

Dagvattenutredning

Del av Bergholmsbacken, Bagarmossen

Grap 18111

[stockholm.se](https://www.stockholm.se)

Uppdragsnr: 606018	Dagvattenutredning, Del av Bergholmsbacken, Bagarmossen
Daterad: 2020-03-31	
Reviderad: -	
Handläggare: Carolina Åckander	

RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING, DEL AV BERGHOLMSBACKEN, BAGARMOSSEN

KONSULT/KONTAKT

Geosigma AB

S:t Persgatan 6
753 20, Uppsala
010-482 88 75
556412-7735
www.geosigma.se
johan.lundh@geosigma.se

GEOSIGMA

BESTÄLLANDE FÖRVALTNING/KONTAKT

Borätt
Anna-Kari Malm



Sammanfattning

Borätt planerar att uppföra ca 130 nya lägenheter i den nordvästra delen av planområdet Bergholmsbacken. Geosigma har fått i uppdrag att utföra en utredning med syftet att pröva möjligheterna för bostadsexploatering med avseende på dagvattensituationen.

Exploateringen innebär en förtätning på fastigheten som idag främst består av naturmark men även viss del gräsyta och parkerings-/avlastningsyta. I dagsläget leds dagvatten från området norrut till ett kombinerat dag- och spillvattensystem till Henrikdals reningsverk och vidare till Strömmen.

En förändring av markanvändningen enligt erhållen situationsplan, utan anläggningar för fördröjning och rening av dagvatten, medför ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 168 %. Givet att Stockholms stads krav på 20 mm fördröjning uppfylls ökar det dimensionerande dagvattenflödet istället med 95 %. Följaktligen behövs en ytterligare utjämningsvolym som förhindrar en ökning av flödet relativt befintligt flöde.

För att skapa en fungerande dagvattenhantering som uppfyller reningskraven enligt Stockholms stads åtgärdsåtgärder för dagvatten och inte leder till en ökad belastning på dagvattennätet föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från innergården leds via yttlig avrinning, rännalar och stuprör till dagvattenanläggningar i lågstråk placerade på innergården. Lågstråken anläggs som regnbäddar som kan fördröja dagvatten i en ovanliggande fördröjningszon och ett underliggande makadamlager.
- Det vatten som avrinner från den övre platån kan samlas upp i mellanstegets terrassering där det finns goda möjligheter att omhänderta dagvatten i infiltrationsmagasin.
- Takvatten leds i möjligaste mån mot innergården för dagvattenhantering. I de fall det inte går används regnbäddar och fördröjningsmagasin på förgårdsmarken mot omgivande lokalator.
- För att hantera det ökade flödet som uppstår vid exploateringen kan infiltrationslösningarna kompletteras med underjordiska magasin, exempelvis rörmagasin eller kassetmagasin, dit dagvattnet kan bräddas när reningsanläggningarna fyllts. Dessa kopplas på det befintliga dagvattensystemet och utflödet stryps så flödet inte ökar jämfört med dagens utflöde från området. Troligen behövs inga ytterligare lösningar för att hantera det vatten som uppstår mot innergården, men kan behövas för att hantera det takvatten som leds ut mot gatorna.
- Samtliga lösningar förses med bräddavlopp till planerat dagvattennät som kommer leda dagvatten söderut med slutlig recipient Flaten.

Det är viktigt att innergården höjdsätts så att vatten leds mot öppningarna mellan huskropparna söder- och västerut och inte rinner in mot husen och riskerar att orsaka skador på byggnaderna. Det är även viktigt att säkerställa att vatten kan ledas vidare från lågpunkter i samband med extremregn.

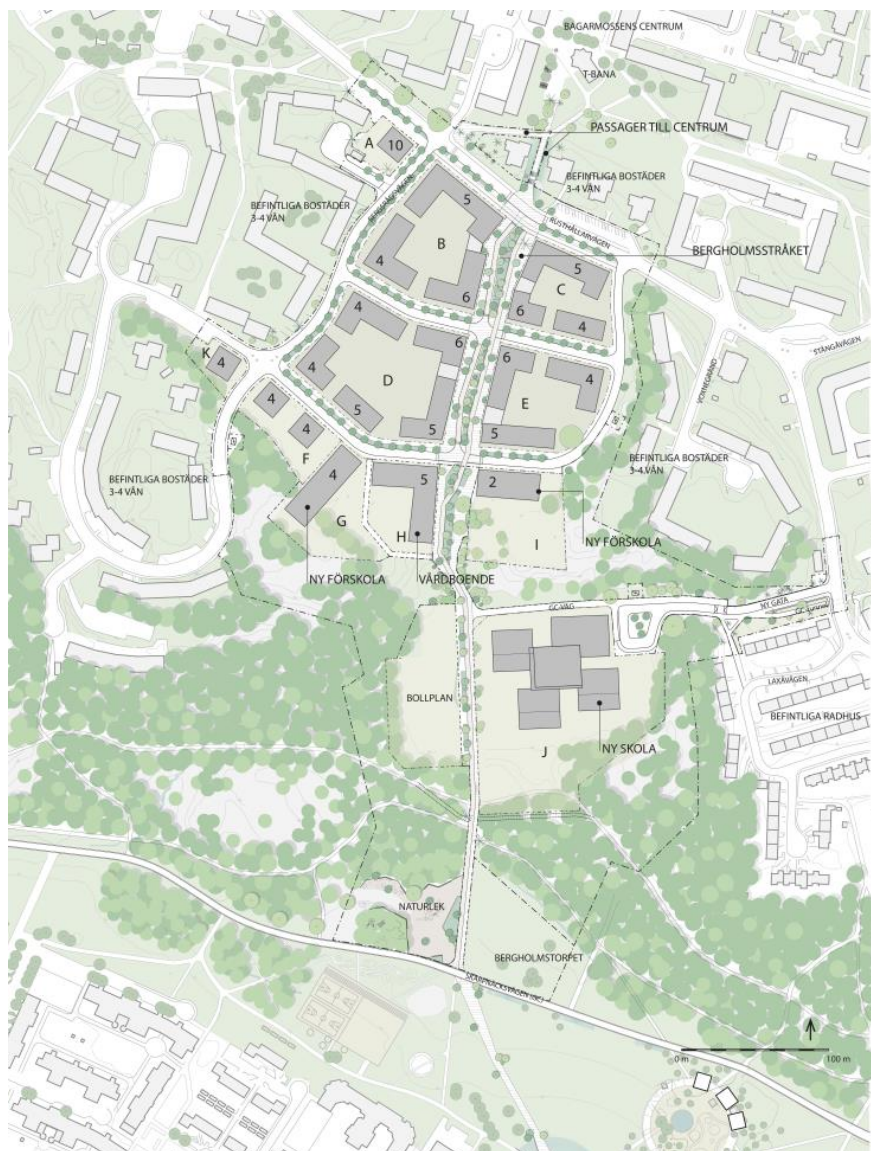
Föreslagen dagvattenhantering innebär att flödesbelastningen ut från utredningsområdet inte ökar samt att Stockholms stads krav på rening och fördröjning av dagvatten uppfylls vilken medför att belastningen på dagvattensystem och recipient inte bedöms öka.

Innehåll

Sammanfattning	3
Innehåll	4
1. Inledning	5
2. Underlag och tidigare utredningar	6
3. Riktlinjer för dagvattenhantering	6
STEG 1 Förutsättningar för dagvattenhantering	7
4. Områdesbeskrivning	7
4.1 Recipienter	7
4.1.1 Miljö kvalitetsnormer (MKN)	8
4.2 Markförutsättningar	8
4.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi	8
4.3 Befintlig och planerad markanvändning	9
5. Avrinningsområden och avvattningsvägar	10
5.1 Ytliga avrinningsområden	10
5.2 Tekniska avrinningsområden	11
6. Dagvattenflöden och fördröjningsbehov	13
6.1 Flöden	13
6.1.1 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	15
7. Föroreningar	16
8. Översvämningsrisker	18
9. Övriga relevanta förutsättningar	18
Steg 2 Förslag på dagvattenhantering	19
10. Förslag på dagvattenhantering	19
10.1 Exempellösningar för dagvattenhantering	19
10.1.1 Växtbäddar, skelettjord och rännalar	19
10.1.2 Skållade grönytor	21
10.1.3 Fördröjningsmagasin	21
10.1.4 Regnbäddar	22
10.1.5 Skötsel och underhåll	22
11. Hantering av skyfall	23
12. Helhetsbild av dagvattenhanteringen	23
13. Sammanfattning av dagvattenhantering på kvartersmark	27

1. Inledning

Borätt planerar att uppföra ca 130 nya lägenheter i den nordvästra delen av planområdet Bergholmsbacken i Bagarmossen. Geosigma har fått i uppdrag att utföra en utredning med syftet att pröva möjligheterna för bostadsexploatering med avseende på dagvattensituationen. Exploateringen innebär en förtätning på fastigheten som idag främst består av naturmark men även viss del gräsyta och parkerings-/avlastningsyta. Figur 1-1 illustrerar markanvisningen från exploateringskontoret där området markerat med B är Borätts område.



Figur 1-1. Översiktskarta med markanvisning där B avser Borätts område. Källa: Exploateringskontoret, Stockholms stad, 2016.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin och reningsanläggningar för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet genom bland annat sedimentation, fastläggning av partiklar och växtupptag. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen ska Stockholms stads dagvattenstrategi och styrdokument användas.

2. Underlag och tidigare utredningar

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

- Situationsplan förhandskopia, daterad 2020-03-09, Lindberg Stenberg arkitekter.
- Stockholms stads dagvattenstrategi (beslutad 2015-03-09)
- Stockholms stads åtgärdsnivå (antagen 2016-11-10)
- Dagvattenutredning. Granskningshandling Sweco, Detaljplan Rusthållaren 2 m.fl. – Bergholmsbacken, 2017-08-10
- Jordarts- och jorrdjupskarta (SGU)
- Recipientinformation (VISS – Vatteninformationssystem Sverige)

3. Riktlinjer för dagvattenhantering

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

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 undersökningsområdet.

STEG 1 Förutsättningar för dagvattenhantering

4. Områdesbeskrivning

Undersökningsområdet ligger söder om Bagarmossens centrum och utgörs i dagsläget främst av obebyggd bergig naturmark men även viss del gräsyta och asfalterad avlastnings-/parkeringsyta. Området avgränsas av Rusthållarvägen i norr och Bergsrådvägen i väst. Söder och öster om området ligger Bergholmskolan. För undersökningsområdets ungefärliga läge, se Figur 4-1.



Figur 4-1. Översiktskarta med ungefärlig placering av planområdet markerat med en röd rektangel (Eniro).

Markytan i undersökningsområdet är kuperad och sluttar mot nordväst där nivån skiljer sig ca 9 m från högsta till lägsta punkten.

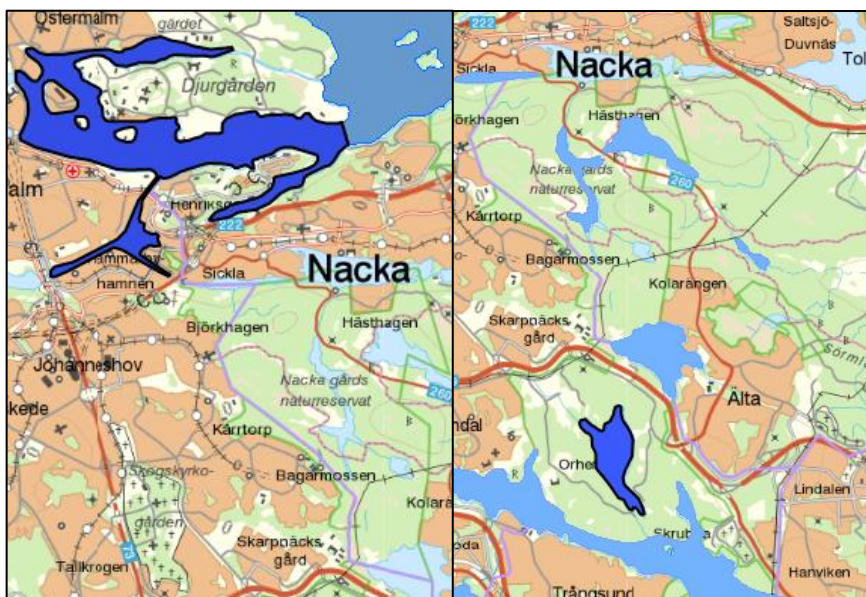
Berg i dagen förekommer inom aktuell yta.

Då området i dagsläget främst består av naturmark bedöms inga föroreningar finnas inom fastigheten men detta har inte undersökts och vid exploatering bör avvikelser som kan tyda på föroreningar uppmärksammas och eventuella åtgärder vidtas.

4.1 RECIPIENTER

Vatten som avrinner norrut leds till det kombinerade dag- och spillvattennätet och vidare till Henriksdals reningsverk. Från Henriksdals reningsverk går renat vatten ut i Strömmen, Saltsjön, Figur 4-2. Enligt klassningen 2017 i VISS (Vatteninformationssystem Sverige) har Strömmen (SE591920-180800) otillfredsställande ekologisk status och har problem med övergödning, miljögifter, morfologiska förändringar och kontinuitet samt flödesförändringar. Strömmen uppnår ej god kemisk status och detta beror främst på förhöjda halter kvicksilver, bly, antracen, fluoranten, polybromerade difenyletrar (PBDE) och tributyltennföreningar.

Vatten som leds söderut når slutligen sjön Flaten (SE657226-163399), Figur 4-2, som är klassad med hög ekologisk status men uppnår ej god kemisk status till följd av miljögifter som tributyltenn (TBT), kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE) (som överstiger gränsvärdena i alla vatten i Sverige).



Figur 4-2. Recipient Strömmen (t. vä.) och Flaten (t. hö.). VISS, 2018-04-03

4.1.1 Miljökvalitetsnormer (MKN)

Vattendirektivet säger att ”inga vatten får försämrats”, vilket i vägledande domslut (Weserdomen) 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).

Enligt miljökvalitetsnormen ska Strömmen uppnå måttlig ekologisk status 2027 och god kemisk status med undantag genom mindre stränga krav för bromerad difenyleter och kvicksilver och undantag genom tidsfrist till 2027 för antracen, bly och tributyltennföreningar.

Flaten ska enligt miljökvalitetsnormerna ha fortsatt god ekologisk status och uppnå god kemisk status. Dock har undantag i form av mindre stränga krav gjorts för kvicksilver och bromerad difenyleter.

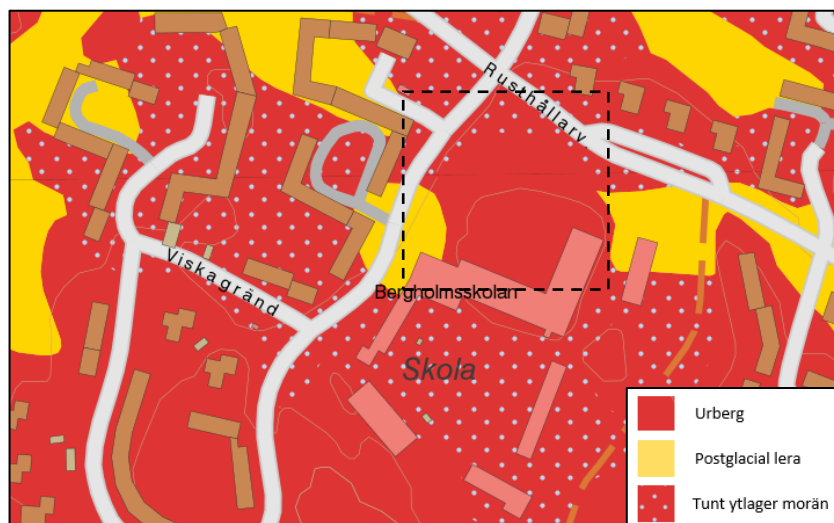
4.2 MARKFÖRUTSÄTTNINGAR

Underlaget för att skatta förutsättningarna för dagvattenhantering har främst hämtats från webbaserat underlag då inga undersökningar avseende grundvattennivåer etc. veterligen har utförts inom undersökningsområdet

4.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Enligt jordartskartan från SGU består jordlagren inom utredningsområdet huvudsakligen av berg. Jordlagrens mäktigheter uppges till mellan 0 och 1 meter enligt SGU:s jorrdjupskarta, se Figur 4-3 och 4-4. Det är inte känt om det förekommer förorenad mark inom undersökningsområdet.

Utifrån denna information bedöms infiltrationsmöjligheterna inom utredningsområdet vara begränsade.



Figur 4-3. Jordartskartan i skala 1:5 000 från SGU. Utredningsområdets ungefärliga placering markeras med svartstreckad rektangel.



Figur 4-4. Jorddjupskartan i skala 1:50 000 från SGU. Utredningsområdets ungefärliga placering markerad med röd rektangel.

4.3 BEFINTLIG OCH PLANERAD MARKANVÄNDNING

För befintlig markanvändning, se Figur 4-5. Areauppskattning för den befintliga markanvändningen presenteras vidare i avsnitt 6.1 vid flödesberäkningarna.



Figur 4-5. Den befintliga markanvändningen inom planområdet. Bakgrundskarta: Stockholms stads ortofoto, 2014.

Exploateringen kommer att innebära att den befintliga markanvändningen ersätts med tre huskroppar runt en gemensam innergårdsgård. Skolan söder och väster om utredningsområdet planeras att rivas och istället anläggs två nya vägar som omger utredningsområdet. Då området förtätas kommer detta påverka dagvattenbildningen i området. Taken på de planerade byggnaderna utformas som sadeltak och vatten kommer således avledas åt båda hållen från taknocken

Den planerade utformningen av utredningsområdet innebär att innergården byggs i flera terrasser där det högsta "planet" planeras i områdets sydöstra hörn i anslutning till den sydöstra huskroppen. Under detta plan planeras ett garage med infart från kvartersgatan som anläggs söder om området. Mellan den sydöstra och den nordöstra huskroppen blir höjdskillnaden stor mot omgivande gata och ingen passage kan ske mellan huskropparna och ut till gatan. Från det högsta planet planeras ett mellanplan mot nordväst och slutligen planas området ut i anslutning till den norra och den västra huskroppen, se Figur 4-6.

Areauppskattning för den planerade markanvändningen presenteras vidare i avsnitt 6.1 vid flödesberäkningarna.



Figur 4-6. Planerad markanvändning inom utredningsområdet efter den tänkta exploateringen. Garagets och den övre platåns utbredning representeras av det ljusgröna området i sydväst. Lindberg Stenberg arkitekter, 2020-03-09.

5. Avrinningsområden och avvattningsvägar

5.1 YTLIGA AVRINNINGSOMRÅDEN

Utifrån områdets befintliga topografi bedöms ytavrinningen huvudsakligen ske i nordvästlig riktning ner mot Rusthållarvägen och Bergsrådsvägen. En del av vattnet rinner förmodligen även mot sydväst enligt Figur 5-1.



Figur 5-1. Flödesriktning, enligt befintlig markanvändning, inom planområdet går i huvudsak i nordvästlig riktning. Bakgrundskarta: Stockholms stads ortofoto, 2014.

5.2 TEKNISKA AVRINNINGSSOMRÅDEN

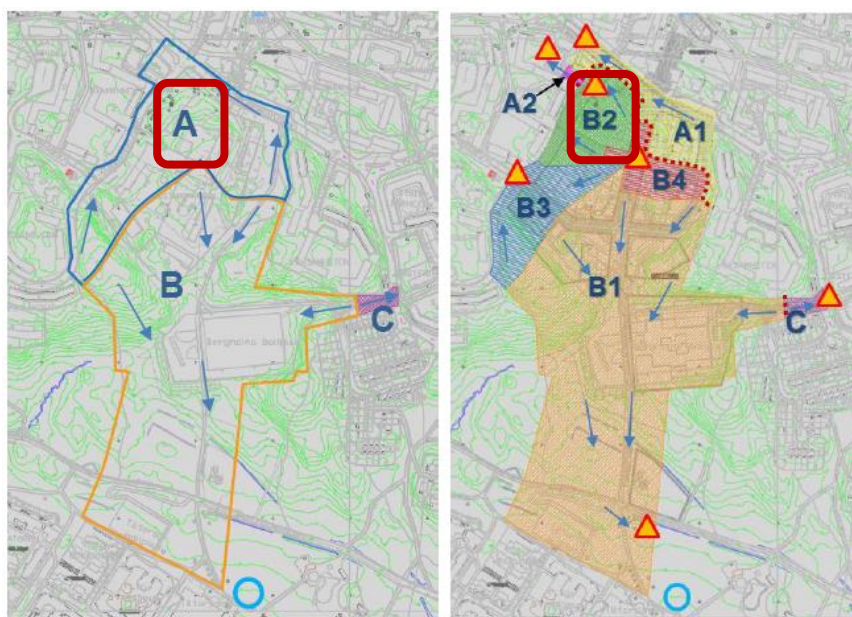
Enligt tidigare undersökningar (Sweco, 2017) avrinner dagvatten i dagsläget från undersökningsområdet till ett kombinerat dag- och spillvattennät och vidare till Henriksdals reningsverk.

I och med exploateringen kommer höjdsättningen inom hela planområdet Bergholmsbacken att ändras vilket närmare beskrivs i dagvattenutredningen Detaljplan Rusthållaren 2 m.fl. Bergholmsbacken (Sweco, 2017) och presenteras i Figur 5-2.

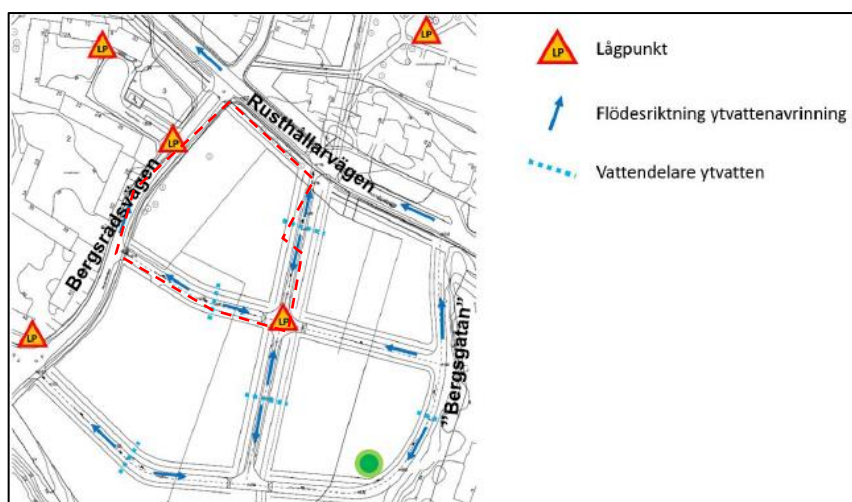
I och med dessa ändringar föreslås vatten från undersökningsområdet (som ingår i område B2 i figur 5-2) att ledas söderut via ledningar till avrinningsområdet B1 där vatten leds via diken österut eller till en mindre befintlig dagvattendamm (Skarnäckdammen), istället för att ledas norrut mot det kombinerade spill- och dagvattennätet. Inom avrinningsområde B finns i dagsläget inget befintligt dagvattennät. (Sweco, 2017)

Enligt Swecos rapport skapar de nya omgivande gatorna en lågpunkt intill undersökningsområdets sydöstra hörn samt intill undersökningsområdets nordvästra sida, se Figur 5-3, och detta är viktigt att ha i beaktning vid höjdsättning av intilliggande byggnader så att dessa inte skadas i samband med extremregn då dagvattenledningen som ska leda vatten från lågpunkten inte kan hantera de flöden som uppstår (Sweco, 2017).

Enligt Geosigmas tolkning av underlaget och den nya höjdsättningen bedöms flödet från undersökningsområdet efter exploatering främst ledas mot lågpunkten intill undersökningsområdets västra sida (Figur 5-4) och leda dagvattnet härifrån vidare söderut, enligt rekommendationerna i Swecos rapport, bedöms som svårt med tanke på hur området planeras att höjdsättas. Detta kan dock ändras beroende på hur dagvattennätet i området utformas. Detta är speciellt viktigt att ha i beaktning vid extremregn och höga flöden då föreslagen dagvattenhantering inte dimensioneras för dessa och att vatten då kommer behöva ledas via sekundära avrinningsvägar mot recipienten. För mer info om hela planområdets avrinning hänvisas till Swecos rapport.



Figur 5-2. Avrinningsområdena som berörs av planområdet Bergholmsbacken före (t.v.) och efter exploatering (t.h.). De planerade lågpunkterna i respektive delavrinningsområde efter exploatering är markerade med varningstrianglar. Flödesriktningarna visas med blåa pilar. Det med säkerhet antagna tekniska avrinningsområdesgränserna för B är markerade med röstreckade linjer. Utredningsområdet är markerat med röst rektangel. Källa: Sweco, 2017.



Figur 5-3. Flödesriktningar och lågpunkter enligt den nya höjsättningen. Undersökningsområdet markeras med röstreckad polygon. Källa: Sweco, 2017.



Figur 5-4. Flödesriktningar från undersökningsområdet markerade med blå pilar. Bedömt utifrån höjdsättning i underlag från beställaren.

6. Dagvattenflöden och fördröjningsbehov

6.1 FLÖDEN

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

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

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

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

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

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

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

I flödesberäkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P110 använts. För markanvändningen "uteplats" har avrinningskoefficienten satts till 0,5 vilket bedöms motsvara en blandning av plattor, hårdgjord yta, planteringar, växter, grönyta etc.

Areor för den befintliga och planerade markanvändningen samt avrinningskoefficienter presenteras i tabell 6-1. Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flöde så de redovisade flödena bör främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 6-1. Areor och använda avrinningskoefficienter för befintlig och planerad markanvändning.

Markanvändning	ϕ (-)	Befintlig markanvändning		Planerad markanvändning	
		Area (ha)	Reducerad area (ha)	Area (ha)	Reducerad area (ha)
Tak	0,9	0	0	0,256	0,2304
Naturmark	0,1	0,447	0,0447	0,028	0,0028
Grönyta	0,1	0,072	0,0072	0,181	0,0181
Hårdgjort	0,8	0,095	0,076	0,081	0,0648
Uteplats	0,5	0	0	0,068	0,034
Summa		0,614	0,1279	0,614	0,3501

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, eftersom utjämningsanläggningarna som konstrueras enligt Stockholms stads åtgärdsnivå kommer att vara fyllda efter denna tid. Dimensionerande regnintensiteter blir då 286,6 liter/sekund·hektar (befintlig) respektive 164,1 liter/sekund·hektar (planerad). Klimatfaktorn har satts till 1,25. Dagvattenflöden från utredningsområdet vid ett återkommande 20-årsregn, för befintlig och planerad markanvändning, är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 6.1 och redovisas i Tabell 6-2.

Tabell 6-2. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och procentuell förändring med planerad markanvändning.

	Flöde 20-årsregn (l/s)	Förändring dagvattenflöde (%)	Årsmedelflöde (l/s)
Befintlig	46	+ 95	0,039
Planerad	99		0,085*

*Årsmedelflöde för planerad markanvändning utan dagvattenlösningar.

Flödet för den planerade markanvändningen vid ett 20-årsregn utan dagvattenlösningar är 99 l/s vilket medför en ökning på 168 %. Givet att Stockholms stads krav på 20 mm fördröjning följs blir ökningen istället cirka 95 % (till 72 l/s), eftersom områdets rinntid då blir 25 min.

För att skapa underlag för att bedöma om befintligt nät har tillräcklig kapacitet för anslutning har även beräkningar gjorts för ett 10-årsregn, Tabell 6-3. Då beräkningarna ska användas av Stockholm Vatten och Avfall för att bedöma om befintligt nät är tillräckligt har beräkningarna gjorts utan klimatfaktor.

Tabell 6-3. Dimensionerande flöden vid ett 20-årsregn, årsmedelflöden för befintlig och planerad markanvändning och procentuell förändring med planerad markanvändning.

	10-årsflöde exklusive klimatfaktor	Ökning i %
Befintlig situation	29	120
Planerad situation	64	

6.1.1 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

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 undersökningsområdet.

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

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

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen (m³/hared), trinn är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området (l/s·hared). 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.

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

Enligt krav i Stockholms stads åtgärdsnivå för dagvatten ska 20 mm nederbörd på hårdgjorda ytor kunna fördröjas via ett filtrerande material där avtappningshastigheten medför en effektiv avskiljning av föroreningar. För det aktuella utredningsområdet med planerad markanvändning skulle 20 mm nederbörd generera en total dagvattenvolym med reningskrav på cirka 70 m³, beräknat utifrån areor hos tak, naturmark och hårdgjord yta. För ett 20-årsregn har regnvolymen 20 mm uppnåtts efter en regnvaraktighet på 15 minuter, vilket innebär att rinntiden för ett område som utformats enligt kraven förlängs med 15 min för ett dimensionerande 20-årsregn.

7. Föroreningar

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

Vid beräkningarna för befintlig markanvändning har markanvändningskategorierna ”Gräsyta”, ”Skogsmark” och ”Gång & Cykelväg” använts. Markanvändningskategorin ”Gräsyta” har en avrinningskoefficient på 0,1 i StormTac eftersom gräsytan bedöms ha kapaciteten att hantera ett medelregn. Vid beräkningarna för planerad markanvändning har markanvändningskategorierna ”Skogsmark”, ”Gång & Cykelväg”, ”Gräsyta”, ”Tak” samt ”Marksten med fogar” använts.

I Tabell 7-1 och 7-2 redovisas beräknade föroreningshalter och föroreningsmängder för befintlig och planerad markanvändning

Tabell 7-1. 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 markanvändning	Planerad markanvändning
Fosfor	µg/l	52	84
Kväve	µg/l	960	1300
Bly	µg/l	3,10	2,60
Koppar	µg/l	12,0	11,0
Zink	µg/l	16,0	25,0
Kadmium	µg/l	0,18	0,52
Krom	µg/l	3,8	3,8
Nickel	µg/l	3,1	3,5
Kvicksilver	µg/l	0,023	0,014
Suspenderad substans	µg/l	12 000	19 000
Olja (mg/l)	µg/l	360	160
PAH (µg/l)	µg/l	0,077	0,43
Benso(a)pyren	µg/l	0,0066	0,0087
ANT	µg/l	0,017	0,013
FLUO	µg/l	0,032	0,1
PBDE 47	µg/l	0,00087	0,00044
PBDE 99	µg/l	0,00091	0,00049
PBDE 209	µg/l	0,015	0,015
TBT	µg/l	0,0015	0,0018

Tabell 7-2. Årlig föroreningsbelastning från utredningsområdet för befintlig och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning	
		Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning
Fosfor	kg/år	0,07	0,23
Kväve	kg/år	1,3	3,6
Bly	kg/år	0,0042	0,0071
Koppar	kg/år	0,017	0,029
Zink	kg/år	0,021	0,067
Kadmium	kg/år	0,00024	0,0014
Krom	kg/år	0,0051	0,01
Nickel	kg/år	0,0042	0,0093
Kvicksilver	kg/år	0,000031	0,000038
Suspenderad substans	kg/år	17	50
Olja (mg/l)	kg/år	0,48	0,44
PAH (µg/l)	kg/år	0,0001	0,0012
Benso(a)pyren	kg/år	0,0000089	0,000023
ANT	kg/år	0,000023	0,000036
FLUO	kg/år	0,000043	0,00028
PBDE 47	kg/år	0,0000012	0,0000012
PBDE 99	kg/år	0,0000012	0,0000013
PBDE 209	kg/år	0,000020	0,000040
TBT	kg/år	0,0000012	0,0000049

Förändringen av utredningsområdet beräknas innebära en ökning av föroreningsinnehållet i orenat dagvatten för de flesta ämnen med undantag för olja.

Det bör poängteras att beräkningarna av årlig belastning inte tar hänsyn till att en sannolikt stor del av nederbörden under ett år kommer lagras i anläggningarna och sedan avdunsta istället för att avledas till dagvattennätet, vilket innebär att belastningen sannolikt överskattas i beräkningarna.

Eftersom utredningsområdet exploateras från naturmark med berg i dagen så är det rimligt att det sker en viss ökning för några av föroreningsämnena i den planerade markanvändningen utan dagvattenlösningar.

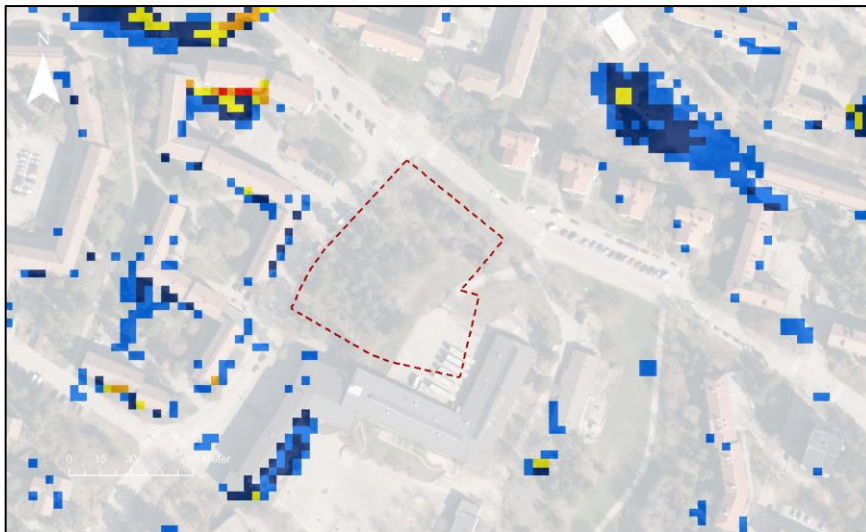
Beräkningar med schablonhalter är behäftade med stora osäkerheter och resultaten bör därför inte tolkas som exakta siffror, de i StormTac redovisade osäkerheterna i schablonhalter för respektive markanvändningstyp redovisas i Bilaga 1.

8. Översvämningssrisker

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

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 översvämningdjup inom och omkring det aktuella utredningsområdet för skyfallsmodellens scenario c, en typ av worst case-scenario som utgår från ogynnsamma förhållanden för omhändertagande av dagvatten, visas i Figur 8-1.

Figur 8-1 åskådliggör att det i dagsläget sannolikt inte finns någon risk för översvämning inom utredningsområdet. Vid den planerade exploateringen är det viktigt att vattnet ska kunna avledas ytligt ut från innergården för att undvika översvämning. Värt att notera är att nordväst om utredningsområdet finns ett kvartersområde där det finns en översvämningssrisk. Något som även belyses i Swecos rapport (Sweco, 2017).



Figur 8-1. Maximala översvämningdjup från Stockholms stads skyfallsmodell, scenario c, inom och omkring utredningsområdet (markerat i rött). Data är hämtat från Stockholms stad genom deras WMS- tjänst.

9. Övriga relevanta förutsättningar

Inga övriga relevanta förutsättningar har observerats som bör ligga till grund för utredningen och lösningsförslagen för dagvattenhanteringen.

Steg 2 Förslag på dagvattenhantering

10. Förslag på dagvattenhantering

Undersökningsområdet består av mestadels orörd naturmark med en viss del parkerings- och avlastningsyta. Markytan är kuperad, berg i dagen förekommer och jorrdjupen är begränsade vilket ger begränsade infiltrationsmöjligheter.

Lokalt omhändertagande av dagvatten och en minskad belastning på dagvattennätet och recipienten eftersträvas och dagvattenhanteringen inom utredningsområdet bör utformas så att den efterliknar naturliga lösningar.

Exploateringen innebär en förtätning av området och ett ökat dagvattenflöde, vilket innebär att dagvatten som uppstår inom området måste tas omhand för att inte öka belastningen på recipienter och dagvattennät. Småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten föreslås placeras där topografin tillåter. Dessa lösningar, till exempel växtbäddar, underjordiska magasin och skålade grönytor kan implementeras på relativt små ytor i utredningsområdet och anpassas till ny bebyggelse. I samband med exploateringen kommer en stor del berg sprängas bort och ersättas med infiltrerande material som till viss del också kan användas för att hantera dagvatten. Takvatten kan ledas till dagvattenlösningar genom stuprör och rännalar. I största möjliga mån bör takvatten ledas in mot innergården där det finns mer plats för dagvattenhantering. I de fall där detta inte är möjligt kan dagvatten exempelvis hanteras på förgårdsmarken mot gatan.

Enligt Stockholms stads åtgärdsnivå ska de första 20 mm fördröjas och renas genom mer långtgående rening än sedimentation. Rening av de första 20 mm regn föreslås därför ske genom växtbäddar eller skålade grönytor. Dagvattenlösningarna kan placeras i anslutning till underjordiska magasin vars syfte är att fördröja dagvattnet ytterligare för att säkerställa att flödet ut från området inte ökar i och med exploateringen.

Dimensionerande regn bedöms ge upphov till relativt stora flöden och det bör säkerställas att avledning från gårdsytan mot föreslagen dagvattenhantering sker på ett säkert sätt och att eventuella erosionsrisker beaktas. För att fördröja och rena de första 20 mm krävs en fördröjningsvolym på 70 m³. För att sedan fördröja resterande dagvatten så att flödet inte överstiger dagens utflöde från området behövs ytterligare 46 m³. Totalt behövs alltså en fördröjningsvolym på 117 m³.

Samtliga dagvattenlösningar förses med bräddavlopp som kopplas på det befintliga dagvattennätet. Utflödet föreslås strypas till motsvarande dagens utflöde vid befintlig markanvändning, 37 l/s.

Om fördröjning endast sker enligt Stockholms stads åtgärdsnivå kommer det dimensionerade flödet efter expolatering bli 72 l/s.

10.1 EXEMPELLÖSNINGAR FÖR DAGVATTENHANTERING

10.1.1 Växtbäddar, skelettjord och rännalar

Inom gårdsytor kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. För att ytterligare fördröja dagvattnet kan s.k. växtbäddar anläggas. Växtbäddar anläggs vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på 20 – 100 centimeter. Skelettjorden antas vanligen ha cirka 30 % porositet och kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Tillskottet av dagvatten till växtbäddarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande växtbäddar. Stuprör kan förses med

utkastare som ansluter till ränndalar, anlagda med exempelvis gatsten, där dagvattnet kan avledas till växtbäddarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via ränndalar visas i Figur 10-1 och Figur 10-2.

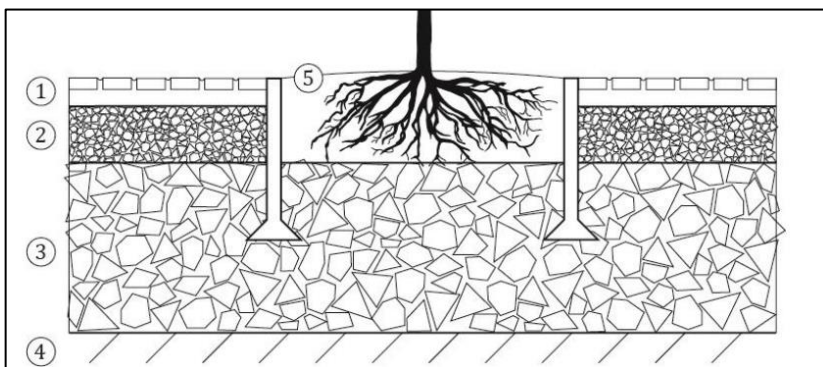
Inom växtbäddarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare. I Figur 10-3 visas ett exempel på uppbyggnaden hos en skelettjord, men skelettjordar kan utformas på många sätt.



Figur 10-1. Avledning av takvatten till planteringar via rännal anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 10-2. Exempel på avledning av takvatten via rännal anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).

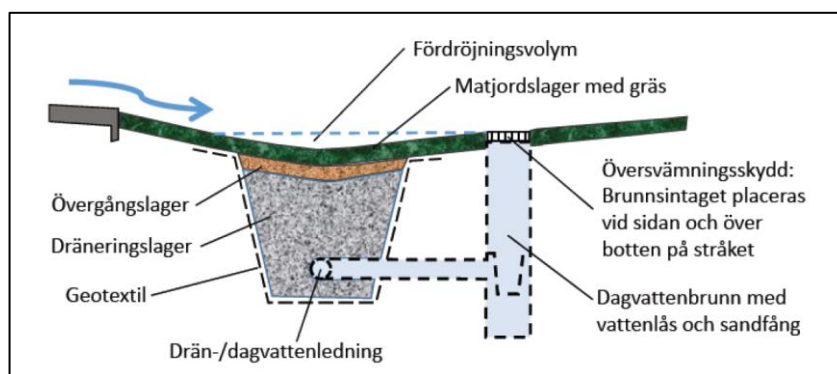


Figur 10-3. Principskiss på en överbyggnad med skelettjord. 1, slitlager 2, luftigt bärlager, 3 skelettjord 4, befintligt luckrad terrass 5, planteringsgrop med växtjord. Illustration André Olsson (2014-06-19)

10.1.2 Skålade grönytor

Skålade grönytor anläggs som nersänkta ytor där själva nedsänkningen fungerar som en fördröjningszon. Vatten infiltreras genom ett växtlager, som exempelvis består av gräs, och därefter till ett mer poröst lager med exempelvis makadam, se Figur 10-4.

En bit upp från botten anläggs en dräneringsledning som kopplas mot det kommunala dagvattennätet. Att den placeras en bit upp gör att vatten som bildas vid små regn inte leds bort direkt. Vid kraftiga regn tillåts en del av den nersänkta delen av den skålade ytan vattenfyllas och i sluttningen kan en kupolbrunn placeras där vatten kan brädda till det kommunala dagvattennätet. Avtappning till kupolbrunnen ska bara ske då skålningen är i det närmaste vattenfylld.



Figur 10-4. Schematisk bild som visar hur en kupolbrunn bör anläggas i förhållande till den skålade ytan. Avtappning till brunnen och ledningsnätet ska bara ske då ytan är täckt med vatten och ingen ytterligare infiltration är möjlig. (Källa: WRS)

10.1.3 Fördröjningsmagasin

Fördröjningsmagasin anläggs i syfte att jämna ut dagvattenflöden från ett område. De kan anläggas med makadam, plastkassetter, som rörmagasin etc. Plastkassetter och rörmagasin har större effektiv volym och tar mindre yta i anspråk, men för att erhålla en rening av dagvattnet innan det når dagvattenledningssystemet rekommenderas fördröjningsmagasin med makadam. En bild på ett rörmagasin presenteras i figur 10-5.



Figur 10-5 Underjordiskt rörmagasin

Fördröjningsmagasin kan antingen utformas som öppna system, där dagvattnet kan infiltrera i den omgivande marken och därigenom bidra till att upprätthålla grundvattennivåerna inom området, eller slutna system med en tät behållare under markytan. I de fall där grundvattenytan ligger nära markytan och marken består av täta jordar är det vanligaste alternativet att anlägga slutna fördröjningsmagasin. Installationsdjupet varierar vanligtvis mellan 70 – 120 centimeter under markytan beroende på jorddjup och grundvattennivåer. Normalt rekommenderas att fördröjningsmagasin placeras minst en (1) meter över grundvattenytan för att uppnå bästa möjliga infiltrationsförutsättningar från magasinet till omgivande jordlager. Jordlagrens mäktighet och utbredning, samt eventuella grundvattennivåer, behöver undersökas närmare i samband med anläggningen av fördröjningsmagasin. Fördröjningsmagasin kan under perioder vara helt torra utan att det påverkar deras funktion.

10.1.4 Regnbäddar

Regnbäddar är planteringar som anläggs i bebyggda områden med syfte att vara både estetiskt tilltalande och en effektiv lösning för dagvattenhantering. Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon 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 variationsrik växtlighet. Växtbädden 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 dagvattensynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan för växtligheten är det i de flesta fall fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på en regnbädds uppbyggnad och utseende visas i Figur 10-6.



Figur 10-6. Illustration av hur en växtbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander och foto från City of Maplewood).

10.1.5 Skötsel och underhåll

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

skötsel och återplantering av nya växter om dessa dör. Vid långa perioder utan regn kan det även vara nödvändigt att stödbevattna växterna.

11. Hantering av skyfall

Höjdsättningen av utredningsområdet bör planeras för att klara hanteringen av extremregn, som till exempel ett 50- eller 100-årsregn. Om föreslagna fördröjningsanläggningar blir fulla och bräddar över bör det säkerställas att överskottsvattnet rinner ut på omgivande gator för vidare borttransport av vattnet. Denna lösning medför att risken för skador på hus och grundläggning kan minskas.

Byggnader bör ligga högre än intilliggande mark och gårdsytor behöver höjdsättas så att vatten kan avrinna ytligt mot gatan eller till omgivande naturmark. Det är alltså viktigt att vatten kan avrinna mot öppningarna mot nordväst och sydväst, mellan huskropparna mot och inte stängs in till husen.

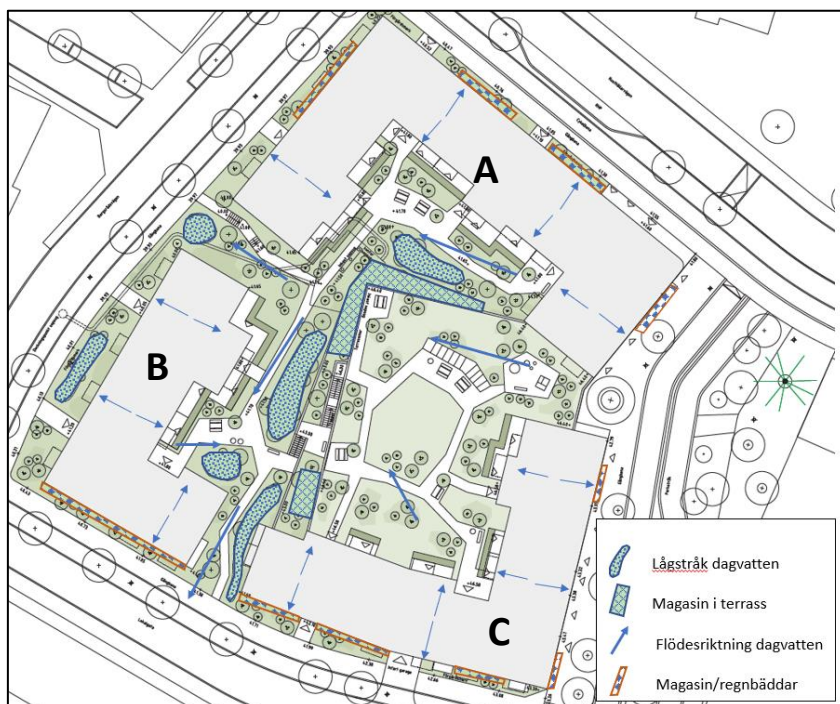
Lågpunkten väster om området måste hanteras så att vatten inte rinner in mot planområdet igen vid extremregn och när föreslagen dagvattenhantering inte är tillräcklig för att hantera det vatten som uppstår.

12. Helhetsbild av dagvattenhanteringen

För att skapa en fungerande dagvattenhantering och därmed förhindra en ökad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av utredningsområdet, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten från innergården leds via ytlig avrinning, rännalar och stuprör till dagvattenanläggningar i lågstråk placerade på innergården. Lågstråken anläggs som regnbäddar som kan fördröja dagvatten i en ovanliggande fördröjningszon och ett underliggande makadamlager.
- Det vatten som avrinner från den övre platån kan samlas upp i mellanstegets terrassering där det finns goda möjligheter att omhänderta dagvatten i infiltrationsmagasin.
- Takvatten leds i möjligaste mån mot innergården för dagvattenhantering. I de fall det inte går används regnbäddar och fördröjningsmagasin på förgårdsmarken mot omgivande lokalgator.
- För att hantera det ökade flödet som uppstår vid exploateringen kan infiltrationslösningarna kompletteras med underjordiska magasin, exempelvis rörmagasin eller kassetmagasin, dit dagvattnet kan brädda när reningsanläggningarna fyllts. Dessa kopplas på det befintliga dagvattensystemet och utflödet stryps så flödet inte ökar jämfört med dagens utflöde från området. Troligen behövs inga ytterligare lösningar för att hantera det vatten som uppstår mot innergården, men kan behövas för att hantera det takvatten som leds ut mot gatorna.
- Samtliga lösningar förses med bräddavlopp till planerat dagvattennät.
- För att underlätta dagvattenhanteringen i utredningsområdet bör kantsten mellan hårdgjorda ytor och grönytor undvikas.
- Vid bortledning av vatten från utkastare kan grusrännor och stenkistor anläggas i anslutning till dessa för att ge en första fördröjning av flödena och för att minska eventuella erosionsrisker.
- Det är viktigt att innergården höjdsätts så att vatten leds mot öppningarna mellan huskropparna söder- och västerut och inte rinner in mot husen och riskerar att orsaka skador på byggnaderna.

Nedan följer rekommendationer och en principiell utformning av den föreslagna dagvattenhanteringen som minskar föroreningsbelastningen på recipienten genom fördröjning och rening i skålade grönytor, samt fördröjning i infiltrationsmagasin. En förslagen placering av rekommenderade dagvattenlösningar presenteras i Figur 12-1, men dessa kan anpassas förutsatt att fördröjningsvolymerna inte minskas.



Figur 12-1. Förslag till placering och ungefärlig dimensionering av dagvattenlösningar som föreslås inom utredningsområdet.

För att rena och fördröja de första 20 mm nederbörd som faller inom undersökningsområdet krävs en fördröjningsvolym på 70 m³. Detta erhålls om ca 220 m² utgörs av dagvattenlösningar i form av skålade grönytor med underliggande skelettjordar baserat på ett beräkningsexempel där skålningen/fördröjningszonen beräknas till ca 15 cm och mäktigheten på skelettjordarna/makadamlaget antagits vara 0,3 m och porositeten 30 %.

Förutom de skålade grönytorerna på innergården kan även terrasseringen utnyttjas för fördröjning och rening. Om 70 m² av mellanplanet på terrassen anläggs som ett 1 m djupt fördröjningsmagasin där vatten kan infiltrera ner i en underliggande skelettjord med 30 % porositet så kan detta fördröja ytterligare ca 20 m³ av dagvattnet som bildas inom utredningsområdet.

För att fördröja takvatten från taken som lutar ut mot gatorna behövs följande volymer för att fördröja de första 20 mm för respektive hus. Takytorerna har delats upp i olika väderstreck som anges i Tabell 12-1.

Tabell 12-1. Takytor för respektive hus och vilka dagvattenvolymer dessa ger upphov till vid 20 mm regn.

	HUS A			HUS B	HUS C	
Väderstreck	sydöst	nordöst	nordväst	nordväst	sydöst	sydväst
Area [m ²]	145	340	185	185	220	280
Volym [m ³]	3	7	3,5	3,5	4,5	5,5
Totalt	13,5			3,5	10	

Om dessa volymer fördröjs i regnbäddar kan dessa förslagsvis anläggas med en 15 cm fördröjningszon följt av filterlager och slutligen ca 0,5 m skelettjord/makadamlager vilket ger en fördröjningsvolym på 0,35 m³/m². Förenklat ger detta att för att fördröja den nödvändiga volymen dagvatten från taken, behövs en yta som är ca tre gånger så stor som volymen.

Om denna yta inte finns tillgänglig för dagvattenhantering kan mäktigheten skelettjord eller fördröjningszonen ändras. Det skulle även vara möjligt att anlägga underjordiska rörmagasin eller andra fördröjningsmagasin som inte innehåller makadam eller annat filtermaterial vilket gör att hela magasinsvolymen kan användas för fördröjning av dagvattnet.

Med dessa 20 + 27 m³ som tillkommer genom magasin i terrasseringen och i magasin eller regnbäddar mot gatorna så uppfylls renings- och fördröjningskraven för området enligt Stockholms stads åtgärdsnivå. I Tabell 12-2 visas hur den sammanlagda utjämningsvolymen och ytanspråken fördelas mellan respektive område. Notera att ytanspråket för förgårdsmarken endast gäller för regnbäddar och inte underjordiska dagvattenmagasin.

Tabell 12-2. Utjämningsvolym och ytanspråk för respektive områdes dagvattenlösning.

Område	Lågstråk innergården	Terrassering	Förgårdsmark	Totalt
Utgjämningsvolym [m3]	70	20	27	117
Ytanspråk [m2]	220	70	77	371

Efter föreslagen dagvattenhanteringen minskar föroreningshalter och föroreningsbelastningen från området enligt Tabell 12-3 och 12-4 för samtliga ämnen utom flouranten.

Tabell 12-2. Årlig föroreningshalt och föroreningsbelastning från utredningsområdet efter rening i föreslagen dagvattenhantering, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Föroreningshalt med dagvattenlösning
Fosfor	µg/l	52	84	28
Kväve	µg/l	960	1300	640
Bly	µg/l	3,10	2,60	0,59
Koppar	µg/l	12,0	11,0	3
Zink	µg/l	16,0	25,0	3,1
Kadmium	µg/l	0,18	0,52	0,031
Krom	µg/l	3,8	3,8	1,7
Nickel	µg/l	3,1	3,5	0,83
Kviksilver	µg/l	0,023	0,014	0,005
Suspenderad substans	µg/l	12 000	19 000	6400
Olja (mg/l)	µg/l	360	160	38
PAH (µg/l)	µg/l	0,077	0,43	0,033
Benso(a)pyren	µg/l	0,0066	0,0087	0,00066
Antracen	µg/l	0,017	0,013	0,0047
Flouranten	µg/l	0,032	0,1	0,037
PBDE 47	µg/l	0,00087	0,00044	0,00016
PBDE 99	µg/l	0,00091	0,00049	0,00017
PBDE 209	µg/l	0,015	0,015	0,0053
Tributyltenn (TBT)	µg/l	0,0015	0,0018	0,00065

Tabell 12-3. Årlig föroreningshalt och föroreningsbelastning från utredningsområdet efter rening i föreslagen dagvattenhantering, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Befintlig markanvändning	Planerad markanvändning	Föroreningsbelastning med dagvattenlösning
Fosfor	kg/år	0,07	0,23	0,07
Kväve	kg/år	1,3	3,6	1,1
Bly	kg/år	0,0042	0,0071	0,0016
Koppar	kg/år	0,017	0,029	0,008
Zink	kg/år	0,021	0,067	0,0084
Kadmium	kg/år	0,00024	0,0014	0,000083
Krom	kg/år	0,0051	0,01	0,0045
Nickel	kg/år	0,0042	0,0093	0,0022
Kvicksilver	kg/år	0,000031	0,000038	0,000013
Suspenderad substans	kg/år	17	50	17
Olja (mg/l)	kg/år	0,48	0,44	0,1
PAH (µg/l)	kg/år	0,0001	0,0012	0,000088
Benso(a)pyren	kg/år	0,0000089	0,000023	0,0000018
ANT	kg/år	0,000023	0,000036	0,000013
FLUO	kg/år	0,000043	0,00028	0,000099
PBDE 47	kg/år	0,0000012	0,0000012	0,00000042
PBDE 99	kg/år	0,0000012	0,0000013	0,00000047
PBDE 209	kg/år	0,000020	0,000040	0,000014
TBT	kg/år	0,0000012	0,0000049	0,0000017

Föreslagen dagvattenhantering innebär att flödesbelastningen på befintligt dagvattensystem vid ett dimensionerande 20-årsregn blir densamma som i dagsläget. Om fördröjning endast sker med Stockholm stads åtgärdsnivå om 20 mm, och inga ytterligare fördröjningsåtgärder anläggs, så kommer det dimensionerande flödet ut från området bli 72 l/s efter exploateringen.

Tabell 12-4. Beräknade flöden för befintlig och planerad markanvändning vid olika återkomsttider.

Område	10-års flöde exklusive klimatkfaktor	Dimensionerande flöde enligt P110 inklusive klimatkfaktor
Befintlig situation	29	46
Planerad situation	64	99
Planerad situation inklusive LOD	38	72

I dagvattenutredningen Detaljplan Rusthållaren 2 m.fl. Bergholmsbacken (Sweco, 2017) föreslås att dagvattenhantering anläggs i Bergsrådsvägen väster om undersökningsområdet för att leda vattnet söderut. Denna lösning skulle kunna kombineras med dagvattenlösning för undersökningsområdet förutsatt att föroreningsbelastningen från det dagvatten som kommer från vägen utreds ytterligare och att ansvarsfördelningen av skötsel och underhåll för dagvattenhanteringen säkerställs.

13. Sammanfattning av dagvattenhantering på kvartersmark

För att fördröja och rena de första 20 mm enligt Stockholms stads åtgärdsnivå, krävs en fördröjningsvolym på 70 m³. För att sedan fördröja resterande dagvatten så att flödet inte överstiger dagens utflöde från området behövs ytterligare 46 m³ vid ett dimensionerande 20-årsregn. Totalt behövs alltså en fördröjningsvolym på 117 m³ som föreslås förläggas i skålade grönytor i lågstråk på innergården, i terrasseringen på innergården samt i regnbäddar och fördröjningsmagasin på förgårdsmarken.

Samtliga dagvattenlösningar förses med bräddavlopp som kopplas på det befintliga dagvattennätet. Utflödet stryps till motsvarande dagens utflöde för ett 20-årsregn vid befintlig markanvändning, 37 l/s.

Eftersom utredningsområdet exploateras från naturmark med berg i dagen är det rimligt att det sker en viss ökning för några av föroreningsämnen för den planerade markanvändningen. Vid införandet av föreslagna dagvattenlösningar i beräkningarna sänks föroreningarna sammantaget till en nivå liknande och under den för befintlig markanvändning förutom för flouranten. Det bör poängteras att beräkningarna av årlig belastning inte tar hänsyn till att en sannolikt stor del av nederbörden under ett år kommer lagras i anläggningarna och sedan avdunsta istället för att avledas till dagvattennätet, vilket innebär att belastningen sannolikt överskattas i beräkningarna.

Beräkningen av den årliga föroreningsbelastningen överensstämmer inte med de praktiska dagvattenåtgärder för vattenrening som Stockholms stad kräver. Stockholms stad fördröjande reningsvolym för ett 20 mm-regn är speciellt framtagen med hänsyn till att recipienternas miljökvalitetsnormer (MKN) ska uppnå god status. Om dagvattenåtgärder införs som uppfyller reningskravet vid ett 20 mm-regn så försvårar belastningen från berört område sannolikt inte att recipienten kan uppnå god status.