



Illustration BSK Arkitekter

ALM Equity

PM Dagvatten Archimedes 1

Stockholm 2017-02-09

Reviderad 2017-06-26

PM Dagvatten Archimedes 1

Datum 2017-02-09
Reviderad 2017-06-26
Uppdragsnummer 1320013875

Johanna Ardland Bojvall
Uppdragsledare

Camilla Andersson
Handläggare

Hanna Särnefält
Granskare

Ramböll Sverige AB
Box 17009, Krukmakargatan 21
104 62 Stockholm

Telefon 010-615 60 00
Fax 010-615 20 00

Unr 1320013875 Organisationsnummer 556133-0506

Innehållsförteckning

1.	Inledning	3
1.1	Bakgrund	3
1.2	Uppdragsbeskrivning	3
2.	Förutsättningar	4
2.1	Dagvattenpolicy	4
2.2	Underlag	4
2.3	Miljökvalitetsnormer för vatten	5
2.4	Dimensionering	5
2.5	Förslag till riktvärden för dagvatten	5
3.	Nulägesbeskrivning	6
3.1	Beskrivning av området	6
3.2	Geotekniska förhållanden	7
3.3	Föroreningsituation	8
3.4	Hydrologiska förhållanden	8
3.5	Skyfallsmodell för Stockholm stad	8
3.6	Befintliga ledningar och avvattning	9
3.7	Natur- och kulturvärden	11
4.	Framtida utformning	12
5.	Flödesberäkningar	13
5.1	Flöden med nuvarande markanvändning	14
5.2	Flöden efter nyexploatering	15
5.3	Erforderligt fördröjningsbehov	15
6.	Allmänt om dagvattenhantering	16
6.1	Höjdsättning	16
6.2	Materialval	16
6.3	Bjälklagskonstruktion	17
7.	Dagvattenhantering	17
7.1	Allmän platsmark	19
8.	Exempel dagvattenlösningar	20
8.1	Gårdsyta	20
8.2	Växtbäddar	20
8.3	Gröna tak och takterrasser	21
9.	Dimensionerande flöde med föreslagna åtgärder	23
10.	Föroreningsberäkningar	24
10.1	Metod för föroreningsberäkningar	24

10.2	Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac.....	24
10.3	Markanvändning ansatt i StormTac.....	25
10.4	Resultat föroreningsberäkningar.....	25
11.	Diskussion och slutsats	26
12.	Referenser	28

Bilagor

Bilaga 1. Avvattningsplan - exempel

1. Inledning

1.1

Bakgrund

I Mariehäll pågår ett planarbete för att möjliggöra en omvandling från industriområde till en blandad stad med bostäder, verksamheter park och torg. Detaljplanen omfattar fastigheterna Archimedes 1 och del av Mariehäll 1:10 (Figur 1) och möjliggör totalt ca 800 nya lägenheter. På fastigheten Archimedes 1 föreslår A.L.M Equity AB ca 600 lägenheter, förskola och lokaler för centrumändamål. Detta sker genom omvandling av befintliga byggnader samt nybyggnation.



Figur 1. Översikt över hela planområdet (markerat med röd linje) (Stockholm stad 2016, Mariehäll, Archimedes). Denna utredning behandlar förutsättningarna för dagvattenhantering på fastigheten Archimedes 1.

1.2

Uppdragsbeskrivning

I samband med planarbetet har Ramböll Sverige AB fått i uppdrag av A.L.M Equity AB att utföra en dagvattenutredning för att klarlägga förutsättningarna för dagvattenhantering inom fastigheten Archimedes 1 med hänsyn till planerad nyexploatering.

Uppdraget omfattar att:

- beskriva dagvattenrecipienten och dess statusklassning
- beskriva dagvattenavrinningen före och efter nyexploatering
- beräkna dimensionerande flöden före och efter nyexploatering samt erforderlig fördröjningsvolym

- utföra föroreningsberäkningar för situationen före och efter nyexploatering
- föreslå utformning av dagvattensystem för fördröjning och eventuell rening
- bedöma eventuella konsekvenser på recipienten av planförslaget

2. Förutsättningar

2.1

Dagvattenpolicy

Stockholm stad har en dagvattenstrategi (Stockholm stad, 2015a) för att redovisa kommunens riktlinjer för dagvattenhantering. Strategin innehåller mål för en hållbar dagvattenhantering, uppdelat på fyra punkter:

1. Förbättrad vattenkvalitet i stadens vatten
2. Robust och klimatanpassad dagvattenhantering
3. Resurs och värdeskapande för staden
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt genomförande

De principer som kommunen pekar på att uppnå sina fastställda mål är bland annat:

- Föroreningarna i dagvatten ska begränsas och åtgärder ska i första hand vidtas vid föroreningskällan
- Dagvatten ska så långt som möjligt fördröjas och omhändertas lokalt
- Höjdsättning av mark, byggnader och infrastruktur ska ge plats för dagvattnet
- Dagvattensystemet ska dimensioneras och höjdsättas så att de är anpassade för förväntade klimatförändringar samt framtida planerade utbyggnader. Sekundära avrinningsvägar ska identifieras och säkerställas
- Enkla och kostnadseffektiva lösningar för dagvattenhantering ska tillämpas
- Öppna lösningar ska väljas i möjligaste mån. Dagvatten ska användas för att skapa attraktiva och funktionella inslag i stadsmiljön

2.2

Underlag

Följande underlag ligger till grund för dagvattenutredningen:

- Stockholm stads dagvattenstrategi (Stockholm stad, 2015a)
- Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen (Stockholm stad, 2015b)
- Jordartskarta (SGU)
- Grundkarta/baskarta
- Samlingskarta

2.3 **Miljökvalitetsnormer för vatten**

Sedan år 2000 finns ett gemensamt vattendirektiv för hela EU, kallat Ramdirektivet för vatten, ett nationsöverskridande samarbete som skall försäkra en god vattenkvalitet, nu och i framtiden. Vattendirektivet infördes i svensk lagstiftning år 2004. Vattenförekomsternas nuvarande ekologiska och vattenkemiska status bedöms och målet är att uppnå miljökvalitetsnormen god status år 2015 eller senast till år 2021.

Dagvattnet från den aktuella fastigheten leds till Bällstaviken som är en del av Mälaren-Ulvsundasjön, vattenförekomst EU_CD: SE658229-162450. Mälaren-Ulvsundasjöns ekologiska status är enligt arbetsmaterial daterat 2015-04-08 måttlig, främst på grund av växtplankton- och näringsämnespåverkan och miljökvalitetsnormen anger att god ekologisk status ska uppnås till 2021.

Den kemiska ytvattenstatusen 'uppnår ej god' på grund av överskridande av riktvärden för fem prioriterade ämnen; kvicksilver, bly, tributyltennföreningar, bromerad difenyleter samt antracen. I kvalitetskravet anges undrantag - mindre stränga krav för kvicksilver och bromerad difenyleter (vilka har förhöjda halter i alla svenska vatten). Skälet för undantagen är att problemen med föroreningarna anses vara av sådan karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar för att åtgärda dem. För bly, tributyltennföreningar och antracen finns en tidsfrist till 2027 då god kemisk ytvattenstatus senast ska uppnås.

2.4 **Dimensionering**

I Stockholm stads checklista för dagvattenutredningar (2015-06-03) anges att beräkningar av dagvattenflöden med nuvarande markanvändning ska utföras för regn med återkomsttid 10 år. Dagvattenflödet för framtida markanvändning ska beräknas för 10-årsregn med klimatfaktor 1,2, det vill säga med hänsyn till kraftigare nederbörd till följd av klimatförändringar.

2.5 **Förslag till riktvärden för dagvatten**

För dagvatten finns det inga nationellt fastslagna riktvärden för föroreningshalter. I Stockholms län togs förslag till riktvärden fram under februari 2009. Vilket riktvärde som skall användas är bland annat beroende av var i ett avrinningsområde utsläppet sker och storleken på recipienten. I detta fall har årsmedelhalterna jämförts med riktvärden för nivå 1M (Tabell 1), vilket är det strängaste riktvärdet och avser utsläpp till mindre sjöar eller vattendrag från delområde med utsläpp direkt till recipient.

Tabell 1. Föreslagna riktvärden (årsmedelhalt) för dagvattenutsläpp med nivå 1M (Stockholms läns landsting, 2009).

Ämne	Enhet	Riktvärde för nivå 1M
P	µg/l	160
N	mg/l	2,0
Pb	µg/l	8
Cu	µg/l	18
Zn	µg/l	75
Cd	µg/l	0,4
Cr	µg/l	10
Ni	µg/l	15
Hg	µg/l	0,03
SS	mg/l	40
Olja	mg/l	0,4

3. Nulägesbeskrivning

3.1

Beskrivning av området

Fastigheten Archimedes 1 ligger i den södra delen av stadsdelen Mariehäll och ingår tillsammans med delar av fastigheterna Mariehäll 1:10 och fastigheten Ulvsunda 1:1 i ett planområde med syfte att omvandla en del av ett äldre industri- och verksamhetsområde till framförallt bostäder. Planområdet ligger i nära anslutning till Bällstaviken. Den aktuella fastigheten omfattar idag ca 1,35 ha och angränsar i syd och väst till Gårdsfogdevägen respektive Archimedsvägen och i öster till ett parkområde som är en del av Mariehäll 1:10. Fastigheten är i dagsläget en industrifastighet med kontor och lager och består endast av hårdgjorda ytor i form av byggnader och asfalterade ytor främst avsedda för parkering.

I samband med planerad nyexploatering kommer fastighetsgränsen att justeras och en del av den nuvarande fastighetsytan kommer att utgöras av allmän platsmark med en torgyta i sydöst. Denna utredning omfattar endast ytan inom den nya fastighetsgränsen (Figur 2), vilken utgör ca 1 ha.

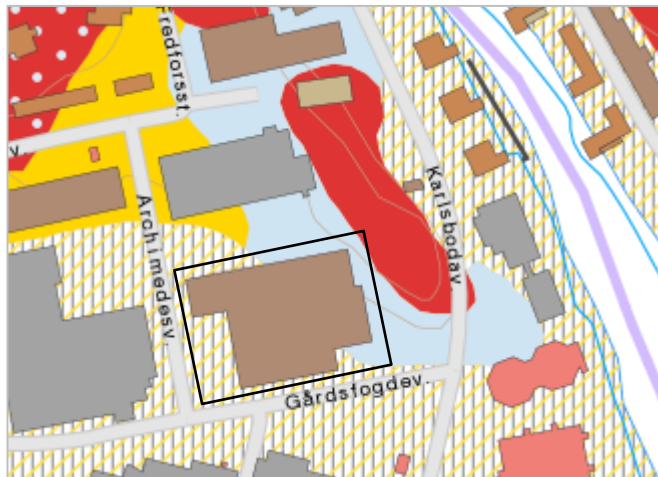


Figur 2. Befintliga förhållanden på fastigheten Archimedes 1. Fastighetens framtida fastighetsgräns är ungefärligt markerad med röd linje.

3.2

Geotekniska förhållanden

Marken inom fastigheten består till största del av fyllning med underliggande lager av lera och silt, samt morän i de östra delarna (Figur 3).



Figur 3. Jordartskarta från SGU. Grå ränder representerar fyllning, sneda gula ränder representerar underliggandelager av lera och silt, ljusblå fält är morän och rött är berg. Utredningsområdet är ungefärligt markerad med svart heldragen linje.

3.3 Föroreningssituation

Fastigheten Archimedes 1 utgörs av gammal industrimark där det bland annat förekommit verkstadsindustrier samt ytbehandling med användning av klorerade lösningsmedel. Enligt länsstyrelsens klassning är det stor risk att fastigheten är ett potentiellt förorenat område (VISS, 2015). Inom fastigheten, bland annat utanför befintliga byggnader samt under Sågtandsbyggnaden, har det exempelvis påträffats halter av tungmetaller som överstiger riktvärdena för mindre känslig markanvändning (MKM) och förhöjda halter av PAH, alifatiska kolväten och klorerade kolväten. Sandström miljö- och säkerhetskonsult har genomfört en miljöteknisk markundersökning (2013) samt en kompletterande miljöteknisk markundersökning (2014), som påvisat förekomsten av klorerade lösningsmedel i porgas, jord och markvatten.

Planbeskrivningen anger att de påträffade föroreningarna behöver åtgärdas om fastigheten ska användas för bostadsändamål. Förekomsten av föroreningar innebär också att infiltration av dagvatten inom fastigheten inte bedöms vara lämpligt, då en sådan infiltration riskerar att föra med sig föroreningar från lager under åtgärdsdjupet och vidare till grundvattnet.

3.4 Hydrologiska förhållanden

Archimedes 1 ligger strax norr om ett område där en särskilt stor risk för översvämning vid extrema nederbördssituationer föreligger. Där beror problemen delvis på att Bromma flygplats bidrar med stora vattenflöden till dagvattenledningarna och det finns därför en risk att dessa inte har kapacitet nog att hantera de flöden som uppstår vid kraftiga regn. Den aktuella fastigheten ligger dock inom ett separat mindre avrinningsområde.

Planområdet ligger också i nära anslutning till Bällstaviken inom tillrinningsområdet för Bällstaviken – Ulvsundasjön. Detta gör att risken för översvämning till följd av höga vattennivåer i Mälaren behöver tas i beaktande. Vid höjdsättning av planområdet är det därför viktigt att ta hänsyn till länsstyrelsens rekommenderade lägsta grundläggningsnivå, +2,7 (RH2000). Den planerade ombyggnationen av Slussen kommer att ge förbättrade möjligheter att reglera Mälarens vattenstånd vilket minskar översvämningsrisken betydligt i framtiden, men hänsyn behöver tas till förändrade framtida förhållanden med mer intensiv nederbörd till följd av klimatförändringar.

Lägsta planerade källarnivå enligt utställningshandling 2017-03-29 (BSK Arkitekter) är +0,8 vid punkthuset i öster, vilket kräver tät konstruktion. Lägsta planerade entrénivå ligger dock med marginal över länsstyrelsens rekommenderade lägsta grundläggningsnivå.

3.5 Skyfallsmodell för Stockholm stad

Som ett led i Stockholm stads klimatanpassningsarbete har en skyfallsmodellering tagits fram i samverkan mellan Stockholm Vatten och miljöförvaltningen. Skyfallsmodelleringen har genomförts av WSP med hjälp av den hydrauliska ytavrinningsmodellen MIKE 21 från DHI. Modellen utgår från en yta med befintliga

markhöjder som belastas med ett 100-årsregn anpassat till det klimat som förväntas råda år 2100. Skyfallsmodellen simulerar vattnets naturliga rinnvägar mot lågpunkter och ger på så vis en bild av var översvämningsrisker kan finnas. I metodrapporten (Stockholm Vatten, 2015d) beskrivs tillvägagångssätt, de scenarier som studerats och vilka antaganden beräkningarna bygger på.

I Figur 4 visas resultat av skyfallsmodelleringen för 'scenario C', vilket beskriver ogynnsamma förhållanden där markens infiltrationskapacitet är låg och rännstensbrunnar och ledningar på fastigheter klarar ett 5-års regn. GIS-skiktet för maximalt vattendjup under simuleringsförloppet har hämtats från Stockholm stads dataportal 'Öppna data' (2016-11-08).

I Figur 4 kan man se att vatten idag riskerar att fångas på norra sidan av Färjan.

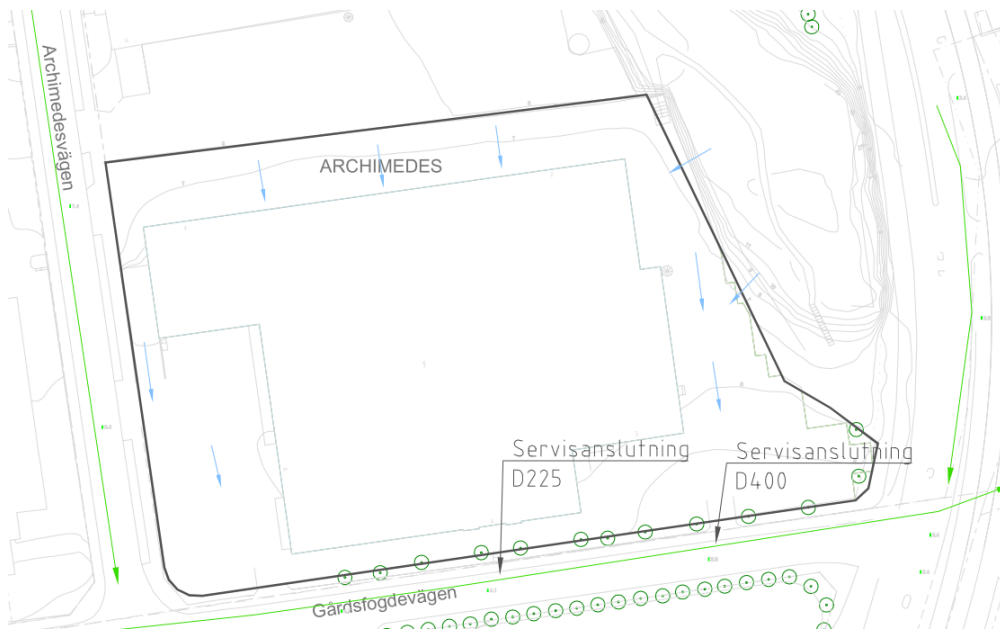


Figur 4. Maximala vattendjup under simuleringsförloppet för scenario C, Stockholm stads skyfallsmodellering (Öppna data, 2017-05-11). Fastigheten är markerad med röd oval.

3.6 Befintliga ledningar och avvattning

Ledningsnätet i fastighetens närområde är ett duplikatsystem, vilket innebär att dag- och spillvatten hanteras i separata ledningar. Dagvattnet från fastigheten samlas upp via brunnar och leds till det kommunala dagvattennätet, där det transporteras vidare till Bällstaviken och vattenförekomsten Mälaren-Ulvsundasjön. Dagvattenledningar finns i såväl Karlsbodavägen (dimension 200-250 mm) som Gårdsfogdevägen (dimension 600 mm). Ledningen i Gårdsfogdevägen fungerar även som bräddledning för spillvatten då kapaciteten i spillvattennätet överskrids. I korsningen Gårdsfogdevägen/Karlsbodavägen ansluter dagvattenledningarna till en utloppsledning med dimension 800 mm, där dagvattnet leds vidare till sitt utlopp i Bällstaviken.

En översikt över befintliga ledningar och avvattning på fastigheten visas i Figur 5.



Figur 5. Befintliga dagvattenledningar och nuvarande avrinning från området. Gröna linjer visar dagvattenledningar och blå pilar visar översiktlig avrinningsriktning.

Fastigheten belastas idag med ytligt avrinnande dagvatten från höjden med naturmark i nordöst, vilket avrinner ut med vägen längs byggnadernas östra fasad.

Markytan norr om Färjan sluttar idag in mot byggnaden, se Figur 6, vilket innebär att det dagvatten som bildas i gränden norr om fastigheten kan avrinna in mot byggnadens fasad. En mindre lågpunktslinje finns strax utanför fasaden. Gränden har någon mindre lågpunkt, troligen på grund av sättningar, och ytlig avrinning är begränsad. Detta kan också ses i Stockholm stads skyfallsanalys (Figur 4). Vid nyexploatering måste höjdsättningen ändras så att marken lutar ut från byggnaden och ytavrinning kan ske längs med gatan utan att dagvatten riskerar att tränga in mot bygganden. I övrigt leds inget dagvatten in på fastigheten.



Figur 6. Parkeringsytan norr om Färjan sluttar idag in mot byggnaden.

3.7

Natur- och kulturvärden

En utredning av ekologiska värden i kvarteret Archimedes har utförts av CONEC Konsulterande ekologer (2015). Tre artgrupper har pekats ut av Stockholms stad som särskilt viktiga att bevara. För en av dessa, groddjur, ingår ett habitatområde i naturmarken inom planområdet, angränsande till den aktuella fastigheten i nordöst. Sluttningen mot Karlsbodavägen är utpekad som möjlig spridningsväg. I utredningen bedöms dock vägområdet och bergsskärningen som starka barriärer som gör det osannolikt att det skulle finnas groddjur i området. Det konstateras också att det inte finns några kända groddjurslokaler i närområdet, och att Bällstaåns urbana karaktär gör det svårt att finna några lämpliga leklokaler för eventuella grodarter.

Fastigheten Archimedes 1 är av Stockholms stadsmuseums kulturklassificering grönklassad, vilket innebär att fastigheten med bebyggelse är särskilt värdefull från historisk, kulturhistorisk, miljömässig eller konstnärlig synpunkt.

4. Framtida utformning

Industri- och kontorsbyggnaderna inom fastigheten Archimedes 1 byggs om eller ersätts med nya bostadshus för att göra plats åt ca 600 nya lägenheter, främst smålägenheter, och en förskola, Figur 7. Förslaget innebär också utrymme för ett torg i sydöst som då kommer att utgöra allmän platsmark. Ett gångstråk skapas mellan torget och bevarad parkmark i norr på fastigheten Mariehäll 1:10.

Parkering kommer att ske i överbyggda garage med bostadsgårdar ovanpå och angöring kommer ske från kringliggande gator samt en ny allmän gata norr om Färjan. Gårdarna förses med grönytor, sittgrupper och lekplatser. En del av bostadsgårdarna kommer också att fungera som förskolegård.

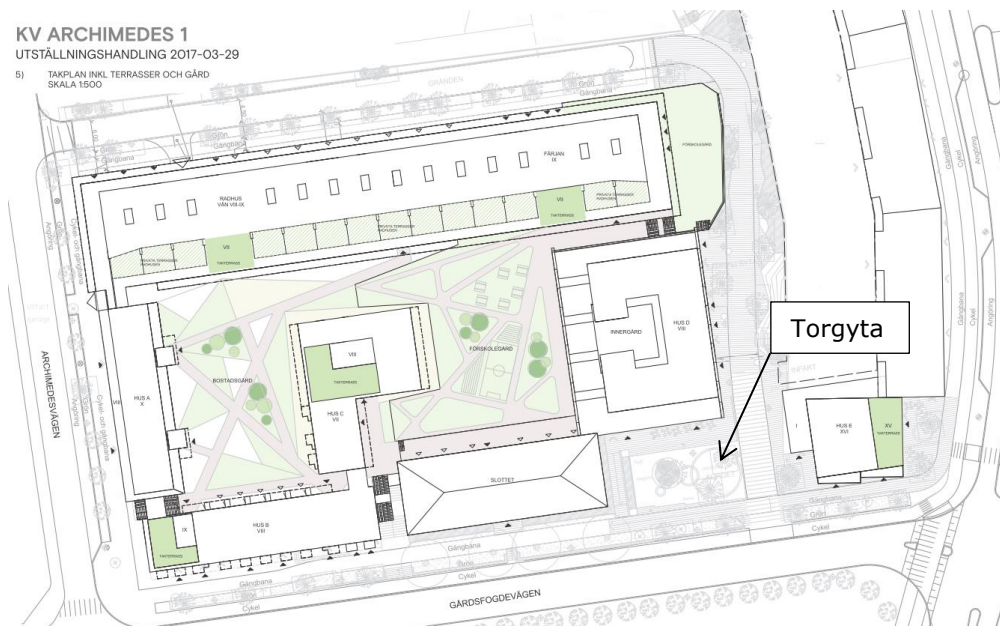
Bebyggelsen inom fastigheten planeras enligt följande:

- Den befintliga byggnaden Slottet bevaras i sin helhet men byggs om från kontor till bostäder.

Sågtandsbyggnaden rivs för att möjliggöra marksanering. Den östra delen av byggnaden återuppbyggs samt byggs på med en ny byggnad med bostäder. Bottenvåningen kommer att rymma publika funktioner. En del av den nya byggnaden förses med sedumtak.
- Färjan byggs om till ett bostadshus och byggs på med ett våningsplan längenheter samt två våningar radhus inklusive gemensamma takterasser som kompletterar bostadsgårdarna. Den östra delen av Färjan föreslås inhysa en förskola i bottenvåning och på gårdsplan.
- I korsningen Gårdsfogdevägen/Karlsbodavägen planeras ett nytt högt punkthus med plats för kommersiella lokaler i markplan. Utöver detta planeras nya hus med varierande våningsantal längs med gatorna och på gården.

KV ARCHIMEDES 1
UTSTÄLLNINGSHANDLING 2017-03-29

5) TAKPLAN INKL TERRASSER OCH GÅRD
SKALA 1:500



Figur 7. Illustrationsplan för framtida exploatering på fastigheten Archimedes 1 (BSK Arkitekter 2017-03-29).

5. Flödesberäkningar

Flödesberäkningar har utförts med rationella metoden för att uppskatta dagvattenavrinningen från området. Den matematiska formel som beskriver den rationella metoden ges av Ekvation 1 nedan (Svenskt Vatten, 2016).

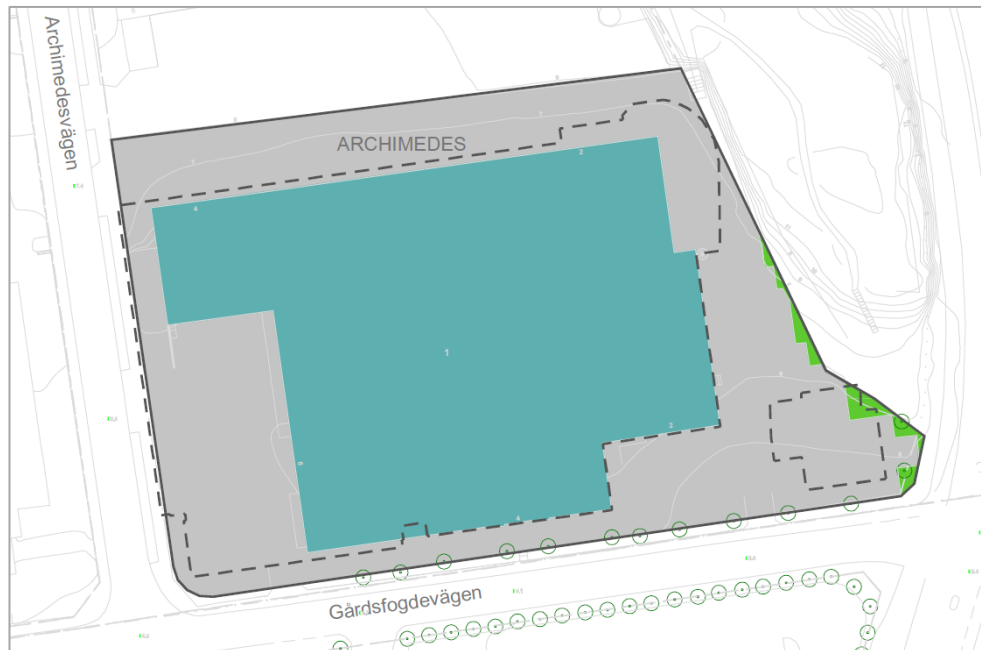
$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f \quad (1)$$

q_{dim} är det dimensionerande flödet (l/s), A är avrinningsområdets area (ha), φ är avrinningskoefficienten (-) och $i(t_r)$ är den dimensionerande regnintensiteten (l/s,ha), beräknad med Dahlström 2010 (Svenskt Vatten 2011). t_r står för regnets varaktighet vilken i rationella metoden likställs med områdets rinntid, $t_c(s)$, och k_f är klimatfaktorn (-) som används för att kompensera för framtida klimatförändringar.

Eftersom området är litet och rinntiden kort har 10-årsregn med 10 minuters varaktighet använts som dimensionerande regn, d.v.s. regnintensitet 228 l/s,ha. För att ta hänsyn till ökade nederbördsintensiteter som väntas till följd av klimatförändringar används en klimatfaktor tillsammans med de dimensionerande regnen i flödesberäkningarna för situationen efter nyexploatering. Med klimatfaktor 1,2 blir det dimensionerande 10-årsregnet 274 l/s,ha.

5.1 Flöden med nuvarande markanvändning

Flöden från fastigheten i nuläget har beräknats med nuvarande markanvändning enligt Figur 8 och Tabell 2.



Figur 8. Fastighetens nuvarande markanvändning. Takyta = turkos, parkering och övriga hårdgjorda ytor = grå. Nuvarande fastighetsgräns är markerad med svart heldragen linje, och preliminär framtida fastighetsgräns är markerad med svart streckad linje.

Tabell 2. Markanvändning, avrinningskoefficienter och reducerad area innan exploatering.

Markanvändning	Area [ha]	Avr.koeff [-]	Reducerad area [ha]
Takyta	0,71	0,9	0,64
Övrig hårdgjord yta	0,27	0,85	0,23
Summa	0,98		0,87

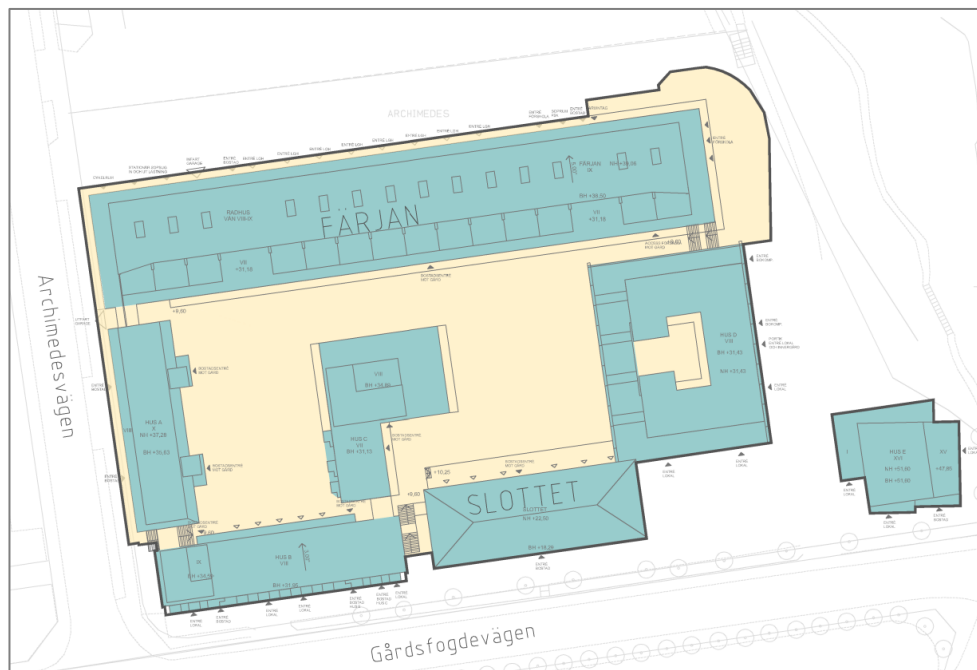
*Reducerad area = area*avrinningskoefficient

Flödet av dagvatten från området med nuvarande markanvändning vid ett 10-årsregn utan klimatfaktor har beräknats till **198 l/s**.

5.2

Flöden efter nyexploatering

Flöden från fastigheten efter nyexploatering har beräknats med planerad framtida utformning enligt Figur 9 och Tabell 3.



Figur 9. Framtida markanvändning. Turkos färg illustrerar tak och beige illustrerar gårdsytor. Fastighetsgränsen är markerad med svart heldragen linje.

Tabell 3. Markanvändning och beräknad reducerad area för olika ytor inom fastigheten efter nyexploatering.

Markanvändning	Area [ha]	Avr.koeff [-]	Reducerad area [ha]
Takyta	0,6	0,9	0,54
Gårdsyta	0,38	0,5	0,19
Summa	0,98		0,73

*Reducerad area = area*avrinningskoefficient

Flödet från fastigheten efter exploatering har beräknats till **200 l/s** för ett 10-års regn med klimatfaktor 1,2.

5.3

Erforderligt fördröjningsbehov

Den nya exploateringen innebär att de hårdgjorda ytorna kommer att minska. Det beräknade flödet vid 10-årsregn med klimatfaktor blir i stort sett detsamma som flödet före exploatering utan klimatfaktor. Det innebär att det inte föreligger något magasineringsbehov för att klara en målsättning att inte öka flödet efter exploatering.

Ur vattenkvalitetssynpunkt och mot bakgrund av Bällstaåns översvänningsproblematik är det dock ändå lämpligt att så långt som möjligt fördröja och rena dagvattnet på gårdarna utan att skada bjälklagen.

Stockholm stad har antagit en åtgärdsnivå på 20 mm som ett mått för lokalt omhändertagande av dagvatten vid större ny- och ombyggnationer. Åtgärdsnivån syftar till att miljö kvalitetsnormerna ska kunna uppfyllas. Den antagna nivån bygger på bedömningen att 90 % av dagvattnets årsvolym behöver fördröjas och renas för att målen ska kunna uppnås. Åtgärdsnivån gäller för projekt som påbörjas efter årsskiftet 2016/2017, och är således inte tvingande i detta projekt som initierades tidigare.

På den aktuella fastigheten saknas förgårdsmark och all dagvattenhantering måste ske på det upphöjda gårdsbjälklaget. På dagtid ska en stor del av bostadsgårdarna också nyttjas till förskoleverksamhet. Detta innebär begränsningar för hur ytorna kan utformas, då de måste vara tillgängliga för lek och inte utgöra onödiga risker för snubbling men ändå ha en multifunktion.

Mot bakgrund av detta bedöms en rimlig målsättning för fördröjning och rening på fastigheten vara 10 mm, vilket skulle innebära att ca 75 % av årsnederbörden omhändertas (WRS 2016). För att denna målsättning ska uppfyllas krävs en fördröjningsvolym på **ca 100 m³** på fastigheten.

6. Allmänt om dagvattenhantering

6.1

Höjdsättning

Höjdsättning av området ska ske på ett sådant sätt att byggnader och anläggningar inte tar skada vid marköversvämningar. Avledning av dagvatten ska kunna ske på ett säkert och kontrollerat sätt även vid extrema nederbördshändelser.

Principen för höjdsättning måste vara att ytligt avrinnande dagvatten på gårdsytor samlas upp i sekundära avrinningsstråk som anläggs på ett säkert avstånd från fasader. Höjdsättningen behöver således utföras så att dagvatten rinner bort från fasader och gårdsytorna behöver sedan höjdsättas så att det skapas ytliga avrinningsvägar för dagvattnet, där det kan avledas vidare till gatumark även vid kraftiga skyfall. Avrinningen bör exempelvis ske till de öppningar i kvarteret som kommer att finnas mot torget i öst och mot Gårdsfogdevägen i söder, samt till Archimedesvägen i sydväst.

6.2

Materialval

För att minska miljöpåverkan på dagvattnet bör material som inte innehåller miljöskadliga ämnen väljas. Kända material som avger föroreningar är till exempel takbeläggning, belysningsstolpar och räcken som är varmförzinkade eller i övrigt innehåller zink. Plastbelagda plåttak avger organiska föroreningar.

6.3

Bjälklagskonstruktion

Dagvattenhantering på gårdsytor ovanpå ett underliggande betongbjälklag innebär risker. Bjälklaget måste beläggas med ett helt tätt tätskikt med täta skarvar och genomföringar för att säkerställa att vatten inte tränger in och skadar konstruktionen. Utformningen av bjälklaget måste ske i tätt samarbete med konstruktör för att minska riskerna.

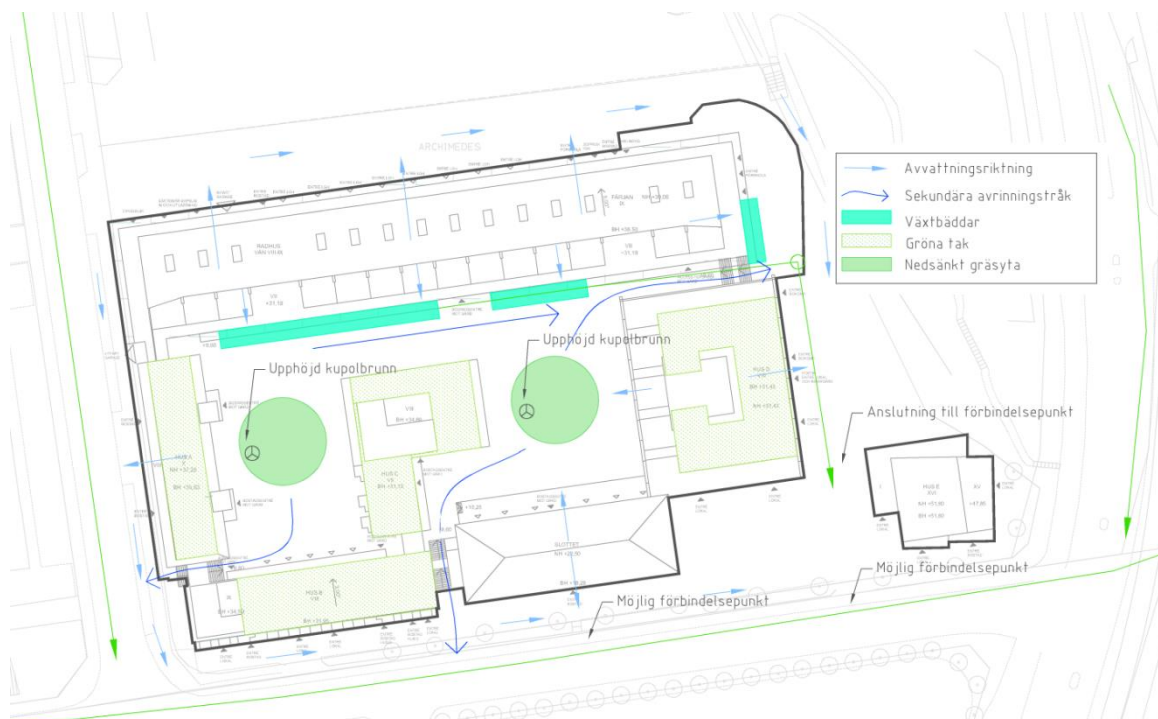
7. Dagvattenhantering

Då fastigheten saknar förgårdsmark måste all rening och fördröjning av dagvatten ske på det upphöjda gårdsbjälklaget. Detta innebär att förutsättningarna för fördröjning av dagvatten är begränsade, men genom en genomtänkt höjdsättning av öppna ytor och planteringar är det ändå möjligt att skapa förutsättningar för fördröjning och rening av dagvatten.

Beroende på takutformning kommer det sannolikt inte vara möjligt att avleda allt takdagvatten mot bostadsgårdarna. En del av dagvattnet kan istället omhändertas genom att en del av takytorna bekläds med gröna tak. Dagvatten från ytor som inte kan fördröjas inom fastigheten kan kompenseras för genom en mer långtgående fördröjning i övriga anläggningar. På så vis kan den erforderliga magasinsvolym som beräknats för fastigheten i sin helhet ändå skapas.

Det dagvatten som bildas eller avleds via gårdarna föreslås efter rening och fördröjning att anslutas till förbindelsepunkt i Gårdsfogdevägen. Det dagvatten som inte kan ledas in mot gårdarna leds istället ut på omkringliggande gator och ansluter via dagvattenbrunn i gatan till befintligt ledningsnät.

I Figur 10 (även Bilaga 1) och Tabell 4 visas ett exempel på hur ett dagvattensystem som dimensioneras med en våtvolum om 10 mm och en mer långtgående rening än sedimentation skulle kunna utformas på fastigheten.



Figur 10. Exempel på möjlig utformning av dagvattensystem på fastigheten.

Tabell 4. Exempel på dagvattenanläggningar på fastigheten med en sammanlagd våtvolum om 10 mm.

Anläggning	Yta [m ²]	Volym [m ³]	Utformning
Extensiva gröna tak	1520	30	Anläggningsdjup 0,1 m, porositet 0,2
Växtbäddar	230	46	Nedsänkt i betongtråg, 0,2 m tom yta
Nedsänkt grönyta	2x200	2x13	Nedsänkt, konisk form, maxdjup 0,2 m, radie 8 m
Totalt		102	

Gårdsytor och de takytor som kan lutas mot gården kan avledas till ett par större nedsänkta grönytor. Ytorna utformas som mjukt skålformade gräsytor som fungerar som fördröjningsmagasin och kan tillåtas översvämma vid kraftiga regn. Ytorna förses med upphöjda kupolbrunnar, förslagsvis belägna i skålens utkanter, dit överskottsvatten kan avledas vid kraftiga regn.

Då översvämningsytorna utformas är det viktigt att höjdsättningen utförs så att överskottsvatten vid kraftiga regn kan avrinna ytligt mot innergårdens sekundära avrinningsvägar och att dagvattnet inte dämmer upp mot byggnadernas fasader och entréer. Då stora delar av bostadsgården dagtid ska fungera som förskolegård bör ytorna utformas så att de är tillgängliga och utan snubbelrisk. Fördröjningsvolymen hos dessa ytor begränsas av det maximala djupet som kan tillåtas för att ytorna fortfarande ska vara tillgängliga och lämpliga för lek.

Som komplement till dessa ytor kan mer yteffektiva fördröjningsanläggningar skapas genom att några ytor utformas som nedsänkta planteringsytor med ett större djup. Dessa ytor blir obeträdbara och nedsänkningen gör att det skapas en fördröjningsvolym för vatten ovanpå växtbädden. Sådana ytor kan exempelvis placeras invid fasaderna och omhändertar en del av takdagvattnet. Växtbäddarna anläggs med täta väggar och botten och förses med dräneringsledning samt med bräddavlopp.

Då gårdsytorna är begränsade och många funktioner ska få plats, kan en del av fördröjningsvolymen istället skapas genom att en del av taken bekläds med gröna tak. Gröna tak kan utformas med olika typer av växtlighet som kräver olika substratdjup. Ett tak med tjockare substratlager kan hålla och fördröja en större mängd vatten än ett tunt innan det blir mättat.

7.1

Allmän platsmark

Höjdsättning och utformning av torgytan och övrig allmän platsmark som angränsar till fastigheten måste anpassas så att fastigheten inte belastas av tillrinnande dagvatten. I gränden (allmän platsmark) bakom Färjan lutar marken idag in mot byggnaden. Detta måste åtgärdas så att ytavrinning längs gatan kan ske och att vatten inte dämmer in i entréerna.

8. Exempel dagvattenlösningar

8.1

Gårdsyta

Genom att utforma gårdarna med stor andel gröna ytor och genomsläppliga material kan dagvattenavrinningen från området minskas. Ett exempel på utformning av gårdar visas i Figur 11. På gården i exemplet leder stuprörsutkastare ut dagvattnet till stenlagda rännor och vidare till planteringsytor. Gångvägar har anlagts med genomsläppliga material.



Figur 11. Gårdsyta på bjälklag med växtbäddar och genomsläppliga material, Linnéhuset Uppsala (Uppsalahem).

8.2

Växtbäddar

Vatten från tak, gårdar, trottoarer och vägar kan avledas till växtbäddar. I dessa sker fördröjning och rening av dagvattnet genom sedimentering, växtupptag och avdunstning. Växtbäddarna kan vara nedsänkta för att lättare kunna leda in vattnet ytligt och få till en fördröjningsvolym ovanpå växtbädden där vattnet kan uppehållas och sakta infiltrera. Där det inte är möjligt att få till nedsänkta växtbäddar så kan man istället använda upphöjda växtbäddar. Ett exempel på utformning av nedsänkta växtbäddar visas i Figur 12. Växtbäddar med en sådan utformning ger en ökad magasinvolym och har god reningseffekt med avseende på metaller, olja samt näringsämnen.



Figur 12. Växtbädd på innergård, Bo01, Malmö.

8.3

Gröna tak och takterrasser

Genom att utforma takterrasser med en stor andel gröna ytor kan dagvattnet fördröjas och avrinningen minskas genom växtupptag och avdunstning. Gröna terrasser skapar också trevliga vistelsezoner, tar upp luftföroreningar och utjämnar temperaturskillnader. Exempel på utformning av takterrasser visas i Figur 13 och Figur 14.

Även gröna tak är positiva ur ett dagvattenperspektiv. De består ofta av moss- och sedumarter som har en hög vattenhållande förmåga. Gröna tak kan magasinera en stor del av årsavrinningen från takytorna och minskar även toppflödena, dock inte i samma utsträckning som de minskar det totala flödet från taket över ett år.



Figur 13. Svensk takträdgård med stora gröna ytor (VegTech).



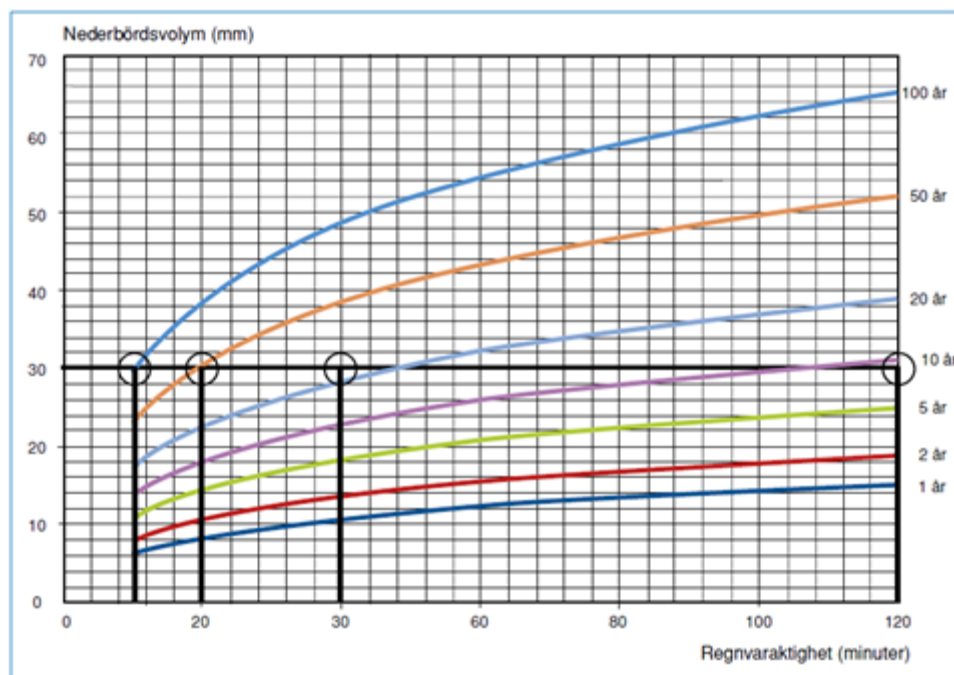
Figur 14. Grön takträdgård i urban miljö (VegTech).

9. Dimensionerande flöde med föreslagna åtgärder

Med lösningar som utformas enligt exemplet i avsnitt 7 kommer ca 15 mm kunna magasineras från de ytor vars dagvatten föreslås avledas mot innergården. Sett till hela planområdet motsvarar denna volym 10 mm fördröjning, eftersom takytor som lutar bort från innergården inte kan fördröjas före avledning. Ur regnvaraktighets diagrammet i Figur 1,24 i Svenskt vattens publikation P110 (se Figur 15) avläses att för ett 10-årsregn har regnvolymin överstigit 15 mm efter ca 15 minuters varaktighet.

Flödet efter exploatering med föreslagna åtgärder har beräknats för ett 10-årsregn med 25 minuters varaktighet, vilket motsvarar tiden då hela fastigheten bidrar till flödet (baserat på 10 minuters rinntid samt 15 minuters uppfyllnadstid i föreslagna lösningar). Denna varaktighet är dimensionerande då den resulterar i ett större flöde än då enbart de icke-fördröjda ytorna bidrar.

Ett 10-års regn med varaktigheten 25 minuter och klimatfaktor 1,2 har regnintensiteten 156,8 l/s,ha. Med den reducerade arean 0,73 ha för hela fastigheten efter exploatering ger detta ett dimensionerande flöde med genomförda åtgärder på **114 l/s**.



Figur 15. Nederbörd som funktion av varaktighet och återkomsttid baserat på (Dahlström 2010), Figur 1.24 Svenskt Vatten P110.

10. Föroreningsberäkningar

10.1 Metod för föroreningsberäkningar

Föroreningsberäkningar har genomförts i StormTacs webbapplikation (version v17.1.3), ett webbaserat verktyg för beräkning av föroreningstransport och dimensionering av dagvattenanläggningar. Modellen innehåller processer för avrinning, flödestransport, föroreningstransport, recipienter, rening och flödesutjämning.

Som indata kräver StormTac årsnederbörd och markanvändning för det studerade området. Till de olika markanvändningarna finns schablonhalter för föroreningsinnehållet i dagvatten. Dessa baseras på långa, flödesproportionella provtagningsserier på dagvatten. Genom att ange aktuella areor för respektive markanvändning beräknas dagvattnets föroreningsinnehåll (årsmedelvärden) för angivet område. Modellen omfattar dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten) och ger en årsmedelkoncentration på dagvattnets föroreningsinnehåll samt årlig massbelastning.

Nederbördsintensiteten 636 mm/år har använts som indata för nederbörden.

De ämnen som har beräknats är näringsämnen kväve (N) och fosfor (P), tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg), suspenderad substans (SS) samt oljeindex. För metaller och näringsämnen avses alltid totalhalter.

10.2 Osäkerheter i beräkningsverktyget StormTac

I modellen sammanställs schablonvärden i form av årliga avrinningskoefficienter och schablonhalter för olika markanvändning. Dessa uppdateras kontinuerligt efter kännedom om nya undersökningar.

Kalibrering av schablonhalterna som används i StormTac utförs med hänsyn till tidstrender och för ämnen med få data görs jämförelser med data från liknande markanvändning. En enda undersökning (ett specifikt databasvärde) utgör värdet av en lång serie av flödesproportionellt tagna samlingsprover, vilket innebär att enskilda värden kan utgöra ett sammanställt medelvärde av flera prover eller många olika undersökningar.

Vid kalibrering av schablonhalter har främst svenska undersökningar använts, vilket innebär att schablonhalterna i StormTac är mest tillförlitliga för svenska förhållanden. På grund av bristen på data för vissa föroreningar och vissa markanvändningar har dock även internationella studier använts. Tillförlitligheten är generellt högst (spridningen i data minst) för markanvändningskategorierna för olika bostadsområden och genomfartsvägar samt för ämnena partiklar (SS), näringsämnen och metaller, undantaget kvicksilver.

Att ta fram schablonhalter är komplext, och på grund av stora skillnader i underlag för olika ämnen och markanvändningar är det svårt att beräkna och kortfattat beskriva osäkerheterna för respektive värde. För mer specifika

markanvändningskategorier anger modellen dock i allmänhet "Låg säkerhet" för de flesta föroreningar på grund av ett litet dataunderlag. Användandet av schablonhalter innebär också att beräknade värden inte alltid är representativa för enskilda projekt, då föroreningsinnehållet till stor del kan bero på platsspecifika förutsättningar, såsom exempelvis takmaterial och andra byggnadsmaterial.

10.3 Markanvändning ansatt i StormTac

Den markanvändning som ansatts i StormTac redovisas i Tabell 4. De avrinningskoefficienter som använts vid föroreningsberäkningarna är ansatta för att motsvara årsmedelflödet från området och är hämtade från StormTac.

Tabell 5. Markanvändning och avrinningskoefficienter som använts vid föroreningsberäkningar i StormTac, före samt efter exploatering.

Markanvändning	Avr.koeff. ϕ	Area nuläge [ha]	Area framtid [ha]	Area framtid med åtgärder [ha]
Takyta	0,9	0,71	0,6	0,45
Gröna tak	0,31	-	-	0,15
Parkering	0,85	0,27	-	-
Gårdsyta	0,45	-	0,38	0,38
Totalt		0,98	0,98	0,98

10.4 Resultat föroreningsberäkningar

I Tabell 6 respektive Tabell 7 redovisas beräknade föroreningshalter samt årlig mängd föroreningar från fastigheten. Tabellerna redovisar föroreningssituationen för befintlig markanvändning samt framtida markanvändning med och utan åtgärder enligt exempel på dagvattenhantering i avsnitt 7. I beräkningen för framtida markanvändning med åtgärder har dagvatten från den största delen av fastigheten antagits genomgå rening i biofilter, då det mesta dagvattnet leds mot gårdsytan - antingen till växtbäddar eller till nedsänkta gräsytor. Det dagvatten från takytor som ej leds in på gården har inte antagits genomgå någon rening. Schablonvärden för reningseffekt hos biofilter har hämtats från StormTacs databas.

Föroreningshalterna jämförs med de förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp som Stockholms läns landsting tagit fram (avsnitt 2.5).

Varken halter, mängder eller reningseffekter är att betrakta som exakta värden utan ska främst ses som indikationer på vilken effekt föreslagna förändringar kan ha på dagvattnets föroreningsbelastning.

Tabell 6. Föroreningshalter i dagvatten från planområdet i nuläget samt i framtiden. Gråmarkerade siffror indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
Enhet	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	mg/l
Riktvärde	160	2	8	18	75	0,4	10	15	0,03	40	0,4
Nuläge	88	1,6	8,9	15	53	0,7	6,4	4,2	0,016	51	0,2
Framtid	86	1,7	2,6	9,0	26	0,6	3,6	3,7	0,012	26	0,1
Framtid med åtgärder	54	1,3	1,1	5,1	11	0,3	2,2	1,8	0,004	10,8	0,03

Tabell 7. Föroreningsmängder som transporteras med dagvatten från planområdet i nuläget samt i framtiden.

Ämne	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	Oil
Enhet	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Nuläge	0,5	9,2	0,05	0,09	0,3	0,004	0,04	0,02	<0,001	290	1,1
Framtid	0,4	8,5	0,01	0,05	0,1	0,003	0,02	0,02	<0,001	130	0,4
Framtid med åtgärder	0,25	6,1	0,005	0,02	0,05	0,001	0,01	0,009	<0,001	51	0,1

Enligt föroreningsberäkningarna kommer halterna av kväve (N) att öka något till följd av den planerade exploateringen. Halterna av övriga ämnen minskar. Halten av samtliga ämnen undantaget kadmium (Cd) underskrider Stockholm läns landstings föreslagna riktvärden för föroreningar i dagvattnet. Med åtgärder beräknas halten av samtliga ämnen minska jämfört med befintlig situation och samtliga ämnen underskrider riktvärdet.

De årliga mängderna föroreningar minskar eller förblir oförändrade för samtliga ämnen även utan åtgärder. Detta kan förklaras av de reducerade halterna och att fastighetens hårdgörningsgrad minskar.

11. Diskussion och slutsats

De dimensionerande flödena från fastigheten förändras inte i någon större utsträckning av den planerade exploateringen då framtidsscenariot beräknas med klimatfaktor som tar höjd för klimatförändringar med förväntade ökade nederbördsintensiteter. Fastigheten består idag av en stor andel hårdgjorda ytor som bidrar till dagvattenbildningen, och den hårdgjorda arealen minskar efter exploatering. Med åtgärder enligt de exempel som ges i denna utredning förväntas de dimensionerande flödena reduceras jämfört med nuvarande situation. Åtgärderna bidrar till såväl fördröjning som rening av det dagvatten som uppstår inom planområdet. Användande av öppna lösningar ger en rening som verkar över

flera processer när dagvattnet filteras genom växter och passerar genom jordlager. De beräknade fördröjningsvolymerna är tillräckliga för att magasinera ca 75 % av årsavrinningen (se avsnitt 5.3), vilket också bidrar till att minska den årliga föroreningsbelastningen ut från planområdet.

De högsta föroreningshalterna i dagvatten påträffas generellt på parkeringar och trafikerade ytor. Den planerade nyexploateringen innebär att området omvandlas från ett industriområde med en stor andel parkeringsytor ovan jord till ett bostadskvarter med överbyggda garage. Delar av fastigheten kommer också att saneras med avseende på de funna markföroreningarna för att möjliggöra omvandlingen till nya bostäder. Sammantaget innebär detta en positiv effekt för recipienten, även om utredningsområdet är mycket litet i förhållande till Bällstavikens totala tillrinningsområde.

12. Referenser

CONEC Konsulterande ekologer, 2015, Ekologi kvarter Archimedes.

Sandström, 2013. Kompletterande miljöteknisk markundersökning, Archimedes 1, Gårdsfogdevägen 2-6, Bromma. Sandström Miljö & Säkerhetskonsult AB.

Sandström, 2014. PM – Kompletterande miljöteknisk markundersökning vid fastighet Archimedes 1, Stockholm Stad. Sandström Miljö & Säkerhetskonsult AB.

Stockholm läns landsting, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.

Stockholm stad, 2016. Mariehäll, Archimedes, <http://bygg.stockholm.se/Alla-projekt/Mariehall-Archimedes/>.

Stockholm stad, 2015a. Dagvattenstrategi – Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering.

Stockholms stad, 2015b, Checklista dagvattenutredningar i stadsbyggnadsprocessen

Stockholm stad, 2015c, Planbeskrivning – Detaljplan för Archimedes 1 och del av Mariehäll 1:10 m m i stadsdelarna Mariehäll och Ulvsunda industriområde, S-Dp 2014-17690.

Stockholm Vatten, 2015. Skyfallsmodellering för Stockholm stad – Simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100), Rapport 15SV737.

Svenskt vatten, 2016. Avledning av dag-, drän- och spillvatten – Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem. Publikation P110. Stockholm: Svenskt vatten.

Svenskt vatten, 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering. Råd vid planering och utformning. Publikation P105. Stockholm: Svenskt vatten.

VISS, 2017, Miljökvalitetsnorm, Mälaren-Ulvsundasjön, <http://viss.lansstyrelsen.se/Waters.aspx?waterEUID=SE658229-162450>>, hämtad 2017-02-09.

WRS 2016, PM – Åtgärdsnivå för dagvatten i Stockholm, Rapport nr 2016-0752-A.

Inkom till Stockholms stadsbyggnadskontor - 2017-06-28, Dnr 2014-17690

