

Dagvattenutredning Ballongberget, Solna

Skandia fastigheter



RAPPORT nr 2017-1045-A

Författare: Anna Thorsell WRS AB
Granskad av: Jonas Andersson WRS AB

2017-03-29
Reviderad 2018-01-17

Innehåll

1	Bakgrund	3
2	Förutsättningar	3
2.1	Planområdet.....	3
2.2	Underlag.....	3
2.3	Generellt vattenskydd	3
2.4	Dagvattenstrategi Solna stad	4
2.5	Geologi och topografi	4
2.6	Nuvarande och framtida ytvattenrecipient.....	5
2.6.1	Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken	6
2.7	Nuvarande och framtida grundvattenrecipient	6
2.8	Branschrekommendationer med avseende på klimatförändringar	6
3	Befintlig situation och dagvattenhantering	6
3.1	Nuvarande dagvattenhantering.....	7
4	Planerad exploatering	7
4.1	Taktytor.....	8
4.1.1	Gröna tak	8
4.2	Gårdsytor	9
4.2.1	Nedsänkta växtbäddar.....	9
4.2.2	Bjälklagsuppfyllnad	10
4.3	Kommunalt torg.....	10
5	Framtida dagvattenhantering	10
5.1.1	Avvattning takyta och gårdsyta Hus 1	11
5.1.2	Avvattning takyta och gårdsyta Hus 2	11
5.1.3	Avvattning takyta och gårdsyta Hus 4	12
5.2	Parkeringsgarage.....	12
5.3	Kommunalt torg.....	12
6	Dagvattenflöden.....	13
6.1	Flöden före omexploatering av Kv. Ballongberget.....	13
6.2	Flöde efter omexploatering av Kv. Ballongberget, utan fördröjning .	14
6.3	Extremregn.....	15
7	Magasinsberäkningar	15
7.1	Tillgängliga volymer inom Kv. Ballongberget	15
7.1.1	Gröna tak	15
7.1.2	Nedsänkta växtbäddar.....	16
7.1.3	Luftigt bärlager ovan bjälklag	16
7.1.4	Sammanställning magasinvolymerna.....	16
8	Beräknade närsalt- och föroreningsmängder	17
9	Slutsats och diskussion	20

1 Bakgrund

Skandia fastigheter planerar exploatering av flerfamiljshus och med tillhörande bjälklagsgårdar inom Kv. Ballongberget i Solna kommun. WRS har fått i uppdrag att ta fram en uppdaterad dagvattenutredning utifrån ny föreslagen utformning av exploateringen samt yttranden från Länsstyrelsen Stockholm 2016-09-16.

Syftet med utredningen är att översiktligt beskriva hur dagvattenhanteringen ska utföras efter planerad exploatering samt säkerställa att möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna för recipient Brunnsviken ej försämras.

Efter ytterligare yttrande från Länsstyrelsen 2017-09-29 har dagvattenutredningen uppdaterats vad det gäller påverkan av dagvattenrelaterade utsläpp. Beräkningarna innefattar nu även påverkan från befintlig bebyggelse inom planområdet som förblir oförändrad i och med planerad exploatering. Detta då Länsstyrelsen framhåller att kommunen behöver göra en bedömning av den samlade effekten av hela planområdet på recipienten vid framtagande av ny detaljplan.

Beräkningarna är baserade på ny utformning av planerad exploatering från Archus Landskap 2017-12-04.

2 Förutsättningar

2.1 Planområdet

Planområdet är beläget i Solna kommun strax nordöst om Solna station. Planområdet avgränsar i norr mot ett mindre skogsområde, i väster och söder ut mot Kolonnvägen och i öster mot Ballongvägen. Området lutar från öster till väster och från norr till söder. I denna utredning har Kv. Ballongberget delats upp i två olika områden:

- Utredningsområde – den del av planområdet där ny exploatering planeras
- Befintlig bebyggelse – den del inom planområdet som förblir oförändrad

2.2 Underlag

Följande handlingar har legat till grund för framtagande av denna dagvattenutredning.

- Grundkarta
- Illustrationsplan, av Archus Landskap 2017-01-17, 2017-03-10 och 2017-12-04
- Dagvattenstrategi Solna stad, oktober 2002
- Svenskt Vatten Publikationer P104 och P110
- Senaste klassning Brunnsviken, VISS (Vatteninformationssystem Sverige) nedladdat 2017-03-16
- Underlag till LÅP för Brunnsviken rev 2016-06-30, WRS AB i samarbete med Naturvatten
- Jordartskarta SGUs kartvisare, nedladdat 2017-03-16
- Ledningsunderlag från Solna Vatten AB

2.3 Generellt vattenskydd

Med utgångspunkt i miljönormen för Brunnsviken, nationella miljö kvalitetsmål (bl.a. ingen övergödning) och Solna stads dagvattenpolicy så bör dagvattenhanteringen inom Kv.

Ballongberget planeras och utformas så att utsläppen av övergödande ämnen och föroreningar till Brunnsviken inte ökar.

2.4 Dagvattenstrategi Solna stad

Solnas dagvattenstrategi togs fram 2002, där presenteras målsättningen att dagvattenhantering ska ske så nära källan som möjligt för att *reningsmetoden då bäst kan anpassas till dagvattnets innehåll*.

Kommunen ser även positivt på infiltration av dagvatten och skriver *vi ska sträva efter att bibehålla naturliga grundvattennivåer. Vi bör också värna om grundvattnets kvalitet, varför förorenat dagvatten först behöver renas, innan det infiltreras till grundvattnet*.

Det finns fyra utskrivna mål för dagvattenhanteringen inom kommunen:

- Dagvatten som avleds till recipient eller omhändertas lokalt genom infiltration ska vara så rent att det inte ger negativ påverkan på levande organismer.
- Dagvatten ska tas omhand så nära källan som möjligt.
- Grundvattennivåerna ska inte förändras på grund av stadens expansion.
- Dagvatten ska nyttjas som en resurs vid stadens utbyggnad.

Kommunen beskriver även att *behandlingen av dagvatten alltid ska bedömas utifrån föroreningarnas mängd och karaktär, samt förutsättningarna i varje område och för varje recipient*.

Efter diskussion med representant för kommunen¹ rekommenderas att vid planering av dagvattenhantering för ny exploatering planera för åtgärder som klarar av att utjämna och rena flöde och föroreningsbelastningen så att denna inte ökar jämfört med situationen före exploateringen.

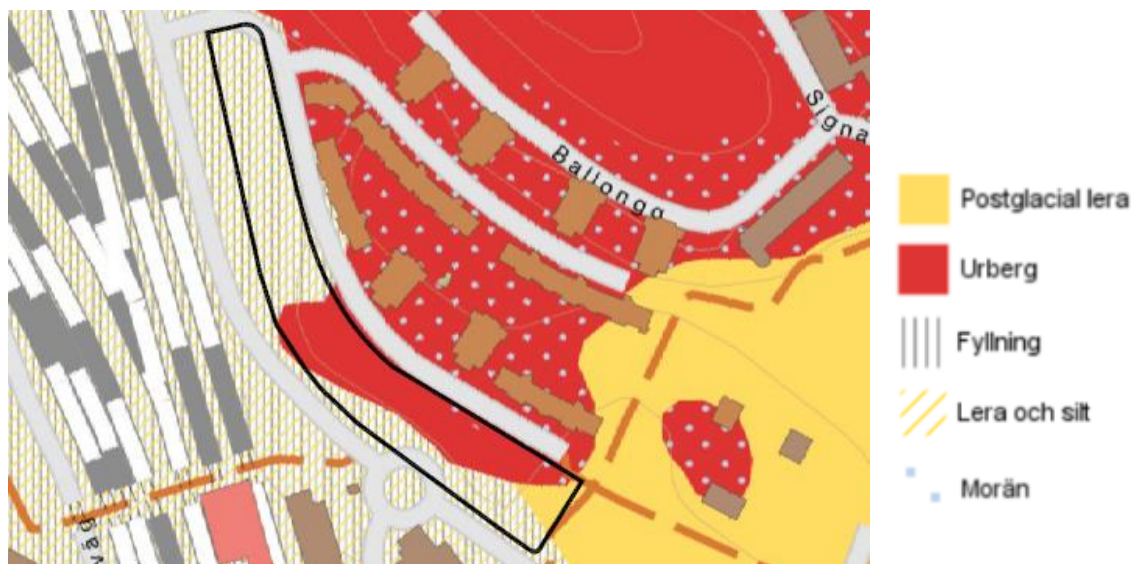
Dimensionerande utflöde efter exploatering kommer därför även i denna utredning grundas på att inte öka varken flöden eller föroreningsbelastningen i och med exploateringen inom Kv. Ballongberget.

2.5 Geologi och topografi

Ingen geoteknisk undersökning är utförd i dagsläget. Från SGU:s översiktliga karttjänst kan man dock se att geologin i området utgörs till största del av berg, postglacial lera samt fyllnadsmassor, se Figur 1 nedan.

Postglacial lera och fyllnadsmassor dominerar i norr (randigt i gult och grått) och urberg som sträcker sig in i området förekommer i öster (rött).

¹ Telefonsamtal med Frida Jidetorp, Solna Vatten, 2017-03-22.



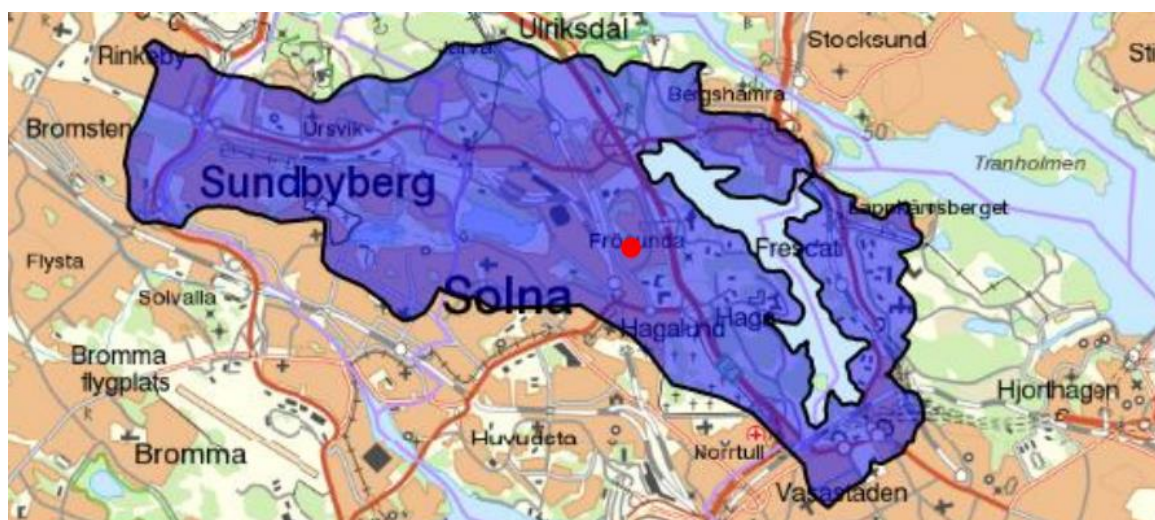
Figur 1. Utdrag från SGU:s jordartskarta. Utredningsområdets ungefärliga utbredning markerat med svart polygon.

2.6 Nuvarande och framtida ytvattenrecipient

Kv. Ballongbergets ytvattenrecipient är Brunnsviken. Brunnsviken är en ca 2 km² stor, trösklad havsvik i norra Stockholm och Solna. Viken står i förbindelse med Lilla Värtan.

Tillrinningsområde är 14,5 km² stort och inkluderar delar av Solna, Stockholm och Sundbyberg.

Enligt Vattenmyndighetens senaste arbetsmaterial avseende statusklassning har Brunnsviken otillfredsställande ekologisk status (2013-11-01) och uppnår ej god kemisk ytvattenstatus (2015-08-16)².



Figur 2. Karta över Brunnsvikens avrinningsområde (lila område). Brunnsviken (ljusblå färg) ligger i den östra delen av Brunnsvikens naturliga tillrinningsområde. Observera att avrinningsområdet ser lite annorlunda ut när hänsyn även tas till VA-ledningsnätet. Kv. Ballongbergets ungefärliga placering visas med röd cirkel.

Bedömningen av otillfredsställande ekologisk status grundas främst på överskridande gränsvärden för växtplankton och höga halter av näringsämnen. Brunnsviken uppnår inte heller god kemisk

² VISS <http://viss.lansstyrelsen.se/waters.aspx?waterEUID=SE658507-162696>

status framförallt på grund av att gränsvärden för följande ämnen överskrids; kvicksilver, kadmium, bly, antracen och tributyltenn-föreningar.

Brunnsviken är en av de vattenförekomster som är mest känslig för tillförsel av förorenat dagvatten i Solna kommun. Det är därmed viktigt med åtgärder för att behandla dagvatten inom avrinningsområdet för att nå miljö kvalitetsnormerna.

2.6.1 Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken

Efter den senaste statusklassningen har WRS AB i samarbete med Naturvatten i Roslagen AB även upprättat Underlag till lokalt åtgärdsprogram för Brunnsviken på uppdrag av Miljöförvaltningen i Stockholms Stad (2016-04-30, reviderad 2016-06-30).

Enligt denna utredning bedöms den ekologiska statusen vara dålig och den kemiska statusen klassas som ”uppnår ej god kemisk status” (i likhet med klassningen i VISS).

Både fosfor- och kvävenivåerna i Brunnsviken överskrider fastställda gränsvärden. Fosforhalterna i Brunnsvikens sturs i stor utsträckning av fosforinflödet från Lilla Värtan som genom sin storlek och kontinuerliga påverkan lägger grunden för vikens näringsnivå. I nuläget bedöms dock fosforläckage från Brunnsvikens botten, så kallad internbelastning, stå för den allra största påverkan. Även fosforbelastningen från omgivande landområden är kraftigt förhöjd.

Ämnen förutom fosfor och kväve som överskrider fastställda gränsvärden är:

- I vatten: koppar, zink och PFOS
- I sediment: antracen, kadmium, bly och tributyltenn (sediment)
- I biota (fisk): bromerade difenyletrar (PBDE), kvicksilver och PFOS

2.7 Nuvarande och framtida grundvattenrecipient

Solnas största grundvattenmagasin finns i Stockholmsåsen, i östra delen av kommunen. Två skyddsområden för grundvattentäkt finns i åsen. Utredningsområdet ligger inte inom dessa skyddsområden.

Då hela exploateringsområdet byggs upp ovan bjälklag kommer infiltration till grundvattnet inte att ske i någon större utsträckning.

2.8 Branschrekommendationer med avseende på klimatförändringar

Dagvattenberäkningarna i denna utredning är baserade på Dahlströms alfa-betaformel eller ”Dahlström 2010”, vilken rekommenderas av branschorganisationen Svenskt Vatten för varaktigheter upp till ett dygn.

Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer regn med högre nederbördsintensitet bli vanligare under perioden fram till år 2100. Därför rekommenderar Svenskt Vatten (publikation P110) att nya dagvattensystem dimensioneras med en klimatkoefficient på minst 1,25 för nederbörd med kortare varaktighet än en timme.

3 Befintlig situation och dagvattenhantering

Befintlig markanvändning i utredningsområdet består av en större hårdgjord parkering i norr och parkmark i söder. Genom parkområdet i söder går gång- och cykelvägar. Området sluttar från öster

till väster och faller från ca +12 till ca +6 meter. Befintlig bebyggelse som ej påverkas av planerad exploatering består av ett flerbostadsområde med tillhörande lokalgator.

I Figur 3 nedan redovisas planområdet med lila polygon och utredningsområdet med röd polygon.



Figur 3. Befintlig situation. Planområde redovisas med lila polygon och utredningsområdet redovisas med röd polygon. Källa kartbild: GoogleMaps

3.1 Nuvarande dagvattenhantering

Nuvarande dagvattenavledning inom utredningsområdet sker till största del mot ledningssystem i Kolonnvägen³. Med avseende på markens geologiska egenskaper kan det antas att endast en mycket liten del av nederbörden infiltrerar. Huvudledningen som avvattningen sker till mynnar i Brunnsviken.

Befintligt flerfamiljsområde norr om utredningsområdet avvattnas till kommunalt ledningsnät i Ballonggatan. Även detta avleds via dagvattenledningsnät mot Brunnsviken.

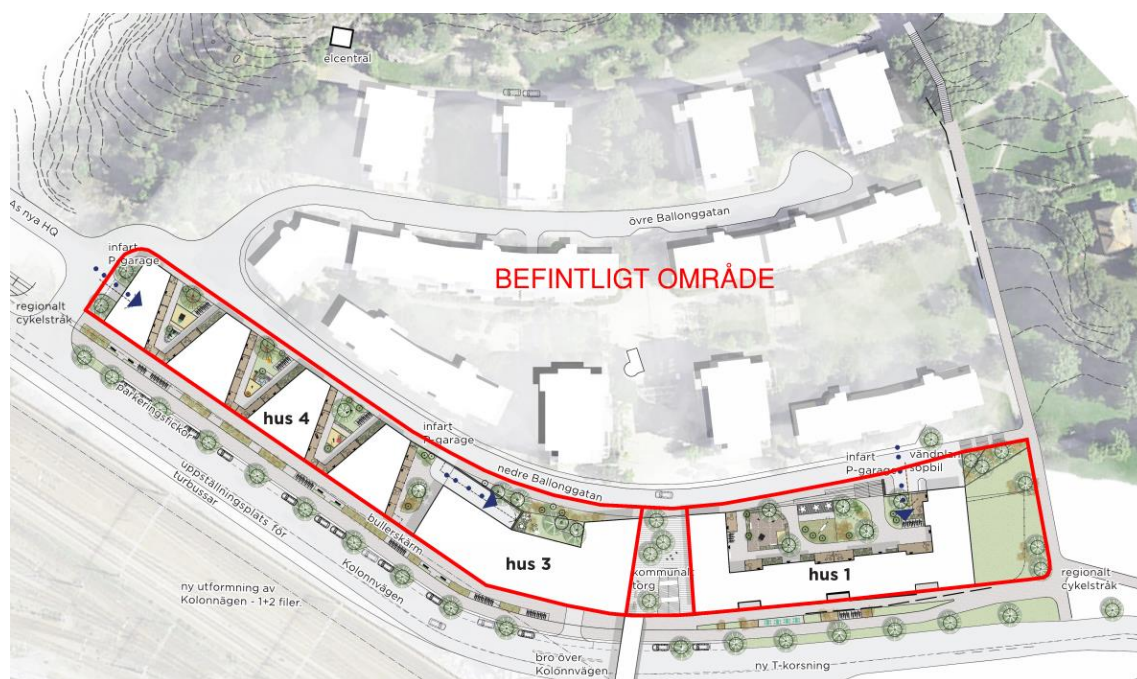
4 Planerad exploatering

Planförslaget syftar till att möjliggöra 225-300 nya bostäder, kontor, hotell, förskola och kategori-boende med tillhörande gårdsytor samt ett mindre kommunalt torg. Exploateringen är

³ Ritningsunderlag från Solna Vatten AB.

indelad i olika Kvarter; Hus 1, Hus 2 och Hus 4, se Figur 4. Även då torgytan i framtiden antas ägas och underhållas av Solna kommun har denna yta inkluderats i utredningen.

Exploatering planeras som en stadsinspirerad miljö med tillgång till gröna gårdsytor. Nedan beskrivs tillgänglig information om typytor inom den planerade exploateringen samt förslag på utformning. Exakt utformning och höjdsättning av den planerade exploateringen är i dagsläget inte fastställd.



Figur 4. Illustrationsplan över planerad ny exploatering. Källa: Archus Landskap 2017-05-10.

4.1 Takytor

Den totala takytan för den planerade exploateringen uppgår till ca 3400 m², Figur 4. Taken antas utformas med 50 % gröna tak, dvs. ca 1700 m². Substrattjocklek för de gröna taken är inte fastställd. För att inte överskatta inverkan av de gröna taken på dagvattenhanteringen har de därför antagits utformas som s.k. extensiva gröna tak, se Avsnitt 4.1.1.

Lutningen på taken är i dagsläget inte heller fastställt. För att uppnå en god och hållbar dagvattenhantering rekommenderas det att taken utformas med flack lutning som leder takavvattningen mot gårdsytorna.

Går lutning och avledning mot gårdsytorna inte att uppnå bör en diskussion tas med Solna stad om avledning av takvatten till växtbäddar och/eller skelettjordar längs Kolonnvägen är möjligt.

4.1.1 Gröna tak

Gröna tak kan anläggas på de takytor som tillåter detta byggnadsmässigt. Gröna tak är bevuxna med *Sedum*-arter eller andra växter som är toleranta mot både vatten och torka. Genom lagring av vatten i växtbädden, avdunstning och växternas vattenförbrukning (evapotranspiration) minskar avrinningen från taket väsentligt jämfört med ett konventionellt tak. Tyvärr finns risk för läckage av övergödande fosfor från nyanlagda gröna tak till följd av gödsling, men om de inte underhållsgödslas kommer effekten vara övergående.

Andra icke dagvattenrelaterade fördelar med gröna tak är att de förbättrar luftkvalitet, isolerar byggnaden mot både köld och värme (vilket sänker driftkostnaderna), förlänger det underliggande takets livslängd, bidrar till biologisk mångfald, sänker temperaturen i sommarvarma stadsmiljöer och är estetiskt tilltalande.

Nackdelar är högre konstruktionskostnader (jämfört med tegel, men lägre än för t.ex. falsad plåt), att de endast är lämpliga för tak utan eller med små lutningar (25–30 grader eller mindre) och att de kan vara för tunga för befintliga takkonstruktioner.

Enligt Svenskt Vatten⁴ magasineras ett extensivt grönt tak de första 5 mm av ett regn medan resterande regn avrinner. Extensiva gröna tak är de som är vanligast i Sverige, de är lite tunnare och belastar konstruktionen med mindre vikt. Med så kallade intensiva gröna tak med en tjockare växtbädd och flack taklutning kan upp till 20 mm nederbörd omhändertas.

Sedumtak som omhändertar de första 5 mm kan minska den årliga avrinningen från takytor med 55 %, Bilaga 1, Figur 1. Reduktionen varierar över året och är störst under sommaren och lägst under vintern.

4.2 Gårdsytor

Hela exploateringsområdet kommer byggas upp ovan bjälklag för parkeringsgarage. Minsta överbyggnad ovan bjälklaget antas till 400 mm. I planteringsytorna ska så stor mäktighet av matjord eller bjälklagsjord som möjligt eftersträvas.

Gårdsytorna föreslås höjdsättas så att ytlede avrinning leds mot nedsänkta växtbäddar centrerade i gårdsytan enligt blå markeringar i Figur 5 nedan.



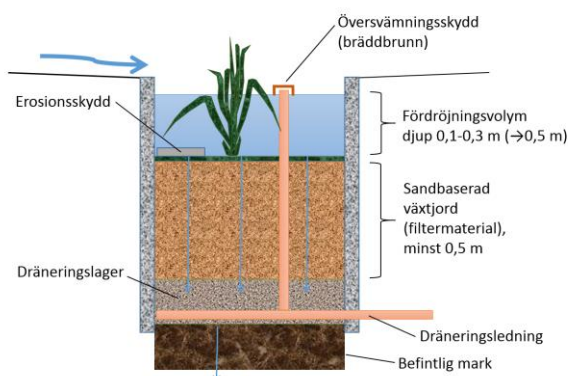
Figur 5. Generell skiss utformning av ytor Kv. Ballongberget. Källa: Archus Landskap 2017-03-10.

4.2.1 Nedsänkta växtbäddar

Avvattnings ska ledas mot nedsänkta växtbäddar (blå polygoner i Figur 5). Växtbäddarna ska nedsänkas minst 10 cm för att skapa god fördröjningsvolym, Figur 6. De nedsänkta växtbäddarna bör utrustas med upphöjt bräddutlopp för att förhindra översvämning på gårdsytorna. Bäddutloppet kan vara i direkt förbindelse med det underliggande luftiga bärlagret i form av makadam utan nollfraktioner, se avsnitt 4.2.2.

⁴ Svenskt vatten, 2011b, *Hydraulik för VA-ingenjörer*.

Med fördel kan växtjorden väljas som en lättviktsjord med pimpstensblandning. Sådana jordar kan hålla hög andel vatten och luft samt har god vattengenomsläpplighet. Vattenhållande porvolym vid 30 cm tryck är 45 % och infiltrationshastigheten i jorden är minst 45 mm/h.



Figur 6. Principutformning regnbädd. Illustration WRS.

För ökad infiltrationshastighet kan en remsa dräneringsgrus eller ett bräddavlopp vara i direkt kontakt med underliggande luftigt bärlager.

4.2.2 Bjälklagsuppfyllnad

Markupbyggnaden ovan bjälklaget antas ha en mäktighet på minst 400 mm för att kunna fördröja och omhänderta dagvatten i det luftiga bärlagret. Det luftiga bärlagret har en dränerbar porositet på 30 %.

Vatten som renas och fördröjs i det luftiga bärlagret avleds mot det kommunala ledningsnätet via bjälklagsavvattning. Exakt utformning utreds i senare skede.

Dock kan det luftiga bärlagret spridas på hela bjälklaget för att fördela fördröjningen, reningen och lasterna över en större yta samt skapa ytterliga fördröjningsvolymmer.

4.3 Kommunalt torg

Torget beläget mellan Hus 1 och Hus 2 har en total yta på 500 m² och antas till stor del utgöras av hårdgjord yta. Höjdsättningen bör utformas så att ytledes avrinning kan ske till skelettjorden för de planerade träden.

5 Framtida dagvattenhantering

I detta avsnitt beskrivs förslag till framtida dagvattenhantering för de olika typytorna inom Kv. Ballongberget.

Även då takvatten kan betraktas som relativt rent vatten bör takavvattningen inom Kv. Ballongberget avvattnas mot plats för fördröjning och eventuell rening. Takyterna ska enligt ovan avvattnas mot gårdsytorna, det kommer i dessa beräkningar antas att en sådan utformning är möjlig.

Takvatten kan nå plats för rening och fördröjning på två vis:

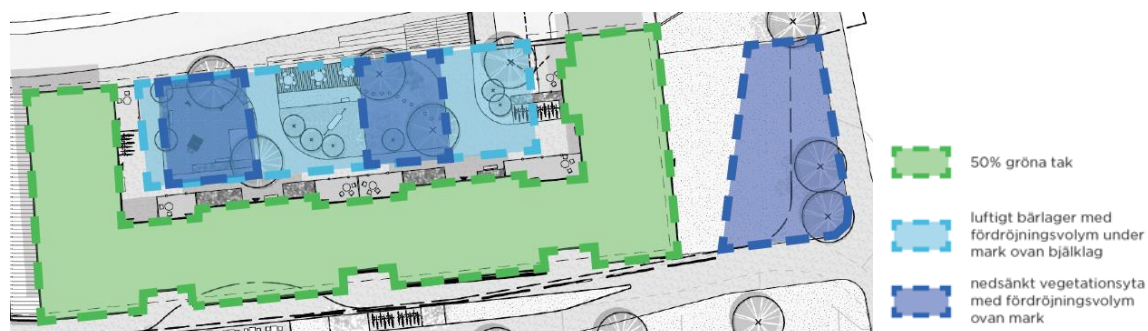
- Leds ner till marknivå med stuprör med utkastare och vidare till nedsänkta växtbäddar med hjälp av ytledes avrinning i rännal.
- Sluten stuprörsledning direkt ner i lättfyllnad ovan bjälklag.

Av de två lösningarna anses dock det första förslaget med utkastare och rännal som en säkrare metod där dagvattenhanteringen blir synlig och eventuella driftproblem blir lättare att upptäcka. Gröna tak planeras att anläggas på taken, exakt utbredning är dock ej fastställd i dagsläget. Det är heller inte känt om taken utformas som s.k. extensiva eller intensiva gröna tak.

5.1.1 Avvattning takyta och gårdsyta Hus 1

Takytan och gårdsytan för Hus 1 bör avvattnas mot mitten av gårdsytan där infiltration, ytfördröjning och rening kan ske i nedsänkta växtbäddar samt även i lättuppfyllnad ovan bjälklag, Figur 7.

Om möjligt kan viss del av takavvattningen ledas till nedsänkt växtbädd till höger i Figur 7. Detta skulle då ske via stuprör med utkastare och rännal som leder vattnet över den hårdgjorda ytan.

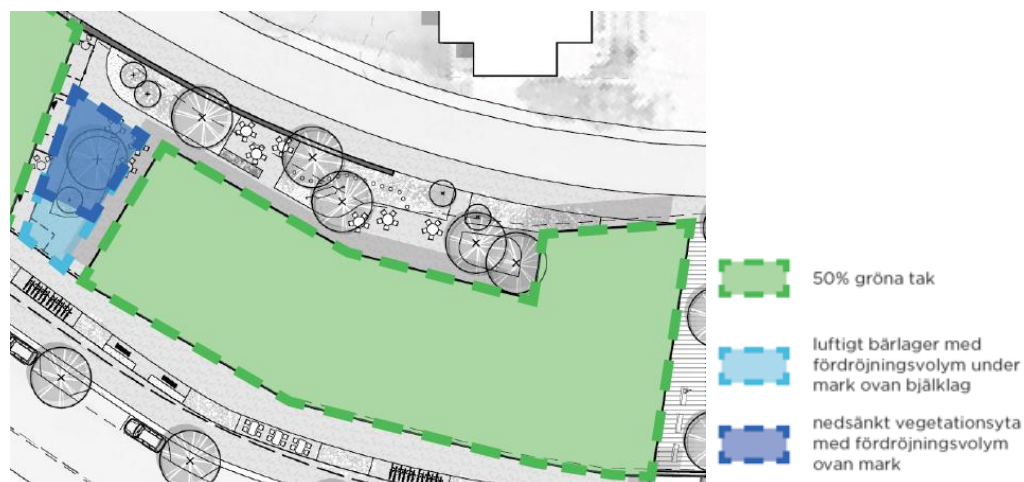


Figur 7. Planutformning dagvattenhantering Hus 1. Källa: Archus Landskap 2017-03-10.

5.1.2 Avvattning takyta och gårdsyta Hus 2

Takytan och gårdsytan för Hus 2 bör avvattnas mot nedsänkt växtbädd till vänster i Figur 8. Infiltration och redning sker genom växtjorden eller bjälklagsjorden i den nedsänkta växtbädden och ytterligare magasinsvolym kan fyllas i det underliggande luftiga bjälklaget.

För att kunna leda avvattningen inom kvarteret Hus 2 mot rening och fördröjning rekommenderas att de växtbäddar som planeras i nordöst (ej markerade med blå skraffering i Figur 8) sänks ner och har kontakt med det underliggande luftiga bärlaget.



Figur 8. Planutformning dagvattenhantering Hus 2. Källa: Archus Landskap 2017-03-10.

5.1.3 Avvattning takyta och gårdsyta Hus 4

I anslutning till byggnaderna mellan fasader och gårdsyta kommer uteplatser av trätrall att anläggas för kvarteret Hus 4. Förslagsvis kan marken under trätrallen fyllas upp med makadam för omhändertagande av takvatten. Fylls hålrummen i makadam under trätrallen ska vattennivån stiga och bäddning sker på gårdsytan eller i rännadar mot nedsänkta växtbäddar markerade med blå polygoner i Figur 9. Gårdytan avvattnas även den mot de nedsänkta växtbäddarna. Infiltration till det luftiga bärlagret (ljusblå polygon Figur 9) sker via växtbäddarna.



Figur 9. Planutformning dagvattenhantering Hus 4. Källa: Archus Landskap 2017-03-10.

5.2 Parkeringsgarage

Under bjälklaget kommer ett parkeringsgarage att anläggas. Garaget ska inte utrustas med några möjligheter för att omhänderta regn- och smältvatten från fordon (t.ex. golvbrunnar), då det uppskattningsvis kommer vara mycket små flöden. Man vill undvika att miljögifter som finns i smält- och regnvatten från fordon sprids till avloppsverk eller till dagvattenrecipienten.

Regn- och smältvatten som samlas i garaget får därmed dunsta bort och rengöring sker med sopning eller på likvärdigt sätt. Uppsopat damm och smuts omhändertas som farligt avfall. Alternativt kan rännor utan utlopp placeras i låglinje i garaget och uppsamlat regn- och smältvatten samt skräp rensas manuellt med slamsugning.

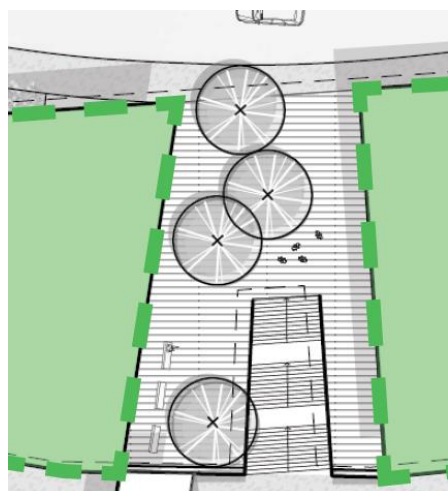
En dagvattenränna kan även anslutas till in- och utfartsrampen för omhändertagande av regn och smältande snö som släpper från fordon när de kör in i parkeringsgaraget.

5.3 Kommunalt torg

Det kommunala torget avvattnas enligt tidigare angivet mot trädgropar och skelettjord på torget. Avvattningen till trädgroparna kan ske på två vis:

- Ytledes avledning på markytan mot trädgroparna som är något nedsänkta i förhållande till omkringliggande mark. Vattnet infiltrerar genom växtjorden ner till skelettjorden.
- Via luftningsbrunnen för trädgropen leds dagvattnet direkt in till den luftiga skelettjorden. Denna lösning har hög kapacitet för att ta emot vatten och får därmed snabbt bort vatten från markytan.

Även torget kan anläggas med en tillgänglig volym för fördröjning av dagvatten i det luftiga bärlagret ovan bjälklaget likt bjälklagsgårdarna.



Figur 10. Planutformning dagvattenhantering Kommunalt torg. Källa: Archus Landskap 2017-03-10.

6 Dagvattenflöden

Avrinningen före och efter exploatering har beräknats enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Dagvattenberäkningarna för kvarteret redovisas nedan. Indata för beräkningarna redovisas i Tabell 1. Rinntiderna inom kvarteret antas inte överstiga 10 minuter.

Tabell 1. Indata för beräkning av dimensionerande flöden. Från Svenskt Vatten P110.

	10-årsregn
Återkomsttid	120 mån
Varaktighet	10 min
KLimatfaktor	1,25
Regnintensitet utan fördröjning	228 l/s, ha
Regnintensitet inkl. klimatfaktor 1,25	285 l/s, ha

Area – Area av yta [m²]

Φ – Avrinningskoefficient [-], från Svenskt Vattens publikation P110

Area_{Red} – Reducerad area [m²], Area_{Red}= Area * Φ

Q - Flöde [l/s], flödena i nedanstående beräkningar är baserade på 10 minuters varaktighet.

6.1 Flöden före omexploatering av Kv. Ballongberget

Nuvarande markanvändning har uppskattats enligt följande: hårdgjord parkering (22 %), gång- och cykelbana (4 %), lokalgata (3 %) och parkmark (71 %). Beräknade flöden före nyexploatering redovisas i Tabell 2.

Tabell 2. Beräknade flöden före nyexploatering.

Yta	Area [m ²]	Φ [-]	Area _{Red} [m ²]	Q 10 år [l/s]	Q 10 år inkl klimatfaktor 1,25 [l/s]
Befintligt flerfamiljshusområde					
Tak	5 700	0,9	5 130	116,9	146,1
Väg	3 100	0,8	2 480	56,5	70,6
Gångväg	5 215	0,8	4 172	95,1	118,8
Gräs	13 600	0,1	1 360	31,0	38,7
Delsumma	27 615	0,5*	13 142	299,5	374,4
Utredningsområde					
Parkering	1 900	0,8	1 520	34,6	43,3
Gräs	7 900	0,1	790	18,0	22,5
Väg	200	0,8	160	3,6	4,6
Gångväg	150	0,8	120	2,7	3,4
Delsumma	10 150	0,3*	2590	59,0	73,8
Total summa	37 765	0,4*	15 732	358,5	448,2

*Sammanvägd avrinningskoefficient A_{Red}/A

Före planerad exploatering beräknas ett flöde på ca 450 l/s uppstå från hela planområdet vid ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25. Vid befintlig situation i nutid beräknas ett flöde på ca 360 l/s uppstå, utan klimatfaktor 1,25. Dagvattenflödet från utredningsområdet vid befintlig situation vid ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 beräknas till ca 70 l/s.

6.2 Flöde efter omexploatering av Kv. Ballongberget, utan fördröjning

Planerad markanvändning för planområdet efter planerad exploatering har uppskattats enligt följande: takyta konventionellt tak (19 %), takyta grönt tak (19 %), planteringar/grönytor (18 %), trätrall (4 %), sandlådor (1 %), hårdgjord gårdsyta (34 %) och kommunalt torg (6 %). Beräknade flöden efter nyexploatering redovisas i Tabell 3, ingen hänsyn har tagits för eventuell fördröjning av dagvatten på de gröna taken i dessa beräkningar.

Tabell 3. Beräknade flöden efter nyexploatering.

Yta	Area [m ²]	Φ [-]	Area _{Red} [m ²]	Q 10 år [l/s]	Q 10 år inkl klimatfaktor 1,25 [l/s]
Befintligt flerfamiljshusområde					
Tak	5 700	0,9	5 130	116,9	146,1
Väg	3 100	0,8	2 480	56,5	70,6
Gångväg	5 215	0,8	4 172	95,1	118,8
Gräs	13 600	0,1	1 360	31,0	38,7
Delsumma	27 615	0,5*	13 142	299,5	374,4
Utredningsområde					
Takyta	3 400	0,9	3 060	69,7	87,2
Gårdsyta	6 750	0,5	3 375	76,9	96,1
Delsumma	10 150	0,6*	6 435	146,7	183,3
Total summa	37 765	0,5*	19 577	446,2	557,7

*Sammanvägd avrinningskoefficient A_{Red}/A

Efter planerad exploatering beräknas flödet från hela planområdet vid ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 öka till ca 560 l/s. Dagvattenflödet från utredningsområdet vid ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25 beräknas öka från ca 70 l/s till ca 180 l/s.

6.3 Extremregn

Större regn än dimensionerande regn kan förekomma och kommer enligt branschorganisationen Svenskt Vatten bli mer förekommande i framtiden i och med förväntade klimatförändringar. Enligt prognostiserade klimatförändringar kommer regn med högre nederbördsintensitet bli vanligare under kommande hundraårsperiod.

Vid högintensiva regn, som förekommer idag och kan antas öka i framtiden, uppstår flöden som dagvattensystemet inom kvarteretsmark inte klarar av att ta om hand. Då ska höjdsättningen av gårdarna säkerställa att ytleddes avrinning kan ske så att byggnader och annan infrastruktur inte kommer till skada.

För nyexploateringen inom Kv. Ballongberget ska höjdsättningen utföras på ett sådant sätt att dagvatten kan bräddas ut från gårdsytorna till omkringliggande gaturum. Vid detaljutformning av ny höjdsättning ska det även säkerställas att garagenedfarter till underliggande parkeringsgarage inte blir lågpunkter för omkringliggande mark. Instängda områden får ej skapas mellan huskropparna.

7 Magasinsberäkningar

Magasinsberäkningar för att säkerställa att utflödet från Kv. Ballongberget inte ökar i och med planerad exploatering har utförts enligt Svenskt Vatten P110⁵ och redovisas i Tabell 4. Beräkningar för erforderlig magasinvolym har endast beräknats för utredningsområdet då flödet från befintligt bostadsområde norr om utredningsområdet kommer inte att förändras.

Tabell 4. Erforderliga magasinvolym med utgångspunkt i att avrinningen från fastigheten ej får öka.

Yta	Area [m ²]	Area _{Red} * [m ²]	Max utflöde [l/s]**	Erforderlig magasinvolym inkl. klimatfaktor 1,25 [m ³]
Kv. Ballongberget	10 150	6 435	73,8	43

*Area_{Red} efter planerad exploatering

**Flöde före exploatering utan klimatfaktor

För att inte öka flödet från Kv. Ballongberget i och med den planerade exploateringen kommer en erforderlig magasinvolym på 43 m³ att krävas. Beräkningarna har tagit hänsyn till en klimatfaktor på 1,25.

7.1 Tillgängliga volymer inom Kv. Ballongberget

Nedan redovisas beräkningar för tillgängliga magasinvolym enligt beskriven dagvattenhantering.

7.1.1 Gröna tak

Utbredningen och utformningen av gröna tak är som tidigare nämnts inte fastställt i dagsläget. Magasinsvolym som kan uppnås beroende av hur stor del av den totala takytan som anläggs med grönt tak, samt beroende av om de gröna taken utformas som extensiva eller intensiva gröna tak

⁵ Svensk Vatten P110 Kap 10.6, Magasinsberäkning med hänsyn till rinntid enligt Dahlström 2010 för varaktigheter upp till 1 dygn.

redovisas i Tabell 5. Beräkningsmetod för möjlig magasinsvolym som går att uppnå i grönt tak beräknas enligt Ekv. 1 nedan.

$$\text{Area gröna tak}(m^2) \times \text{Nederbörd som omhändertaras}(mm) = \text{Magasinsvolym}(m^3) \quad (\text{Ekv. 1})$$

Tabell 5. Magasinsvolym som kan uppnås beroende av utformning och utbredning av gröna tak.

Procent av totala takytan utformas som extensiva gröna tak (omhändertar 5 mm)	Area (m ²)	Magasinsvolym (m ³)
10 %	340	1,7
25 %	850	4,25
50 %	1700	8,5
75 %	2550	12,75
Procent av totala takytan utformas som intensiva gröna tak (omhändertar 20 mm)	Area (m ²)	Magasinsvolym (m ³)
10 %	340	6,8
25 %	850	17
50 %	1700	34
75 %	2550	51

Tabell 5 visar att spannet av hur stor volym de gröna taken kommer kunna omhänderta varierar stort med den areala utbredningen och substrattjockleken. Ju större area som anläggs med grönt tak och ju tjockare substrattjocklek taken har desto större fördröjningsvolym går att uppnå. En större fördröjningsvolym på taken minskar behovet av fördröjning av takavvattning i marknivå.

7.1.2 Nedsänkta växtbäddar

Samtliga nedsänkta växtbäddar antas utformas med en tillgänglig fördröjningsvolym på minst 10 cm. Tillgänglig area av nedsänkta växtbäddar har beräknats till ca 680 m² enligt planutformning dagvattenhantering av Archus Landskap 2017-03-10, Figur 7.

Med en nedsänkning på 10 cm ger det en tillgänglig fördröjningsvolym på ca 70 m³, se Ekv. 2.

$$\text{Area växtbäddar} \times \text{Djup fördröjningsvolym} = 680 \text{ m}^2 \times 0,1 \text{ m} = 68 \text{ m}^3 \quad (\text{Ekv. 2})$$

7.1.3 Luftigt bärlager ovan bjälklag

Tillgänglig area av luftigt bärlager har beräknats till ca 1 350 m² enligt planutformning dagvattenhantering av Archus Landskap 2017-03-10, Figur 7. Med en dränerbar porvolym på 0,3 (likt makadam utan nollfraktioner) samt en djup på 400 mm ger detta en tillgänglig magasinsvolym på ca 160 m³, Se Ekv. 3.

$$\begin{aligned} \text{Area luftigt bärlager} \times \text{Porositet} \times \text{Djup} &= \\ &= 1350 \text{ m}^2 \times 0,3 \times 0,4 \text{ m} = 162 \text{ m}^3 \end{aligned} \quad (\text{Ekv. 3})$$

Beräkningarna har baserats på utmärkta ljusblå områden i Figur 5. Sprids det luftiga bärlagret över hela ytan av bjälklagsgårdar kommer en mycket större volym kunna uppnås.

7.1.4 Sammanställning magasinsvolym

Skulle 50 % av takytan anläggas med ett extensivt grönt tak och övrig dagvattenhantering sker enligt förslagen ovan blir den totala tillgängliga magasinsvolymen för planområdet ca 240 m³, se Ekv. 4, vilket är fem gånger så mycket som kravet på erforderlig magasinsvolym.

$$\text{Gröna tak} + \text{Nedsänkta växtbäddar} + \text{Luftigt bärlager ovan bjälklag} = \text{Total magasinsvolym}$$

$$8,5 \text{ m}^3 + 68 \text{ m}^3 + 162 \text{ m}^3 = 238,5 \text{ m}^3 \quad (\text{Ekv. 4})$$

Anläggs inga gröna tak kommer man ändå kunna uppnå den erforderliga magasinsvolymen genom att skapa en tillgänglig fördröjningsvolym i marknivå i växtbäddar och luftigt bärlager ovan bjälklaget.

8 Beräknade närsalt- och föroreningsmängder

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med schablonvärden⁶ och en korrigerad årlig nederbörd på 592 mm vid SMHI:s mätstation för Stockholm⁷. Utvalda ämnen för beräkningarna är fosfor, kväve, de vanligaste tungmetallerna, partiklar (eng. suspended solids, förkortat SS), olja och polycykliska aromatiska kolväten (PAH₁₆).

Schablonhalter för ytorna har hämtats från StormTac v18.1.1. Fullständiga beräkningar för förorenings- och närsaltmängder före och efter exploatering med och utan rening redovisas i Bilaga 2 och 3.

I beräkningarna för föroreningstransporten från planområdet har befintlig bebyggelse som ej påverkas av planerad exploatering delats in i markanvändningarna takyta, gårdsyta inom kvarter, gräsyta och väg med antagen ÅDT 0-1000 fordon/dygn, se Figur 11.

Tabell 6. Markkartering för beräkning av föroreningsbelastningen från befintlig bebyggelse som ej påverkas av planerad exploatering.

Yta	Area [m ²]	Area [ha]
Väg (ÅDT 0-1000)	3 100	0,31
Takyta	5 700	0,57
Gårdsyta inom kvarter	9 115	0,91
Gräsyta	9 700	0,97
Summa	27 615	2,76



Figur 11. Schematisk figur över markkartering för föroreningsberäkningarna före planerad exploatering.

⁶ www.stormtac.se, v18.1.1.

⁷ SMHI, 2003. Nr 111, Korrektion av nederbörd enligt enkel klimatologisk metodik.

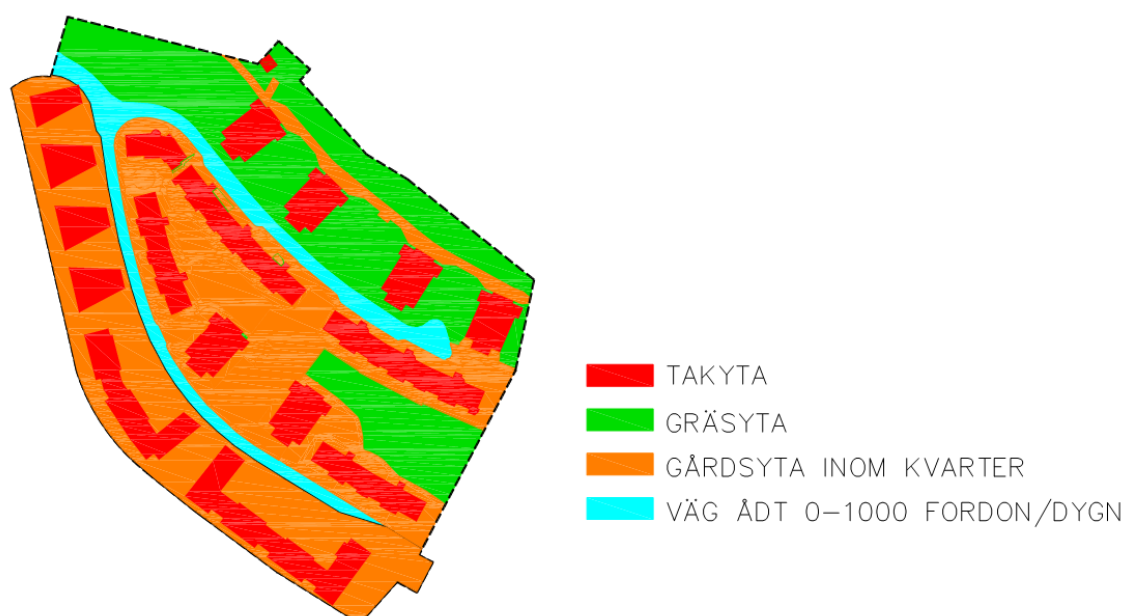
Utredningsområdet har före planerad exploatering tilldelats schablonhalter för markanvändningarna parkering och parkmark, se Figur 11. Efter planerad exploatering har markanvändningarna takyta, grönt tak och gårdsyta inom kvarter använts, se Figur 12.

Tabell 7. Markkartering för utredningsområdet befintlig situation.

Yta	Area [m ²]	Area [ha]
Parkering	1 900	0,19
Parkmark	8 250	0,83
Summa	10 150	1,015

Tabell 8. Markkartering för utredningsområdet efter planerad exploatering.

Yta	Area [m ²]	Area [ha]
Takyta	1 700	0,17
Grönatak	1 700	0,17
Gårdsyta inom kvarter	6 750	0,68
Summa	10 150	1,02



Figur 12. Schematisk figur över markkartering för föroreningsberäkningarna efter planerad exploatering.

Det bör noteras att nedan redovisade mängder av föroreningar ska ses som generella då precisionen i schablonvärdena inte är exakt. Samt att beräkningsmässiga möjligheter att kvantifiera dagvattenburna transporter av problemämnet antracen för närvarande saknas. Ingen rening har antagits för dagvattenavrinning vid befintlig situation. Efter planerad exploatering beräknas all avrinning renas genom makadamlager enligt avsnitt 5 *Framtida dagvattenhantering*. Avskiljningsgrader som använts vid beräkningarna redovisas nedan i Tabell 6. Avskiljningsgraden vid rening är hämtade från StormTac och är baserade på rening genom makadamfyllning. Reningseffekten av makadammagasin enligt StormTac web redovisas i Tabell 9.

Tabell 9. Avskiljningsgrad i procent.

Ämne	Reningsgrad makadammagasin
P	11
N	36
Pb	67
Cu	62
Zn	44
Cd	57
Cr	61
Ni	33
Hg	34
SS	64
Olja	46
PAH 16	49

Det har tidigare fastställts att en magasinvolym högt över vad som krävs för att inte öka flödet ut från fastigheten kan uppnås utan problem. För att inte överskatta mängden ytavrinning som leds genom en reningsprocess har det i den beräknade reningseffekten antagits att max 20 mm nederbörd inom utredningsområdet leds mot rening. Detta leder till en erforderlig effektiv magasinvolym på ca 100 m³ för att uppnå beräknad reningsgrad. Kan det i senare skede vid detaljprojekteringen säkras att en högre andel avrinning genomgår rening skulle det vara positivt då det innebär ytterligare minskning av närsalter och föroreningsmängder till recipient Brunnsviken.

Beräknad föroreningsbelastning från planområdet före och efter planerad exploatering samt med och utan rening redovisas i Tabell 7.

Tabell 10. Beräknade förorenings- och närsaltsmängder före och efter utbyggnad utan och med åtgärdsförslag.

Ämne	Mängd	Före utbyggnad	Efter utbyggnad utan rening	Efter utbyggnad med rening
P	kg/år	1,3	1,4	1,4
N	kg/år	20	25	22
Pb	g/år	67	40	33
Cu	g/år	180	170	140
Zn	g/år	470	390	340
Cd	g/år	4,7	5,2	4,4
Cr	g/år	58	51	44
Ni	g/år	49	42	38
Hg	g/år	0,34	0,35	0,32
SS	kg/år	519	454	380
oil	kg/år	3,6	3,2	2,9
PAH16	g/år	6,9	5,5	4,0

Tabell 10 visar att med långtgående reningsåtgärder enligt denna dagvattenutredning så beräknas föroreningsbelastningen från planområdet minska eller förbli oförändrad för samtliga beräknade ämnen. För fosfor och kväve har en mycket liten ökning beräknats som anses vara inom felmarginalen för beräkningsmetoden.

Även då kravet för fördröjning (att inte öka flödet jämfört med befintlig situation) är långt under beskriven dagvattenhantering i denna utredning rekommenderas det att minst 20 mm nederbörd leds mot infiltration och rening i nedsänkta växtbäddar samt luftigt bärlager ovan bjälklaget för att inte äventyra möjligheten att uppnå miljö kvalitetsnormerna för Brunnsviken.

För antracen så har försök visat⁸ att det som är partikulärt bundet kan avskilja genom t.ex. filtrering genom sand eller andra metoder som bygger på filtrering eller silning. Det kan även antas att den största delen av antracen, och andra PAH:er, återfinns som partiklar större än 11 µm och därmed inte figurerar som lösta föroreningar. Detta innebär att de föreslagna metoderna för dagvattenhantering; terrassbjälklag och växtbäddar, kan antas avskilja även en del antracen. Antracen tillhör även gruppen PAH:er och föreslagna åtgärder har en beräknad avskiljning av PAH:er på ca 70 %.

9 Slutsats och diskussion

- Med en dagvattenhantering som beskrivs i denna rapport kommer man utan problem uppfylla kravet om att inte öka flödet från planområdet i och med planerad exploatering.
 - Exakt utformning och höjdsättning är i dagsläget inte fastställd. Det bedöms dock att man utan problem kommer kunna omhänderta erforderlig volym dagvatten.
 - Det har antagits att samtliga taktytor och gårdsytor avvattnas mot nedsänkta växtbäddar och luftigt bärlager på gårdsytorna.
 - För ökad infiltrationshastighet kan en remsa dräneringsgrus eller ett bräddavlopp användas för att då direktkontakt med underliggande luftigt bärlager.
 - Det kan bli problematiskt att avleda all avvattning från kvarteret Hus 2 till angiven plats i norr. Det rekommenderas därför att den planerade vanliga växtbäddar i norr sänks ner och har kontakt med det underliggande bärlagret.
 - Takvatten från Hus 4 kan fördröjas i ett första steg i grus under uteplatserna av trä. Bräddning sker från gruset till nedsänkt växtbädd placerad centralt i gårdsytan.
 - Dagvattenhantering och underhållsansvar för det kommunala torget är inte heller bestämt i dagsläget. Beräkningarna i denna utredning har baserats på antagandet att lokalt omhändertagande och rening nära källan ska eftersträvas även där.
- Genom föreslagen dagvattenhantering att leda avrinningen genom rening i nedsänkta växtbäddar och/eller makadamfyllning i luftigt bärlager kommer man inte heller öka föroreningsbelastningen från planområdet. Det sker dessutom en minskning av bly, koppar, zink, krom, kvicksilvers, partiklar och olja.
- Det finns anledning att resonera om huruvida beräknade mängder ut från planområdet efter rening kan vara något överskattade.
 - Schablonhalterna från StormTac för både taktytor och gröna tak kan anses förhållandevis höga. Dagvatten som avrinner från vanliga taktytor brukar anses som rent, men schablonhalterna för takavrinning ligger högre än schablonhalterna för t.ex. parkering när det gäller kväve, kadmium och nickel. De mycket höga schablonhalterna i StormTac för fosfor och kväve från gröna tak kan antas baseras på viss underhållsgödsling av taken alternativt att mätning har skett strax efter anläggandet.
- I beräkningarna har det inte tagits någon hänsyn till eventuell seriekopplad rening inom området. Exempelvis om dagvatten skulle ledas genom fler olika reningsprocesser

⁸ Iverfelt, U., 2014. Släckvattenpartiklars spridning i mark och grundvatten. Examensarbete för Institutionen för Geovetenskaper, Luft- vatten- och landskapslära, Uppsala Universitet.

(filtrering genom både växtbädd och makadamfyllning) innan det når det kommunala ledningsnätet och leds vidare till Brunnsviken.

- Kan dagvattenhanteringen optimeras och i princip all avrinning ledas genom rening i form av filtrering i nedsänkta växtbäddar eller luftigt bärlager kommer i princip ingen by-pass ske och en högre reningsgrad kommer uppnås.
- Ingen hänsyn har tagits till att det vid små nederbördstillfällen inte kommer ske någon avrinning alls och därmed ingen belastning från de gröna taken, oberoende av de gröna taken utformning och utbredning.
 - Kan de gröna taken utformas som intensiva gröna tak som kan omhänderta ca 20 mm kommer ingen avrinning att ske från de ytorna vid majoriteten av nederbördstillfällena. Minskad avrinning leder även till minskad föroreningsbelastning om ingen avrinning sker.