

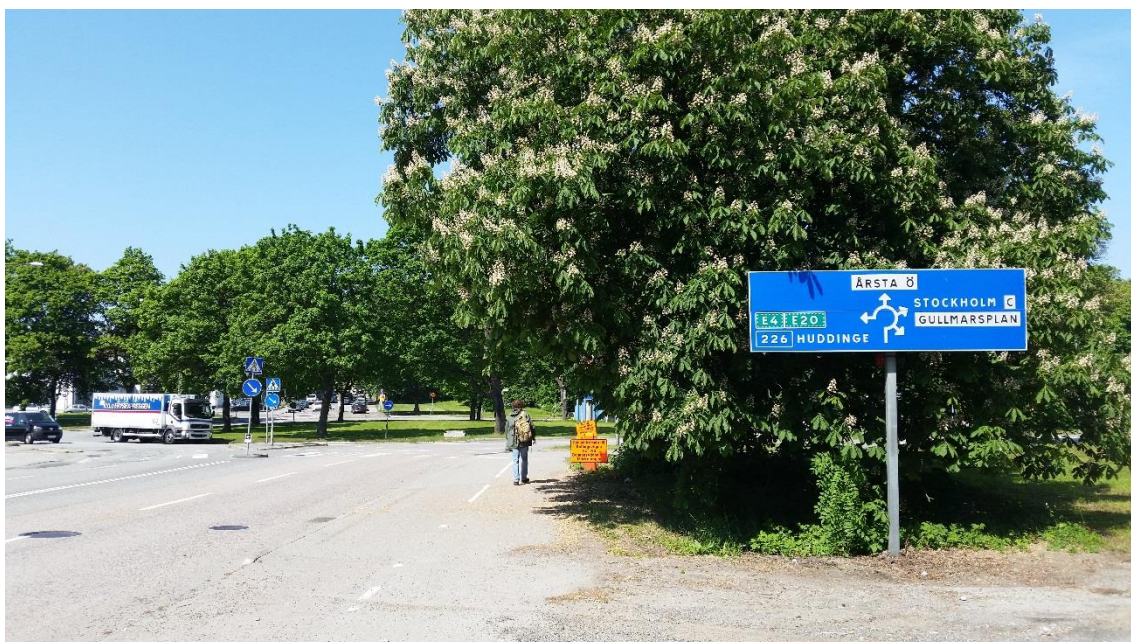
RAPPORT

EXPLOATERINGSKONTORET

Årstastråket 3, dagvatten

UPPDRAGSNUMMER 1143769000

DAGVATTENUTREDNING



2016-10-12, REVIDERING 2017-03-23

SWECO ENVIRONMENT
DAGVATTEN, SJÖAR OCH VATTENDRAG

UTREDARE: MADELENE AGNARSSON, STINA ENQVIST
UPPDRAGSLEDARE: GUDRUN ALDHEIMER
KVALITETSGRANSKARE: PER BOHOLM

Sammanfattning

Årstastråket 3 är en deletapp i förtätningen av Årsta i södra Stockholm med nya bostadsområden, förskolor och ett nytt handelsområde. Planområdet upptar ca 21 ha och är centrerat kring Bolidenplan och längs med Johanneshovsvägen och Bolidenvägen. Förutom dessa vägar består området idag av naturmark, parkmark, företag, handel- och kontorsområden. Planområdet angränsar till befintlig bostadsbebyggelse i norr, öst och väst och i sydöst till tvärbanan och Palmfeltsvägen. Under området går tunnelsträckningen för Södra länken i öst-västlig riktning. Största delen av området har idag ett kombinerat avloppssystem som i stor utsträckning kommer att finnas kvar.

Den centrala delen av området utgörs till största delen av lermark. Södra delen av Bolidenvägen vilar på en växellagring av lera, silt, sand och grus. I övrigt omgärdas lerområdet av fastmark i form av morän och berg. I området med växellagrade jordarter kan eventuellt infiltration av dagvatten tillämpas. Inom planområdet finns ett flertal potentiellt förorenade områden från industriverksamheter. Vid förorenad mark bör dagvatten inte infiltreras för att minimera risken för spridning av föroreningarna alternativt bör dagvattenlösningarna utformas täta. Närmare utredningar med provtagningar och tester i området behöver utföras för att undersöka dels markens infiltrationskapacitet och dels eventuella föroreningar i marken.

Flödesberäkningarna visar att flödena ökar för alla delavrinningsområden utom för avrinningsområde 3 där hårdgörningsgraden minskar när markanvändningen går från industri- och kontorsområde till grönnare gårdsmarker. Flödet ökar även totalt sett för hela planområdet. Då beräkningarna enligt önskemål har gjorts med den faktiska markanvändningen och inte för schablonområden har beräkningar inte kunnat utföras för beräkningsfallet "efter exploatering med LOD", då planeringen inte är tillräckligt framskriden ännu. Beräkningsresultatet innebär att det är viktigt att LOD-åtgärder (lokalt omhändertagande av dagvatten) anläggs på fastighetsmark och även lokalt på allmän platsmark så att flödena kan reduceras.

Vid större regn än vad dagvattensystemet är dimensionerat för kommer dagvattnet att behöva avrinna ytligt. Genom en genomtänkt höjdsättning där byggnader placeras högre än gaturummet och genom att undvika instängda områden kan gatorna användas som sekundära avvattningsvägar. Enligt befintlig skyfallsmodellering för dagens situation så rinner vatten in i östra delen av området från sydöst till tvärbanan och från norr mot Bolidenplan. Johanneshovsvägen fungerar delvis som en sekundär avrinningsväg för vatten ut ur planområdet. En del av vattnet tar sin väg över Lindetorpsvägen och vidare söderut över tvärbanan och ut ur området. För att förhindra eller minska oönskad översvämning föreslås att översvämningssytor anläggs, t.ex. i form av multifunktionella ytor, och att extremregnen kan avvattnas ut från området via Johanneshovsvägen. Det är viktigt att kontrollera nedströms områden så att de inte skadas av dessa vattenflöden.

Generellt föreslås att dagvattnet på kvartermark och allmän platsmark omhändertas via gröna tak, växtbäddar, skelettjordar, grönytor, genomsläpplig beläggning och diken innan det avleds till det allmänna systemet. En stor del av den nya bebyggelsen i planområdet ligger i en slänt eller nedanför befintlig bebyggelse. Detta kommer att generera ett

dagvattenflöde mot de nya byggnaderna från ovanliggande mark. Förslagsvis anläggs avskärande diken eller någon typ av vallning i slänterna ovan den nya bebyggelsen för att avleda dagvattnet.

Föroreningsberäkningar för området i sin helhet visar att föroreningshalterna och föroreningsmängderna i dagvattnet minskar för alla ämnen om LOD används på kvartersmark samt om rening av Johanneshovsvägens dagvatten sker i växtbäddar. Om LOD inte utförs på kvartersmark visar beräkningarna att halterna av fosfor och nickel kan öka i förhållande till nuvarande situation. I detta fall ökar även föroreningsbelastningen för fosfor, kväve, kadmium och nickel. För att kunna medverka till att uppfylla miljökvalitetsnormerna för recipienten Strömmen är det viktigt att få ner belastningen från speciellt P (fosfor) och N (kväve) från området. Detta visar att de föreslagna dagvattenåtgärderna behövs.

Ytterligare föroreningsberäkningar har utförts enligt åtgärdsnivån vid ny- och större ombyggnation från Stockholm stad, 2016. Beräkningarna har gjorts för området som helhet, men ett delområde har inte tagits med då Stockholm Stad inte har rådighet över denna mark och utformningen där är väldigt oviss. Resultatet av beräkningarna visar att föroreningshalter och föroreningsmängder för flertalet ämnen ökar vid exploateringen om inget lokalt omhändertagande av dagvatten sker. Om däremot rening av dagvatten (20 mm av det avrinnande vattnet) renas i växtbäddar eller liknande anläggning reduceras alla föroreningshalter och föroreningsmängder betydligt. Växtbäddarnas storlek i förhållande till den reducerade arean i avrinningsområdet är 10 %.

Innehållsförteckning

1	Bakgrund och syfte	1
2	Underlagsmaterial	1
3	Riktlinjer och krav	1
4	Områdesbeskrivning och förutsättningar	3
4.1	Nuläge	3
4.2	Avrinningsområden före exploatering	7
4.2.1	ARO 1	7
4.2.2	ARO 2	7
4.2.3	ARO 3	7
4.2.4	ARO 4	7
4.2.5	ARO 5	8
4.2.6	ARO 6	8
4.2.7	ARO 7	8
4.3	Recipient och miljö kvalitetsnormer	8
4.4	Geologiska och hydrogeologiska förhållanden	9
4.5	Förorenad mark	11
5	Efter exploatering	11
5.1	Avrinningsområden efter exploatering	12
5.1.1	ARO 1	12
5.1.2	ARO 2	12
5.1.3	ARO 3	13
5.1.4	ARO 4	13
5.1.5	ARO 5	13
5.1.6	ARO 6	13
5.1.7	ARO 7	13
6	Metod	13
6.1	Flödes- och föroreningsberäkningar	14
6.1.1	Indata	14
7	Resultat	14
7.1	Beräknade flöden och nödvändiga fördröjningsvolym	14
7.2	Klimatanpassning	16
7.2.1	Skyfallsmodellering	16

7.3	Föroreningsberäkningar	19
7.3.1	Reningseffekt i växtbäddar	21
7.4	Översiktliga förslag på utformning av dagvattenhantering	22
8	Slutsats	25
9	Tilläggsberäkning - Föroreningsberäkningar enligt åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation	26
	Bilaga 1 – Markanvändning	30
	Bilaga 2 – Föroreningshalter	32
	Bilaga 3 – Föroreningsbelastning	36
	Bilaga 4 – Principlösningar för dagvatten	40
	Gröna tak	40
	Stuprörsutkastare och yttlig avledning	41
	Växtbäddar	43
	Genomsläpplig beläggning	45
	Skelettjord	46
	Diken	46
	Multifunktionella ytor för utjämning av dagvatten	48

1 Bakgrund och syfte

Årstastråket etapp 3 är en del av ett stort exploateringsprojekt i Årsta, Stockholm. Planområdet ska exploateras och förtätas med nya bostadsområden, förskolor och ett nytt handelsområde.

I och med detta har Sweco fått i uppdrag att utreda hur dagvattnet kan hanteras inom planområdet. Flödes-, volyms- och föroreningsberäkningar har genomförts samt översiktliga förslag på principlösningar för en hållbar dagvattenhantering har tagits fram.

2 Underlagsmaterial

Följande underlag har använts i utredningen.

- Grundkarta, 2016-05-20 (dwg)
- Samlingskarta med bl. a VA-ledningar, el, opto, fjärrvärme.
- Planillustration, 2016-06-07(dwg)
- Skyfallskartering över Stockholm stad, 2015-12-03
- Trafikanalys Årstastråket etapp 3, Grontmij 2015-10-01
- Årstastråket, detaljplaneområde 3 – Geoteknisk inventering, Grontmij 2014-08-28
- PM LOD och vatteninfiltration. Håkan Bohm. Erhållet 2016-12-07.
- Dagvattenhantering – Åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnation, 2016

3 Riktlinjer och krav

Stockholm stad redovisar i sin dagvattenstrategi¹ krav och riktlinjer för en hållbar dagvattenhantering som gäller vid all om- och nybyggnation, samt åtgärder i befintlig miljö. Huvuddragen från dagvattenstrategin är följande:

1. Förbättra vattenkvaliteten i stadens vatten.

Detta ska uppnås genom att åtgärder ska vidtas så nära källan som möjligt. Vid behov ska dagvatten renas i anläggningar som samlar vatten från flera källor. Ytor med höga koncentrationer av föroreningar kan kräva särskilda åtgärder som t.ex. trafikleder med ÅDT > 10 000 eller större parkeringsanläggningar.

2. Erhålla en robust och klimatanpassad dagvattenhantering.

En robust och klimatanpassad dagvattenhantering ska nås genom att maximera andelen genomsläppliga ytor samt omhänderta och fördröja

¹ Dagvattenstrategi - Stockholms väg till en hållbar dagvattenhantering, 2015-03-09

dagvatten lokalt innan det går vidare till samlad avledning. Vid nybyggnation ska sekundära avrinningsvägar identifieras.

3. Dagvatten ska användas som en resurs och vara värdeskapande för staden

Detta ska uppnås genom att enkla och kostnadseffektiva lösningar ska tillämpas. Dagvattnet ska även användas till bevattning av gatuträd och planteringar. Utöver detta ska dagvatten användas för att skapa attraktiva inslag i stadsmiljön.

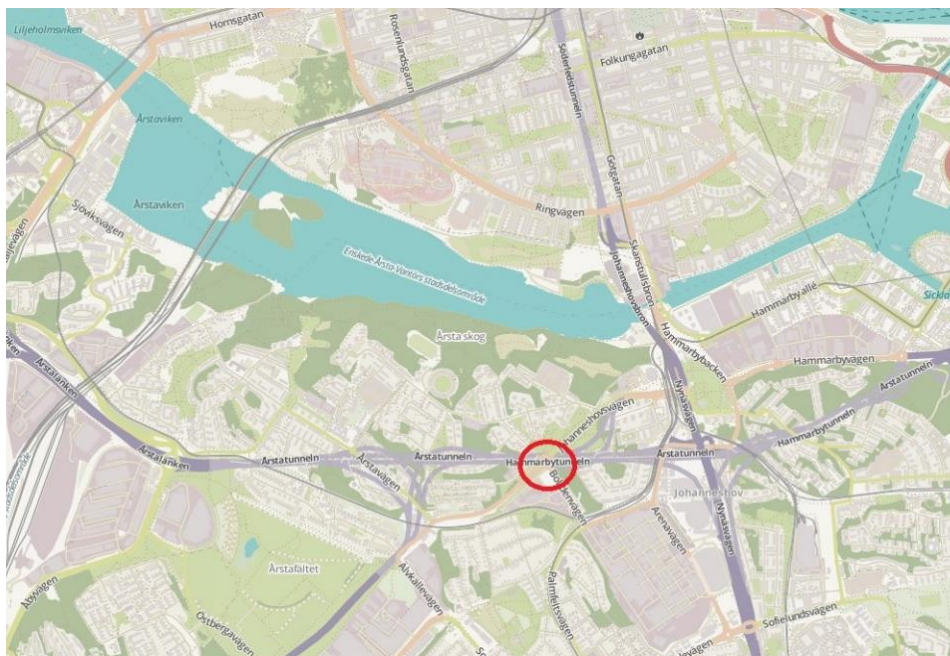
4. Miljömässigt och kostnadseffektivt vid genomförande.

En miljömässig och kostnadseffektiv dagvattenhantering ska uppnås genom att ansvarsfördelningen i varje process ska vara tydlig. Lösningar ska även fylla sin funktion och vara effektiva ur ett drift- och underhållsperspektiv. Dagvattenfrågan behöver även beaktas med hänsyn till avrinningsområden.

Utöver de generella riktlinjerna i dagvattenstrategin har följande dimensioneringskriterier beaktats i projektet efter samråd med Stockholm stad och Stockholm Vatten:

- Dagvattenflöden och fördröjningsvolymen beräknas för ett 10-årsregn med klimatfaktor 1.25.
- Varje delområde ska maximalt avleda ett dagvattenflöde till det allmänna dagvattensystemet motsvarande det dimensionerande flödet före exploatering/ombyggnation. Inga kända kapacitetsproblem finns i systemet i dagsläget.

4 Områdesbeskrivning och förutsättningar



Figur 1 Översiktsskild med planområdet markerat med röd ring.

Årstastråket 3 är en deletapp i förtätningen av Årsta i södra Stockholm. Planområdet är centrerat kring Bolidenplan och längs med Johanneshovsvägen och Bolidenvägen, se översiktlig placering i Figur 1. Området angränsar till befintlig bostadsbebyggelse i norr, öst och väst. I sydöst angränsar planområdet till tvärbanan och Palmfeltsvägen.

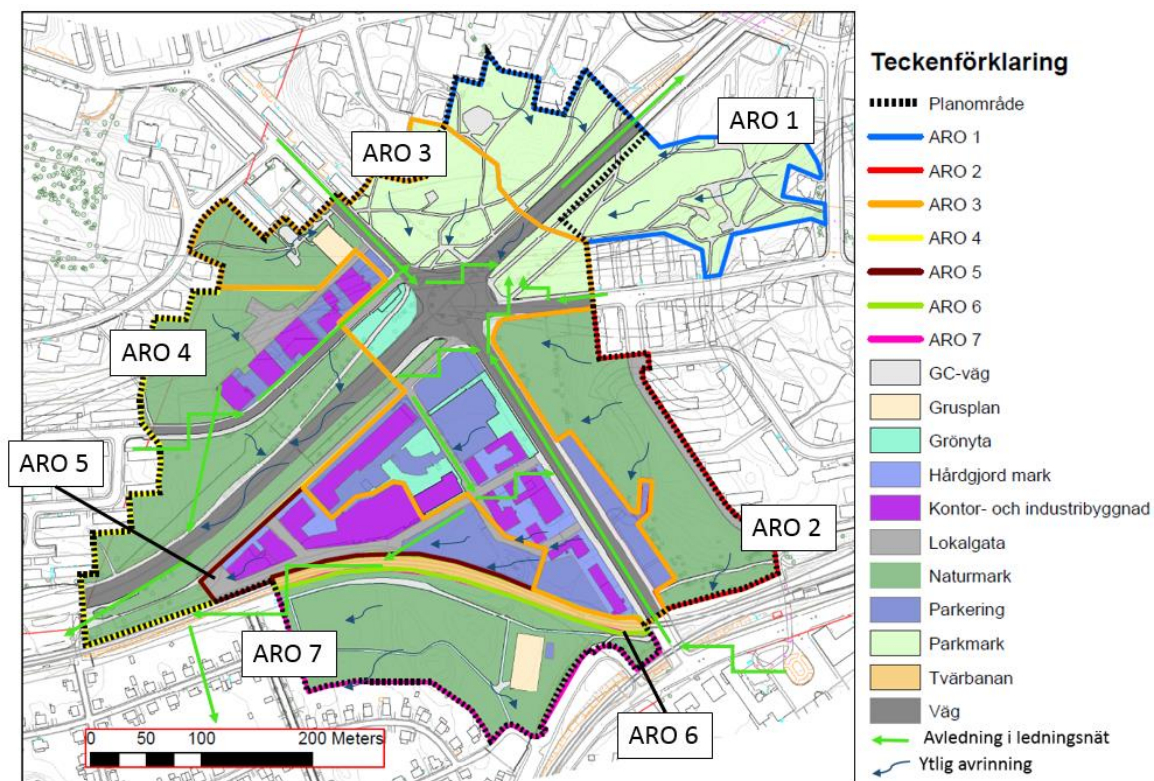
Under planområdet går tunnelsträckningen för Södra länken i öst-västlig riktning. Längs med denne finns även arbetstunnel för Södra länken. Största delen av området har idag ett kombinerat avloppssystem som i stor utsträckning kommer att finnas kvar.

Planområdet samt dess avrinningsområden redovisas i Figur 2.

4.1 Nuläge

Planområdet är ca 21 ha stort och består av naturmark, parkmark, företag, handel- och kontorsområde samt de större vägarna Johanneshovsvägen och Bolidenvägen.

Ett platsbesök utfördes 2016-05-31 och bilder från området kan ses i Figur 3, Figur 4, Figur 5 och Figur 6. Figur 3 visar lokalgatan Tjurhornsgränd samt omgivande kontors- och industriområde sett från Bolidenvägen. Steningeparken norr om Johanneshovsvägen ses i Figur 4.

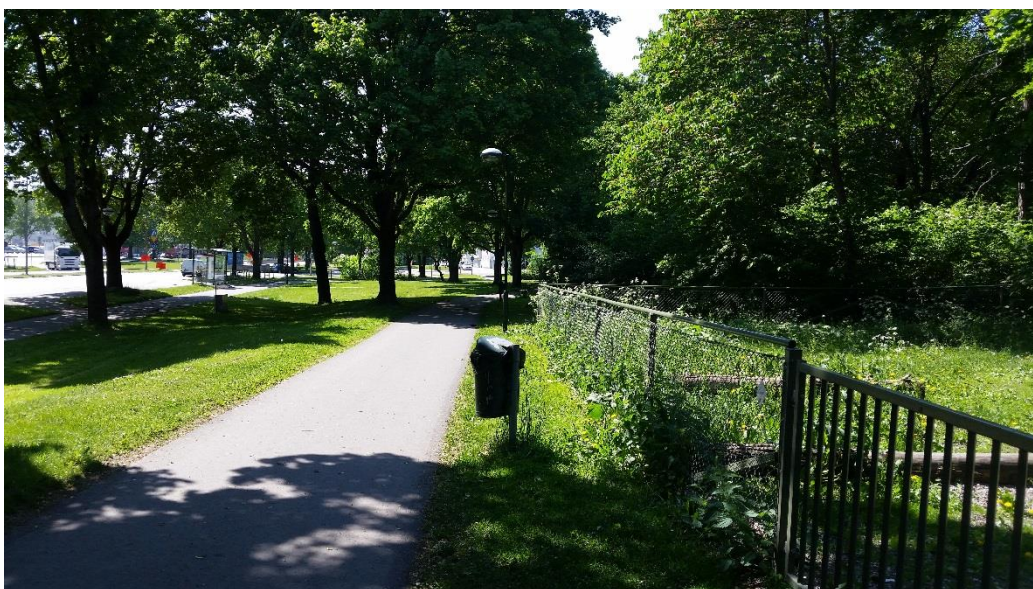


Figur 2 Översiktsbild över planområdet samt dess avrinningsområden. Blå pilar visar på yttlig avrinning och gröna pilar visar på avrinning i ledning.

I Figur 5 ses Lindetorpsvägen i fokus med Johanneshovsvägen i bakgrunden. Figur 6 visar sydvästra delen av lokalgatan Tjurhornsgränd i anslutning till tvärbanans barvall.



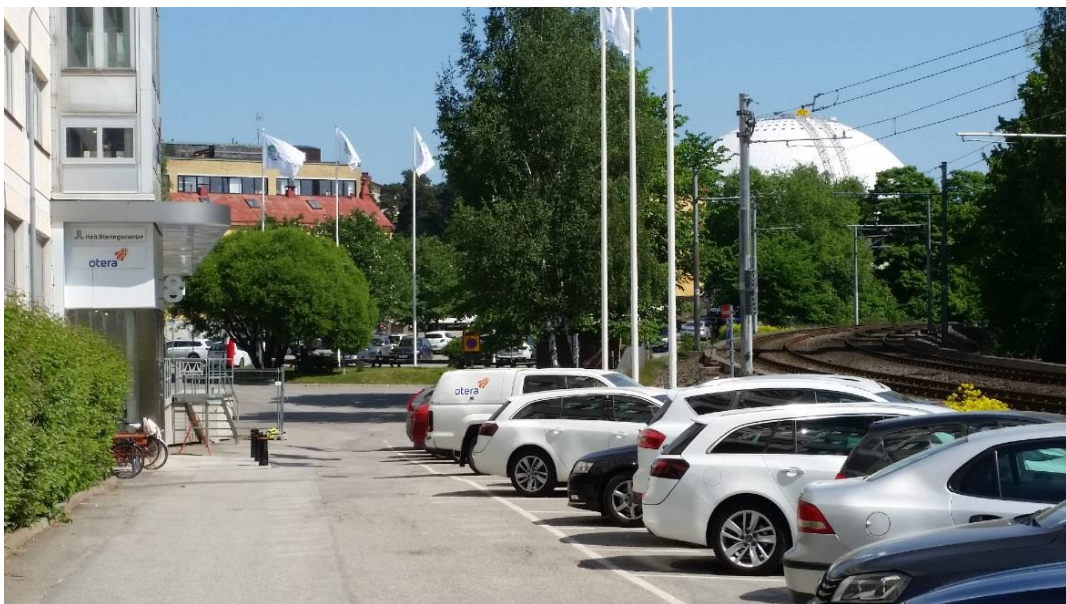
Figur 3 Bild på infarten till lokalgatan Tjurhornsgränd sett från Bolidenvägen.



Figur 4 Bild på Steningeparken med Bolidenplan i bakgrunden.



Figur 5 Bild på Lindetorpsvägen med Johanneshovsvägen i bakgrunden.



Figur 6 Bild på sydvästra delen av Tjurhornsgränd i anslutning till tvärbanans banvall.

4.2 Avrinningsområden före exploatering

4.2.1 ARO 1

Avrinningsområdet består av parkmark och en mindre del av Johanneshovsvägen som har en trafikintensitet på 7000 ÅDT (fordon/dygn). Parkmarken både söder och norr i avrinningsområdet sluttar svagt mot vägen och avvattnas diffust i landskapet. I gångporten under Johanneshovsvägen finns dubbla brunnar som i förlängningen leder dagvattnet till Henriksdals reningsverk. Johanneshovsvägen avvattnas ut ur planområdet via kombinerad ledning i nordostlig riktning längs med Johanneshovsvägen och i förlängningen vidare till Henriksdals reningsverk.

4.2.2 ARO 2

Naturmark och en lokalgata ingår i avrinningsområde 2. Konstgutarvägen avvattnas delvis längs vägen i sydöstlig riktning och ut ur området. En mindre del av Konstgutarvägen avvattnas i nordöstlig riktning mot Skulptörvägen. Slutningen mot Bolidenvägen är brant och tätbevuxen, på ett flertal ställen finns det berg i dagen. Avvattning sker diffust i släntfoten i anslutning till parkeringen. I anslutning till parkeringen finns en infart till Södra länkens arbetstunnlar.

4.2.3 ARO 3

Avrinningsområde 3 består av de större vägarna Bolidenvägen (ÅDT 13 000), delar av Johanneshovsvägen (ÅDT 15 000 och 7000) och Skagersvägen (ÅDT 3000). Johanneshovsvägen och Bolidenvägen är enligt dagvattenstrategin för Stockholm ytor i särskild fokus då de har en trafikintensitet mer än 10 000 fordon per dygn. Detta innebär att det är speciellt viktigt med rening av dagvatten från dessa ytor och att särskilda åtgärder kan krävas.

Utöver de större vägarna ingår även lokalgator såsom Tjurhornsgränd, Veterinärgränd och Lindetorpsvägen. Bebyggelse i området består till stor del av kontor- och industribyggnader med tillhörande parkeringar. Parkeringen i anslutning till Bolidenvägen ingår också. I parken mellan Johanneshovsvägen och Skulptörvägen finns skyddsvärda rester av äldre lönnallé som härstammar från slutet av 1800-talet. Här passerade Göta landsväg som var Stockholms södra utfart innan Södertäljevägen kom till i slutet av 1600-talet.

En kombinerad avloppsledning som fungerar som huvudledning för området går i Bolidengatan. Till denna ledning finns serviser till omgivande kontor- och industribyggnader samt parkeringarna. Lågpunkten för denna ledning ligger söder om Bolidenplan, i förlängningen leds vattnet till Henriksdals reningsverk. En brädd för detta vatten finns vid Hammarbyslussen.

4.2.4 ARO 4

Flerbostadshus och naturmark ingår i avrinningsområde 4 samt en större del av Johanneshovsvägen och Bolmenvägen. Naturområdet norr om Bolmenvägen har en

brant sluttning mot Bolmenvägen och berg i dagen finns på ett flertal platser. Avvattnings sker diffust i naturmarken eller via brunnarna i Bolmenvägen.

Naturmarken söder om Bolmenvägen är mer flack och sluttar mot Johanneshovsvägen. Johanneshovsvägens östra del avvattnas ytledes i västlig riktning där brunnar med sandfång avvattnar vägen till kombinerad ledning. Flerbostadsområdet avvattnas via ledning och ansluter till den kombinerade ledningen i Johanneshovsvägen. Avrinningsområdet avvattnas sedan västerut ut ur området via ledningen längs med Johanneshovsvägen.

4.2.5 ARO 5

Avrinningsområde 5 består till stor del av hårdgjorda ytor i form av parkeringar, gång- och cykelvägar samt byggnader inrymmande kontor och industri. Endast en mindre del består av gröna ytor. Området har ett duplicerat ledningsnät med separat dagvattenledning. Tak- och markytors ansluts till dagvattenledningen som leder ut dagvattnet ur området under tvärbanan i sydlig riktning. I förlängningen leds denna dagvattenledning via en dagvattentunnel till Strömmen, Saltsjön.

4.2.6 ARO 6

Avrinningsområde 6 består av tvärbanan. Det antas att tvärbanan sköter sin egen avvattnings och något tillkommande vatten räknas inte med från denna del.

4.2.7 ARO 7

Relativt flack naturmark samt en grusplan ingår i avrinningsområde 7. Inom avrinningsområdet finns två lokala högpunkter som avvattnas till lägre liggande nivåer. Västra delen av avrinningsområdet avvattnas mot omkringliggande bostadsområden i västlig riktning. Östra delen av området avvattnas mot grusplanen som bildar en lokal lågpunkt. I sydöst gränsar en liten del av området, mellan Bägerstavägen och Bolidenvägen, mot tunnelbanan.

4.3 Recipient och miljö kvalitetsnormer

Strömmen är recipient för dagvattnet från avrinningsområde 5 och för möjlig brädd från resterande avrinningsområden.

Miljöproblem i Strömmen är övergödning samt syrefattiga förhållanden, miljögifter såsom kvicksilver, antracen, fluoranten och tributyltenn-föroreningar. Vattenförekomsten har även förändrade morfologiska förändringar till följd av hamnverksamheten. Så länge hamnverksamheten bedrivs i sin nuvarande omfattning kommer morfologiska förbättringsåtgärder inte kunna utföras i någon större grad.

Enligt miljö kvalitetsnormen har Strömmen en måttlig ekologisk potential och god ekologisk potential ska nås till 2021. Strömmen uppnår ej god kemisk ytvattenstatus

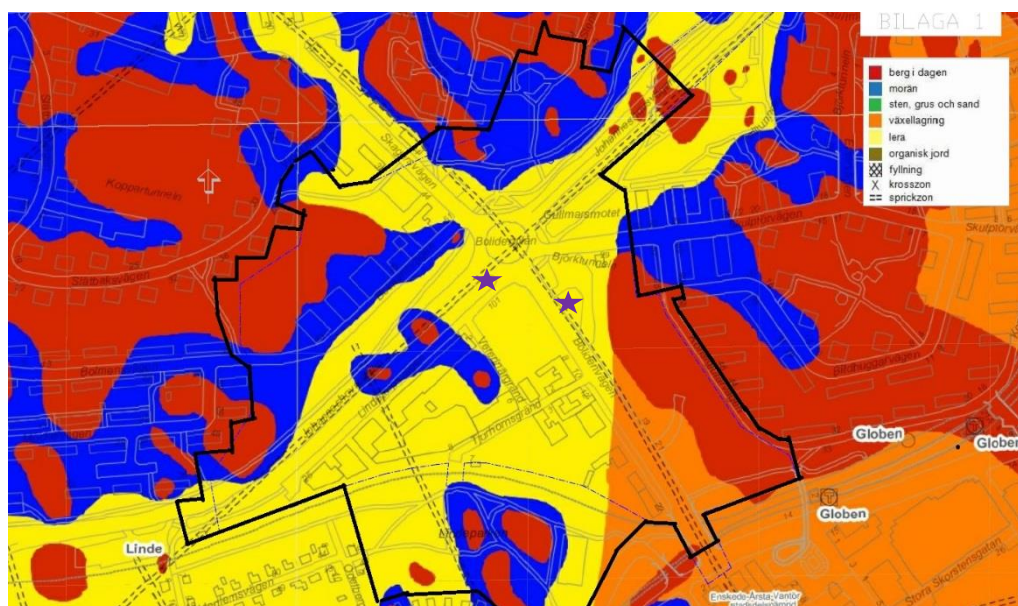
I Tabell 1 redovisas förbättringsbehov för Strömmen för vissa föroreningar för att så småningom kunna uppnå Miljö kvalitetsnormen.

Tabell 1 Föroreningar i Strömmen samt deras förbättringsbehov enligt VISS.

Ämne	Förbättringsbehov	Enhet	%
Tributyltenn föroreningar	0,25	mg/kg tv*	
Bly och blyföroreningar	190	mg/kg tv*	
Antracen	1	mg/kg tv*	
Fosfor	60862	kg	40
Kväve			38
Fluoranten	2.7	mg/kg tv*	

*torrvikt

4.4 Geologiska och hydrogeologiska förhållanden



Figur 7 Byggnadsgeologiska kartan från den geotekniska inventeringen 2014-08-28 utförd av Grontmij. Den ungefärliga plangränsen är markerad med svart linje. De lila stjärnorna markerar ungefärligt platsen för Trafikverkets infiltrationsanläggningar.

Området inom Bolidenplan och utmed Johanneshovsvägen, Skagersvägen och Bolidenvägen utgörs av lermarck med undantag av att fastmark i form av morän och berg sticker upp på två ställen utmed Johanneshovsvägen². Södra delen av

² Årstråket, detaljplaneområde 3 – geoteknisk inventering, 2014-08-28, Grontmij

Bolidenvägen vilar på en växellagring av lera, silt, sand och grus. Lerområdet omgärdas av fastmark i form av morän och berg, se Figur 7.

I området med växellagrade jordarter i södra delen av Bolidenvägen (orange markering) kan eventuellt infiltration av dagvatten tillämpas. För att få en bättre bedömning av infiltrationsmöjligheterna bör tester utföras (sondering, jordprovtagning och slugtest eller likande) för att ta reda på jordarnas genomsläpplighet. Detta kan göras både i områdena med växellagring (orange) respektive områden med morän (blå).

Grundvattennivån sjunker från Bolidenplan mot sydväst, detta innebär att grundvattenströmningen också sker i sydvästlig riktning. Strax söder om Bolidenplan är medelvattennivån ca 3-5 m under markytan (+34 å +35). Mot områdesgränsen i sydväst sjunker medelvattennivån till ca +30.

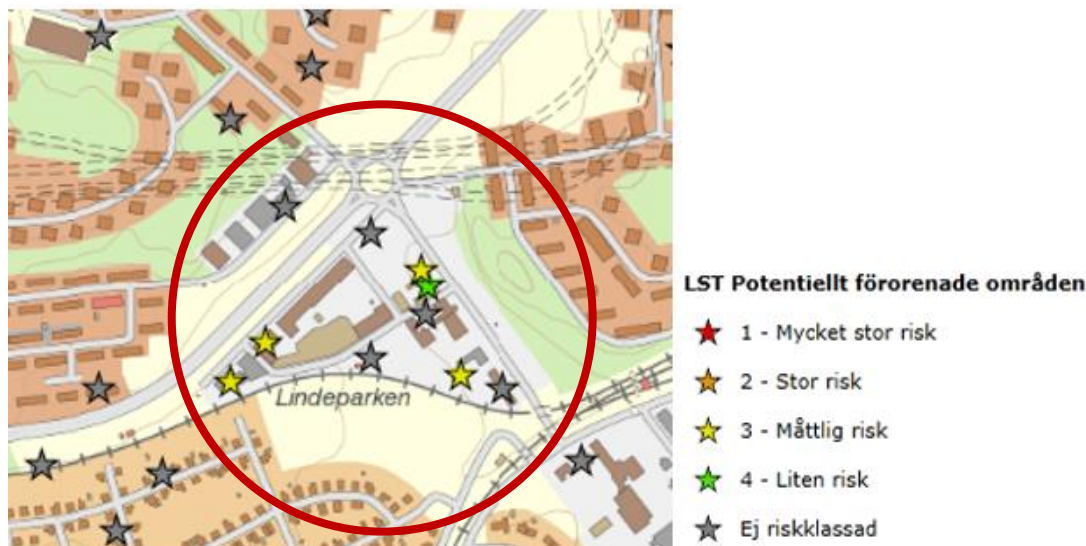
Sydväst om området finns ett stort antal småhus med grundvattenberoende grundläggning.²

Trafikverket infiltrerar vatten från två borrhål i Södra Länkens tunnel strax söder om Bolidenplan, se lila stjärnor i Figur 7, för att kompensera att grundvatten tränger in i tunneln och förhindra att grundvattensänkning därmed sker. Tunneln är förinjekterad till högsta krav på tätning. Planerat bergrum för parkering och planerad sopsuganläggning i berg bör även de förinjekteras till högsta krav på tätning. Vatteninfiltration i berghål bör göras.³

Det finns inget krav på återinfiltration av dagvatten på kvartersmark eller allmän platsmark för att kompensera eventuell grundvattensänkning orsakad av minskad infiltration vid den ökade hårdgörningsgraden, som ofta sker vid exploatering. Däremot är det önskvärt att infiltrera så mycket dagvatten som möjligt som en av flera LOD-åtgärder enligt Stockholms dagvattenstrategi.

³ PM LOD och vatteninfiltration

4.5 Förorenad mark



Figur 8 Översiktlig bild över planområdet markerat med röd ring. Stjärnorna markerar platser med potentiellt förorenad mark. (Bild tagen från Länsstyrelsen, 2016-09-05)

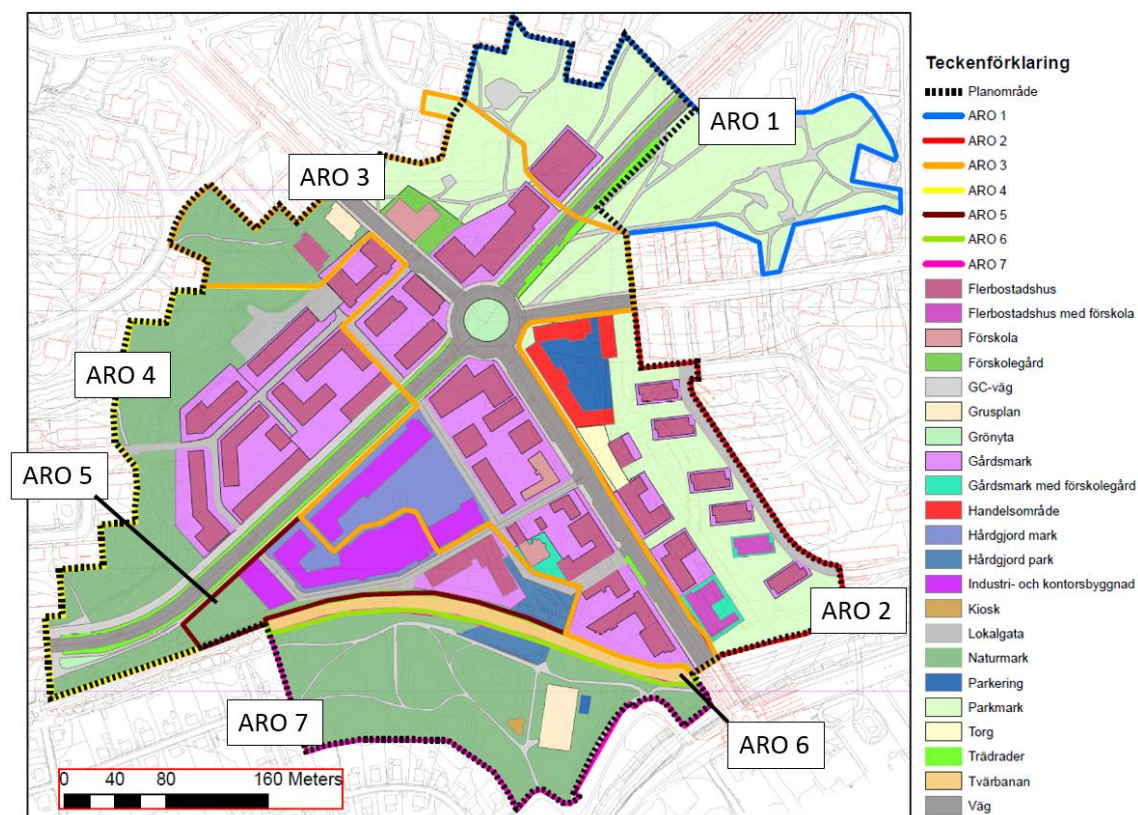
Inom området finns ett flertal potentiellt förorenade områden från industriverksamheter, se Figur 8. Måttlig risk för förorenad mark förekommer på flera platser i området. Verksamheter inom området som kan generera denna risk är bilvårdsanläggningar, bilverkstad och åkerier, krombaserat garveri, tillverkning av tvätt- och rengöringsmedel med halogenerade lösningsmedel, elektroteknisk industri.

Vid förorenad mark bör dagvatten inte infiltreras för att minimera risken för spridning av föroreningarna alternativt utformas lösningarna täta. Närmare miljöutredningar i området behöver utföras för att undersöka om marken behöver saneras.

5 Efter exploatering

Exploateringen av Årstastråket etapp 3 sker inom sex av sju avrinningsområden. Dessa avvattnas till olika ledningssystem. Avrinningsområdena kan ses i Figur 9. Exploateringen inom avrinningsområdena beskrivs nedan i kap 5.1.

Dagvattensystemet och avvattningsprinciper på kvartersmark utformas av respektive byggherre.



Figur 9 Avrinningsområden och markanvändning efter exploatering.

5.1 Avrinningsområden efter exploatering

5.1.1 ARO 1

I avrinningsområde 1 är det planerat för ett nytt flerbostadshus med tillhörande kvartersmark. Utöver detta kommer ingen ytterligare exploatering ske i avrinningsområdet.

5.1.2 ARO 2

Avrinningsområde 2 ska bebyggas med nya flerbostadshusområden, förskola och ett större handelscentrum. Avrinningsområdet blir större då parkeringen som avvattnades till ledningen i Bolidenvägen försvinner. Ett parkeringsgarage samt sopsuganläggning i ett bergutrymme ska anläggas i avrinningsområde 2 under byggnaderna i anslutning till Bolidenvägen. Infarten till arbetstunnlarna för Södra länken kommer även att användas som infart till bergumsgaraget.

5.1.3 ARO 3

Stora ombyggnationer ska utföras i avrinningsområde 3 där befintligt kontors- och industriområde finns idag. Endast ett fåtal byggnader behålls som t.ex. de större byggnaderna i sydvästra delen av avrinningsområdet. Annars ska merparten av området bli flerbostadshus med kvartermark samt några förskolor. Bolidenvägen och Johanneshovsvägen har en hög trafikintensitet och klassas som ytor i särskilt fokus enligt dagvattenstrategin som säger att särskilda åtgärder då krävs för detta dagvatten.

Johanneshovsvägen kommer att utformas med trädrader i skelettjord dit vatten kommer ledas för rening och fördröjning av dagvatten. Utöver detta finns det flera förslag på hur Johanneshovsvägen ska höjsättas och om Lindetorpsvägen ska finnas kvar eller inte. Vid Bolidenvägen planeras torg som kan kombineras med dagvattenhantering.

5.1.4 ARO 4

I avrinningsområde 4 rivs kontors- och industribyggnaderna som finns där idag. Ett flertal nya flerbostadshusområden anläggs samt att läget för Bolmensvägen flyttas delvis norrut. En mindre del av naturmarken behålls längs med plangränsen. Johanneshovsvägen kommer att utformas med trädrader i skelettjord dit dagvatten kommer ledas för rening och fördröjning.

5.1.5 ARO 5

Största delen av byggnaderna i avrinningsområde 5 behålls. I avrinningsområdets mest södra del kommer en gångport anläggas under tvärbanan med trappsystem och ramper.

5.1.6 ARO 6

I avrinningsområde 6 kommer inga förändringar att ske. Tvärbanan antas att även i fortsättningen hantera sitt dagvatten. Detta trots de troliga ökade flödena på grund av klimatförändringar.

5.1.7 ARO 7

Avrinningsområde 7 kommer även i fortsättningen att bestå av parkmark med grusplan.

6 Metod

Under detta kapitel redogörs för de beräkningar som har utförts i denna utredning. Beräkningarna har genomförts med dagvatten- och recipientmodellen StormTac, webversion 16.1.6. Resultaten av dessa beräkningar ligger till grund för föreslagen dagvattenhantering, se avsnitt 7.4. Följande beräkningar har genomförts:

- Flödesberäkningar före och efter exploatering samt beräkning av preliminär nödvändig fördröjningsvolym.
- Föroreningsberäkning av halter och belastning före och efter exploatering samt efter exploatering med LOD.

6.1 Flödes- och föroreningsberäkningar

Som indata till beräkningsmodellen används markanvändning och areor för avrinningsområdena. Markvändningen före och efter exploatering har uppskattats utifrån flygfoto och illustrationsplan. Vid beräkning av dagvattenflöden har avrinningskoefficienter enligt Svenskt Vatten P90 använts, se Bilaga 1 – Markanvändning.

Enligt Svenskt Vatten och SMHI förväntas dimensionerande flöden och fördröjningsvolymerna öka framöver och regionala skillnader i nederbördsintensitet kommer att uppstå. Återkomsttiderna för dimensionerande regn har valts utifrån Svenskt Vattens utgåva av den nya publikationen P110 Avledning av spill-, drän- och dagvatten. Det innebär att 10-årsregnet efter exploatering beräknas med en klimatkfaktor 1.25.

6.1.1 Indata

Indata som använts vid flödes- och föroreningsberäkningarna redovisas i Bilaga 1 – Markanvändning. I tabellen redovisas markanvändningen och areor (ha) för avrinningsområdena före och efter exploatering samt avrinningskoefficienten för varje markanvändning.

7 Resultat

7.1 Beräknade flöden och nödvändiga fördröjningsvolymerna

Flödena har beräknats för två fall; före exploatering för ett 10-årsregn utan klimatkfaktor och efter exploatering för ett 10-årsregn med klimatkfaktor 1.25. För att komma ner till det dimensionerade flödet före exploatering har en fördröjningsvolym beräknats. Resultatet av flödesberäkningarna samt nödvändig fördröjningsvolym redovisas i Tabell 2.

Efter önskemål från Stockholm Vatten har flödesberäkningarna utförts med en mer exakt indelning av markanvändningen och inte för schablonområden. Detta beräkningsätt med en mer exakt indelning av markanvändning har lett till att beräkningar inte har kunnat utföras för beräkningsfallet "efter exploatering med LOD", då planeringen inte är tillräckligt framskriden ännu. Inför beräkningarna har ett antagande gjorts av SBK att gårdsmarken består av 20 % grönyta och 80 % hårdgjord yta i fallet efter exploatering.

Resultatet av flödesberäkningarna visar att flödena ökar för alla avrinningsområden utom ARO 3 där hårdgörningsgraden minskar när markanvändningen går från

industri- och kontorsområde till gröna gårdsmarker. Flödet ökar även totalt sett för hela planområdet vid en separat beräkning (TOT ARO). Resultaten visar att det är viktigt att LOD-åtgärder anläggs på fastighetsmark och även lokalt på allmän platsmark så att flödena kan reduceras.

Tabell 2 Resultatet av beräknade flöden (l/s) och nödvändig fördröjningsvolym (m³) före exploatering med ett 10-årsregn och efter exploatering med ett 10-årsregn med klimatfaktor 1.25.

Avrinningsområde	Flöde före exploatering (l/s)	Flöde efter exploatering med klimatfaktor 1.25 (l/s)	Fördröjningsvolym (m ³)
ARO 1	79	110	130
ARO 2	81	370	250
ARO 3	910	850	-
ARO 4	390	540	240
ARO 5	260	320	85
ARO 6	57	71	20
ARO 7	54	69	59
TOT ARO	1100	2800	1500

Tabell 3 Årsmedelflöden (l/s) före och efter exploatering.

Avrinningsområde	Årsmedelflöde före exploatering (l/s)	Årsmedelflöde efter exploatering (l/s)
ARO 1	0,24	0,3
ARO 2	0,15	0,35
ARO 3	0,99	0,98
ARO 4	0,47	0,62
ARO 5	0,26	0,25
ARO 6	0,06	0,06
ARO 7	0,22	0,17
TOT ARO	2,5	2,7

Årsmedelflöden före och efter exploatering redovisas i Tabell 3. Årsmedelflödet ökar i delavrinningsområde 1, 2 och 4 samt för hela planområdet efter exploatering. I delavrinningsområde 3, 5 och 7 minskar det.

7.2 Klimatanpassning

Dagvattensystemet dimensioneras vanligtvis efter ett 10-årsregn i stadsmiljö. Vid alla större regn såsom t.ex. 20-, 50- och 100-årsregn kommer dock ledningssystemets kapacitet att överstigas och dagvattnet kommer att behöva avrinna ytligt ut från området. Genom en genomtänkt höjdsättning där byggnader placeras högre än gaturummet och genom att undvika instängda områden kan gatorna användas som sekundära avvattningsvägar då dagvattensystemet går fullt. Höjdsättningen av dagvattenanläggningar är ett viktigt moment i dimensioneringen för att klara av att avvattna ett område både vid normala regntillfällen samt vid höga flöden.

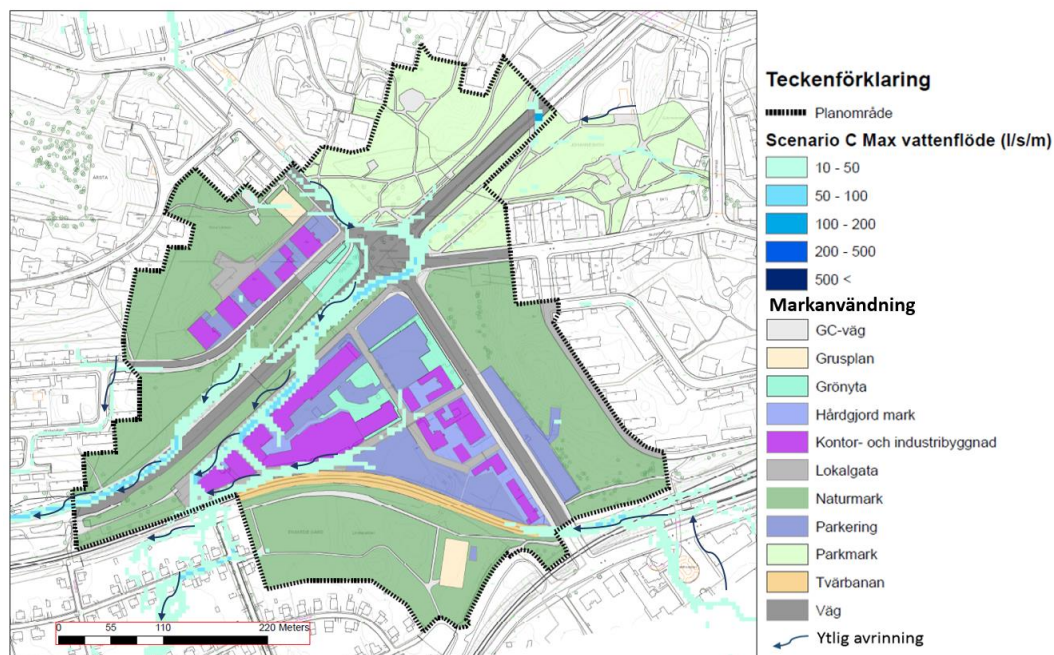
7.2.1 Skyfallsmodellering

Stockholm Vatten har utfört en översiktlig skyfallsmodellering⁴ över Stockholm. Skyfallsmodelleringen har utförts då framtida förväntade klimatförändringar medför ökade regnintensiteter och modelleringen ger en indikation på möjliga konsekvenser av ett skyfall med en återkomsttid på 100 år. I modellen har det förutsatts att dagvattennätet kan hantera ett 10-årsregn med klimatkoefficient. Marköversvämningar vid ett skyfall beror därför på att kapaciteten i ledningarna överskrids. Tre scenarier har simulerats med olika sannolikheter: hög sannolikhet (scenario A), medelhög

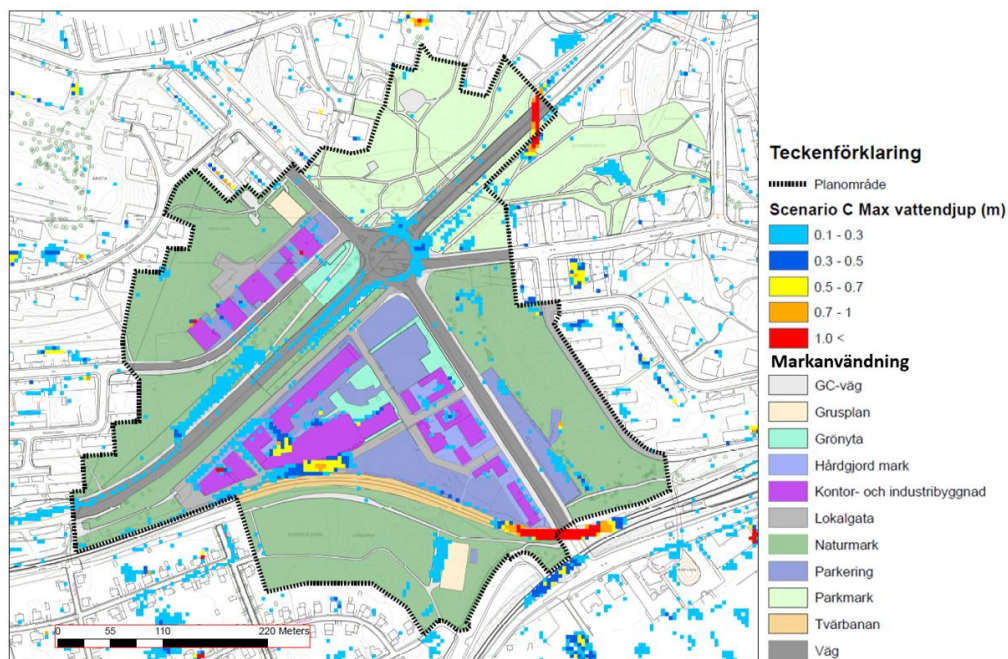
⁴ Skyfallsmodellering för Stockholm stad – simulering av ett 100-årsregn i ett framtida klimat (år 2100), Stockholm Vatten AB, Joakim Pramsten, 2015-12-03

sannolikhet (scenario B) och låg sannolikhet (scenario C). Parametrarna i scenariona har valts till att vara; så gynnsamma som möjligt inom rimliga gränser (hög sannolikhet), så väl avvägda som möjligt med hänsyn till tillgänglig kunskap (medelhög sannolikhet) och så ogynnsamma som möjligt inom rimliga gränser (låg sannolikhet). Ett antal generaliseringar och förenklingar har använts i modellen som bland annat andelen hårdgjorda ytor, markens infiltrationskapacitet, avloppssystemets kapacitet osv. Dessa redovisas och förklaras ytterligare i rapporten. Scenario C används i denna rapport. Scenariot har lägst sannolikhet att inträffa men ger de största konsekvenserna.

I Figurerna nedan har skyfallskarteringen som utförts på dagens markanvändning använts på den planerade markanvändningen för planområdet. I Figur 10 redovisas ytliga avrinningsvägar in och ut från planområdet vid ett 100-årsregn. Som Figur 10 och dess pilar visar rinner vatten in i östra delen av området från sydöst till tvärbanan och från norr mot Bolidenplan. Johanneshovsvägen fungerar delvis som en sekundär avrinningsväg för vatten ut ur planområdet. En del av vattnet från Johanneshovsvägen avrinner dock till Lindetorpsvägen och vidare söderut över tvärbanan och ut ur området. Figur 11 visar att det är störst risk för översvämning på gång- och cykelbanan norr om tvärbanan i anslutning till befintlig bebyggelse samt inom företagsparken mellan byggnaderna (två gula fläckar). Där kan vattnet ställa sig upp till 1.0 m. Där tvärbanan går under Bolidenvägen samt gångporten under östra delen av Johanneshovsvägen är risken också hög för översvämningar vid större regn, där kan vatten ställa sig över 1.0 m.



Figur 10 Skyfallsmodellering för ett 100-årsregn år 2100 på befintlig markanvändning och höjdsättning, max vattenflöde vis scenario C (l/s/m).



Figur 11 Skyfallsmodellering för ett 100-årsregn år 2100 på befintlig markanvändning och höjdsättning, max vattendjup vid scenario C (m).

7.3 Föroreningsberäkningar

Beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder i dagvattnet har utförts för planområdet. Schablonhalter för de större vägarna, takyta, gröna tak, lokalgata med rening i biofilter/skelettjord/dike, förskola med förskolegård, grönyta, gång och cykelbana och naturmark har använts. Vid belastningsberäkningar (mängd förorening, kg/år) används årsmedelhalten och den ackumulerade årliga nederbörden då det är årsvolymen som är avgörande för hur stor mängd förorening som genereras under ett år. Endast belastning av dagvatten och basflöde (inläckande grundvatten till dagvattensystemet) avses.

I rapporten redovisas föroreningshalt ($\mu\text{g/l}$ eller mg/l) och föroreningsbelastning (kg/år) före och efter exploatering (med och utan LOD). Följande föroreningar har beräknats: fosfor (P), kväve (N), bly (Pb), koppar (Cu), zink (Zn), kadmium (Cd), krom (Cr), nickel (Ni), kvicksilver (Hg), suspenderad substans (Susp; partiklar), opolära alifatiska kolväten (olja), polycykliska aromatiska kolväten (PAH) och bensapyren (BaP). För samtliga ämnen avses totalhalter. Dessa beräkningar utförs utan klimatkorrigeringsfaktor. Årsmedelhalter har jämförts med *Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp*, nivå 2S. Nivå 2 gäller för delavrinningsområden som i förlängning ansluter till recipient och S avser utlopp i en större recipient såsom större sjö eller hav.

Efter exploateringskontorets bedömning skulle samma ÅDT användas på vägarna i fallen före och efter exploatering då det inte fanns någon aktuell trafikmätning.

Resultatet av föroreningsberäkningarna för hela planområdet redovisas i Tabell 4 och Tabell 5. Resultatet av föroreningsberäkningarna per avrinningsområde redovisas i

Bilaga 2 – Föroreningshalter och Bilaga 3 – Föroreningsbelastning.

Resultatet visar att föroreningshalterna i dagvattnet minskar för alla ämnen utom P och Ni för området i sin helhet om dagvattnet på Johanneshovsvägen leds till skelettjord för rening men att LOD inte används på kvartermark. Om däremot rening sker både av Johanneshovsvägens dagvatten i skelettjord och LOD används på kvartermark och lokalgator så minskar föroreningshalten för alla ämnen för området i stort.

Tabell 4 Årsmedelhalter (mg/l och µg/l) av föroreningar i dagvatten före och efter exploatering. Inga halter överstiger riktvärdena.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD*	Efter exploatering med LOD	Riktvärde 2S
P	µg/l	130	160	124	250
N	mg/l	1.5	1.5	0.08	3.0
Pb	µg/l	14	9	8	15
Cu	µg/l	26	21	18	40
Zn	µg/l	110	72	63	125
Cd	µg/l	0.39	0.38	0.29	0.5
Cr	µg/l	7.9	7.1	5.8	25
Ni	µg/l	5.1	5.2	4.4	30
Hg	µg/l	0.045	0.034	0.039	0.07
SS	mg/l	65	46	36	75
Olja	mg/l	0.69	0.56	0.48	0.7
PAH	µg/l	0.63	0.42	0.36	-
BaP	µg/l	0.04	0.03	0.02	0.07

*Men med rening i växtbäddar längs med Johanneshovsvägen

Tabell 5 Årlig föroreningsbelastning (kg/år) före och efter exploatering samt efter exploatering med LOD.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD*	Efter exploatering med LOD
P	kg/år	8.1	11.2	7.5
N	kg/år	94	102	86
Pb	kg/år	0.87	0.66	0.46
Cu	kg/år	1.7	1.4	1.1
Zn	kg/år	6.8	5.0	3.8
Cd	g/år	0.025	0.027	0.020
Cr	kg/år	0.50	0.49	0.35
Ni	kg/år	0.33	0.37	0.27
Hg	g/år	2.9	2.4	2.0
SS	kg/år	4100	3130	2130
Olja	kg/år	44	39	29
PAH	g/år	0.04	0.03	0.02
BaP	g/år	0.0023	0.002	0.001

*Men med rening i växtbäddar längs med Johanneshovsvägen

Uppdelat på varje delavrinningsområde fås följande resultat:

Vid exploatering med LOD minskar föroreningshalten för nästan alla ämnen i avrinningsområde 1,3,4 och 5. För avrinningsområde 6 ligger halterna kvar på samma nivå och för avrinningsområde 2 och 7 ökar föroreningshalten för alla ämnen utom för olja i omr 7.

Resultatet av föroreningsbelastningen för hela området redovisas i Tabell 5. Om LOD inte används på kvartersmark vid exploatering ökar belastningen för P, N, Cd, Ni för planområdet i stort sett. Om däremot LOD används minskar belastningen för alla ämnen vid jämförelse med före exploatering.

Uppdelat på varje delavrinningsområde fås följande resultat:

Vid exploatering med LOD minskar belastningen från avrinningsområde 1, 3,4 och 5 för alla ämnen. Avrinningsområde 6 har en oförändrad belastning. Vid exploatering i avrinningsområde 2 och 7 ökar däremot belastningen. Större delen av dessa områden består idag av naturmark, detta betyder att endast en mindre förändring i markanvändning ger en ökad föroreningsbelastning.

För att kunna medverka till att uppfylla miljö kvalitetsnormerna för recipienten Strömmen är det viktigt att få ner belastningen från speciellt P (fosfor) och N (kväve) från området. Därför är det bra att välja åtgärder som biofilter, diken och dammar.

Om LOD används på kvartersmark så minskar avrinningen från fastigheten. I och med den minskade avrinningen minskar också belastningen ytterligare.

7.3.1 Reningseffekt i växtbäddar

Johanneshovsvägen och Bolidenvägen har en hög trafikintensitet och klassas som ytor i särskilt fokus enligt dagvattenstrategin som säger att särskilda åtgärder då krävs för detta dagvatten. Johanenshovsvägen är försedd med trädrader i skelettjord. En schablonmässig reningseffekt per ämne har beräknats med Storm Tac, se Tabell 6.

Tabell 6 Schablonmässig reningseffekt av dagvatten i skelettjord.

P %	N %	Pb %	Cu %	Zn %	Cd %	Cr %	Ni %	Hg %	SS %	Oil %	PAH %	BaP %
50	40	70	35	40	65	50	80	35	75	80	70	70

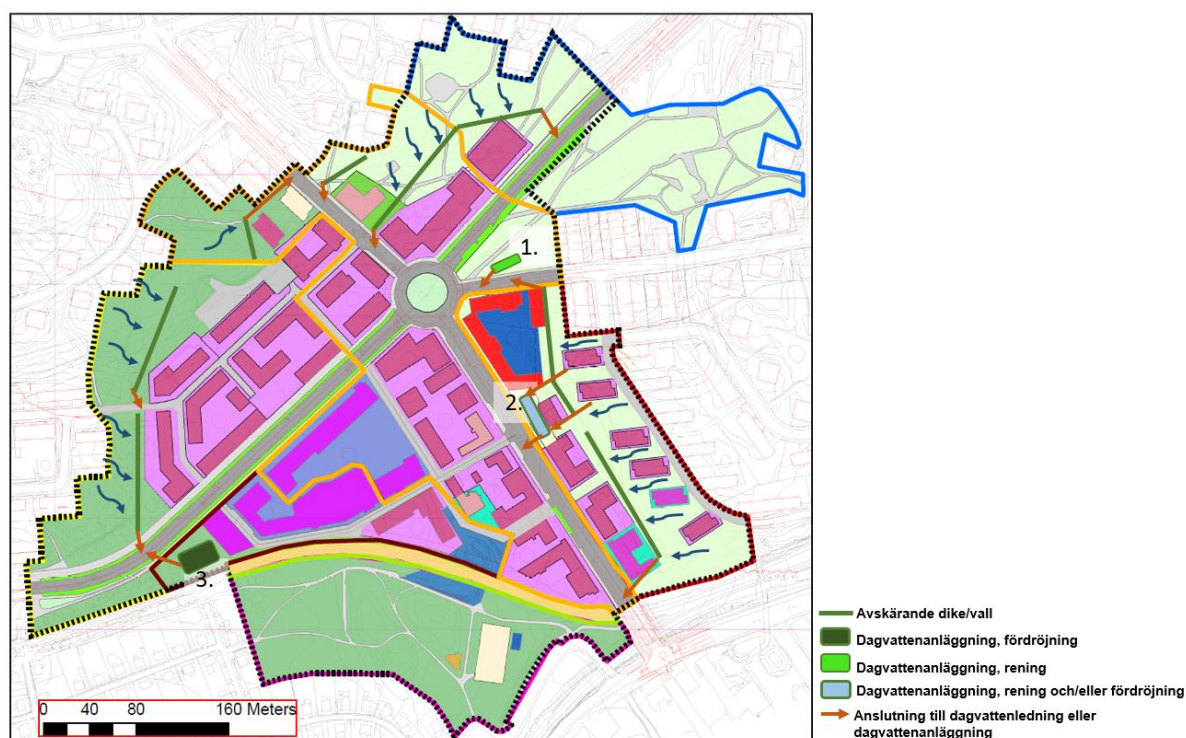
7.4 Översiktliga förslag på utformning av dagvattenhantering

Vid exploatering minskar föroreningsbelastningen för planområdet i stort om LOD används på kvartersmark, förskolor och vid lokalgator. Byggherrarna utformar dagvattenhanteringen på sin egen mark. En tumregel enligt Stockholm stad är att allt dagvatten som uppstår på kvartersmark och allmän platsmark i största möjligaste mån ska ledas till LOD för rening i någon form (sedimentation, filtrering, infiltration och/eller biologisk/kemisk process).

Det är planerat att dagvatten från Johanneshovsvägen ska renas i växtbäddar. På samma sätt bör dagvattnet från Bolidenvägen också renas innan det avleds, på grund av att det är en yta i särskilt fokus enligt Stockholms dagvattenstrategi.

Vid exploatering och med troliga framtida klimatförändringar kommer flödet från planområdet att öka. Det ökade flödet som exploateringen bidrar med ska hanteras och fördröjas på respektive byggherres mark. Exempel på LOD som kan anläggas för rening och fördröjning av dagvatten kan ses i Bilaga 4 – Principlösningar för dagvatten.

Generellt föreslås att dagvattnet på kvartersmark och allmän platsmark omhändertas via gröna tak, växtbäddar, skelettjordar, grönytor och diken innan det avleds till det allmänna systemet. Vidare bör genomsläpplig beläggning användas i så stor utsträckning som möjligt för att reducera andelen dagvatten som bidrar till toppflödena. En stor del av den nya bebyggelsen i planområdet ligger i en slänt eller nedanför befintlig bebyggelse. Detta kommer att generera ett dagvattenflöde mot de nya byggnaderna från ovanliggande mark. Förslagsvis anläggs avskärande diken i slänterna ovan den nya bebyggelsen för att avleda dagvattnet, se Figur 12. Alternativt kan vallar eller liknande anläggas för att avleda vattnet om det höjdmässigt eller pga. markförhållanden inte går att göra diken. Detta dagvatten ansluts sedan till ledning i gata.



Figur 12 Förslag på placering av avskärande diken för avledning av dagvatten samt möjliga områden att ha större gemensamma dagvattenanläggningar för rening och fördröjning.

Vid extremregn då kapaciteten i ledningssystemet överskrids är höjdsättning viktig. Genom en genomtänkt höjdsättning där byggnader placeras högre än gaturummet och genom att undvika instängda områden kan Bolidenvägen och Johanneshovsgatan användas som sekundära avvattningsvägar då dagvattensystemet går fullt.

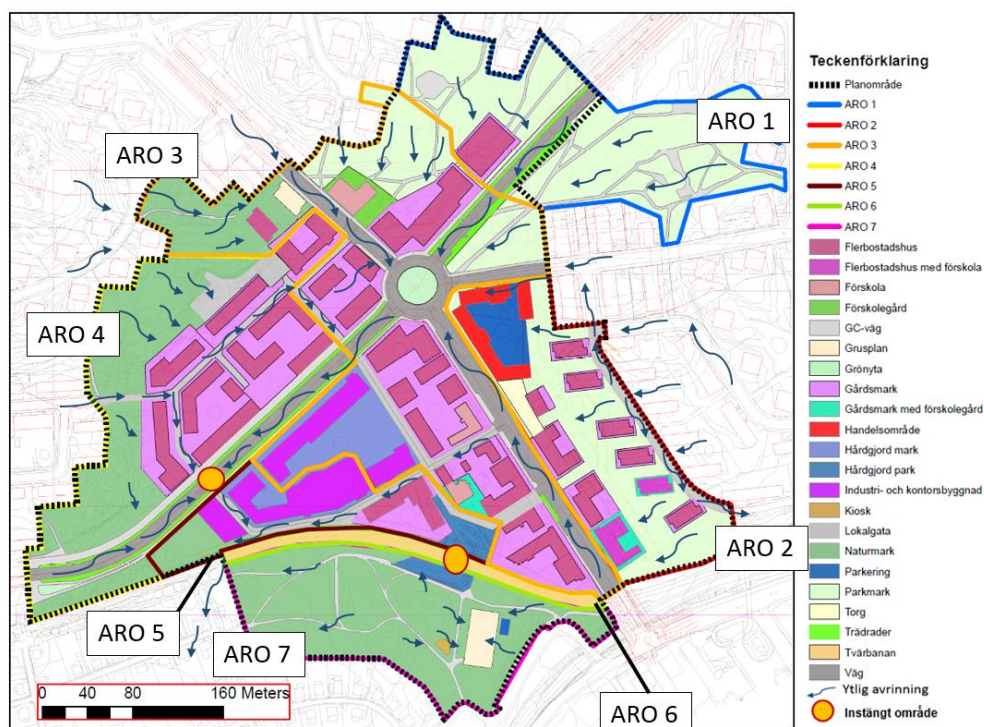
I pågående planarbete finns två olika alternativ över hur Johanneshovsvägen ska utformas. Ett förslag är att Johanneshovsvägen sänks lokalt och Lindetorpssvägen tas bort. Denna höjdsättning skulle dock innebära att ett lokalt instängt område bildas på Johanneshovsvägen, se Figur 13. Den lägsta tröskeln som dagvattnet sedan överstiger är via lokalgatan Tjurhornsgränd och sedan söderut över tvärbanan.

Det andra alternativet är att Lindetorpssvägen blir kvar och Johanneshovsvägen inte sänks i lika stor grad. Detta gör att avrinningsvägen via Johanenshovsvägen ut ur området säkras och inget instängt område bildas, se Figur 14. Förslagsvis höjs även trösklarna söderut mot lokalgatan Tjurhornsgränd för att förhindra att dagvatten flödar in i området med befintlig bebyggelse och över tvärbanan. Detta anses vara det bättre alternativet. Nedströms på Johanneshovsvägen, inom Årstaståket etapp 1, är det i projekteringen av vägen en lågpunkt som bildar ett instängt område. Detta behöver utredas vidare för att förhindra översvämning inom Årstastråket etapp 1. Utöver detta behöver avrinningsvägen nedströms mot Årstafältet och Årstadammen säkras.

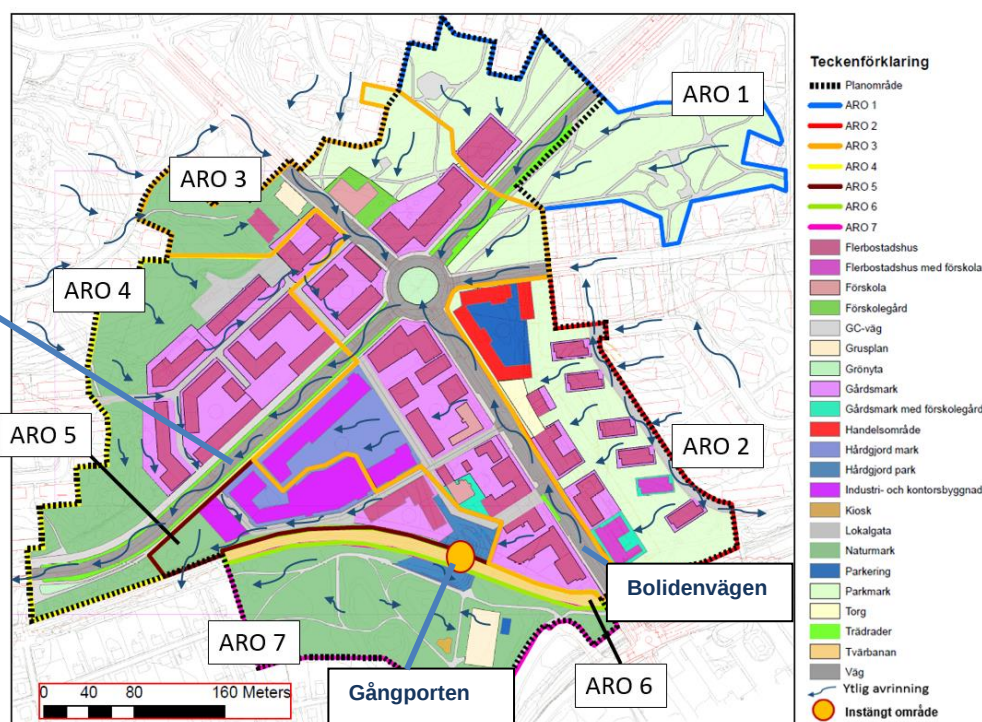
I båda alternativen bildas ett instängt område vid gångporten under tvärbanan. Det är viktigt att marken i anslutning till gångporten höjdsätts korrekt så att dessa ytor inte avvattnas till det instängda området. Markytan ska istället avvattnas från trappsystemet. Då gångporten ligger lågt i nivå kommer anslutning till dagvattenledning med självfall inte vara möjligt. För att avvattna gångporten kommer en lösning med pumpning att krävas.

Översvämningssytor där dagvatten samlas upp, fördröjs och utjämnas kan anläggas för att förhindra att dagvattnet vid extremregn flödar söderut. Sådana ytor kan utformas som multifunktionella ytor så att de kan användas till annan aktivitet då de inte är översvämmade.

Platser för eventuella lägen för dagvattenhantering har föreslagits och är markerade och numrerade i Figur 12. Placeringen av dessa föreslagna anläggningar är inte exakta utan måste utredas i senare skede och med hänsyn till fortsatt planläggning. Ett sådant ställe är i västra delen av avrinningsområde 5 söder om Johanneshovsvägen, se Figur 12 nummer 3. Plats för rening av dagvatten från avrinningsområde 2 skulle kunna vara öster om Bolidenplan, se Figur 12 nummer 1. I närheten av punkt 1 planeras eventuellt en tryckstegringsstation vilket måste tas hänsyn till i fortsatt planering. I anslutning till Skulptörvägen ligger även Göta landsväg som även det måste beaktas. En annan plats för dagvattenanläggning, t.ex. en skelettjord, skulle kunna vara i avrinningsområde 2 under torget, se Figur 12 nr 2.



Figur 13 Höjdsättning av Johanneshovsvägen alternativ 1 med yttlig avrinning vid extremregn då ledningssystemet är överbelastat.



Figur 14 Höjdsättning av Johanneshovsvägen alternativ 2 med yttlig avrinning vid extremregn då ledningssystemet är överbelastat.

8 Slutsats

Förslag till utformning av Årstastråket etapp 3 är att avskärande diken anläggs för att avleda avrinningen från naturmarken som avvattnas mot de nya fastigheterna. Vid extremregn är det viktigt med höjdsättning av planområdet och alternativ 2, där det inte bildas ett instängt område på Johanneshovsvägen, är att föredra. På så sätt kan även extremregn avvattnas ut ur området utan att skada byggnader eller infrastruktur. Det är viktigt att kontrollera nedströms områden så att de inte skadas av dessa flöden.

Höjdsättning av marken runt gångporten är också ett viktigt moment. Gångporten under tvärbanan bildar vid extremregn ett instängt område. Att avvattna så små markytor som möjligt mot trappsystemet och gångporten är därför att tänka på, istället ska markytornas lutning ske från dessa.

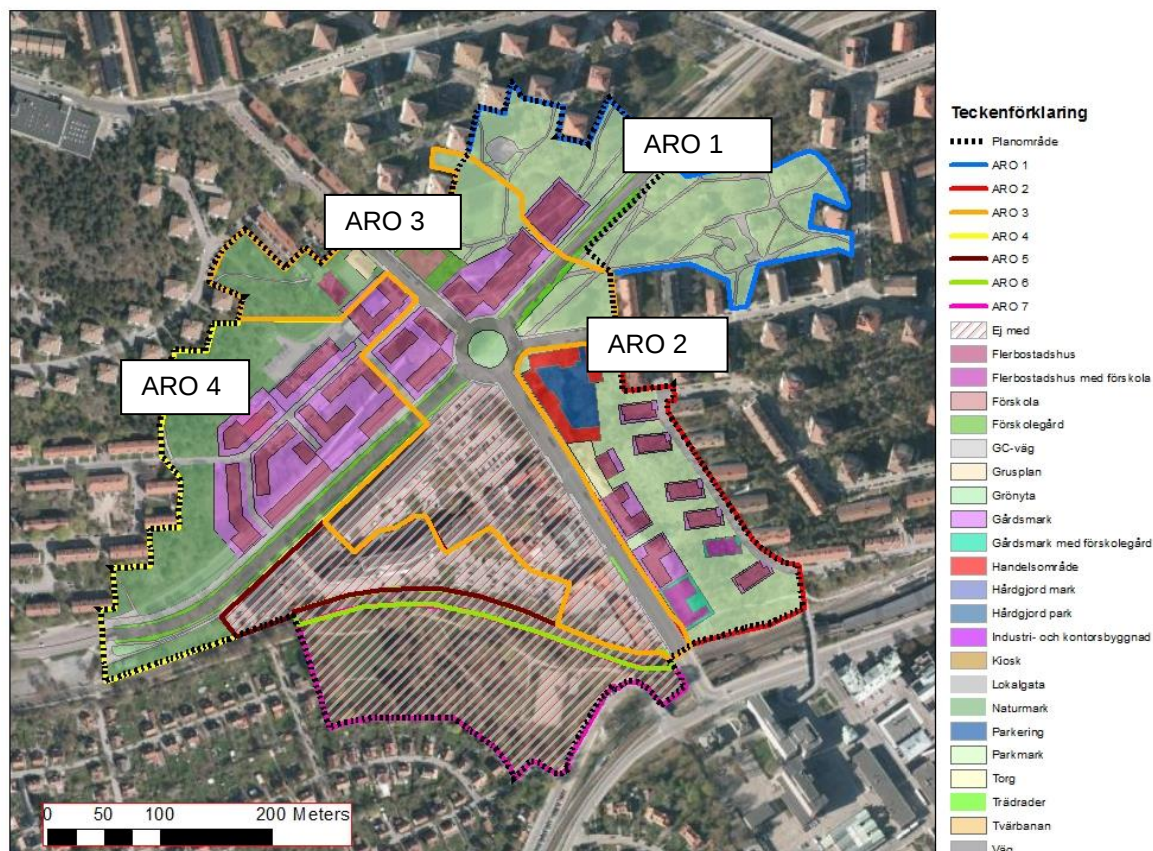
Resultatet av föroreningsbelastningen för hela området visar att om LOD används på kvartersmark samt att rening sker av Johanneshovsvägens dagvatten minskar belastningen för alla ämnen vid jämförelse med före exploatering.

Eventuella platser för hantering av dagvatten kan ses i Figur 12. Förslag på platser för rening är skelettjord under torget eller en mindre damm i anslutning till Skulptörvägen, detta behöver dock studeras höjdmässigt. I avrinningsområde 5 skulle en översvämningssyta kunna anläggas för att dagvatten vid större regn ska kunna ledas dit istället för att avvattnas över tvärbanan.

9 Tilläggsberäkning - Föroreningsberäkningar enligt åtgärdsnivå vid ny- och större ombyggnation

Ytterligare en beräkning av föroreningshalter och föroreningsmängder har utförts på delar av Årstastråket 3, se Figur 15. Detta har gjorts eftersom vissa delar har uteslutits från beräkningarna då Stockholm Stad inte har rådighet över denna mark och utformningen är väldigt oviss. Beräkningarna har utförts på avrinningsområde 1, 2 och 4 samt delar av avrinningsområde 3 för att beräkna föroreningshalterna/mängderna från planområdet som en helhet. Den uteslutna delen är skrafferad i Figur 15. Föroreningsberäkningarna har utförts enligt åtgärdsnivån vid ny- och större ombyggnation⁵ från Stockholm stad, 2016.

Markanvändningen före och efter exploatering i hektar (ha) redovisas i Tabell 7.



Figur 15 Avrinningsområden och markanvändning som har använts som indata till nya föroreningsberäkningar.

⁵ Dagvattenhantering-Åtgärdsnivå vid ny- och ombyggnation, Stockholm stad 2016

Tabell 7 Markanvändning före och efter exploatering uttryckt i hektar (ha).

Markanvändning	Före exploatering (ha)	Efter exploatering (ha)
Naturmark	8,6	2,5
Parkmark	1,4	4,7
Bolidenvägen (ÅDT 13 000)	0,8	0,6
Johanneshovsvägen (ÅDT 15 000)	0,7	0,6
Johanneshovsvägen (ÅDT 7000)	0,3	0,22
Väg (ÅDT 1600)	0,1	0,1
Väg (ÅDT 3000)	0,1	0,1
Väg (ÅDT 1300)	0,2	-
Lokalgata	0,7	0,5
GC-väg	1,7	1,3
Grusplan	0,1	0,1
Grönyta	0,2	0,1
Parkering	0,3	-
Kontor- och industribyggnad	0,3	-
Flerbostadshusområde	-	3,58
Skolområde	-	0,27
Trädrader	-	0,33
Torg	-	0,1
Handelsområde	-	0,4
Summa	15,5	15,5

Med markanvändningen som indata beräknades föroreningshalter ($\mu\text{g/l}$ och mg/l) för tre fall, Före exploatering, Efter exploatering samt Efter exploatering med rening av 20 mm regn som avrinner från den reducerade arean. I fallet efter exploatering utförs ingen rening av dagvatten i planområdet. I fallet efter exploatering med rening 20 mm har det antagits att detta regn leds till växtbäddar för rening. Växtbäddarnas storlek i förhållande till den reducerade arean i avrinningsområdet är 10 %.

Resultatet av föroreningsberäkningarna redovisas i Tabell 8 och Tabell 9. Föroreningshalterna för ett flertal ämnen ökar vid exploatering, undantagen är kväve (N), koppar (Cu), zink (Zn) och kvicksilver (Hg). Inga värden varken före eller efter exploatering överskrider dock föreslaget riktvärde 2S (Nivå 2 gäller för delavrinningsområden som i förlängning ansluter till recipient och S avser utlopp i en större recipient såsom större sjö eller hav). Om rening sker av 20 mm av det avrinnande vattnet i växtbäddar eller liknande dagvattenanläggning så ökar inga halter i jämförelse med hur de ser ut idag, halterna reduceras då med en mycket stor del.

Tabell 8 Årsmedelhalter (mg/l och µg/l) av föroreningar i dagvatten före och efter exploatering samt efter exploatering med rening av 20 mm från de avrinnande ytorna. Inga halter överstiger föreslagna riktvärden.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med rening 20 mm	Riktvärde 2S
P	µg/l	120	170	38	250
N	mg/l	1,6	1,6	0,68	3.0
Pb	µg/l	7,7	8,6	0,43	15
Cu	µg/l	23	23	1,6	40
Zn	µg/l	77	77	0,77	125
Cd	µg/l	0,25	0,36	0,007	0.5
Cr	µg/l	5,9	6,7	2,3	25
Ni	µg/l	4,0	5,2	0,73	30
Hg	µg/l	0,05	0,041	0,012	0.07
SS	mg/l	43	48	1,9	75
Olja	µg/l	500	520	100	700
PAH	µg/l	0,29	0,31	0,015	-
BaP	µg/l	0,013	0,021	0,001	0.07

Resultatet av föroreningsberäkningarna visar att mängderna av alla ämnen utom kvicksilver (Hg) ökar vid exploatering. Om däremot rening av dagvatten (20 mm av det avrinnande vattnet) sker i växtbäddar eller liknande anläggning reduceras alla föroreningsmängder betydligt.

Tabell 9 Årlig föroreningsbelastning (kg/år) före och efter exploatering samt efter exploatering med rening av 20 mm från de avrinnande ytorna.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering	Efter exploatering med rening 20 mm
P	kg/år	5,3	8,2	1,9
N	kg/år	70	81	34
Pb	kg/år	0,34	0,43	0,02
Cu	kg/år	1,0	1,1	0,08
Zn	kg/år	3,4	3,8	0,04
Cd	kg/år	0,011	0,018	0,0004
Cr	kg/år	0,26	0,33	0,12
Ni	kg/år	0,18	0,26	0,04
Hg	g/år	2,2	2,2	0,61
SS	kg/år	1900	2400	96
Olja	kg/år	22	26	5,1
PAH	g/år	13	15	0,8
BaP	g/år	0,58	1,0	0,05

Bilaga 1 – Markanvändning

Markanvändning före exploatering	Avrinningskoefficient ϕ	ARO 1 (ha)	ARO 2 (ha)	ARO 3 (ha)	ARO 4 (ha)	ARO 5 (ha)	ARO 6 (ha)	ARO 7 (ha)	TOT ARO (ha)
Parkmark	0.10	2.4	-	-	-	-	-	2.4	4.8
Naturmark	0.05	-	2.3	2.0	3.0	-	-	-	7.3
Lokalgata	0.80	-	0.2	0.3	0.4	0.4	-	-	1.3
Väg (1300-1600 ÅDT)	0.80	-	-	0.2	0.1	-	-	-	0.3
Väg (3000-7000 ÅDT)	0.80	0.2	-	0.2	-	-	-	-	0.4
Väg (13000 -15000 ÅDT)	0.80	-	-	0.9	0.6	-	-	-	1.5
GC-väg	0.80	0.6	0.1	0.8	0.3	-	-	0.3	2.1
Parkering	0.80	-	-	1.7	0.2	0.5	-	-	2.4
Grusyta	0.40	-	-	0.1	-	-	-	0.1	0.2
Industri- och kontorsbyggnad	0.90	-	-	0.6	0.3	0.5	-	-	1.4
Hårdgjord mark	0.80	-	-	-	-	0.1	-	-	0.1
Gräsyta	0.10	-	-	0.5	-	-	-	-	0.5
Tvärbanan	0.50	-	-	-	-	-	0.5	-	0.5
Summa area (ha)		3.2	2.6	7.3	4.9	1.5	0.5	2.8	22.8

Markanvändning efter exploatering	Avrinningskoefficient ϕ	ARO 1 (ha)	ARO 2 (ha)	ARO 3 (ha)	ARO 4 (ha)	ARO 5 (ha)	ARO 6 (ha)	ARO 7 (ha)	TOT ARO (ha)
Parkmark	0.10	2.4	1.4	0.9	-	-	-		4.7
Naturmark	0.05	-	-	0.6	1.9	0.2	-	2.3	5.0
Lokalgata	0.80	-	0.2	0.3	0.2	0.2	-		0.9
Väg (1300-1600 ÅDT)	0.80	-	-	0.1	-	-	-		0.1
Väg (3000-7000 ÅDT)	0.80	0.12	-	0.2	-	-	-		0.32
Väg (13000 - 15000 ÅDT)	0.80	-	-	0.7	0.5	-	-		1.2
GC-väg	0.80	0.5	-	0.4	0.4	-	-	0.3	1.6
Parkering	0.80	-	0.2	0.5	-	0.2	-	-	0.9
Grusyta	0.40	-	-	0.1	-	-	-	0.1	0.2
Flerbostadshus	0.90	0.1	0.5	1.0	0.8	0.1	-		2.5
Industri- och kontorsbyggnad	0.90	-	-	0.3	-	0.6	-		0.9
Förskola med förskolegård	0.70	-	-	0.2	-	-	-		0.2
Gårdsmark	0.66*	0.05	0.2	1.2	1.1	0.1	-		2.65
Gårdsmark med förskolegård	0.70	-	0.1	0.1	-	-	-		0.2
Växtbäddar med träd	0.10	0.03	-	0.1	0.2	-	-		0.33
Tvärbanan	0.50	-	-	-	-		0.5		0.5
Handelsområde	0.90	-	0.2	-	-	-	-		0.2
Hårdgjord mark	0.80	-	0.1	-	-	0.1	-	0.1	0.3
Gräsyta	0.10	-	-	0.1	-	-	-		0.1
Summa area (ha)		3.2	2.9	6.8	5.1	1.5	0.5	2.8	22.8

*viktad avrinningskoefficient gårdsmark, 80 % hårdgjort och 20 % grönt.

Bilaga 2 – Föroreningshalter

I fallet efter exploatering med LOD har en viss del av markanvändningen ändrats. I

Handelsområde anses vara mindre förorenat i fallet med LOD då det antagits att någon form av LOD används inom detta område. Flerfamiljshusområde med total LOD har använts då LOD används både på kvartersmark och lokalgator. Det har också antagits att rening av Johanneshovsvägens dagvatten sker i växtbäddar.

Tabell 10 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l).

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde
		ARO 1	ARO 1	ARO 1	2S
P	µg/l	100	108	87	250
N	mg/l	1.5	1.5	1.5	3.0
Pb	µg/l	3.7	3.7	2.7	15
Cu	µg/l	17	15	13	40
Zn	µg/l	37	29	23	125
Cd	µg/l	0.20	0.21	0.16	0.5
Cr	µg/l	4.6	4.6	3.8	25
Ni	µg/l	2.9	2.8	2.2	30
Hg	µg/l	0.047	0.041	0.04	0.07
SS	mg/l	19	15	10	75
Olja	µg/l	470	443	378	700
PAH	µg/l	0.11	0.12	0.07	-
BaP	µg/l	0.007	0.008	0.006	0.07

Tabell 11 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde 2S
		ARO 2	ARO 2	ARO 2	
P	µg/l	65	185	127	250
N	mg/l	1.2	1.5	1.4	3.0
Pb	µg/l	2.4	13.1	8.8	15
Cu	µg/l	10	22	16	40
Zn	µg/l	19	86	58	125
Cd	µg/l	0.13	0.51	0.30	0.5
Cr	µg/l	2.6	7.6	5.4	25
Ni	µg/l	1.7	5.8	3.9	30
Hg	µg/l	0.028	0.032	0.26	0.07
SS	mg/l	24	65	42	75
Olja	µg/l	290	690	411	700
PAH	µg/l	0.04	0.58	0.45	-
BaP	µg/l	0.003	0.045	0.026	0.07

Tabell 12 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde 2S
		ARO 3	ARO 3	ARO 3	
P	µg/l	150	190	150	250
N	mg/l	1.5	1.7	1.6	3.0
Pb	µg/l	19	12.0	10.0	15
Cu	µg/l	32	27	24	40
Zn	µg/l	140	100	94	125
Cd	µg/l	0.50	0.45	0.34	0.5
Cr	µg/l	10.0	9.2	7.9	25
Ni	µg/l	6.4	6.6	5.7	30
Hg	µg/l	0.052	0.042	0.04	0.07
SS	mg/l	88	62	53	75
Olja	µg/l	870	650	590	700
PAH	µg/l	0.88	0.54	0.48	-
BaP	µg/l	0.050	0.034	0.030	0.07

Tabell 13 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde 2S
		ARO 4	ARO 4	ARO 4	
P	µg/l	160	200	111	250
N	mg/l	1.6	1.7	2.1	3.0
Pb	µg/l	15.0	8.8	3.6	15
Cu	µg/l	28	21	12	40
Zn	µg/l	140	61	32	125
Cd	µg/l	0.48	0.42	0.18	0.5
Cr	µg/l	7.9	8.4	4.5	25
Ni	µg/l	6.8	6.1	3.4	30
Hg	µg/l	0.047	0.034	0.030	0.07
SS	mg/l	65	48	21	75
Olja	µg/l	810	543	314	700
PAH	µg/l	0.56	0.33	0.12	-
BaP	µg/l	0.042	0.027	0.008	0.07

Tabell 14 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde 2S
		ARO 5	ARO 5	ARO 5	
P	µg/l	260	200	180	250
N	mg/l	1.6	1.5	1.5	3.0
Pb	µg/l	22	17.0	17.0	15
Cu	µg/l	32	28	26	40
Zn	µg/l	190	130	130	125
Cd	µg/l	0.97	0.64	0.59	0.5
Cr	µg/l	8.5	8.9	8.0	25
Ni	µg/l	11.0	7.5	7.0	30
Hg	µg/l	0.055	0.041	0.04	0.07
SS	mg/l	72	68	63	75
Olja	µg/l	1500	930	910	700
PAH	µg/l	0.72	0.80	0.78	-
BaP	µg/l	0.094	0.060	0.060	0.07

Tabell 15 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde
		ARO 6	ARO 6	ARO 6	2S
P	µg/l	19	19	19	250
N	mg/l	2.0	2.0	2.0	3.0
Pb	µg/l	4.3	4.3	4.3	15
Cu	µg/l	20	20	20	40
Zn	µg/l	40	40	40	125
Cd	µg/l	0.25	0.25	0.25	0.5
Cr	µg/l	3.4	3.4	3.4	25
Ni	µg/l	5.3	5.3	5.3	30
Hg	µg/l	0.010	0.010	0.01	0.07
SS	mg/l	10	10	10	75
Olja	µg/l	140	140	140	700
PAH	µg/l	0.13	0.13	0.13	-
BaP	µg/l	0.042	0.042	0.040	0.07

Tabell 16 Föroreningshalter (µg/l eller mg/l). Gråmarkering indikerar att riktvärdet överskrids.

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD	Riktvärde
		ARO 7	ARO 7	ARO 7	2S
P	µg/l	59	73	73	250
N	mg/l	1.1	1.3	1.3	3.0
Pb	µg/l	2.3	4.9	4.9	15
Cu	µg/l	9	14	14	40
Zn	µg/l	18	31	31	125
Cd	µg/l	0.13	0.18	0.18	0.5
Cr	µg/l	2.0	3.7	3.7	25
Ni	µg/l	1.4	1.9	1.9	30
Hg	µg/l	0.023	0.032	0.03	0.07
SS	mg/l	9	20	20	75
Olja	µg/l	690	350	350	700
PAH	µg/l	0.12	0.36	0.36	-
BaP	µg/l	0.003	0.001	0.010	0.07

Bilaga 3 – Föroreningsbelastning

Tabell 17 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 1	ARO 1	ARO 1
P	kg/år	0.8	0.7	0.6
N	kg/år	12	10	9.3
Pb	kg/år	0.03	0.02	0.02
Cu	kg/år	0.13	0.1	0.09
Zn	kg/år	0.28	0.2	0.17
Cd	kg/år	0.002	0.001	0.001
Cr	kg/år	0.04	0.03	0.03
Ni	kg/år	0.022	0.02	0.02
Hg	g/år	0.60	0.27	0.23
SS	kg/år	140	95	73
Olja	kg/år	3.6	2.8	2.6
PAH	g/år	1.0	0.7	0.40
BaP	g/år	0.05	0.06	0.04

Tabell 18 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 2	ARO 2	ARO 2
P	kg/år	0.3	1.6	1.0
N	kg/år	5	14	10
Pb	kg/år	0.01	0.10	0.08
Cu	kg/år	0.04	0.2	0.13
Zn	kg/år	0.08	0.8	0.49
Cd	kg/år	0.001	0.005	0.003
Cr	kg/år	0.01	0.07	0.05
Ni	kg/år	0.007	0.05	0.03
Hg	g/år	0.12	0.29	0.19
SS	kg/år	100	577	357
Olja	kg/år	1.2	6.2	3.5
PAH	g/år	0.2	5.2	3.70
BaP	g/år	0.01	0.40	0.22

Tabell 19 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 3	ARO 3	ARO 3
P	kg/år	4.4	4.4	3.1
N	kg/år	44	39	32
Pb	kg/år	0.54	0.30	0.21
Cu	kg/år	0.90	0.6	0.49
Zn	kg/år	4.10	2.3	1.90
Cd	kg/år	0.014	0.010	0.007
Cr	kg/år	0.29	0.20	0.16
Ni	kg/år	0.180	0.15	0.11
Hg	g/år	1.5	1.00	0.87
SS	kg/år	2500	1500	1100
Olja	kg/år	25.0	15.0	12.0
PAH	g/år	2.5	1.3	9.60
BaP	g/år	1.40	0.80	0.54

Tabell 20 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 4	ARO 4	ARO 4
P	kg/år	2.1	2.2	1.3
N	kg/år	21	18	14
Pb	kg/år	0.19	0.10	0.04
Cu	kg/år	0.37	0.30	0.14
Zn	kg/år	1.90	0.70	0.38
Cd	kg/år	0.006	0.005	0.002
Cr	kg/år	0.11	0.10	0.05
Ni	kg/år	0.091	0.07	0.04
Hg	g/år	0.63	0.37	0.25
SS	kg/år	870	477	169
Olja	kg/år	11.0	6.2	3.7
PAH	g/år	8.0	3.8	1.3
BaP	g/år	0.60	0.30	0.12

Tabell 21 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 5	ARO 5	ARO 5
P	kg/år	1.7	1.2	1.0
N	kg/år	11	9	8
Pb	kg/år	0.15	0.10	0.09
Cu	kg/år	0.21	0.2	0.14
Zn	kg/år	1.30	0.8	0.70
Cd	kg/år	0.006	0.004	0.003
Cr	kg/år	0.06	0.05	0.04
Ni	kg/år	0.072	0.05	0.04
Hg	g/år	0.36	0.25	0.23
SS	kg/år	480	420	340
Olja	kg/år	9.9	5.7	5.0
PAH	g/år	5.0	4.9	4.3
BaP	g/år	0.60	0.40	0.32

Tabell 22 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 6	ARO 6	ARO 6
P	kg/år	0.04	0.04	0.04
N	kg/år	4	4	4
Pb	kg/år	0.01	0.01	0.01
Cu	kg/år	0.04	0.04	0.04
Zn	kg/år	0.08	0.08	0.08
Cd	kg/år	0.001	0.001	0.001
Cr	kg/år	0.01	0.01	0.01
Ni	kg/år	0.010	0.01	0.01
Hg	g/år	0.02	0.02	0.02
SS	kg/år	19	19	19
Olja	kg/år	0.3	0.3	0.3
PAH	g/år	0.3	0.3	0.3
BaP	g/år	0.08	0.08	0.08

Tabell 23 Föroreningsbelastning (kg/år)

Ämne	Enhet	Före exploatering	Efter exploatering utan LOD	Efter exploatering med LOD
		ARO 7	ARO 7	ARO 7
P	kg/år	0.3	0.5	0.5
N	kg/år	5	8	8
Pb	kg/år	0.01	0.03	0.03
Cu	kg/år	0.04	0.10	0.10
Zn	kg/år	0.08	0.20	0.20
Cd	kg/år	0.001	0.001	0.001
Cr	kg/år	0.01	0.02	0.02
Ni	kg/år	0.006	0.01	0.01
Hg	g/år	0.10	0.20	0.20
SS	kg/år	41	130	130
Olja	kg/år	1.1	2.2	2.2
PAH	g/år	0.6	2.3	2.3
BaP	g/år	0.01	0.06	0.06

Bilaga 4 – Principlösningar för dagvatten

I detta kapitel visas en rad exempel på dagvattenlösningar som kan anläggas inom de studerade delavrinningsområdena på kvartersmark, allmän platsmark och i gaturum.

Syftet med LOD är att reducera flöden, vattenvolymer och föroreningar så nära källan som möjligt. Att kombinera flera olika åtgärder är ett hållbart sätt att hantera dagvatten som kommer att ge god reduktion av både föroreningshalter och vattenmängder. Till fördelar med gröna LOD-lösningar hör:

- Minskade toppflöden och minskad översvämningsrisk
- Reduktion av årsavrinningen
- Förbättrad vattenkvalitet - fastläggning av föroreningar i jord och upptag i växter
- Minskad andel hårdgjord yta - asfalt ersätts med växtbegräddad mark som minskar avrinningen
- Estetiska värden och en trivsammare närmiljö
- Biologisk mångfald
- Förbättrad luftkvalitet - CO₂ upptag och partikelreduktion
- Växter mår bättre av ökad vattentillförsel - minskat bevattningsbehov
- Bullerdämpning
- Kan utnyttjas i pedagogiska sammanhang
- Synliggörande av dagvatten och vattenprocesserna bidrar till ökad acceptans
- Ökat ekonomiskt värde (på fastigheter med grönska)

En stor andel åtgärder uppströms innebär att nedströmsåtgärder för omhändertagande av dagvatten kan minskas.

Gröna tak

Gröna tak och väggar kallas ibland även för ekotak och växtväggar för att visa att de inte alltid är gröna. När det är ont om plats i den tätbebyggda stadsmiljö så kan dessa lösningar vara ett effektivt sätt att få in grönstruktur i staden. Gröna tak kan anläggas på hus, komplementbyggnader och tak över parkeringsplatser (carports). Gröna tak består ofta av moss- och sedumarter och har en hög vattenhållande förmåga vilket bidrar till en fördröjning och minskning av flödestoppar.

Gröna väggar används främst i syfte att dämpa buller och förbättra luftkvaliteten men kan även ha en effekt på dagvattenavrinningen beroende på växtval och uppbyggnad. Mossor har visat sig vara extra effektiva på grund av sin stora bladyta och förmåga att ta upp vatten och föroreningar via bladen. En gata som kantas av växtlighet får en lägre partikelhalt än en motsvarande gata utan vegetation. Därutöver har vegetationen

på tak och längs väggar en isolerande effekt på byggnader vilket gör att energiåtgången för uppvärmning minskar och byggnadernas ytskikt utsätts inte för nedbrytande solljus, värme eller kyla.

Effekten av anläggandet av gröna tak varierar med substrattjockleken, där ett tjockare substratlager kan hålla och fördröja en större mängd vatten än ett tunt innan det blir mättat. Tabell 24 visar avrinningskoefficienter och dess påverkan på dagvattenflöden för olika substrattjocklekar (framtagna för ett 15 min regn som genererar 300 l/s, ha, vilket kan översättas till ett svenskt 50-årsregn⁶).

Tabell 24 Avrinningskoefficienter och reduktion av dagvattenflöden för gröna tak med olika substrattjocklek.

Substratets tjocklek	Typ av substrat	Avrinningskoefficient vid en taklutning på 0-15°	Reduktion av dagvattenflöden jämfört med konventionellt tak
20-40mm	Sedum-mossa	0.70	20%
60-100mm	Sedum-mossa-säsongsväxter	0.50	45%
150-250mm	Gräsmatta-buskar	0.30	65%

Bilder på gröna tak och väggar kan ses i Figur 16



Figur 16 Exempel på gröna tak och väggar.

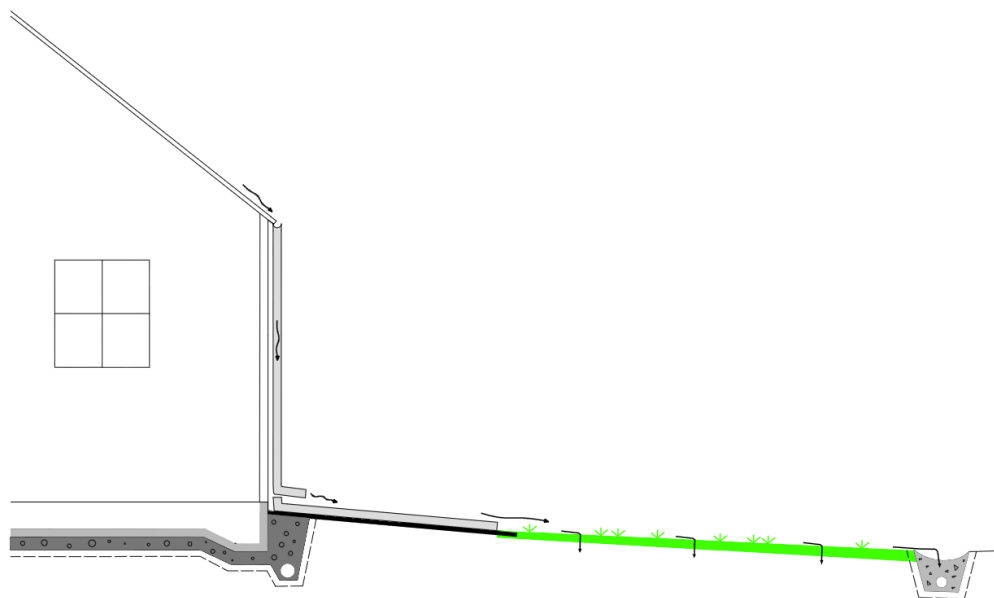
Stuprörsutkastare och ytlig avledning

Avledning från hustak kan göras med stuprörsutkastare till ränndalar. Det rekommenderas att ledningar i mark undviks så att nivå inte tappas och att vattnet kan utnyttjas som ett positivt inslag i bostadsmiljön. Genom att låta vattnet avrinna ytligt

⁶ Guidelines for the planning, execution, and upkeep of green roof, FLL, 2002
<http://www.greenroofsouth.co.uk/FLL%20Guidelines.pdf>

och infiltrera ovanifrån erhålls en rening av vattnet genom luftning och avsättning av partiklar i det översta markskiktet. Vid användning av stuprörsutkastare är det viktigt att marken är hårdgjord närmast huset och lutar ca 2-5 % de första tre metrarna från utkastaren och att marken därefter har en lutning på 1-2 %.

Rännalsplattorna skall läggas minst 2 meter ut från husgrunden. Rännalsplattan närmast huskroppen ska vara en platta med bakkant för att förhindra att vatten rinner bakåt, in mot grunden och ner längs grundmuren. Lämpligen utformas utkastaren med en 75 graders böj och sedan ett 0,2-0,3 m rakt rör över rännalsplattorna. För att underlätta infiltrationen av vattnet kan den mottagande ytan även anläggas med krossmaterial de första metrarna.



Figur 17 Principbild över hur vattnet avleds via stuprörsutkastare.

För exempel på rännaldalar i bostadsområden, se Figur 18.



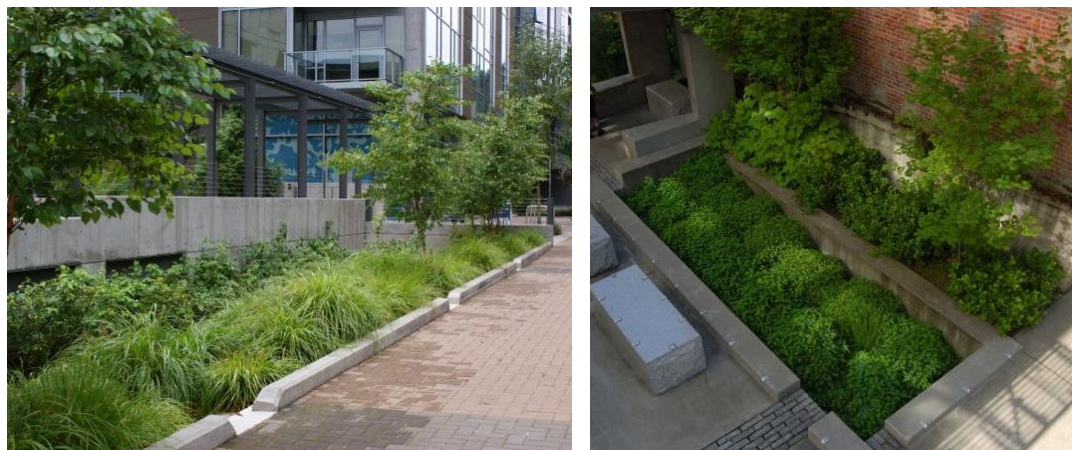
Figur 18 Exempel på rännbäddar och ytlig avledning.

Växtbäddar

Vatten från tak och gårdar kan avledas till växtbäddar i form av nedsänkta lådor där vegetation så som träd, örter och gräs planteras. I dessa sker fördröjning och reduktion av dagvatten. Flera växtbäddar kan kedjekopplas via övertäckta eller öppna dagvattenrännor och på så vis tillåts vattnet svämma över från växtbädd till växtbädd innan anslutning till ett öppet avledningsstråk, t ex en ränna eller ett dike alternativt en tät ledning. Växtbäddar kan förses med små dämmen i syfte att skapa ytterligare

utjämningsvolym och därmed fördröja dagvattnet ytterligare. Växtbäddarna kan utformas så att vattnet infiltrerar eller bara strömmar igenom växtbädden för att sedan samlas upp i dränledning. För bilder över växtbäddar se Figur 19.

Om till exempel en växtbädd är 10 m² stor och har jorddjupet 0.7 m (vattenhållande porvolym på 0.15) och nedsänkt 0.2 m ger detta en fördröjningsvolym på ca 3 m³.



Figur 19 Exempel på utformning av växtbädd.

Regngårdar har samma funktion som växtbäddar men utgörs av större anläggningar, vilka får ta emot en större mängd vatten. Inom skol- och bostadsområden utformas jordsammansättningen så att dränering sker under maximalt 48 h. Bräddmöjlighet bör också anordnas så att vatten aldrig bli stående högre än 0,2 m, vilket är en rekommendation från Boverket. För exempel på utformning av regngårdar i anslutning till en skola, se Figur 20.



Figur 20 Exempel på utformning av regngårdar.

Genomsläpplig beläggning

Om det är möjligt är det rekommenderat att ersätta hårdgjorda ytor med permeabla beläggningar i syfte att öka infiltrationsmöjligheterna, se Figur 21. De genomsläppliga beläggningarna bör inte läggas i branta partier eftersom infiltrationen då oftast koncentreras till en mindre del av ytan med igensättning som följd. Permeabla beläggningar föreslås användas för gårdar, lekplatser och parkeringsytor. Även fristående gångvägar kan tänkas ha denna typ av beläggning. Till genomsläppliga beläggningar hör pelleplattor, markplattor, permeabel asfalt, stenmjöl, grus och smågatsten.



Figur 21 Exempel på permeabla beläggningar.

Skelettjord

Skelettjordar kan anläggas i syfte att fördröja dagvatten från GC-vägar, gator och parkeringsytor innan avledning. Skelettjordar bidrar till såväl fördröjning som infiltration och växtupptag av vatten. Utöver fördröjning sker även viss rening av dagvattnet genom fastläggning och nedbrytning av bland annat partiklar, kväveföreningar och olja. Hårdgjorda ytor avvattnas till uppsamlingsbrunnar med sandfång som sedan fördelar vattnet ut i ett så kallat luftigt bärlager varpå vattnet sipprar ner i själva skelettjorden. Alternativet är att vattnet fördelas via dränledning eller perkolationsbrunnar. Vid anläggande av skelettjord fordras bräddlösning för avledning till tät dagvattenledning. Nedan visas exempel från Hammarby sjöstad där utrymmet under parkeringsyta och gångbana utnyttjats som skelettjord, se Figur 22.



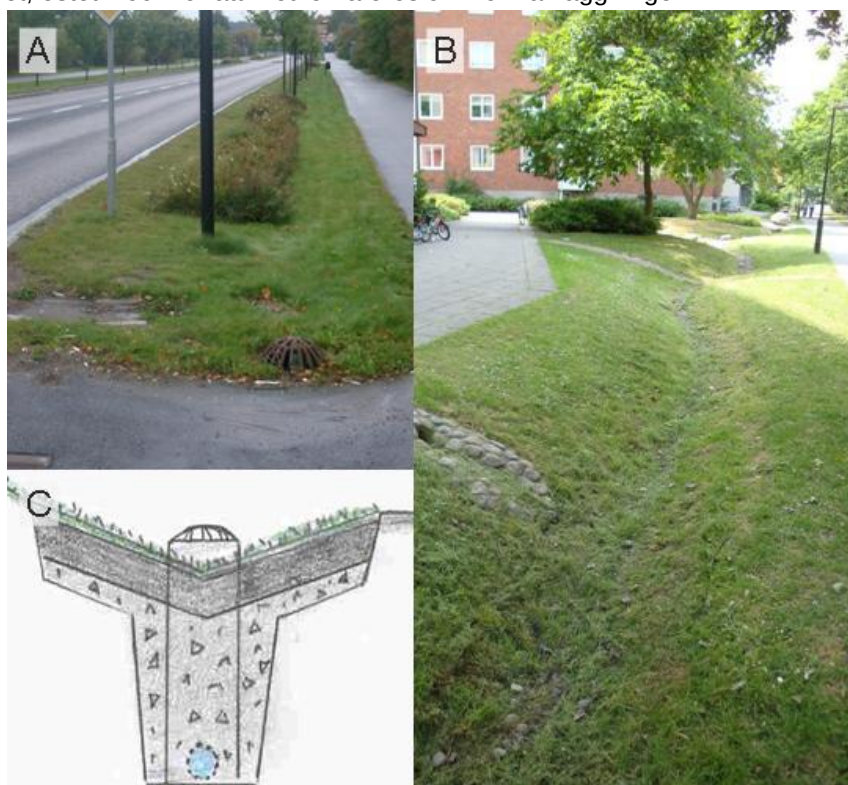
Figur 22 Figuren visar att träden till höger, som växer i skelettjord och får dagvatten, fortfarande har gröna blad jämfört med de träd som växer till vänster där det inte är skelettjord.

Diken

Svackdiken är breda och flacka diken kan anläggas exempelvis på parkeringar med syfte att rena och transportera dagvatten och bekläs med gräs eller annan vegetation. Dikena är normalt utformade med permeabla väggar och botten vilka låter vatten infiltrera ned i omgivande mark. Ovan botten i fallet med infiltrationsmagasin läggs ett lager geotextil. På geotextilen läggs makadam och ovanpå detta lager läggs ett finare gruslager. Därefter anläggs ett lager jord som är gräs- eller vegetationsbevuxet. I den

övre, gräs- eller vegetations beklädda ytan fastnar eller bryts föroreningarna ner och näringsämnen tas upp av växter. Tjockleken på det övre bevuxna lagret skall vara minst 30 cm för både gräs- och vegetationsbeklädda svackdiken. Växlighetens rotsystem håller kanaler öppna i marken vilket möjliggör att vatten infiltrerar i jorden. Vid stora flöden ska vatten kunna bräddas från svackdikena för att minimera risken för att fastlagda föroreningar resuspenderas och sprids samt att hindra översvämningar. Bräddning kan ske via kupolbrunn som anläggs i nedströmsänden av svackdiket och som sedan ansluts till en tät dagvattenledning.

Svackdiken har högt flödesmotstånd vilket tillsammans med det flacka och breda tvärsnittet och infiltrationsförmåga ger en reduktion av vattenvolymer och flödestoppar. Med längre uppehållstid ökar avskiljningen av föroreningar. Flackare, bredare och mer bevuxna diken har därmed en bättre utjämnande och renande förmåga. Ytterligare fördelar med svackdiken är att de är relativt billiga att anlägga och underhålla samt har bättre kapacitet än ledningar under mark. Reningseffekten i svackdiken påverkas av kvaliteten på dagvattnet där reningen generellt är mindre effektiv vid låga halter av förorening. Svackdikets djup och lutning skall vara så små som möjligt med hänsyn till säkerhet, estetik och för att motverka erosion inom anläggningen.



Figur 23 A) Svackdike vid Sockenvägen i Stockholm. B) Svackdike i Augustenborg i Malmö C) Principskiss på utformningen av ett svackdike. Utformas med ett makadammagasin i botten med permeabla sidor och botten. Ovanför krossmagasinet ligger ett lager med permeabel geotextil och ovanpå geotextilen ett lager med jord. Markytan är vegetationsbeklädd med gräs och andra växter. Kupolbrunn kopplas till utlopp vilket är dimensionerat för att inte överstiga dagens utflöde från området.

Multifunktionella ytor för utjämning av dagvatten

Multifunktionella ytor används för att utjämna flöden och undvika skador vid kraftig nederbörd. Dessa kan utformas som försänkningar i hårdgjorda ytor eller på grönytor. Anläggningarna utformas med ett reglerat utlopp för det dimensionerande utflödet från området så att tillfälliga vattenspeglar bildas vid hög avrinning. Dessa töms sedan successivt då avrinningen avtar. Multifunktionella ytor kan med fördel vara gräsbeklädda och anläggas med flacka slänter men även anläggas hårdgjorda som under torrväder kan utnyttjas till andra ändamål, som till exempel lekplats, skatepark, fotbollsplan eller parkering.

Nedan visas exempel på olika typer av multifunktionella ytor i bostadsområden och på allmän platsmark, se *Figur 24* och *Figur 25*.



Figur 24 Exempel på multifunktionella ytor i bostadsområden och på allmän platsmark.



Figur 25 Exempel på hårdgjord multifunktionell yta (Paris).