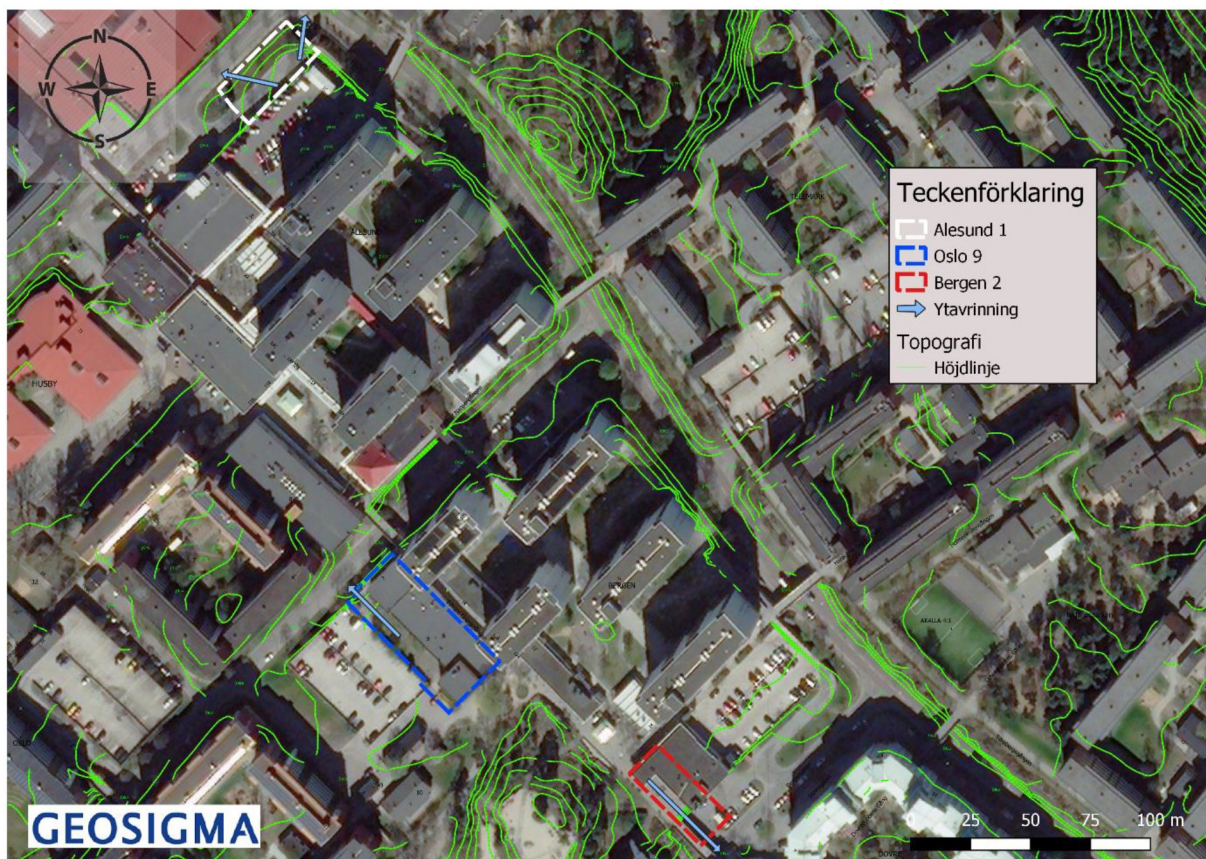




**Figur 3-9.** Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator (SGU, 2018). Grön markering visar utredningsområdenas ungefärliga läge.

### 3.4.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering.

Ålesund 1 lutar i nordvästlig riktning från 38 meter till 34 medan Oslo 9 sluttar åt nordväst med marknivåer mellan 43 och 39 meter. I figur 3-10 åskådliggörs riktningen på ytavrinningen för respektive utredningsområde. Inom Bergen 2 finns även där en lutning från 43 meter till cirka 39 meter men åt sydöst. På höjden mellan Oslo 9 och Bergen 2 finns det en vattenanläggning med ett konstgjort vattenfall. Det dagvatten som bildas inom utredningsområdena avrinner idag ytligt till rännstensbrunnar, där det når det kommunala ledningsnätet. Inget dagvatten från omgivande mark avrinner in i utredningsområdena.



Figur 3-10. Avrinningsförhållande på respektive utredningsområde.

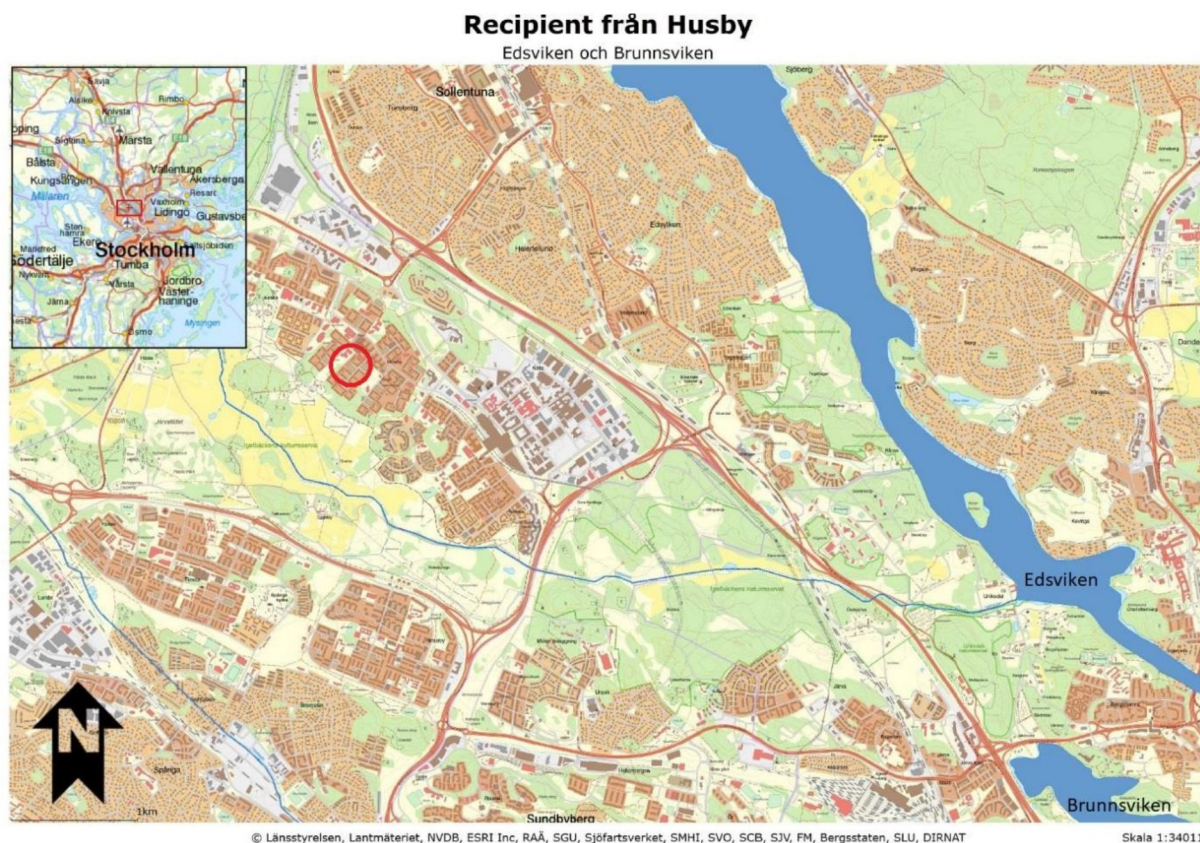
### 3.5 Recipient – Miljökvalitetsnormer (MKN)

Enligt Stockholm Vatten och Avlopp ingår planområdet i ett tekniskt avrinningsområde som avvattnas till Edsviken, se figur 3-11.

Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

Edsviken (SE659024-162417) klassas i VISS (2018) som dålig ekologisk status, på grund av bland annat näringsinnehåll och bottenfaunans status. Vattenförekomsten uppnår ej god kemisk status då gränsvärdena överskrider för kvicksilver, PBDE, PFOS, bly, antracen och tributyltenn. Miljökvalitetsnormen anges till god ekologisk status 2027 eftersom över 60 % av tillförseln av näringsämnen bedöms komma från utsjön. För kemisk status gäller miljökvalitetsnormen god kemisk status med undantag i form av mindre stränga krav för PBDE och kvicksilver (som överskrider MKN för i princip alla svenska vattenförekomster) och tidsfrist till 2027 för antracen och tributyltenn.





**Figur 3-11.** Utredningsområdenas ungefärliga läge indikeras med röd cirkel och recipienten Edsviken visas med mörkblått.

### 3.6 Vattenskyddsområden och markavvattningsföretag

Det aktuella planområdet ligger inte inom någon skyddszon för vattenskyddsområde, men det noteras att mynningen till Edsviken ligger inom ett vattenskyddsområde. Planområdet omfattas inte av något markavvattningsföretag.



## 4 Flödesberäkningar

I följande kapitel presenteras den erforderliga utjämningsvolymen för respektive utredningsområde. Som grund till beräkningarna ligger markanvändningen med tillhörande avrinningskoefficienter.

### 4.1 Markanvändning

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts där sådana funnits att tillgå. För andra markanvändningskategorier har avrinningskoefficienter istället tagits från StormTac. Avrinningskoefficienterna för respektive markanvändningsområde, samt areor för befintlig och planerad markanvändning inom planområdet presenteras i Tabell 4-1, 4-2 och 4-3. Dessa areor är baserade på erhållen situationsplan daterad 2018-06-08. Om den slutliga markanvändningen ser annorlunda ut påverkar detta avrinnings- och flödesberäkningarna. 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.

#### 4.1.1 Ålesund 1

Tabell 4-1 visar markanvändningen med tillhörande avrinningskoefficient för Ålesund 1.

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

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Befintlig		Planerad	
		area [m <sup>2</sup> ]	red.area [m <sup>2</sup> ]	area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]
Asfalt	0,8	420	336	0	0
Förgårdsmark	0,4	0	140	83	33
Gräsmatta	0,1	350	0	0	0
Tak	0,9	0	0	687	618
<b>Summa</b>	<b>Medel = 0,6</b>	<b>770</b>	<b>476</b>	<b>770</b>	<b>652</b>

#### 4.1.2 Oslo 9

Tabell 4-2 visar markanvändningen med tillhörande avrinningskoefficient för Oslo 9.

**Tabell 4-2.** Använda avrinningskoefficienter, samt befintlig och planerad markanvändning inom utredningsområdet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Befintlig		Planerad	
		area [m <sup>2</sup> ]	red.area [m <sup>2</sup> ]	area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]
Asfalt	0,8	106	85	-	-
Förgårdsmark	0,4	-	-	1010	404
Gräsmatta	0,1	216	22	-	-
Stenplattor	0,7	223	156	-	-
Stenbeläggning	0,5	11	6	-	-
Tak	0,9	1216	1094	762	686
<b>Summa</b>	<b>Medel=0,5</b>	<b>1772</b>	<b>1362</b>	<b>1772</b>	<b>1090</b>

#### 4.1.3 Bergen 2

Tabell 4-3 visar markanvändningen med tillhörande avrinningskoefficient för Bergen 2.

**Tabell 4-3.** Använda avrinningskoefficienter, samt befintlig och planerad markanvändning inom planområdet.

Markanvändning	Avrinningskoefficient $\phi$	Befintlig		Planerad	
		area [m <sup>2</sup> ]	red.area [m <sup>2</sup> ]	area [m <sup>2</sup> ]	red. area [m <sup>2</sup> ]
Asfalt	0,8	196	157	-	-
Förgårdsmark	0,4	-	-	230	92
Plantering	0,1	8	1	-	-
Stenplattor	0,7	171	120	-	-
Tak	0,9	337	303	482	434
<b>Summa</b>	<b>Medel=0,6</b>	<b>712</b>	<b>581</b>	<b>712</b>	<b>526</b>

## 4.2 Erforderlig utjämningsvolym

Enligt krav i Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna fördröjas under en period på cirka 12 h. För de aktuella utredningsområdena med planerad markanvändning kommer 20 mm nederbörd generera en utjämningsvolym som måste genomgå rening för att uppnå åtgärdsnivåerna. Om Stockholms stads åtgärdsnivå medför att flödet vid ett 20-årsregn minskar jämfört med befintligt flöde behövs ingen ytterligare fördröjningsvolym.

### 4.2.1 Ålesund 1

Erforderlig utjämningsvolym för Ålesund 1 beräknas till 13 m<sup>3</sup>. För att flödet inte ska öka relativt befintligt flöde behövs en ytterligare utjämningsvolym på 5 m<sup>3</sup>.

### 4.2.2 Oslo 9

Erforderlig utjämningsvolym för Oslo 9 beräknas till 22 m<sup>3</sup>.

### 4.2.3 Bergen 2

Erforderlig utjämningsvolym för Bergen 2 beräknas till 11 m<sup>3</sup>.

## 4.3 Flöden

I enlighet med vad som föreskrivs i Svenskt Vattens publikation P110 har ett återkommande 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. Rinntiden har för befintlig markanvändning satts till 10 minuter, som är den lägsta rinntiden som bör användas enligt P110. Rinntiden för planerad markanvändning har satts till 25 minuter, för att då också inkludera effekten av de utjämningsanläggningar som konstrueras enligt Stockholms stads åtgärdsnivå kommer att vara fyllda efter denna tid. Dimensionerande regnintensiteter blir då 286,6 liter/sekund·hektar (befintlig) respektive 227 liter/sekund·hektar (planerad). Klimatfaktorn har för planerad markanvändning satts till 1,25. Dagvattenflöden från planområdet vid ett återkommande 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och redovisas i tabell 4-4, 4-5, och 4-6.

#### 4.3.1 Ålesund 1

Om inga dagvattenlösningar anläggs på den planerade markanvändningen så beräknas flödet öka med 120 %. Om dagvattenåtgärder motsvarande Stockholms stads fördröjningskrav på 20 mm genomförs så ökar det dimensionerande flödet ut från området med 26 % för ett 20-årsregn, vilket medför att en ytterligare utjämningsvolym på 5 m<sup>3</sup> behövs.

De förändringar som föreslås (se kapitel 6) kommer, givet att Stockholms stads krav på 20 mm fördröjning följs tillsammans med en ytterligare utjämningsvolym, åstadkomma att det dimensionerande dagvattenflödet inte ökar jämfört med befintligt flöde.

**Tabell 4-4.** Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och procentuell förändring med planerad markanvändning.

Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	11		0,0095
Planerad	23	120	0,014
Planerad med dagvattenlösning	14	26	

\*Årsmedelflöde för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar.

#### 4.3.2 Oslo 9

Om inga dagvattenlösningar anläggs på den planerade markanvändningen så beräknas ingen flödesökning ske, vilket främst förklaras av den minskade takytan. Om dagvattenåtgärder motsvarande Stockholms stads fördröjningskrav på 20 mm genomförs så minskar det dimensionerande flödet ut från området med 43 % för ett 20-årsregn, det medför att ingen ytterligare utjämningsvolym behövs.

De förändringar som föreslås (se kapitel 6) kommer, givet att Stockholms stads krav på 20 mm fördröjning följs, åstadkomma att det dimensionerande dagvattenflödet minskar jämfört med befintligt flöde. Det medför att ingen ytterligare utjämningsvolym behövs.

**Tabell 4-5.** Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och procentuell förändring med planerad markanvändning.

Markanvändning	Flöde 20-årsregn [l/s]	Förändring dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	39		0,0089
Planerad	39	0	0.014
Planerad med dagvattenlösning	22	-43	

\*Årsmedelflöde för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar.

#### 4.3.3 Bergen 2

Om inga dagvattenlösningar anläggs på den planerade markanvändningen så beräknas flödet öka med 13 %. Om dagvattenåtgärder motsvarande Stockholms stads fördröjningskrav på 20 mm genomförs så minskar det dimensionerande flödet ut från området med 35 % för ett 20-årsregn, det medför att ingen ytterligare utjämningsvolym behövs.



De förändringar som föreslås (se kapitel 6) kommer, givet att Stockholms stads krav på 20 mm fördröjning följs, åstadkomma att det dimensionerande dagvattenflödet inte ökar jämfört med befintligt flöde. Det medför att ingen ytterligare utjämningsvolym behövs.

**Tabell 4-6.** Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och procentuell förändring med planerad markanvändning.

Markanvändning	Förändring		
	Flöde 20-årsregn [l/s]	dagvattenflöde [%]	Årsmedelflöde [l/s]
Befintlig	17		0,087
Planerad	19	13	0,012
Planerad med dagvattenlösning	11	-35	

\*Årsmedelflöde för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar.

SAMRÅDSHANDLING

## 5 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningsmängd och föroreningshalter i dagvatten olika typer av markanvändning har schablonvärden från databasen StormTac v.18.2.2 använts. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten.

Vidtas de föreslagna fördröjnings- och reningsåtgärderna, se vidare Kapitel 6, beräknas föroreningshalter och årlig belastning, och därmed också recipientpåverkan, minska betydligt för samtliga studerade ämnen.

Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror, de i StormTac redovisade osäkerheterna i schablonhalter för respektive markanvändningstyp redovisas i Bilaga 1. Den minskade belastningen efter föreslagen rening som beräkningarna visar bedöms dock ge en hög sannolikhet för att exploateringen leder till en minskad belastning på recipienten. Detta är också vad som kan förväntas eftersom målet med föreslagen dagvattenhantering har varit att uppfylla kraven enligt Stockholms stads åtgärdsnivå, som syftar till att förbättra statusen för vattenförekomsterna i staden.

### 5.1 Ålesund 1

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna "Parkerings" och "Gräsyta" använts. Markanvändningskategorin "Gräsyta" har en avrinningskoefficient på 0,1 i StormTac eftersom gräsytan bedöms ha kapacitet att till stora delar hantera ett medelregn. För planområdets planerade markanvändning används kategorierna "Takyta" och "Gårdsyta inom kvarter".

I tabell 5-1 och 5-2 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder. Den minskade belastningen är förväntad eftersom detta är målet med Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten.

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

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	100	85	40
Kväve	µg/l	1200	1200	600
Bly	µg/l	24	3	1
Koppar	µg/l	33	8	3
Zink	µg/l	110	27	5
Kadmium	µg/l	0,4	0,7	0,04
Krom	µg/l	12	4	2
Nickel	µg/l	12	4	1
Kvicksilver	µg/l	0,04	0,005	0,003
Suspenderad substans	µg/l	110 000	24 000	6 700
Olja (mg/l)	µg/l	640	22	22
PAH (µg/l)	µg/l	3	0,4	0,03
Benso(a)pyren	µg/l	0,05	0,01	0,01

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

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Reningsgrad* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0,03	0,04	0,02	40
Kväve	kg/år	0,4	0,6	0,3	27
Bly	kg/år	0,01	0,001	0,0003	96
Koppar	kg/år	0,01	0,004	0,001	86
Zink	kg/år	0,03	0,01	0,002	93
Kadmium	kg/år	0,0001	0,0003	0,00002	85
Krom	kg/år	0,004	0,002	0,0007	80
Nickel	kg/år	0,004	0,002	0,0005	87
Kvicksilver	kg/år	0,00001	0,000002	0,000001	88
Suspenderad substans	kg/år	34	11	3	91
Olja (mg/l)	kg/år	0,2	0,01	0,01	95
PAH (µg/l)	kg/år	0,0008	0,0002	0,00001	99
Benso(a)pyren	kg/år	0,00001	0,000004	0,000002	84

\* Avser reningsgraden från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar



## 5.2 Oslo 9

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna "Gång & cykelväg", "Marksten med fogar", "Takyta" och "Gräsyta" använts.

Markanvändningskategorin "Gräsyta" har en avrinningskoefficient på 0,1 i StormTac eftersom gräsytan bedöms ha kapacitet att till stora delar hantera ett medelregn. För planområdets planerade markanvändning används kategorierna "Takyta" och "Gårdsyta inom kvarter".

I tabell 5-3 och 5-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder. Den minskade belastningen är förväntad eftersom detta är målet med Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten.

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

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	76	86	40
Kväve	µg/l	1600	1600	670
Bly	µg/l	3	3	1
Koppar	µg/l	13	13	3
Zink	µg/l	26	26	5
Kadmium	µg/l	0,3	0,3	0,03
Krom	µg/l	3	3	1
Nickel	µg/l	3	2	1
Kviksilver	µg/l	0,02	0,03	0,01
Suspenderad substans	µg/l	14000	32000	6500
Olja (mg/l)	µg/l	240	250	100
PAH (µg/l)	µg/l	0,7	0,5	0,02
Benso(a)pyren	µg/l	0,01	0,01	0,01

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

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Reningsgrad* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0,02	0,04	0,02	19
Kväve	kg/år	0,4	0,7	0,3	34
Bly	kg/år	0,0007	0,001	0,0002	68
Koppar	kg/år	0,0036	0,0055	0,0013	64
Zink	kg/år	0,0073	0,0110	0,0022	70
Kadmium	kg/år	0,0001	0,0001	0,00001	86
Krom	kg/år	0,0009	0,0014	0,0006	38
Nickel	kg/år	0,0007	0,0010	0,0004	41
Kvicksilver	kg/år	0,00001	0,00001	0,000004	42
Suspenderad substans	kg/år	4	14	3	28
Olja (mg/l)	kg/år	0,07	0,11	0,04	38
PAH (µg/l)	kg/år	0,0002	0,0002	0,00001	95
Benso(a)pyren	kg/år	0,000002	0,000003	0,000002	8

\* Avser reningsgraden från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar

### 5.3 Bergen 2

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna "Gång & cykelväg", "Marksten med fogar", "Takyta" och "Gräsyta" använts.

Markanvändningskategorin "Gräsyta" har en avrinningskoefficient på 0,1 i StormTac eftersom gräsytan bedöms ha kapacitet att till stora delar hantera ett medelregn. För planområdets planerade markanvändning används kategorierna "Takyta" och "Gårdsyta inom kvarter".

I tabell 5-5 och 5-6 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningar visar på en minskad föroreningsbelastning efter att dagvattnet genomgått föreslagna reningsåtgärder. Den minskade belastningen är förväntad eftersom detta är målet med Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten.

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

Ämne	Enhet	Föroreningshalt		
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	80	86	40
Kväve	µg/l	1400	1300	600
Bly	µg/l	13	3	1
Koppar	µg/l	22	9	3
Zink	µg/l	72	27	5
Kadmium	µg/l	0,4	0,6	0
Krom	µg/l	7	4	2
Nickel	µg/l	7	4	1
Kvicksilver	µg/l	0,03	0,01	0,003
Suspenderad substans	µg/l	64000	26000	6900
Olja (mg/l)	µg/l	370	67	67
PAH (µg/l)	µg/l	2	0,4	0,03
Benso(a)pyren	µg/l	0,03	0,01	0,01

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

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning			Reningsgrad* [%]
		Befintlig	Planerad utan dagvattenlösning	Planerad med dagvattenlösning	
Fosfor	kg/år	0,02	0,03	0,02	32
Kväve	kg/år	0,4	0,5	0,2	41
Bly	kg/år	0,004	0,001	0,0002	94
Koppar	kg/år	0,006	0,003	0,001	81
Zink	kg/år	0,02	0,01	0,002	91
Kadmium	kg/år	0,0001	0,0002	0,00001	89
Krom	kg/år	0,002	0,001	0,0006	71
Nickel	kg/år	0,002	0,001	0,0004	81
Kvicksilver	kg/år	8E-06	0,000004	0,000001	85
Suspenderad substans	kg/år	18	10	3	86
Olja (mg/l)	kg/år	0,1	0,03	0,03	75
PAH (µg/l)	kg/år	0,0005	0,0002	0,00001	98
Benso(a)pyren	kg/år	8E-06	0,000003	0,000002	76

\* Avser reningsgraden från befintlig markanvändning till planerad med dagvattenlösningar



## 6 Lösningförslag för dagvattenhantering

Vid de planerade bebyggelserna i Husby föreslås att regnbäddar, växtbäddar och underjordiska makadamagsin anläggs på det planerade förgårdsmarken och eventuellt kombineras med gröna tak. Därigenom kan en långsiktigt hållbar dagvattenhantering uppnås.

### 6.1 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

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.

### 6.2 Principer för lokalt omhändertagande av dagvatten

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

#### 6.2.1 Planteringar, skelettjord 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 eller så kallad stockholmsplatta, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i figur 6-1 och 6-2.

Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare. Avledningen kan exempelvis ske till ett underliggande poröst lager av exempelvis makadam som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten. I Figur 6-3 6-3 visas ett exempel på uppbyggnaden hos en sådan plantering, men de kan utformas på många sätt.

Planteringsytor anläggs vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager makadam på 20 – 100 centimeter. Makadamlagret antas vanligen ha cirka 30 % porositet och kan alternativt anläggas med andra porösa och lättare material såsom lecakulor. Fördelen med porösa material är att dessa ger en större fördröjande och renande effekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder. En lägre vikt är gynnsam om konstruktionen anläggs på exempelvis

bjälklag som tål begränsade laster. Denna lösningsmetodik kan sammanfattas under namnet växtbädd. Vid volymsberäkningarna används makadamporositeten som funktionell volym med en mäktighet på 30 centimeter. Det eftersom makadamporositeten är relativt konsekvent medan hela lagret av skelettjord kan variera i porositet på grund av materialval och att mindre partiklar tätar till det porösa materialet.

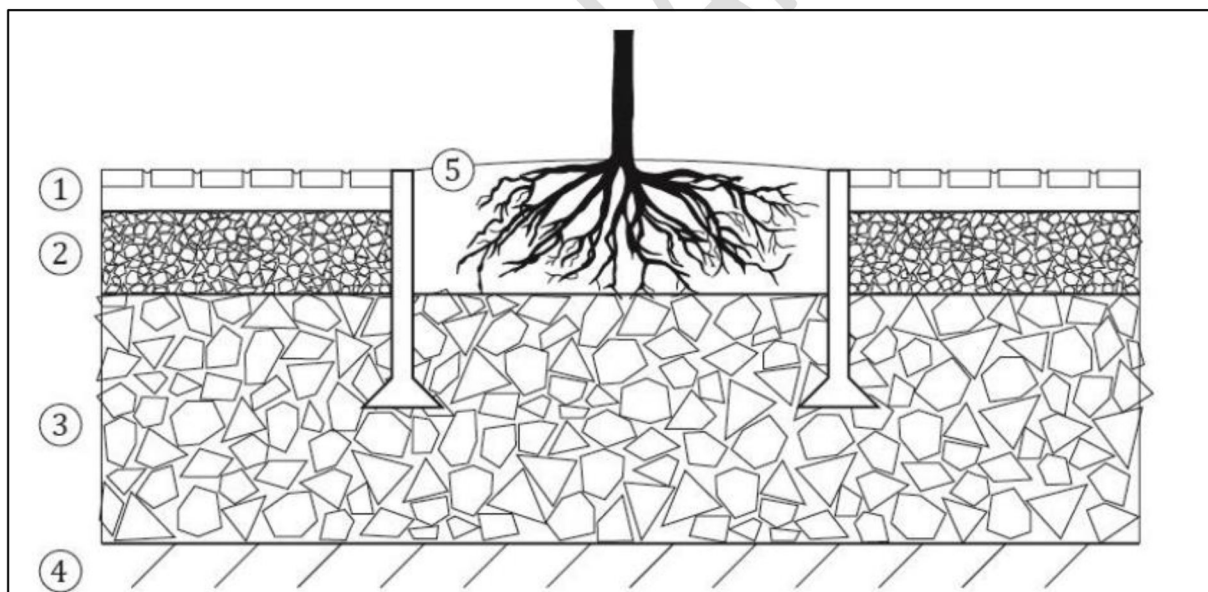


**Figur 6-1.** Avledning av takvatten till planteringar via rännadar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).





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



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

### 6.2.2 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



ett dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattensynpunkt 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 6-4.

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. Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller något nedsänkta i marken. I det senare fallet utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån. Vid volymsberäkningarna så används magasinvolymen i den översta fördröjningszonen eftersom den underliggande materialet kan skifta i funktionalitet.



**Figur 6-4.** Exempelillustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

## 6.3 Lösningar för dagvattenhantering

### 6.3.1 Ålesund 1

För att fördröja det dagvatten som bildas inom planområdets hårdgjorda ytor så att Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvattenhantering uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 13 m<sup>3</sup>. Därtill adderas en ytterligare utjämningsvolym på 5 m<sup>3</sup> för att flödet inte ska öka relativt befintligt flöde. Utifrån ovan nämnda principförslag föreslås en

kombination av dagvattenlösningar med syfte att uppnå utjämningsvolymen. Alternativt kan en typ av lösning väljas för att omhänderta hela den erforderliga volymen.

Förslaget till att skapa en fungerande dagvattenhantering är att anlägga växtbäddar och underjordiska makadammagasin inom förgårdsmarken. Av den totala utjämningsvolymen på 18 m<sup>3</sup> så behöver de sista 5 m<sup>3</sup> inte renas, så när växtbäddarna fyllts upp med 13 m<sup>3</sup> kan överskottet via en bräddledning ledas över till och fördröjas i ett underjordiskt magasin. Förslag till placering av anläggningarna ges i figur 6-5, där också areor ritats ut för att illustrera vilka ytor som finns tillgängliga. De areor som presenteras i figuren är **inte** förslag på anläggningarnas storlek och exakta placering utan tjänar endast som exempel.



**Figur 6-5.** Principskiss med ungefärlig placering av föreslagna lösningar för dagvattenhantering. Utritade areor är endast exempel på placering i syfte att ge en uppfattning om lösningsförslagets ytanspråk.

Beroende på vilket djup anläggningarna anläggs med fås olika tillgängliga volymer. Eftersom arean runt byggnaden är begränsad föreslås relativt djupa dagvattenlösningar. Ett exempel på utformning som ger total erforderlig volym ges i tabell 6-1. Areor och djup kan varieras och någon av anläggningarna kan utelämnas så länge den totala volymen uppgår till 18 m<sup>3</sup>. Tabellen åskådliggör också hur stor andel av magasinvolymen som behövs för en viss markanvändning, utifrån den markanvändningens bidrag till dagvattenbildningen. Anläggningarnas utlopp konstrueras så att de från fyllt tillstånd avtappas under en period på minst 12 h. Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade.



**Tabell 6-1. Exempel på utformning av anläggningar som ger erforderlig volym för rening enligt Stockholms stads åtgärdsått.**

Volym lösning per markanvändning	Lösning	Volym [m <sup>3</sup> ]	Volymsandel [%]	Mäktighet [m]	Porositet	Area [m <sup>2</sup> ]
Förgårdsmark	Växtbädd	1	4	1	0.3	2
Tak	Växtbädd	10	57	1	0.3	33
	Makadammagasin	7	40	1	0.3	23
	<b>Totalt</b>	<b>18</b>	<b>100</b>			<b>58</b>

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet är utformade enligt riktlinjer i Stockholms stads åtgärdsått för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att stadens vattenförekomster på sikt ska uppnå god status.

### Gröna tak

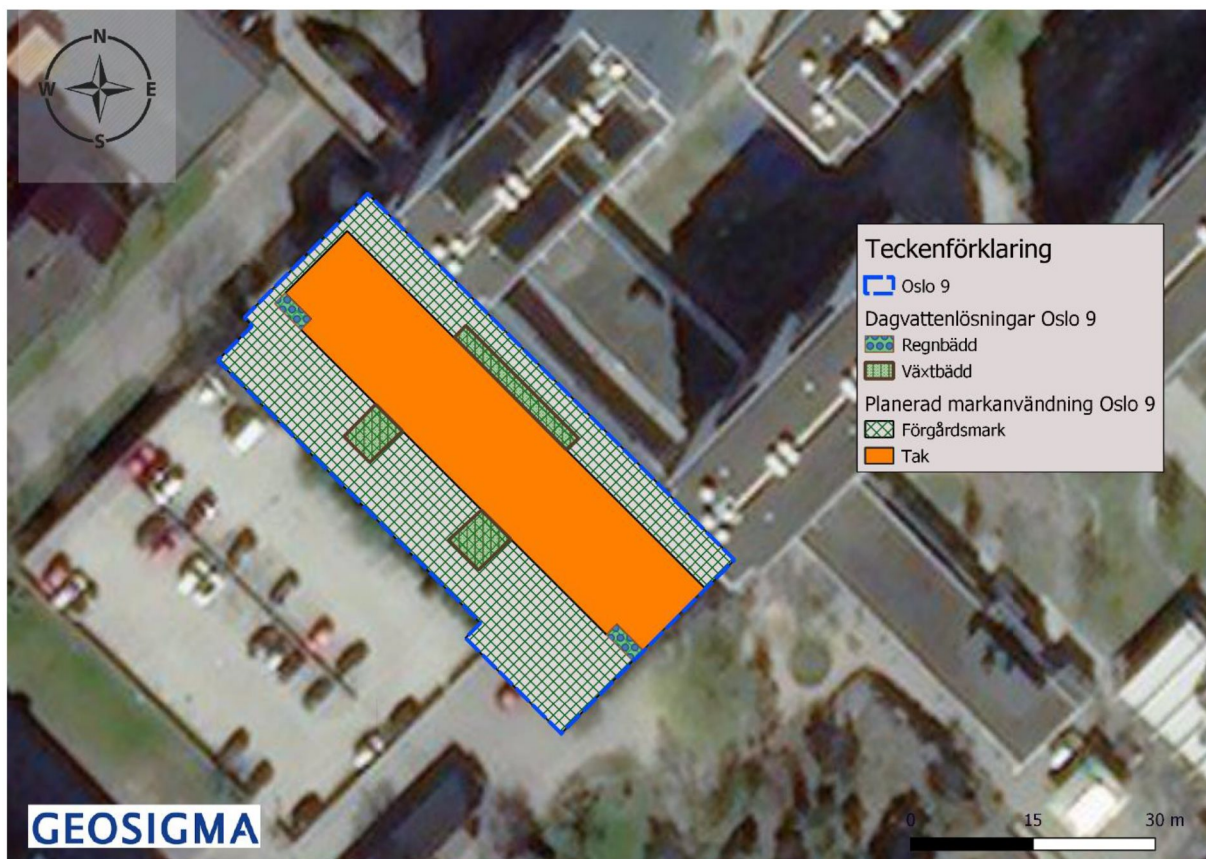
Ett alternativ till dagvattenlösning är att anlägga tunna gröna tak på flervåningshuset. Då kan 25 % av dagvattenbildningen från taket omhändertas redan på taket. Det innebär att ett heltäckande grönt tak på flervåningshuset kan omhänderta en dagvattenvolym på cirka 3 m<sup>3</sup> vilket medför att föreslagna dagvattenanläggningars ytanspråk minskar med cirka 10 m<sup>2</sup>. Om bjälklagen konstrueras för tjockare gröna tak (drygt 10 cm) finns det möjlighet att ett 20-millimetersregn som faller på taket till stor del kan omhändertas av takets gröna tak. Ett tjockare grönt tak har även mindre näringsläckage, bättre bullerreducering, bättre växtförhållanden och är mer praktiskt ur driftssynpunkt vid en jämförelse mot mindre tak.

### 6.3.2 Oslo 9

För att fördröja det dagvatten som bildas inom planområdets hårdgjorda ytor så att Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 22 m<sup>3</sup>. Ingen ytterligare utjämningsvolym behövs utan flödet minskar relativt befintligt flöde med nämnda åtgärdsnivå. Utifrån ovan nämnda principförslag föreslås en kombination av lösningar med syfte att uppnå utjämningsvolymen. Alternativt kan en typ av lösning väljas för att omhänderta hela den erforderliga volymen.

Förslaget till att skapa en fungerande dagvattenhantering är att anlägga regnbäddar och växtbäddar inom förgårdsmarken. Förslag till placering av anläggningarna ges i figur 6-6, där också areor ritats ut för att illustrera vilka ytor som finns tillgängliga. De areor som presenteras i figuren är **inte** förslag på anläggningarnas storlek och exakta placering utan tjänar endast som exempel.





**Figur 6-6.** Principskiss med ungefärlig placering av föreslagna lösningar för dagvattenhantering. Utritade areor är endast exempel på placering i syfte att ge en uppfattning om lösningsförslagets ytanspråk.

Beroende på vilket djup anläggningarna anläggs med fås olika tillgängliga volymer. Ett exempel på utformning som ger erforderlig volym för rening ges i tabell 6-2. Areor och djup kan varieras och någon av anläggningarna kan utelämnas så länge den totala volymen uppgår till 22 m<sup>3</sup>. Tabellen åskådliggör också hur stor andel en magasinvolymen som behövs för en viss markanvändning, utifrån den markanvändningens bidrag till dagvattenbildningen. Anläggningarnas utlopp konstrueras så att de från fyllt tillstånd avtappas under en period på minst 12 h. Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade.

**Tabell 6-2.** Exempel på utformning av anläggningar som ger erforderlig volym för rening enligt Stockholms stads åtgärdsått.

Volym lösning per markanvändning	Lösning	Volym [m <sup>3</sup> ]	Volymsandel [%]	Mäktighet [m]	Porositet	Area [m <sup>2</sup> ]
Förgårdsmark	Växtbädd	8	37	0.5	0.3	54
	Tak	10	45	0.5	0.3	67
Tak	Regnbädd	4	18	0.2	1	20
	<b>Totalt</b>	<b>22</b>	<b>100</b>			<b>141</b>

Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet är utformade enligt riktlinjer i Stockholms stads åtgärdsått för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att stadens vattenförekomster på sikt ska uppnå god status.

#### Gröna tak

Ett alternativ till dagvattenlösning att anlägga tunna gröna tak på flervåningshuset. Då kan 25 % av dagvattenbildningen från taket omhändertas redan på taket. Det innebär att ett heltäckande grönt tak på flervåningshuset kan omhänderta en dagvattenvolym på cirka 3 m<sup>3</sup> vilket innebär att föreslagna dagvattenanläggningars ytanspråk minskar med cirka 20 m<sup>2</sup>.

#### **6.3.3 Bergen 2**

För att fördröja det dagvatten som bildas inom planområdets hårdgjorda ytor så att Stockholms stads åtgärdsått för dagvatten uppfylls krävs en effektiv utjämningsvolym på cirka 11 m<sup>3</sup>. Ingen ytterligare utjämningsvolym behövs utan flödet minskar relativt befintligt flöde med nämnda åtgärdsnivå. Utifrån ovan nämnda principförslag föreslås en kombination av lösningar med syftet uppnå utjämningsvolymen. Alternativt kan en typ av lösning väljas för att omhänderta hela den erforderliga volymen.

Förslaget till att skapa en fungerande dagvattenhantering är att anlägga regnbäddar inom gårdsområdet och växtbäddar på den omkringliggande gräsmattan. Förslag till placering av anläggningarna ges i figur 6-7, där också areor ritats ut för att illustrera vilka ytor som finns tillgängliga. De areor som presenteras i figuren är **inte** förslag på anläggningarnas storlek och exakta placering utan tjänar endast som exempel.





**Figur 6-7.** Principskiss med ungefärlig placering av föreslagna lösningar för dagvattenhantering. Utritade areor är endast exempel på placering i syfte att ge en uppfattning om lösningsförslagets ytanspråk.

Beroende på vilket djup anläggningarna anläggs med fås olika tillgängliga volymer. Ett exempel på utformning som ger erforderlig volym för rening ges i tabell 6-3. Areor och djup kan varieras och någon av anläggningarna kan utelämnas så länge den totala volymen uppgår till 11 m<sup>3</sup>. Tabellen åskådliggör också hur stor andel en magasinvolymen som behövs för en viss markanvändning, utifrån den markanvändningens bidrag till dagvattenbildningen. Anläggningarnas utlopp konstrueras så att de från fyllt tillstånd avtappas under en period på minst 12 h. Det är viktigt att anläggningarnas procentuella kapacitet stämmer överens med den andel av planområdets area som avvattnas mot respektive anläggning, så att de inte blir över- eller underdimensionerade.

**Tabell 6-3.** Exempel på utformning av anläggningar som ger erforderlig volym för rening enligt Stockholms stads åtgärdsått.

Markanvändning	Lösning	Volym [m <sup>3</sup> ]	Volymsandel [%]	Mäktighet [m]	Porositet	Area [m <sup>2</sup> ]
Förgårdsmark	Växtbädd	2	18	0.5	0.3	13
Tak	Växtbädd	5	45	0.5	0.3	33
	Regnbädd	4	36	0.2	1	20
Totalt		11	100			66



Föreslagna lösningar för dagvattenhanteringen inom planområdet är utformade enligt riktlinjer i Stockholms stads åtgärdsåtgärdsplan för dagvatten, som syftar till att dagvattnet ska renas i sådan utsträckning att stadens vattenförekomster på sikt ska uppnå god status. en hög sannolikhet att exploateringen leder till en minskad belastning på recipienten.

#### Gröna tak

Ett alternativ till dagvattenlösning att anlägga tunna gröna tak på flervåningshuset. Då kan 25 % av dagvattenbildningen från taket omhändertas redan på taket. Det innebär att ett heltäckande grönt tak på flervåningshuset kan omhänderta en dagvattenvolym på cirka 3 m<sup>3</sup> vilket innebär att föreslagna dagvattenanläggningars ytanspråk minskar med cirka 20 m<sup>2</sup>.

## 6.4 Höjdsättning

Vid extrema regn, exempelvis ett 100-årsregn, uppstår dagvattenflöden som planområdets dagvattenlösning inte är dimensionerad för att klara. Det är därför viktigt att planera höjdsättningen så att dagvattnet kan avrinna bort från byggnader via sekundära avrinningsvägar vidare ut på närliggande lokalator eller grönytor.

### 6.4.1 Skyfallsmodell för ett extremregn

Stockholm Vatten har i samarbete med Stockholms stads miljöförvaltning och 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 6-8. Figuren visar att inom Bergen 2 finns en översvämningsrisk på upp till 0,5-0,7 meter och att nära Oslo 9:s norra hörn finns en översvämningsrisk på 0,5-0,7 meter. På vägen väster om Ålesund 1 finns det en översvämningsrisk om 0,1-0,3 meter.



**Figur 6-8.** Maximala översvämningsdjup från Stockholms stads skyfallmodell, scenario c, inom och omkring utredningsområdena. Data är hämtat från Stockholms stad genom deras WMS- tjänst.

#### 6.4.2 Generella riktlinjer för höjdsättning

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

#### 6.4.3 Platsspecifika riktlinjer för höjdsättning

Inom utredningsområdet Bergen 2 måste hänsyn tas till lågpunkten i områdets sydöstra del där det finns en översvämningsrisk på upp till 0,7 m. Byggnaden kommer till största del ansluta mot den högre belägna Edvard Grieggången där det inte föreligger någon översvämningsrisk, men om källarvåningar anläggs kan dessa påverkas av översvämningar i lågpunkten. Byggnaden bör skyddas genom att eventuella ingångar i denna nivå trösklas till en nivå som är högre än det förväntade översvämningsdjupet, för att förhindra att vatten tränger in i byggnaden. Byggnaderna på Ålesund 1 bör ligga högre än Trondheimsgatani

väster, där översvämningsdjupet beräknas bli maximalt 0,3 m, så att vatten från gatan inte riskerar att brädda in i byggnaden. Höjdskillnaden mellan gatunivå och ingång bör då överstiga 0,3 m. Inom Oslo 9 föreligger inga särskilda översvämningsrisker, då det markerade översvämningsområdet i norr åsyftar Oslogatan som längs den aktuella sträckan är kraftigt nedsänkt mot omgivande byggnader. Byggnaden bör dock fortfarande höjdsättas så att vatten kan rinna ytligt bort från fasaden och inte riskerar att tränga in mot byggnaden.

SAMRÅDSHANDLING



## 7 Slutsats

Flödesberäkningarna visar att de planerade förändringarna inom utredningsområdena mestadels kommer medföra ökade dagvattenflöden, såväl i medeltal som vid dimensionerande regn. Med föreslagna lösningar för dagvattenhantering renas de inledande 20 mm regn genom en kombination av bland annat filtrering, växtupptag och sedimentation, vilket är i enlighet med de krav som ställs i Stockholms stads åtgärdsåtgärdsplan för dagvattenhantering. Lösningarna beräknas också ge en fördröjning av dagvattnet så att dagvattenflödet inte ökar vid ett dimensionerande 20-årsregn. Sammantaget beräknas därför exploateringen, tillsammans med de föreslagna åtgärderna för dagvattenhanteringen, leda till en minskad belastning på såväl dagvattennätet som recipienten. Det är viktigt att byggnader och förgårdsmark höjdsätts så att det inte uppstår några skador på byggnader vid extremregn. Dessa behov varierar mellan de olika exploateringsområdena, vilket visas av Stockholms stads skyfallsmodell.

SAMRÅDSHANDLING

## 8 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.

Pramsten, J. 2015. Skyfallsmodellering för Stockholms stad. Stockholm Vatten AB

SGU, 2018. Sveriges Geologiska undersökning, <http://sgu.se/>, hämtat 2018-06-07

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.

VISS, 2018. Vatteninformationssystem Sverige, <http://viss.lansstyrelsen.se/>, hämtat 2018-06-07.