

Dagvattenutredning för detaljplan Kv. Ginnungagap, Djursholm

Plan- och exploateringsavdelningen, Danderyd kommun



TITEL	Dagvattenutredning för detaljplan Kv. Ginnungagap, Djursholm
RAPPORTNUMMER	2018-1304 A
BESTÄLLARE	Plan- och exploateringskontoret, Danderyd kommun
FÖRFATTARE	Maja Granath och Sofia Åkerman, WRS
GRANSKNING	Sofia Åkerman, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion reviderad 2019-05-22
DATUM	2019-02-08 reviderad 2019-04-08 och 2019-05-16
OMSLAGSBILD	Sofia Åkerman

Sammanfattning

Danderyd kommun planerar för en omdaning av Kvarteret Ginnungagap i Djursholm. Planområdet ligger mellan Djursholm centrum och Roslagsbanans station Vendevägen. Det har tidigare funnits en förskola på platsen och nu planeras det för ett vård- och omsorgsboende samt ett korttidsboende. Planområdet utgörs i huvudsak av postglacial lera vilket innebär att infiltrationskapaciteten i området är låg. Området sluttar från + 5 m (RH2000) i väster till + 2,2 m (RH2000) i den östra delen av området. Höjdnivåerna speglar även hur det ytliga dagvattnet avrinner inom området. Områdets ytvattenrecipient är Stora Värtan som har måttlig ekologisk status och inte heller uppnår god kemisk status. Utöver de överallt överskridande ämnena så överskrids även halterna för PFOS och tributyltenn-föreningar som generellt inte är vanligt förekommande i dagvatten.

Det finns påkopplingspunkter till det kommunala dagvattenledningsnätet både vid områdets nordöstra hörn vid Vendevägen och i områdets sydöstra hörn vid Agnevägen. Det lokala dagvattenledningsnätet på fastigheten och det kommunala ledningsnätet bedöms vara angivna i olika höjdsystem. Höjdnivån på det lokala dagvattenledningsnätet bör klargöras innan eventuell påkoppling sker.

I och med den nya planen ökar andelen hårdgjord yta något, jämfört med den tidigare markanvändningen med förskoleverksamhet. Det innebär även att flödet medräknat en klimatkoefficient på 1,25 i framtidsscenarioet kommer att öka med ca 40 % om inga flödesutjämnande åtgärder vidtas. För att flödet från området inte ska öka krävs ett utjämningsmagasin med en volym på mellan 10 – 20 m³ utifrån dimensionerande regn på mellan 2- till 20-årsregn. Vi rekommenderar att magasinvolymen fördelas på flera anläggningar, till exempel växtbäddar, träd i skelettjordar och eventuellt genomsläpplig beläggning med underliggande magasin kapacitet.

Föroreningsbelastningen har beräknats med hjälp av modelleringsprogrammet StormTac som bygger på schablonhalter. Beräkningarna visar att det inte sker några större förändringar i föroreningsbelastningen från området i och med den planerade omexploateringen.

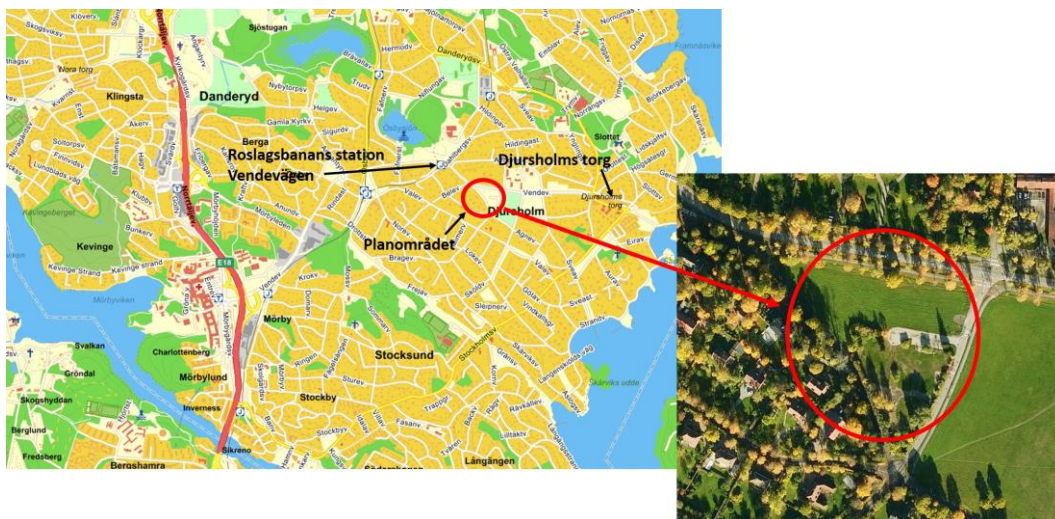
Delar av den framtida södra byggnaden planeras att anläggas på ett område med en marknivå under Länsstyrelsens lägsta rekommenderade grundläggningsnivån på 2,7 m. För att minska risk för skador på byggnader på grund av höga vattennivåer rekommenderar vi att marknivån höjs till som lägst + 2,7 m (RH2000). Lägsta golvnivå planeras dock enligt uppgift från beställaren till + 3,9 m (RH2000). Dagvatten som idag rinner in i planområdet från villaområdet i sydväst rekommenderas att utjämnas lokalt eller ledas om för att inte belasta planområdet. Ett utjämningsmagasin kan anläggas vid markerad lågpunkt 1 alternativt kan en ledning dras söder ut längs Parkstigen till Bragevägen.

Innehåll

Sammanfattning	3
Innehåll	4
1 Inledning	5
1.1 Syfte	5
2 Förutsättningar	5
2.1 Geologi och hydrogeologi	5
2.2 Ytvattenrecipient	6
2.3 Befintlig dagvattenhantering och ytavrinning	6
2.4 Omläggning av vatten- och avloppsledningar	10
2.5 Skyfall och höga vattenstånd	11
2.6 Befintlig och planerad markanvändning	12
2.7 Krav på dagvattenhantering	14
3 Flödes- och föroreningsberäkningar	18
3.1 Flödesberäkningar	18
3.1.1 Magasinsbehov – volym	19
3.2 Föroreningsberäkningar	20
4 Förslag på dagvattenhantering	22
4.1 Principiellt förslag på dagvattensystem	22
4.2 Beskrivning av dagvattenanläggningar	24
4.2.1 Dagvattenrännor	24
4.2.2 Växtbädd	25
4.2.3 Träd i skelettjord	27
4.2.4 Genomsläpplig beläggning	28
4.3 Hantering av skyfall	30
4.3.1 Hantering av dagvatten från villaområde	31
4.4 Förslag på dagvattenhantering under byggarbetet	32
5 Slutsatser	32
Referenser	34
Bilaga 1	35
Bilaga 2	37

1 Inledning

Danderyd kommun planerar för en omdaning av Kvarteret Ginnungagap i Djursholm. Planområdet ligger mellan Djursholm centrum och Roslagsbanans station Vendevägen. Söder och väster om området ligger villabebyggelse och lokalgatan Parkstigen. I norr avgränsas området av Vendevägen och i öster av Bragevägen och en gräsbeväxt yta, se Figur 1.



Figur 1. Planområdet Kvarteret Ginnungagap ligger längsmed Vendevägen mellan Djursholm centrum Roslagsbanans station Vendevägen.

Inom planområdet planeras ett nytt vård- och omsorgsboende samt ett korttidsboende. På platsen låg tidigare en förskola som numera är riven. 2014 genomfördes samråd om ett planförslag och planarbetet befinner sig därmed i granskningsskedet. Kommunen planerar att tillsammans med den exploatör som anvisats mark för att bygga vård- och omsorgsboende ta fram ett bearbetat bebyggelseförslag under 2018/2019.

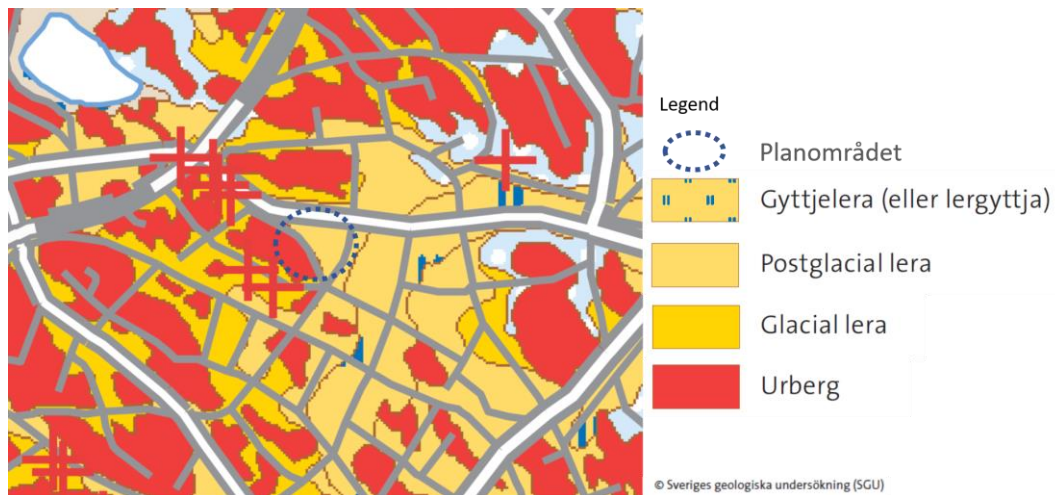
1.1 Syfte

Syftet med dagvattenutredningen är att ta fram ett underlag med kartläggning av förutsättningar samt rådgivning gällande dagvattenhantering inklusive hantering av höga flöden.

2 Förutsättningar

2.1 Geologi och hydrogeologi

Enligt SUGs jordartkarta utgörs området i huvudsak av postglacial lera och angränsar till berg i dagen i sydväst, se Figur 2. En geoteknisk undersökning genomfördes under februari 2019 (Bjerking AB, 20190307) och redovisar att stora delar av området har ett översta lager av mulljord eller fyllnadslager med varierande mäktighet på mellan 0,5-1,5 m. Därunder kommer sedan ett mäktigare lerlager på upp till 7,5 m.



Figur 2. Området utgörs av postglacial lera.

I den geotekniska undersökningen sattes ett grundvattenrör. Röret placerades där marknivån var +3 m (RH2000) och grundvattenytan noterades vid två tillfällen 8 februari och 11 februari på +2,0 m respektive +2,4 m (RH2000). Grundvattenytans trycknivå bedöms i den geotekniska rapporten ligga på ca 0,6 meters djup.

2.2 Ytvattenrecipient

Planområdet avrinner framförallt via ledningssystem, till Stora Värtan som är en del av Stockholm innerskärgård. Stora Värtan är en vattenförekomst som är bedömd och klassad enligt statusklassning och miljö kvalitetsnormer i VISS (Vatten Informations System Sverige). Stora Värtan har måttlig ekologisk status på grund av för höga värden av växtplankton och näringsämning och uppnår inte heller god kemisk status. Utöver de överallt överskridande ämnena kvicksilver och bromerad difenyleter så överskrids även halterna för PFOS och tributyltenn-föreningar. Den vanligaste källan till PFOS är släckmedel och till tributyltenn är det båtbottnfärger, alltså är dessa ämnen inte generellt vanligt förekommande i dagvatten.

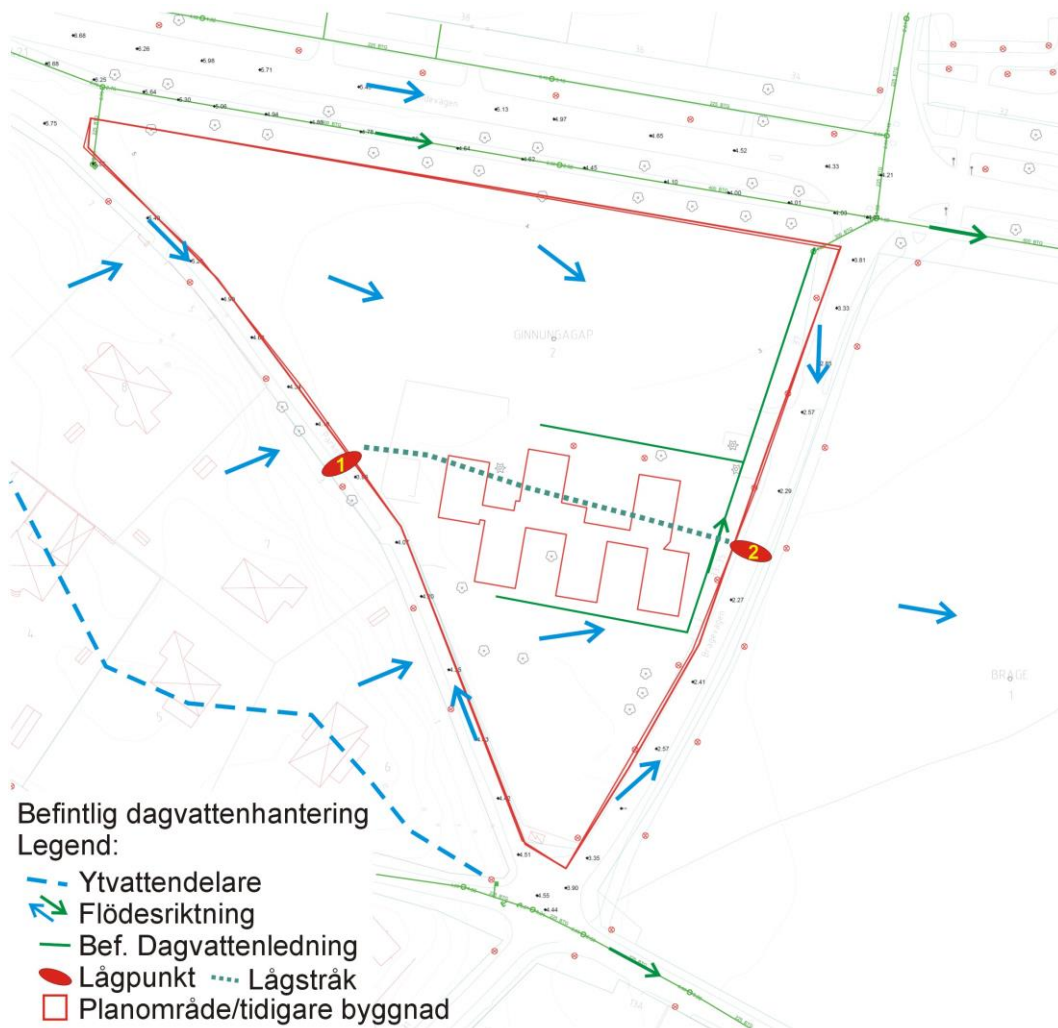
Kravet är att vattenförekomsten ska uppnå god kemisk status år 2027, med undantag för de överallt överskridande ämnena, men att åtgärder ska vidtas så snabbt som möjligt.

Det finns ingen grundvattenrecipient i närheten av planområdet (Länsstyrelsen, 2018).

2.3 Befintlig dagvattenhantering och ytavrinning

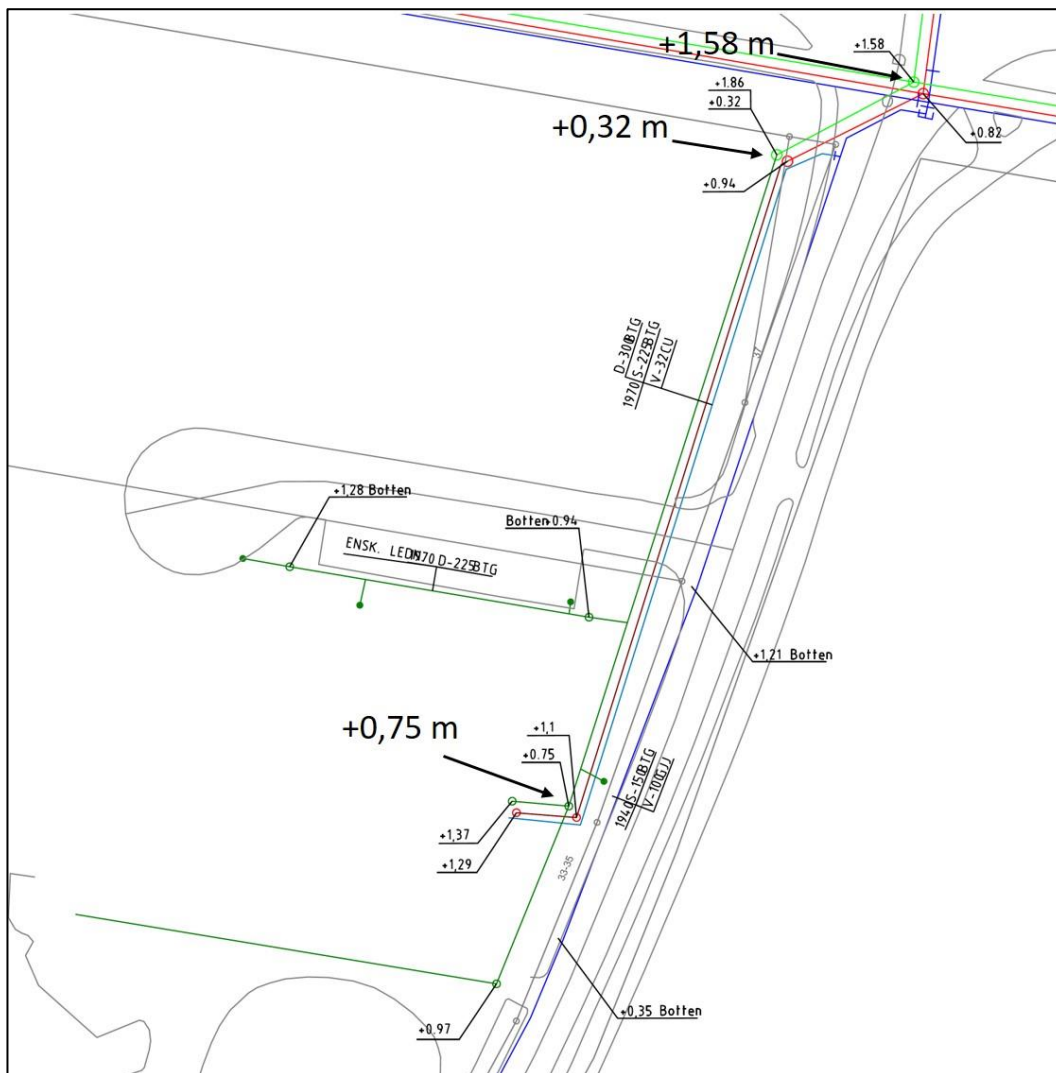
Området sluttar från + 5 m (RH2000) i väster till + 2,2 m (RH2000) i den östra delen av området. Höjdnivåerna speglar även hur det ytliga dagvattnet avrinner inom området, se Figur 3. Det finns två lågpunkter i planområdet med ett lågstråk som går mellan dem markerade i Figur 3.

Området har vid tidigare markanvändning utgjorts av en stor andel grön yta med god kapacitet att utjämna dagvatten lokalt. Det finns befintliga dagvattenledningar inom fastigheten som ansluter till det kommunala ledningsnätet i nordöstra hörnet av planområdet.



Figur 3. Befintlig dagvattenhantering och ytavrinning från planområdet.

Det lokala/privata dagvattenledningsnätet inom fastigheten redovisas i Figur 4, i okänt höjdsystem. Dokument med ledningssystemet erhöles från beställare i pdf-dokument utan referenser. I den sydligaste punkten ligger ledningarna på +0,97 m och vid anslutningspunkten i nordöstra hörnet är nivån på +0,32 m. Vid anslutningspunkten anges att det kommunala ledningsnätet ligger på + 1,58 m (RH2000). Se inzoomat utklipp på ledningshöjderna i Figur 4. Det innebär en höjdskillnad vid anslutningspunkt på 1,52 m vilket bedöms vara osannolikt. Ledningssystemen kan vara angivna i olika höjdsystem alternativt så står det lokala ledningsnätet dämt. Utifrån dessa uppgifter rekommenderar vi att det lokala dagvattenledningsnätet mäts in, för att säkerställa höjdnivåerna på vattengången.



Figur 4. Lokalt ledningsnät för dagvatten i grönt. Ledningsnivån ligger på mellan +0,97 m i söder till +0,32 m i norra delen och i anslutningen till det kommunala ledningsnätet som ligger på +1,58 m.

Dagvatten rinner in i planområdet från ett område med villatomter i sydväst, se Figur 5. Området sluttar förhållandevis brant och tomterna bedöms vara större än 1 000 m². Se ytvattendelare i Figur 3 för avrinningsområdets avgränsning. Det mesta av dagvattnet antas infiltreras eller fångas upp i det mindre diket längs vägen och inte påverka planområdet. Vid lågpunkt 1 går en ledning under vägen med utlopp på planområdet, se Figur 6. Vid höga flöden kan det alltså idag avrinna dagvatten ut på planområdet från slänten.



Figur 5. Planområdet, vy från väster, med beväxt slänt längs den södra gränsen, till höger i bilden.



Figur 6. Ledning under Parkstigen för vatten att kommunicera mellan södra sidan och norra sidan mot planområdet. Röd punkt markerar ledningens placering.

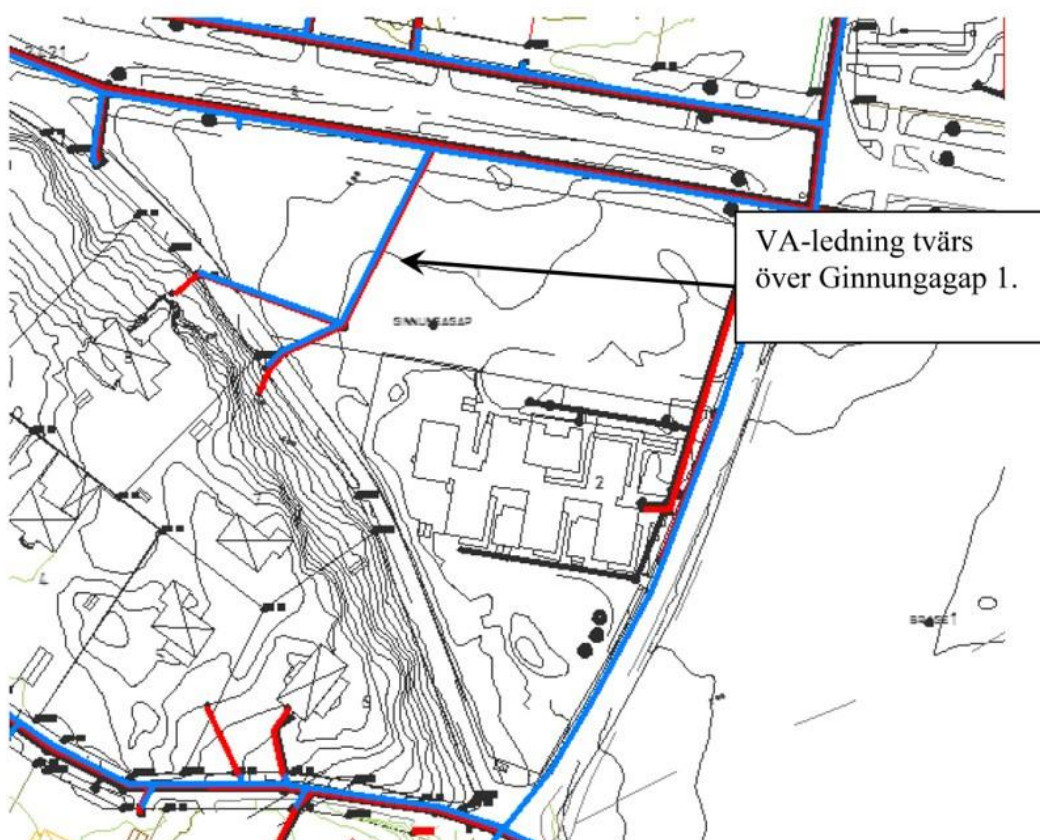
Lågpunkt två ligger ungefär mitt på planområdets gräns mot Bragevägen. Här bedöms det ytliga dagvattnet från planområdet avrinna. Öster om planområdet ligger en stor gräsyta (Brageängen) dit ytvatten bedöms avrinna, se Figur 7. Brageängen är planlagd som allmän platsmark och kommer inte bebyggas (Jonas Carlsson, 20190205).



Figur 7. Grönyta söder om planområdet, med planområdet längst bort (i väster) i bild.

2.4 Omläggning av vatten- och avloppsledningar

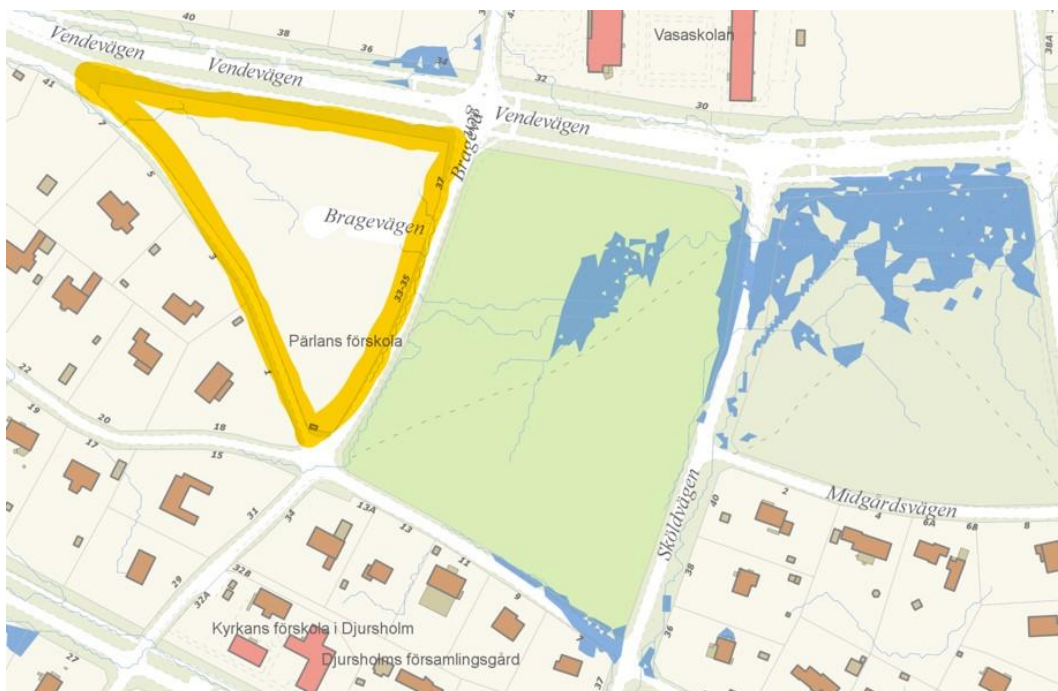
Idag finns vatten- och avloppsledningar i den västra delen av fastigheten Ginnungagap 2 (Figur 8). Ledningarna planeras att flyttas så att försörjningen istället kommer från Vendevägen via Parkstigen.



Figur 8. Idag går det VA-ledningar tvärs över fastighet Ginnungagap 2 som planeras att kopplas om via ledningarna i norr och därefter avlägsnas.

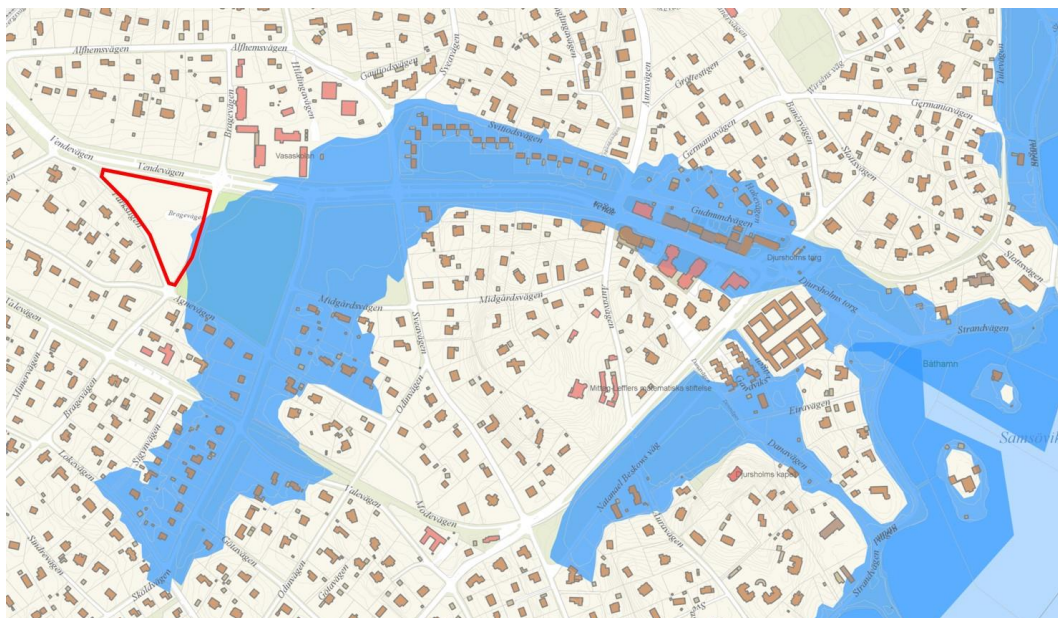
2.5 Skyfall och höga vattenstånd

En kartering av lågpunkt- och flödesackumulering gjordes av Länsstyrelsen 2015. Enligt den bedöms det inte finnas risk för ackumulering och stående vatten inom planområdet.



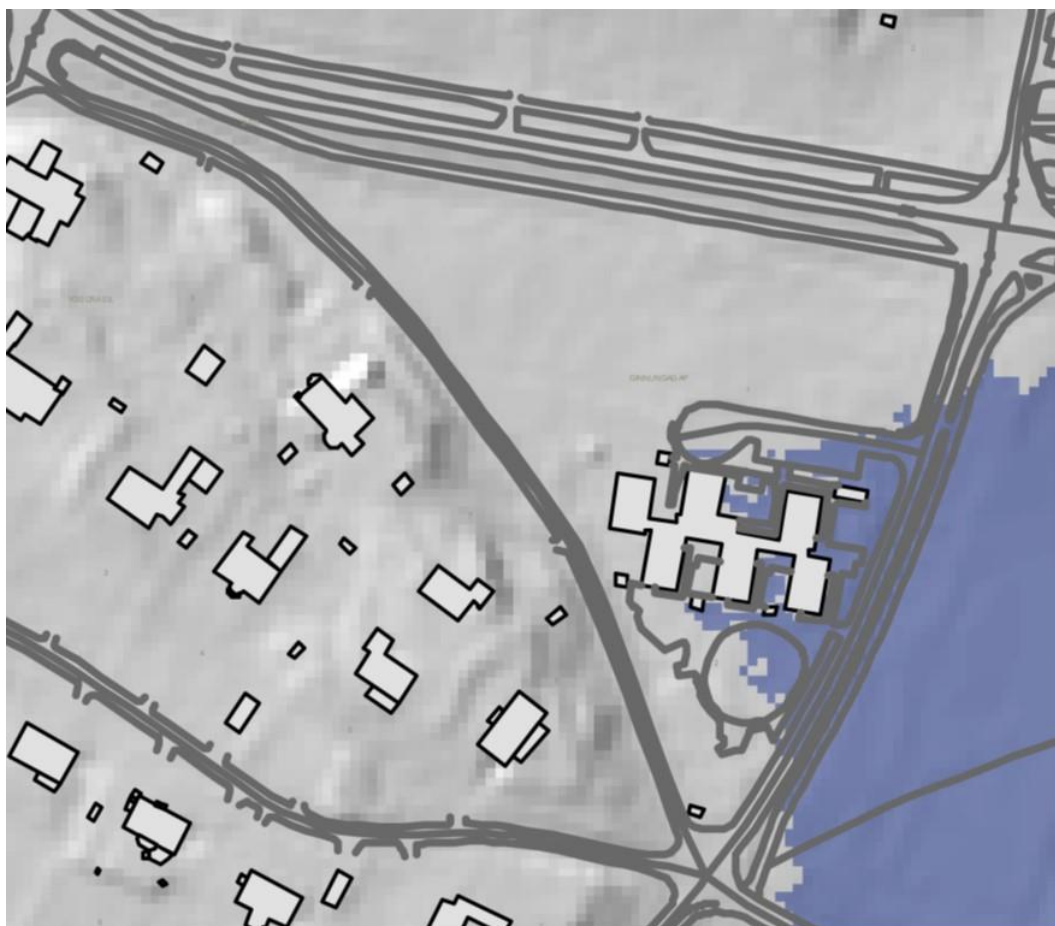
Figur 9. Lågpunkter och flödesansamling i och runt området. Gul markering visar planområdet. Källa: ? kn.

En översvämningsskartering togs fram till kommunens översiktsplan 2013. Enligt den gränsar planområdet till områden som riskeras att översvämmas i sydöst, vid stigande/höga havsnivåer.



Figur 10. Översvämningsskartering från Danderyds översiktsplan 2013. Sydöstra delen av området gränsar till område som kan översvämmas vid höga vattenstånd.

Nuvarande forskning indikerar på en höjning av den globala havsnivån med 1 meter som en rimlig övre gräns under tidsperioden 1990–2100. Länsstyrelsen i Stockholm har tagit fram rekommendation för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län (Länsstyrelsen Stockholm, 2015). Länsstyrelsen anser att ny bebyggelse och samhällsfunktioner av betydande vikt behöver placeras ovanför nivån 2,70 meter (Länsstyrelsen Stockholm, 2015), räknat i höjdsystem RH2000. Nivån utgör ingen absolut undre gräns. Om ny bebyggelse placeras under denna nivå behöver kommunerna visa att exploatering inte blir olämplig.

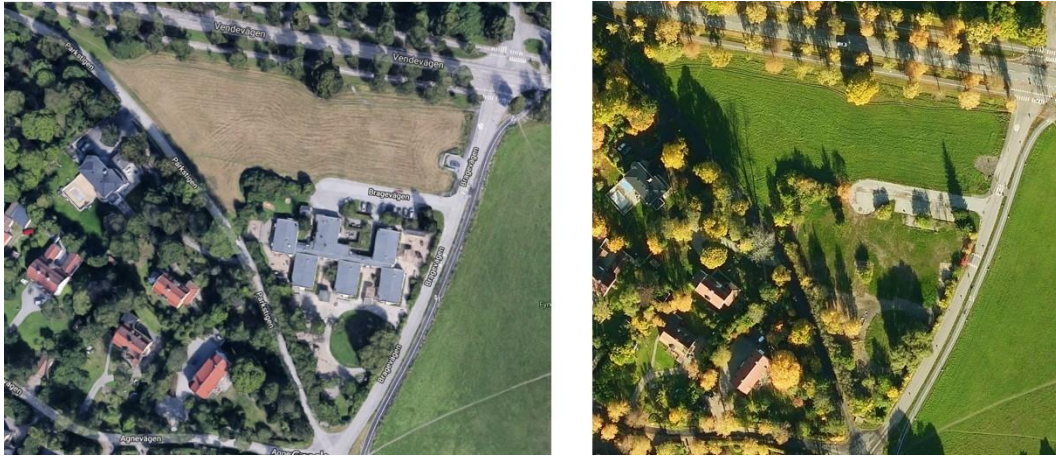


Figur 11. Blått område markerar den mark som ligger under 2,7 m RH2000. I planområdet ligger den sydöstra delen under 2,7 m. Källa: dokument från kommunen utan benämning.

Den tänkta södra byggnaden är i dagsläget planerad att placeras på delar av det område som ligger under +2,7 m, se Figur 11.

2.6 Befintlig och planerad markanvändning

Planområdet var fram till 2016 bebyggt och det bedrevs förskoleverksamhet i byggnaden. År 2016 revs byggnaden och en ny detaljplan för kvarteret är under framtagande. I Figur 12 visas planområdet med den tidigare byggnaden och efter att den revs.



Figur 12. På fastigheten låg tidigare Pärkans förskola som revs 2016. Idag är fastigheten obebyggd. Källa: googlemaps (t.v) och eniro.se (t.h).

Den nya exploateringen kommer främst utgöras av två byggnader samt viss köryta och parkeringar mot Bragevägen. Byggnaden i norr ska användas som korttidsboende och den södra byggnaden för vårdboende. Utformningen av byggnaderna presenteras i Figur 13. Lägsta golvnivå inom planen planeras till +3,9 m (RH2000). Planförslaget medgav i samrådsförslaget en byggrätt på 3500 m² i två våningar. Maximal byggnadshöjd var 7,6 meter liksom i tidigare plan.



Figur 13. Planerad utformning av planområdet enligt Illustrationsplan, PE Arkitektur.

2.7 Krav på dagvattenhantering

Utredningen ska ta hänsyn till de riktlinjer som finns i Danderyds kommuns *Styrdokument för dagvatten* (2012), *ABVA Danderyd* (2009), liksom *Avtal om samarbete kring vattenvården i Edsvikens avrinningsområde* (2016), samt även *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp* (2009) av Riktvärdesgruppen för SLL och Länsstyrelsens *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs vattendrag och sjöar i Stockholms län* (2017).

För att nå Sveriges miljömål har Danderyd kommun tagit fram en strategi för hur de ska bidra till detta. Där beskrivs bland annat följande som berör dagvatten:

- Kommunen ska i planprocessen ställa krav på lokalt omhändertagande av dagvatten där det är möjligt
- Öppen dagvattenavledning ska utföras där så inte är direkt olämpligt. Dessa ska utformas som positiva inslag i stadsmiljön
- Kommunen ska arbeta för att förbättra vattenkvaliteten på kommunens vattenförekomster.

I styrdokumentet för dagvatten (Danderyd kommun, u.å.) finns en policy där dagvattenhantering prioriteras enligt följande ordning:

1. Undvik ämnen som bidrar till att förorena dagvattnet
2. Infiltrera nära källan
3. Fördröj nära källan
4. Rena nära källan
5. Öppen avrinning

I styrdokumentet beskrivs åtgärder för dagvatten som ska ske i samband med förnyelse, ombyggnation och nyexploatering enligt nedan:

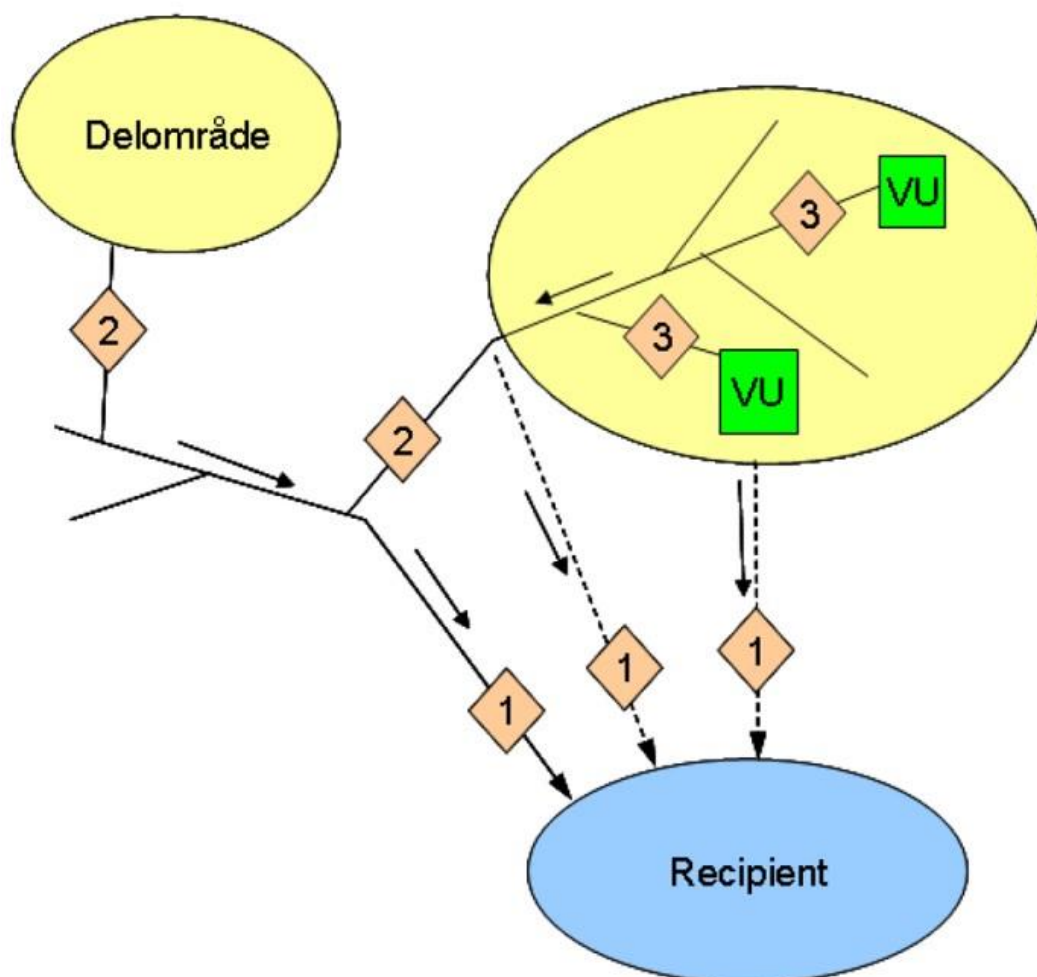
- Vid dagvattenavledning från ytor med risk för utsläpp från miljöolyckor ska möjligheten till uppsamling och sanering finnas.
- Andelen icke genomsläpplig yta ska minimeras.
- Dagvatten ska infiltreras inom väg- och parkeringsområden.
- Öppen dagvattenavledning ska utföras där så inte är direkt olämpligt. Dessa ska utformas som positiva inslag i stadsmiljön.
- Avrinningsstråk ska utformas som gröna stråk inom bebyggelsen.
- Kommunens fastigheter ska vara en förebild för en bra dagvattenhantering.
- Utveckla planbestämmelser som stöd för en bra dagvattenhantering.
- Vid behov utreda ett större område än planområdet för att belysa dagvattenfrågan utifrån ett helhetsperspektiv.

I planbeskrivningen för Ginnungagap 1 och 2 (samrådsförslag 2014 11 10) står det att dagvatten ska renas, fördröjas och infiltreras inom respektive fastighet och inom vägområdet. Allt takvatten och dagvatten från hårdgjorda ytor ska ledas till

vegetationsytor. Inom bebyggd fastighetsmark ska överskott av dräneringsvatten och vatten från grönytor ledas till kommunens förbindelsepunkt för dagvatten.

Danderyd kommun ställer i uppdragsbeskrivningen krav på att dagvattenutredningen ska utgå från krav i *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp (2009)* av Riktvärdesgruppen för SLL vid belastningsberäkningar. Denna skrivelse togs fram 2009. Idag är det miljö kvalitetsnormerna som reglerar kravställandet på dagvattenhantering varför vi i denna utredning även kommer räkna på förändring i föroreningsbelastning (mängd) från området före och efter omexploateringen per år.

I förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp (Regionplane- och trafikkontoret Stockholms läns landsting, 2009) varierar riktvärdeskraven beroende på läget på området i förhållande till recipienten samt om det är en större eller mindre recipient. För mindre sjöar och havsvikar kallas nivån M och för större kallas nivån S. Därefter finns klassningen 1-3 beroende på avstånd (i dagvattensystemet) till recipient. Se schematisk riktvärdesstruktur i Figur 14.



Figur 14. Schematisk bild över riktvärdesstruktur (Regionplane- och trafikkontoret Stockholms läns landsting, 2009).

Riktvärden för respektive nivå presenteras i Tabell 1 utifrån årsmedelhalt.

Tabell 1. Föreslagna riktvärden (årsmedelhalt) för dagvattenutsläpp. Nivå 1: direktutsläpp till recipient, Nivå 2: delområden, Nivå 3: verksamhetsutövare (se figur 1). M: utsläpp till mindre sjöar, vattendrag och havsvikar, S: utsläpp till större sjöar och hav (Regionplane- och trafikkontoret Stockholms läns landsting, 2009).

Ämne ¹	Nivå enhet	Mindre sjöar, vattendrag och havsvikar		Större sjöar och hav		Verksamhets- utövare
		1M	2M	1S	2S	
Fosfor (P)	µg/l	160	175	200	250	250
Kväve (N)	mg/l	2,0	2,5	2,5	3,0	3,5
Bly (Pb)	µg/l	8	10	10	15	15
Koppar (Cu)	µg/l	18	30	30	40	40
Zink (Zn)	µg/l	75	90	90	125	150
Kadmium (Cd)	µg/l	0,4	0,5	0,45	0,5	0,5
Krom (Cr)	µg/l	10	15	15	25	25
Nickel (Ni)	µg/l	15	30	20	30	30
Kvicksilver ² (Hg)	µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1
Suspenderad substans (SS)	mg/l	40	60	50	75	100
Oljeindex (olja)	mg/l	0,4	0,7	0,5	0,7	1,0
Benso(a)pyren ² (BaP)	µg/l	0,03	0,07	0,05	0,07	0,1

Vår bedömning är att planområdet klassas som ett S2-område. Recipienten är Stora

Värtan (havet) och planområdet utgör ett delavrinningsområde som ansluter till det kommunala dagvattenledningsnätet.

3 Flödes- och föroreningsberäkningar

Flödes- och föroreningsberäkningarna görs för nuvarande och framtida scenario. För det nuvarande scenariot har vi utgått ifrån att planområdet är bebyggt med förskoleverksamhet (trots att den revs 2016). Det är den markanvändning som ”belastat” området fram till 2016 och bedöms därför vara den som framtida markanvändning ska jämföras med.

3.1 Flödesberäkningar

Planområdet och markanvändning i omgivande område bedöms klassas som *Gles bostadsbebyggelse* enligt kategorierna i Svenskt Vattens publikation P110 (tabell 2). Bedömningen motiveras med att 2/3 av planområdet kommer utgöras av grönyta (nordvästra delen) samt att omgivande markanvändning utgörs av villaområde med tomter >1 000 m². Kommunens VA-avdelning klassar det som *Tät bostadsbebyggelse* och rekommenderar att dimensionering av dagvattenanläggningar ska göras utifrån ett 20-årsregn. För att visa på valmöjligheter så har vi i denna utredning beräknat flöden och magasinsbehov utifrån 2-, 5-, 10- och 20-årsregn.

Tabell 2. Minmikrav för återkommande regn vid dimensionering av nya dagvattensystem. Tabell 2.1 i P110, Svenskt Vatten.

Nya duplikatsystem	VA-huvudmannens ansvar		Kommunens ansvar
	Återkomsttid för regn vid fylld ledning	Återkomsttid för trycklinje i marknivå	Återkomsttid för marköversvämning med skador på byggnader
Gles bostadsbebyggelse	2	10	> 100 år
Tät bostadsbebyggelse	5	20	> 100 år
Centrum- och affärsområden	10	30	> 100 år

I beräkningarna nedan ingår enbart planområdet, inte uppströms liggande områden utanför planområdet vars avrinning sker mot planområdet detta redovisas istället under avsnitt 4.3.1.

Områdets avrinning har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P110 och indata till beräkningarna redovisas i Tabell 3. Använda areor och avrinningskoefficienter för flödesberäkningarna inom planområdet redovisas i Tabell 4. Rinntiden i området har beräknats och är cirka 10 min i dagsläget vilket även gäller efter planerad exploatering.

Tabell 3. Indata för beräkning av dimensionerande flöde vid 2-årsregn, 5-årsregn och 20-årsregn. Från Svenskt Vatten, P110

	2-årsregn	5-årsregn	10-årsregn	20-årsregn
Återkomsttid (månader)	24	60	120	240
Varaktighet (minuter)	10	10	10	10
Regnintensitet vid 10 min varaktighet utan fördröjningsåtgärder (l/s, ha)	134	181	228	287
Regnintensitet vid 10 min varaktighet utan fördröjningsåtgärder med klimatfaktor på 1,25 (l/s, ha)	168	226	285	359

Area – Area av yta [m²]

Φ – Avrinningskoefficient [-]

Area_{Red} – Reducerad area [m²], $Area_{Red} = Area * \Phi$

Q - Flöde [l/s]

Avrinningskoefficienten är ett mått på hur hårdgjort ett område är och hur mycket vatten som avrinner. För tak är den 0,9 vilket motsvarar att 90 % av dagvattnet avrinner.

Motsvarande för naturmark är 0,1 vilket innebär att det mesta vattnet infiltrerar i marken och endast 10 % avrinner. Den reducerade ytan är den totala hårdgjorda ytan i området.

I Tabell 4 redovisas resultatet av genomförda flödesberäkningar för nuläget samt efter exploatering utan klimatfaktor i nulägesberäkningarna och med klimatfaktor (1,25) för framtida scenario.

Tabell 4. Markanvändning, markanvändningskategori i P110, avrinningskoefficient, area, reducerad area och dimensionerat flöde vid ett 2-årsregn

Mark-användning	Mark-användning (i P110)	Φ (P110)	A	A _{red}	Q _{dim} 2-års-regn	Q _{dim} 5-års-regn	Q _{dim} 10-års-regn	Q _{dim} 20-års-regn
			[ha]	[ha]	[l/s]	[l/s]	[l/s]	[l/s]
Före om-exploatering								
Takyta	Tak	0,9	0,1	0,09	15	20	26	32
Hårdgjord gårdsyta	Stensatt yta med fogar	0,7	0,15	0,10	17	23	30	37
Köryta/parkering	Betong- och asfaltsyta	0,8	0,1	0,08	14	19	23	29
Grönyta	Gräsyta	0,1	0,99	0,99	17	22	28	36
Totalt		0,28	1,34	0,37	63	85	107	134
Efter om-exploatering								
Takyta	Tak	0,9	0,33	0,29	61*	83	104	131
Köryta/parkering	Betong- asfaltsyta	0,8	0,11	0,08	18*	24	30	38
Grönyta	Gräsyta	0,1	0,91	0,09	19*	26	32	41
Totalt		0,35	1,34	0,47	98*	132*	167*	210*

*inklusive klimatfaktor 1,25.

Avrinningen oavsett dimensionerande regn förväntas öka till följd av planerad exploatering och förväntade klimatförändringar.

3.1.1 Magasinsbehov – volym

För att flödet inte ska öka från området i och med omexploateringen och de förväntade klimatförändringarna har magasinbehov beräknats med hjälp av bilaga 10.6a i Svenskt Vatten publikation P110. Indata presenteras i Bilaga 1. De föreslagna åtgärderna som

beskrivs i kapitel 4 innebär att flödet ut från området kan fördröjas och först uppstå efter att hela eller delar av magasinsvolymen är fylld. För att kompensera att flödet när magasinen är helt/delvis fyllda inte överstiger max tillåtet flöde rekommenderas i P110 en kompensation i form av ökad magasinsvolym. Beräkningen av magasinsbehovet görs då genom att utflödet multipliceras med en faktor på 0,67. Magasinsbehovet har beräknats utifrån att flödet inte ska öka vid ett 2-, 5-, 10- och 20-årsregn.

Tabell 5. Magasinsbehov utifrån att flödet inte får öka vid ett 2-, 5-, 10, och 20-årsregn inklusive flödesfaktor 0,67

	2-årsregn	5-årsregn	10-årsregn	20-årsregn
	m ³	m ³	m ³	m ³
Magasinsbehov för att flödet från området inte ska öka	10	13	16	20

3.2 Föroreningsberäkningar

Förorenings- och närsaltmängder och -halter i dagvattnet från planområdet har beräknats med hjälp av beräkningsprogrammet StormTac och med en årlig korrigerad nederbörd på 592 mm (SMHIS mätstation Stockholm 9821). Då StormTac-modellen bygger på schablonvärden har vi i denna utredning utgått ifrån två olika alternativ av markanvändningskategorier före och efter omexploatering och genom det fått fram ett intervall av förväntad föroreningsbelastning från området via dagvatten. De två olika alternativen med markanvändningskategorierna och area redovisas i Tabell 6. Det ena alternativet innebär att ytorna delas upp i tak, grusyta, parkering och gräsyta och det andra är en mer övergripande markanvändning med schabloner för *skolområde* och *område med äldreboende*. Utvalda ämnen för beräkningarna är fosfor, kväve, de vanligaste tungmetallerna, partiklar (SS, suspenderade ämnen) olja och BaP.

Tabell 6. Fördelning markanvändning för beräkning i StormTac, avrinningskoefficient, specificerad markanvändning före och efter samt generell markanvändning utifrån skolområde och äldreboende före respektive efter omexploatering

Markanvändnings-fördelning	Avr.koef.	Före specificerat	Före skolområde	Efter äldreboende	Efter specificerat
	φ	ha	ha	ha	ha
Parkering	0,8	0,1			0,11
Grusyta	0,4	0,15			
Takyta	0,9	0,1			0,33
Gräsyta	0,1	0,99	0,99	0,91	0,91
Skolområde	0,5		0,35		
Område med äldreboende	0,3			0,43	
Totalt		1,3	1,3	1,3	1,3
Reducerad area		0,33	0,27	0,22	0,47

I Tabell 7 och Tabell 8 redovisas beräknade halter utifrån tidigare markanvändning med dagisverksamhet och planerad markanvändning med vårdboende. Halterna jämförs med de enligt kommunen rekommenderade halterna från *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp (2009)*.

Tabell 7. Kommunens riktvärden för dagvattenhalten från detta område (2S), före och efter omexploatering för fosfor, kväve, partiklar (SS), olja och BaP

	P	N	SS	Oil	BaP
	ug/l	mg/l	mg/l	mg/l	ug/l
2S-riktvärden	250	3	75	0,7	0,07
Ginnungagap före	110-200	1,3-1,4	40-43	0,2-0,4	0,02
Ginnungagap efter	110-190	1,3	41-42	0,2-0,3	0,02

Tabell 8. Kommunens riktvärden för dagvattenhalten från detta område (2S), före och efter omexploatering för bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver

	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg
	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l	ug/l
2S-riktvärden	15	40	125	0,5	25	30	0,07
Ginnungagap före	7,9	16-18	46-54	0,3-0,4	5-6	4-5	0,02-0,02
Ginnungagap efter	6,9-7,4	13-17	42-51	0,3-0,5	5-6	4-5	0,02-0,02

För samtliga ämnen ligger spannet på den beräknade halten under riktvärdena.

Nedan i Tabell 9 och Tabell 10 redovisas beräknade mängder av föroreningar som alstras från området före och efter omexploatering. Beräkningar för både halter och mängder bygger på schablonvärden och ska ses som ungefärliga eftersom osäkerheter i både nederbörd, avrinningskoefficienter och schablonhalter sänker tillförlitligheten på beräkningarna.

Tabell 9. Beräknade mängder föroreningar i dagvatten från området kilo alstrade per år, utifrån specificerad markanvändning före och efter omexploatering samt från schablonhalter för typområde förskola respektive äldreboende för fosfor, kväve, partiklar (SS), olja och BaP

	P	N	SS	Olja	BaP
Alternativ	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	g/år
Före specificerat	0,3	4	120	0,6	0,05
Före skolområde	0,5	3	100	0,8	0,06
Efter vårdboende	0,4	2,7	87	0,7	0,05
Efter specificerat	0,4	4,6	150	0,6	0,06

Tabell 10. Beräknade mängder föroreningar från dagvatten från området kilo alstrade per år, utifrån specificerad markanvändning före och efter omexploatering samt från schablonhalter för typområde förskola respektive äldreboende för bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver

	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg
Alternativ	kg/år	kg/år	kg/år	g/år	kg/år	kg/år	g/år
Före specificerat	0,02	0,04	0,1	0,9	0,01	0,01	0,06
Före skolområde	0,02	0,04	0,1	0,9	0,01	0,01	0,04

Efter vårdboende	0,02	0,04	0,1	0,7	0,01	0,009	0,03
Efter specificerat	0,02	0,05	0,2	2	0,02	0,02	0,06

De beräknade mängderna före och efter omexploatering ligger alla inom samma spann så föroreningsbelastningen via dagvatten från området bedöms inte öka efter omexploatering. Miljökvalitetsnormen för områdets ytvattenrecipient bedöms därmed inte påverkas negativt av den planerade exploateringen.

4 Förslag på dagvattenhantering

4.1 Principiellt förslag på dagvattensystem

Magasinsbehovet för hela området redovisas i avsnitt 3.1.1. Störst flöde uppstår från de hårdgjorda ytorna inom planområdet, på dessa typytor är det även enklast att samla upp och utjämna flöde. Utifrån det resonemanget har vi fördelat magasinsbehovet enligt den procentuella ytfördelningen mellan de hårdgjorda typytorna tak och asfalt/körtytor. I Tabell 11 redovisar vi magasinsbehovet per typyta och respektive dimensionerande regn.

Tabell 11. Typyta inom området, area, andel av hårdgjord yta, magasinsbehov per typyta för 2-, 5-, 10- och 20 årsregn

	Area ha	Andel av hårdgjord yta	2- årsregn m ³	5- årsregn m ³	10- årsregn m ³	20- årsregn m ³
Tak	0,33	68%	7	9	11	14
Betong- asfaltsyta	0,11	32%	3	4	5	6
Totalt	0,44		10	13	16	20

Magasinskapaciteten kan skapas i flera olika typer av anläggningar. Det är mycket grönytor inom fastigheten som har god kapacitet att utjämna dagvatten.



Figur 15. Systemskiss för dagvattenhantering i Kv. Ginnungagap.

Takvatten bör utjämnas i markbaserade anläggningar, förslagsvis växtbäddar vid behov kombinerat med träd i skelettjordar. Taktogvattnet kan med fördel ledas över gräsbevuxna ytor eller enklare rännor till växtplanteringar genom anpassad lutning på marknivån. Taktogvatten som avrinner österut mot Bragevägen kan behöva avledas i ledning till trädplanteringar med skelettjord.

Parkeringarna rekommenderar vi anläggs med genomsläpplig beläggning. Höjdsättning av körytor bör göras så att dagvatten från ytorna avrinner till anläggningar som har kapacitet att utjämna och rena dagvattnet. Det kan förslagsvis vara nedsänkta växtbäddar eller trädplanteringar i skelettjordar. Ett träd som planteras i skelettjord har kapacitet att utjämna ca 4,5 m³ dagvatten beroende på utformning. Det innebär till exempel att för att utjämna det dagvatten som alstras på kör- och parkeringsytan vid ett 20-årsregn (6 m³) skulle det krävas 2 trädplanteringar.

Höjdsättningen av området bör utformas så att vatten avleds bort från byggnaderna och mot ytor med kapacitet till infiltration eller utjämning av dagvatten. Vid skyfall ska ytlig bortledning av dagvatten vara möjligt. Ett lågstråk skapas på fastigheten som börjar på innergården och sedan går västerut för att böja av söderut efter innergården och sedan österut mot Bragevägen, se Figur 15. Förslagsvis avleds vattnet mot Bragevägen och därifrån vidare till grönytan sydost om planområdet.

4.2 Beskrivning av dagvattenanläggningar

4.2.1 Dagvattenrännor

På de sidor av byggnaden där taket avvattnas på gräsbeväxta ytor rekommenderar vi att vattnet avleds via rännor till grönytorna eller växtbäddar. På de sidor det är hårdgjord yta rekommenderar vi att överskottsvatten från taken leds till växtbäddar eller skelettjordsplanteringar.



Figur 16. Utkastare och rännadalsten som avleder vattnet bort från byggnaden till gräsbevuxen yta.

Rännor kan även anläggas i hårdgjorda ytor för att samla upp dagvatten och avleda till exempelvis en växtbädd eller skelettjord.



Figur 17. Exempel på täckt ytlig dagvattenränna som kan placeras i lågstråk på hårdgjorda ytor. Källa: GPA Flowsystem AB

Rännor som den i Figur 17 eller anslutande sandfångsbrunnar till liknande rännor behöver slam tömmas regelbundet, med vilken återkomsttid beror på belastningen.

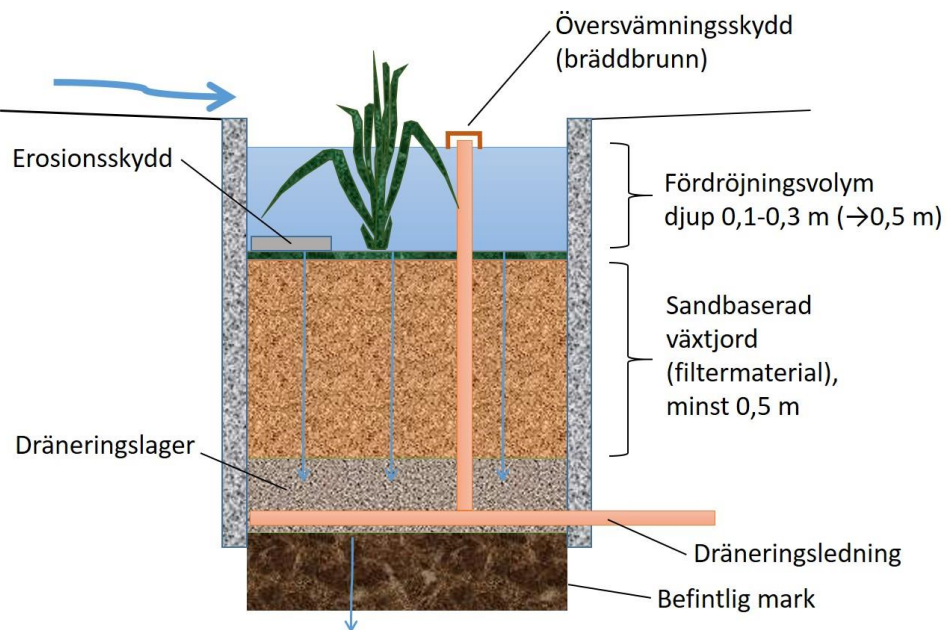
4.2.2 Växtbädd

Med en växtbädd, även kallad regnbädd, menas en nedsänkt eller upphöjd plantering dit dagvatten leds. Växtbäddarnas uppbyggnad kan anpassas till platsspecifika förhållanden och önskat utseende, vilket innebär att de kan se väldigt olika ut. Samma beståndsdelar förekommer dock i de flesta anläggningar; inlopp, erosionsskydd, fördröjningszon, filtermaterial, avvattning och dränering (Figur 18). I den övre delen av växtbädden konstrueras en fördröjningszon (100–300 mm djup) där vattnet kan magasineras och kan bli stående en kortare period. Olika grässorter och buskar är särskilt stresståliga och därmed lämpliga till denna typ av växtbädd.

Om hela det erforderliga magasinetsbehovet för takdagvatten skapas i växtbäddar behövs det totalt mellan 45 – 135 m² växtbädd beroende på hur djupt den övre fördröjningszonen anläggs (Tabell 12). Vi rekommenderar att växtbäddarna max dimensioneras med en 0,2 meter djup fördröjningszon, det innebär att om allt takdagvatten leds till växtbäddar behövs det ca 70 m² växtbädd.

Tabell 12. Ytbehov för växtbäddar för att klara magasinetsvolymen för takdagvatten (14 m³), utifrån 0,1, 0,2 respektive 0,3 meter djupt ytlig fördröjningszon

Djup övre fördröjningszon (m)	Yta Växtbädd för utjämnning av takdaggvatten (m ²)
0,1 m	135
0,2 m	68
0,3 m	45



Figur 18. Principiell uppbyggnad av en nedsänkt växtbädd.



Figur 19. Bildexempel på nedsänkt eller upphöjd växtbädd i anslutning till parkeringar eller längs en husvägg.

Växtbäddar har relativ hög reningsgrad, beroende på djup och material. Reningskapacitet avseende partikelbundna föroreningar kan nå upp till 80–90 %. Växtbäddar har även

förmåga att avskilja olja och organiska miljögifter från dagvattnet. (Stockholm Vatten, 2018a).

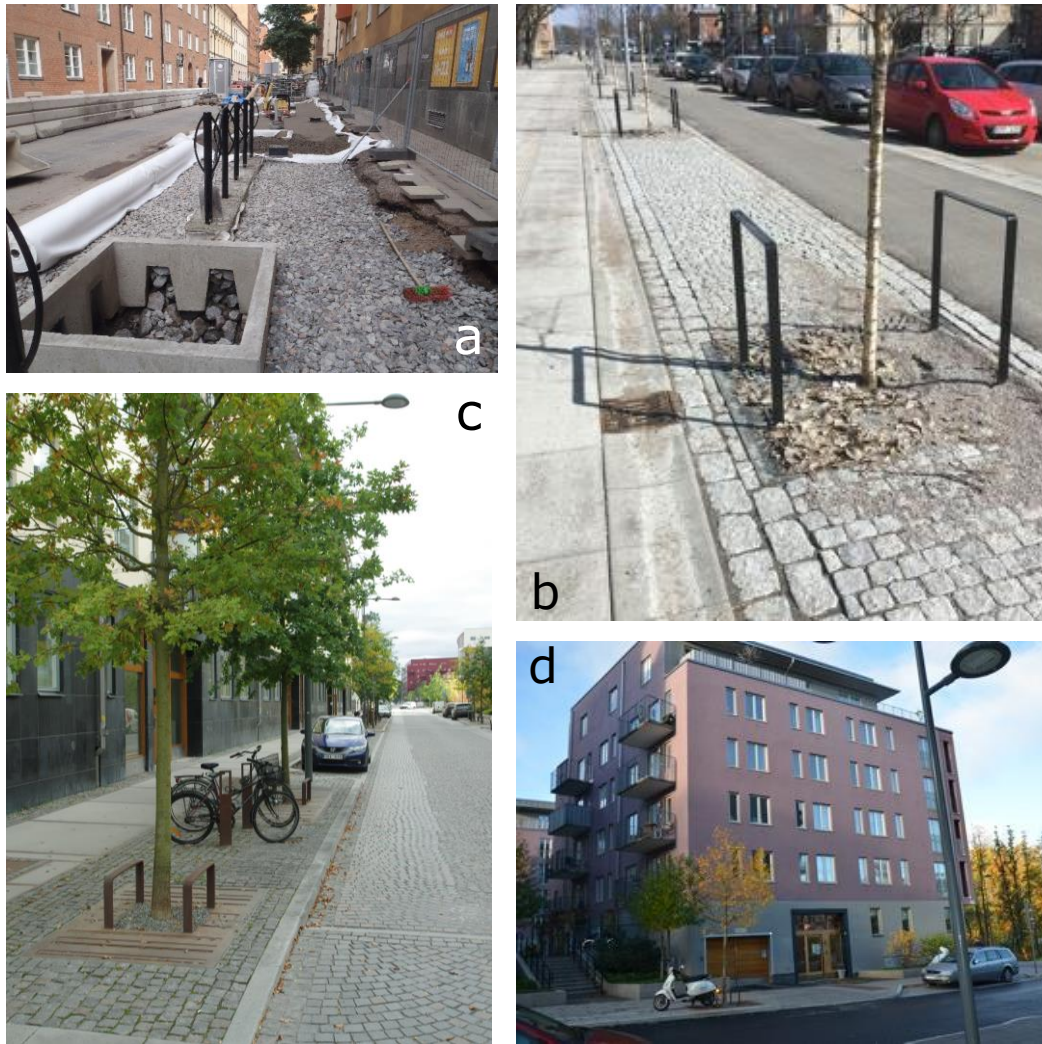
Skötsel och underhåll

Regelbunden bevattning krävs när växtbädden etableras. Återkommande kontroll av hur växtligheten utvecklas kan sedan behövas under ett till två år. Döda växtdelar och ogräs ska tas bort. Det kan bli nödvändigt att göra kompletterande planteringar.

Det löpande underhållet innefattar ogräsrensning/växtskötsel samt inspektion och rensning av inlopp och bräddavlopp. Om det finns ett sedimentfång före inloppet till växtbädden behöver inlopp och bräddavlopp inte rensas lika ofta. Däremot behöver sedimentfånget tömmas regelbundet. Som regel ackumuleras föroreningar direkt på, eller nära filterytan. Genomsläppligheten minskar efter hand och växtbäddens ytlager (5-10 cm) kan till slut bli helt igensatt. Genomsläppligheten kan återställas genom att ytlagret luckras eller tas bort. Den senare åtgärden reducerar risken för att de föroreningar som bundits i ytan frisätts genom nedbrytning av organiskt material. Vid långvarig torka kan växtbädden behöva stödbevattnas. (Stockholm Vatten, 2018a)

4.2.3 Träd i skelettjord

Skelettjord är en teknik som utvecklats för att skapa goda betingelser för träd som planteras i en hårdgjord stadsmiljö, se exempel i Figur 20. Men en skelettjord kan också fungera som ett underjordiskt magasin för dagvatten och bidra med fördröjning och rening. Reningen uppstår när dagvattnet filtrerar genom de olika lagren i skelettjorden, genom att partiklar sedimenterar på skelettjordens botten och genom trädens upptag av vatten och näringsämnen. Rekommenderad rottingsbar skelettjordsvolym per träd är 15 m³, exklusive bärlager och överbyggnad, dvs. endast skelettjordslagret. (Stockholms stad, 2017) Trädrötterna behöver ges möjlighet att växa obegränsat i minst två riktningar. Problem som kan uppstå generellt för träd i stadsmiljöer är skador från bilar på rötter/stammar.



Figur 20. a) Trädgropsfundament i skelettjord under uppbyggnad, foto Björn Embrén Trafikkontoret Stockholm. b) Träd i skelettjord Strandbogatan Uppsala. c) och d) Träd i skelettjord Norra Djurgårdsstaden, Stockholm.

Med utgångspunkt att minsta volym på skelettjorden bör vara 15 m^3 kan en skelettjord med effektiv porvolym på 30 % utjämna $4,5 \text{ m}^3$ dagvatten. Det motsvarar 20 mm nederbörd från en asfaltyta på ca 280 m^2 (avrinningskoefficient 0,8) eller en takyta på 250 m^2 (avrinningskoefficient 0,9). För att klara att utjämna det alstrade dagvattnet 6 m^3 från körytorna vid ett 20-årsregn (Tabell 11) krävs det då alltså två träd planterade i skelettjord. Det är då viktigt att säkerställa att lutningen på ytorna anpassas så att avrinningen sker till dessa planteringar.

Skötsel och underhåll

Där skelettjordar ligger under tät beläggning krävs regelbunden rensning av brunnar så att vattentillförseln kan upprätthållas. Brunnarna bidrar också till syresättning av det luftiga bärlagret. Är föroreningsbelastningen hög kan skelettjorden behöva bytas ut med jämna mellanrum. Sedimenterade partiklar kan sätta igen porer och därmed minska infiltrationskapaciteten. (Stockholm Vatten, 2018b)

4.2.4 Genomsläpplig beläggning

Parkeringarna i planområdet föreslås anläggas med genomsläpplig beläggning. Genomsläpplig beläggning kan till exempel utgöras av grus, permeabel asfalt eller

betonghålsten. Permeabla beläggningar läggs på ett luftigt bärlager som både ger viss fördröjning och rening. Permeabla beläggningar har en avskiljningsgrad på ca 50–90 % avseende totalhalter av fosfor och tungmetaller. Permeabla beläggningar har även förmågan att fånga upp oljespill från parkerade bilar m.m. som sedan kan brytas ner. Magasinering möjliggörs om underliggande material har god porositet, exempelvis om det anläggs med makadam utan nollfraktioner som ger en porositet på 30%. (Stockholm Vatten, 2018c)



Figur 21. Exempel på parkering med genomsläpplig beläggning. Foto WRS AB.



Figur 22. Infiltrerbara, gröna parkeringsplatser utformade med betonghålsten.

Utifrån fördröjnings- och reningsbehov så krävs inte den genomsläppliga beläggningen om dagvattnet från dessa ytor istället leds till trädplanteringar med skelettjord.

Skötsel och underhåll

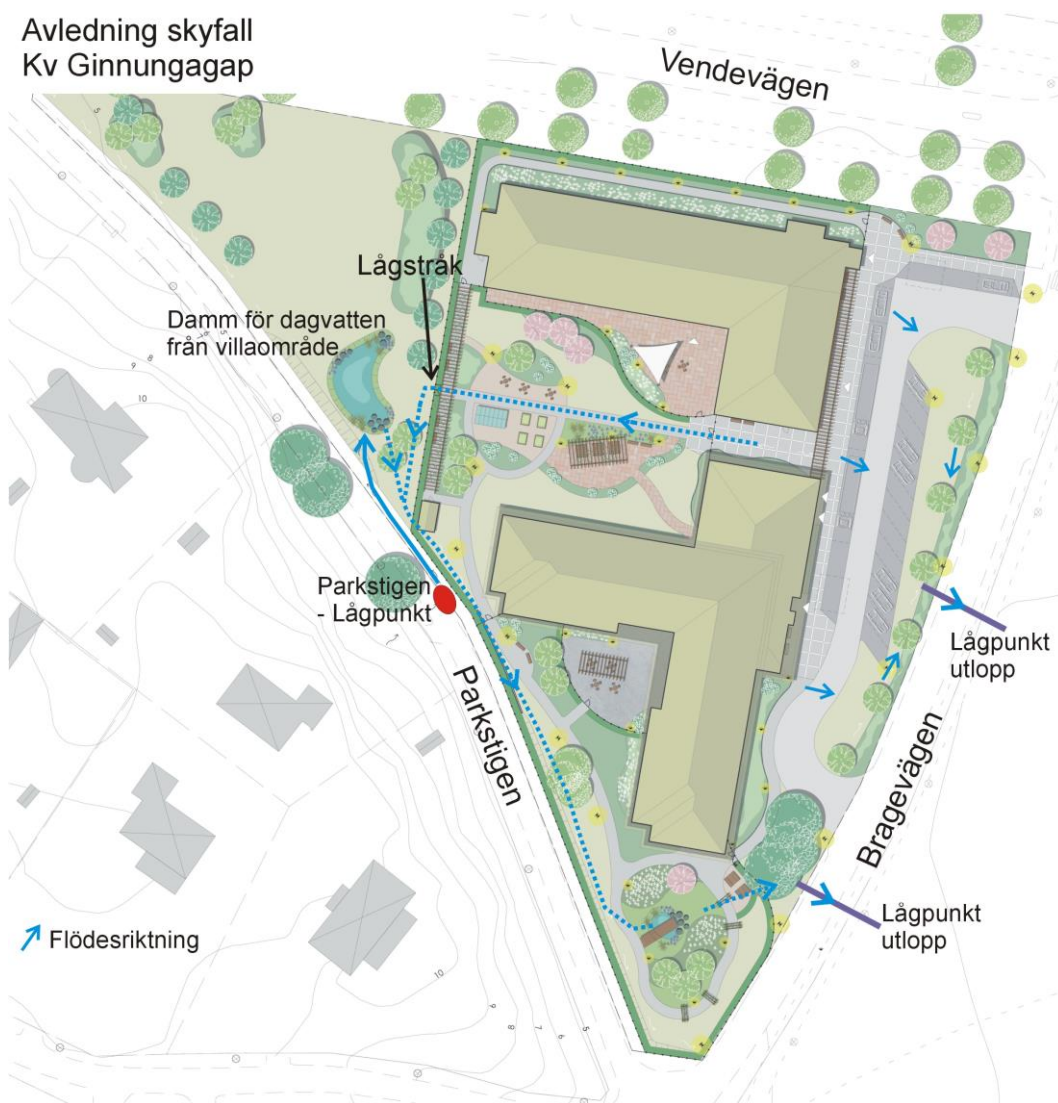
Vald beläggningstyp styr underhållsbehovet. Om ytan inte underhålls på ett ändamålsenligt sätt kan sediment och föroreningar spolas bort vid kraftiga regn. Exempel på regelbundna skötselåtgärder är gräsklippning, ogräsrensning och högtrycksspolning i kombination med vakuumsugning och byte av fogmaterial som satt igen. (Stockholm Vatten, 2017)

På längre sikt ackumuleras föroreningar i beläggning och underliggande bärlager. Genomsläppligheten minskar efter hand och anläggningen kan till slut bli helt igensatt. Genomsläppligheten kan återställas genom att ytlagret byts ut. (Stockholm Vatten, 2017)

4.3 Hantering av skyfall

Området ligger låglänt, delar av planområdet ligger idag under lägsta rekommenderade grundläggningsnivå på + 2,7 m (RH2000)(Länsstyrelsen Stockholm, 2015), se Figur 11. Eftersom lägsta färdigt golv planeras till + 3,8 m (RH2000) måste marknivån i området för bebyggelsen höjas.

För att säkerställa avrinning och avledning av dagvatten vid skyfall rekommenderar vi att det skapas ett lågstråk inom planområdet se Figur 23. Det är viktigt att det finns ett kontinuerligt fall i lågstråket för att vatten vid höga flöden inte ska ansamlas på fastigheten.



Figur 23. Förslag på dragning av lågstråk för att avleda avrinnande höga flöden vatten från slänten söder om planområdet.

Lågstråket kan utformas som ett svackdike med svagt sluttande slänter eller med brantare mer markerade slänter se exempel i Figur 24.



Figur 24. Exempel på utformning av svackdiken/lågstråk för att avleda överskottvatten inom planområdet.

4.3.1 Hantering av dagvatten från villaområdet

För att hantera och utjämna flödet från villaområdet sydväst om planområdet (se avgränsning i Figur 3) kan en flödesutjämnande anläggning placeras vid lågpunkt 1 se Figur 3. Alternativt kan en ledning dras söder ut längs Parkstigen till Bragevägen. Från lågpunkten på Parkstigen till vägkorsningen är det en höjdskillnad på ca 0,5 m i marknivå. Det är ca 110 m från lågpunkten till korsningen där ledningsnivån är ca +2,5 m (RH2000) och lågpunkten ligger på ca + 4 m (RH 2000). Mycket grovt räknat kan en ledning som placeras ca 0,5 m under markytan då anläggs med en lutning på ca 1%. Flödet från slänten sydväst om planområdet har beräknats för ett 2-, 5-, 10- och 20-årsregn. beräknats se Tabell 13 och Tabell 14.

Tabell 13. Indata för beräkning av flödet vid ett 2-, 5-, 10- och 20-årsregn från villaområde sydväst om området. Markanvändning sydväst om planområdet, markanvändningskategori i P110, avrinningskoefficient, area, reducerad area

Markanvändning	Markanvändning (i P110)	Φ (P110)	Area [ha]	Area _{red} [ha]
Avrinnande yta sydväst om planområdet	Villor tomter > 1000 m ² , kuperat	0,3	Ca 1,1	0,33

Tabell 14. Dimensionerande flöde från villaområdet sydväst om planområdet vid ett 2-, 5-, 10 och 20-årsregn

Avrinning från villaområde	2-årsregn	5-årsregn	10-årsregn	20-årsregn
Q _{dim} [l/s]	44	60	75	95

För att säkerställa att flödet från villaområdet inte belastar planområdet negativt kan delar av planområdet planeras som parkmark (allmän platsmark). Parkmarken kan utformas med kapacitet att utjämna flödet från villaområdet. I Tabell 15 presenteras magasinbehovet för att klara att utjämna ett 20-årsregn med ett tillåtet tappflöde som motsvarar ett 2-, 5- eller 10-årsregn från villaområdet enligt Tabell 14.

Tabell 15. Magasinsbehov för att flödet från området inte ska öka jämfört med idag vid ett 20-årsregn med ett tillåtet tappflöde motsvarande ett 2-, 5- och 10-årsregn

Magasinsbehov för att utjämna flödet från villaområdet vid ett 20-årsregn	Avtappning motsvarande 2-årsregn	Avtappning motsvarande 5-årsregn	Avtappning motsvarande 10-årsregn
m ³	29	16	9

För att klara att utjämna ett 20-årsregn där tappflödet inte överstiger 44 l/s (motsvarande 2-årsregn) krävs en magasin kapacitet på 29 m³. Till exempel kan en torrdamm anläggas i anslutning till lågpunkt 1 i Figur 3. Torrdammen kan utformas mycket enkelt genom att gräva ur/sänka ner en yta där en brunn placeras med begränsad utflödeskapacitet (t.ex. 44 l/s). Från brunnen dras en ledning som ansluter till det kommunala dagvattenledningsnätet. Om torrdammen anläggs med 30 cm djup krävs en yta på knappt 100 m² för att utjämna en volym om 29 m³. Det är viktigt att dammen anläggs med ett utlopp så att den töms inom 12 timmar.

4.4 Förslag på dagvattenhantering under byggarbetet

Under själva exploateringsprocessen bör vissa åtgärder vidtas för att inte byggdagvattnet ska riskera att dels sätta igen/ha en negativ påverkan på de planerade dagvattenanläggningar och dels att inte förorenat dagvatten leds direkt till recipienterna.

I detta fall rekommenderar vi att dagvatten som uppstår under exploateringsfasen avleds mot grönytan öster om planområdet. Där finns god kapacitet att både flödesutjämna och även avskilja föroreningar från dagvattnet. Det finns en lågpunkt på +2,21 m (RH2000) ungefär mitt på den östra plangränsen dit det är lämpligt att avleda dagvattnet för en passage över Bragevägen till grönytan. Passagen kan vid behov skapas genom att anlägga en dagvattenränna i Bragevägen eller en ledning under vägen. Avtal kan behövas för att säkerställa att grönytan blir återställd efter exploateringsfasen. Till exempel kan gräs behöva sås-in igen om det ansamlats mycket sediment.

Beroende på vilka anläggningar som väljs till planområdet kan det nämnas att vid anläggande av skelettjordar i den nya stadsdelen Rosendal i Uppsala anlades först skelettjordarna och tillhörande brunnar. Därefter lades asfalt över skelettjordarna och brunnarna täcktes, detta för att inte få ner byggdagvatten i skelettjordarna med risk för igensättning av både skelettjordar och brunnar. När sedan resterande byggnationer var på plats togs det upp hål i asfalten för plantering av träden i skelettjordarna. (Thomas Blomqvist, 2018)

5 Slutsatser

- Området utgörs i huvudsak av postglacial lera vilket innebär att infiltrationskapaciteten i området är låg.
- Det lokala dagvattenledningsnätet på fastigheten och det kommunala ledningsnätet bedöms vara angivna i olika höjdsystem. Detta bör klargöras innan eventuell påkoppling på det lokala dagvattenledningsnätet sker.
- Andelen hårdgjord yta ökar något i och med den planerade exploateringen, jämfört med den tidigare markanvändningen med förskoleverksamhet. Det

innebär att även flödet kommer öka något om inga flödesutjämnande åtgärder vidtas.

- För att flödet från området inte ska öka vid ett dimensionerande 2-årsregn respektive 20-årsregn krävs det att det skapas utjämningsmagasin inom området med en volym på 10 respektive 20 m³ inklusive klimatfaktor 1,25. Vi rekommenderar att magasinsvolymer fördelas på flera anläggningar, till exempel växtbäddar, träd i skelettjordar och genomsläpplig beläggning.
- Föroreningsbelastningen har beräknats med hjälp av modelleringsprogrammet StormTac som bygger på schablonhalter. Beräkningarna visar att det inte sker några större förändringar i belastningen från området i och med den planerade omexploateringen. Exploateringen kommer därmed enligt beräkningarna inte försämra MKN för recipienten.
- Delar av den södra byggnaden planeras att anläggas på områden med en marknivå under den lägsta rekommenderade grundläggningsnivån på 2,7 m. För att minska risk för skador på byggnader på grund av höga vattennivåer rekommenderar vi att marknivån höjs till som lägst + 2,7 m (RH2000). Lägsta golvnivå planeras dock enligt uppgift från beställaren till + 3,9 m (RH2000).
- Dagvatten som rinner in i planområdet från villaområdet i sydväst behöver utjämnas lokalt eller ledas om för att inte negativt belasta planområdet. Dagvattnet kan utjämnas i en anläggning inne på planområdet och därefter avledas via en ledning söder ut längs Parkstigen eller norr ut till Bragevägen.

Referenser

- BJERKING AB, 20190307. *Markteknisk undersökningsrapport Geoteknik Kv Ginnungagap, Danderyd kommun.*
- CAPENER, C.-M., PETTERSSON SKOG, A., EMILSSON, T., MALMBERG, J., JÄGERHÖK, T., EDWARDS, Y., och MÅNSSON, H., 2017. *Grönatakhandboken - vägledning.*
- DANDERYD KOMMUN, 2012. *Styrdokument dagvatten Danderyd kommun.*
- FLL, 2008. *Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing: Green Roofing Guideline.* Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau.
- JONAS CARLSSON, 2019. Muntligen.
- LÄNSSTYRELSEN, 2018. VISS [internet]. *VISS Vatteninformationssystem Sverige.*
Tillgängligt:
<https://viss.lansstyrelsen.se/waters.aspx?waterMSCD=WA48837233> [Hämtad 2018-11-2].
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, 2015. *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län - med hänsyn till risken för översvämning.* Nr. Fakta 2015:14.
- REGIONPLANE- OCH TRAFIKKONTORET STOCKHOLMS LÄNS LANDSTING, 2009. *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp, Regionala dagvattennätverket i Stockholms län.*
- STOCKHOLM VATTEN, 2017. *Stockholm Vatten* [internet]. Tillgängligt:
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/> [Hämtad 2018-11-30].
- STOCKHOLM VATTEN, 2018a. *Tekniska lösningar växtbäddar* [internet]. Tillgängligt:
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/nedsankta-vaxtbaddar> [Hämtad 2018-12-10].
- STOCKHOLM VATTEN, 2018b. *Tekniska lösningar skelettjord* [internet]. Tillgängligt:
http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/skelett_h.pdf [Hämtad 2018-12-10].
- STOCKHOLM VATTEN, 2018c. *Tekniska lösningar genomsläpplig beläggning* [internet].
Tillgängligt:
<http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/gb.pdf> [Hämtad 2018-12-10].
- STOCKHOLMS STAD, 2017. *Växtbäddar i Stockholms stad - En handbok 2017.* Stockholm.
- THOMAS BLOMQVIST, 2018. Personlig kontakt.

Bilaga 1

Beräkningar av magasinbehov för planområdet i Bilaga 10_6a i Svenskt Vattens publikation P110.

För att flödet inte ska öka jämfört med idag vid ett 2-årsregn krävs ett utjämningsmagasin på 10 m³.

Tabell 1. Beräkning av magasinbehov i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 2 års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
90,19230769	10	1,25	24	0,468
Specifik volym m ³ ha _{red}	20,7	Erforderlig magasin- volym, m ³		10

För att flödet inte ska öka jämfört med idag vid ett 5-årsregn krävs ett utjämningsmagasin på 13 m³.

Tabell 2. Beräkning av magasinbehov i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 5 års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
121,6880342	10	1,25	60	0,468
Specifik volym m ³ ha _{red}	27,9	Erforderlig magasin- volym, m ³		13

För att flödet inte ska öka jämfört med idag vid ett 10-årsregn krävs ett utjämningsmagasin på 16 m³.

Tabell 3. Beräkning av magasinbehov i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 10-års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
153,1837607	10	1,25	120	0,468
Specifik volym m ³ ha _{red}	34,7	Erforderlig magasin- volym, m ³		16

För att flödet inte ska öka jämfört med idag vid ett 20-årsregn krävs ett utjämningsmagasin på 20 m³.

Tabell 4. Beräkning av magasinsbehov i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 20 års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
191,8376068	10	1,25	240	0,468
Specifik volym m ³ ha _{red}	43,7	Erforderlig magasins- volym, m ³		20

Bilaga 2

Beräkningar av magasinsbehov för tillrinningsområde (villaområdet) i Bilaga 10_6a i Svenskt Vattens publikation P110.

Magasinsbehovet för villaområdet vid ett 20-årsregn för att inte överstiga ett tappflöde som motsvarar ett 2-årsregn uppgår till 29 m³.

Tabell 1. Beräkning av magasinsbehov för villaområdet i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde motsvarande ett 2 årsregn * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 20 års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
133,3333333	10	1,25	240	0,33
Specifik volym m ³ ha _{red}	89,1	Erforderlig magasins- volym, m ³		29

Tabell 2. Beräkning av magasinsbehov för villaområdet i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde motsvarande ett 5 årsregn * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 20 års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
181,8181818	10	1,25	240	0,33
Specifik volym m ³ ha _{red}	49,3	Erforderlig magasins- volym, m ³		16

Tabell 3. Beräkning av magasinsbehov för villaområdet i Svenskt Vattens publikation P110 bilaga 10.6a, utifrån tillåtet avtappningsflöde motsvarande ett 10 årsregn * 0,67, rinntid, klimatfaktor, 20 års återkomsttid på regn och framtida reducerad area

Avtappning l/s ha _{red}	Rinntid minuter	Klimat- faktor	Återkomsttid månader	Reducerad area, ha _{red}
227,2727273	10	1,25	240	0,33
Specifik volym m ³ ha _{red}	26,5	Erforderlig magasins- volym, m ³		9