WRS
Water Revival Systems

Dagvattenutredning Tallbohov Söderhöjden, Järfälla kommun

Järfälla kommun, Samhällsbyggnadsavdelningen

RAPPORT nr 2017-0941-A

Författare: Maja Granath, Peter Ridderstolpe och Hannes Öckerman, WRS AB
Granskat av: Ebba af Petersen, Jonas Andersson

Färdig handling 2017-03-07

Sammanfattning

Ett knappt sju hektar stort område i Järfälla kommun ska exploateras och utvecklas till ett bostadsområde med cirka 500 lägenheter. Idag utgörs området till största delen av skogsmark. Denna dagvattenutredning beskriver förväntat framtida flöde av dagvatten och dess belastning av föroreningar utifrån planerad markanvändning. Utredningen beskriver även ett antal åtgärdsförslag som kan implementeras för nå kommunens riktlinje att föroreningsgraden [från dagvatten] aldrig får öka vid detaljplaneläggning.

Beräkningar visar att det dimensionerande flödet för planområdet riskerar att öka med 170 %. Belastningen av dagvattenföroreningar i många fall riskerar att överskrida av kommunen tillåtna halter som avrinner till recipienten Bällstaån. För att klara kommunens riktlinjer krävs långtgående rening och fördröjning av dagvatten inom området. Drygt 80 % av flertalet tungmetaller och fosfor måste kvarhållas eller på annat sätt renas bort. Möjlighet att uppnå detta finns genom att inom planområdet skapa dagvattenmagasin med en fördröjande kapacitet på ca 20 mm nederbördsvolym.

För att klara reningskravet krävs ett "trögt dagvattensystem" i området som jämnar ut flöden och håller kvar föroreningar i flera steg under transporten från källa till recipient. Troligen krävs en kombination av flertalet åtgärder som verkar både vid källan, inom kvartersmark och inom planområdet. Särskilt lämpliga åtgärder för Tallbohov är gröna tak, trädgårdar med regnrabatter, infiltrationsstråk och torra dammar. De naturliga förutsättningarna lämpar området väl för att inkludera filtrerande system som nämnda ovan, som även har kapaciteten att avskilja lösta föroreningar.

I samband med exploateringen föreslås även en omledning av en del dagvatten från ett närliggande bostadsområde väster om Snapphanevägen till planområdet. Detta dagvatten skulle då kunna genomgå rening och fördröjning samtidigt som befintligt ledningssystem avlastas vatten och föroreningar. Genom att rena vattnet från Snapphanevägen erhålls trots exploateringen vid Tallbohov, en nettominskning av föroreningstransport till recipient. På så sätt äventyrar inte planens genomförande möjligheten för recipienten Bällstaån att uppnå god kemisk och ekologisk status.

Foton i rapporten tagna av WRS AB om inget annat anges.

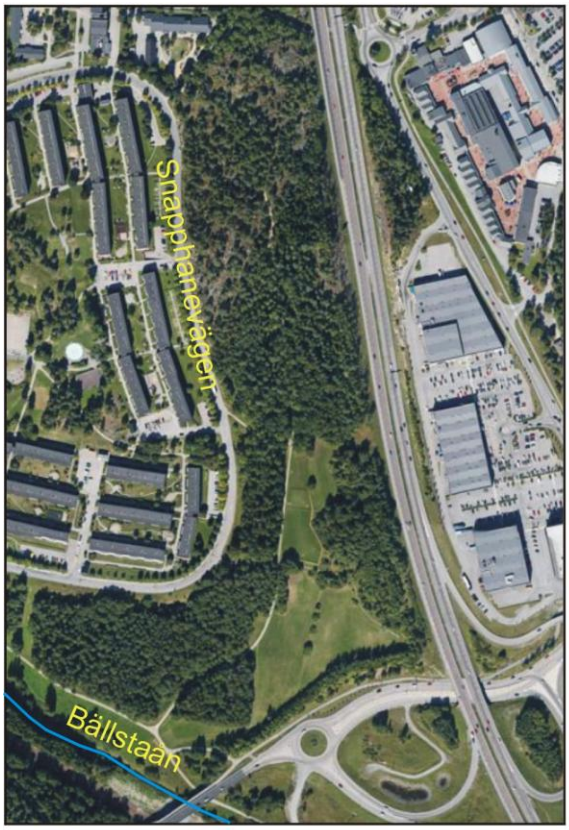
Innehållsförteckning

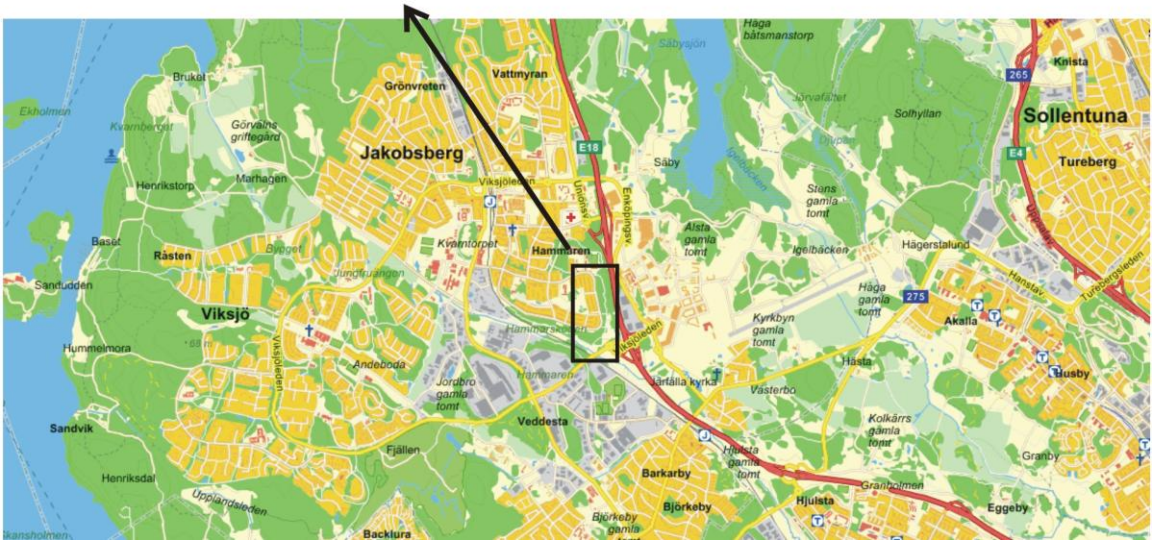
1 Inledning 4
1.1 Syfte 5
2 Förutsättningar 6
2.1 Geologi och topografi 6
2.2 Befintlig och planerad markanvändning 6
2.3 Befintligt ledningsnät för dagvatten 8
2.4 Befintlig ytavrinning 9
2.5 Recipienter för dagvatten 9
2.5.1 Bällstaån 10
2.5.2 Säbysjön och Igelbäcken 11
2.6 Grundvatten 11
2.7 Kommunens riktlinjer för dagvattenhantering 12
3 Planens konsekvenser på dagvattnet 13
3.1 Nederbörd och 20 mm omhändertagande 13
3.2 Flöden och utjämningsbehov 14
3.3 Översvämningsrisk och kritiska områden 17
3.4 Föroreningsbelastning utan åtgärder 19
4 Förslag på dagvattenhantering 21
4.1 Principer för hantering av dagvatten inom kvartersmark 21
4.1.1 Fördröjning och rening 22
4.1.2 Magasin för bevattning 22
4.1.3 Avledning av vatten från områden 22
4.2 Principer för hantering av dagvatten inom allmän platsmark 22
4.2.1 Fördröjning och rening 23
4.2.2 Gestaltning och biologisk mångfald 23
4.3 Exempel på åtgärder för fördröjning och rening 23
4.3.1 Tak och gårdar 24
4.3.2 Öppen avledning från hårdgjorda ytor inom kvartersmark 28
4.3.3 Vägar och parkeringar 29
4.3.4 Torra och våta dammar 33
4.4 Skötsel och underhåll av utvalda dagvattenanläggningar 34
4.5 Reningseffekt med föreslagna åtgärder 35
5 Översiktlig utredning för omhändertagande av dagvatten från bostadsområde i väster i torra dammar 39
5.1 Principiellt förslag 40
5.2 Förväntad reningseffekt 42
5.3 Förväntad effekt på flöden 44
6 Slutsatser 45

Bilaga 1. Belastningsberäkningar
Bilaga 2. Framtida planens utformning samt avrinning

1 Inledning

Ett cirka sju hektar stort område i Tallbohov, Jakobsberg med närhet till E18 ska exploateras (Figur 1). Planuppdraget omfattar cirka 500 bostäder. Området ligger inom avrinningsområdena för Säbysjön och Bällstaån. Säbysjön är inte klassad som en vattenförekomst av Vattenmyndigheterna och har därför ingen klassning med avseende på ekologisk och kemisk status. Bällstaån är kraftigt påverkad av dikning, kulvertering och tillförsel av föroreningar från kringliggande områden. Den anges av Vattenmyndigheten som en vattenförekomst med dålig ekologisk status. Vid planläggning behöver en dagvattenutredning tas fram för visa hur dagvattnet kan utjämnas och renas innan det når Bällstaån.





Figur 1. Planområdet ligger sydväst om Järfälla centrum längs med E18 (österut) och Snapphanevägen (västerut).

Kommunfullmäktige i Järfälla kommun antog i december 2016 nya riktlinjer för dagvattenhantering. Dessa riktlinjer ligger till grund för denna dagvattenutredning.

1.1 Syfte

Syftet med dagvattenutredningen är följande:

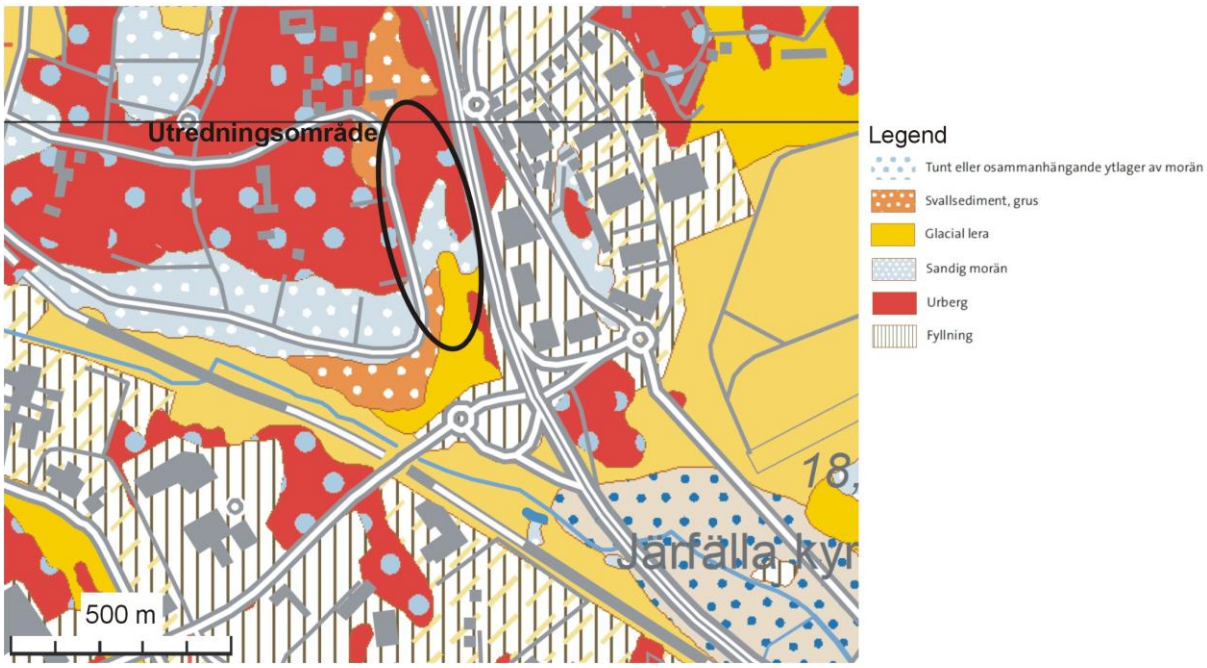
- Beskriva föroreningsbelastning från området före och efter exploateringen utifrån befintlig och framtida markanvändning.
- Beräkna flödet från området före och efter exploatering.
- Beskriva lämpliga åtgärdsförslag för dagvattenhantering och identifiera lämpliga ytor för dagvattenhantering inom och/eller utanför planområdet. Åtgärdsförslagen ska sträva efter att nå kommunens uppsatta flödesbegränsningsmål från området som vid ett dimensionerande 10-årsregn är 70 l/s per hektar.

2 Förutsättningar

2.1 Geologi och topografi

Området är kuperat och marknivån ligger mellan 30 och 54 m.ö.h. Områdets högsta höjder finns i den norra delen, 50-54 m.ö.h. Området sluttar från norr mot söder och i den södra delen ligger höjderna på 30-35 m.ö.h. Se topografi i Figur 2.

Områdets geologi och jordarter finns beskrivet i SGU:s jordartskarta och redovisas i Figur 2. Enligt jordartskartan domineras den norra delen av berg i dagen och tunna lager av morän som i höglänta delar är ursvallad. Från mellersta delen av området går en sluttning mot söder som till en början består av sandig morän. I söder övergår denna i svallsediment och lera. De naturliga förutsättningarna för infiltration i området är således goda.



Figur 2. Jordartskarta. Utredningsområdet är markerat med en svart oval. I den norra delen domineras området av urberg med ett tunt lager av morän, mellersta delen utgörs av sandig morän och i söder är det framför allt lera och svallsediment. Källa: Sveriges Geologiska Undersökning (SGU).

2.2 Befintlig och planerad markanvändning

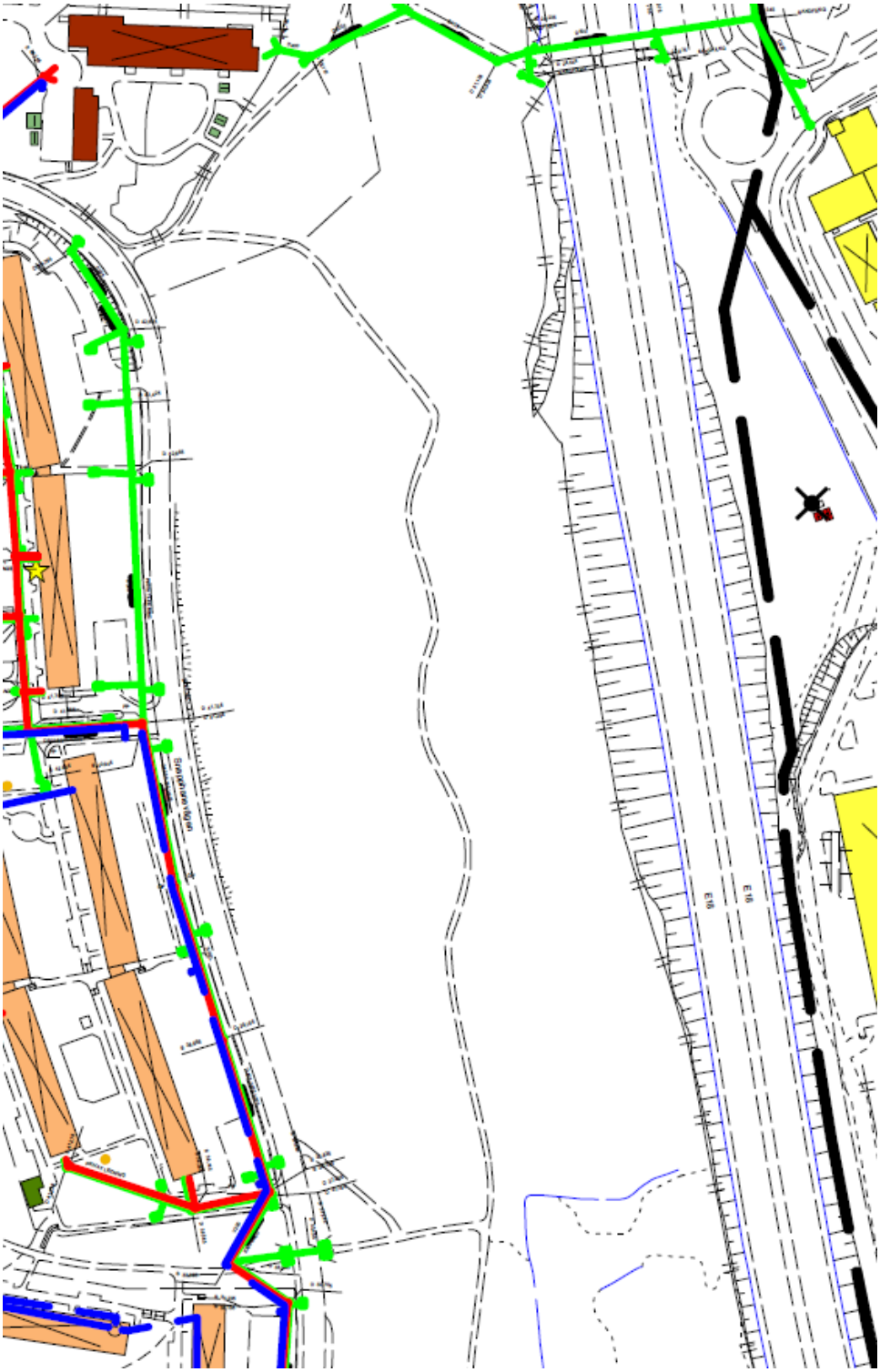
Området utgörs idag till största delen av skogsmark, vars västra gräns utgörs av Snapphanevägen som går i nord-sydlig riktning. Längs med den västra gränsen finns det mindre områden med kolonilotter, parkeringar och grönområden.

Den planerade markanvändningen i området utgörs främst av så kallad kvartersmark med flerbostadshus. Skogsmarken kan delas in i tre områden - norra, mellersta och södra. Den mellersta delen kommer huvudsakligen att bevaras som skogsmark och den norra och södra delen kommer exploateras med kvartersmark som utgörs av hus, gator och parkeringar. Se skiss för framtida exploatering av området i Figur 3.

Figur 3. Framtida exploatering i planområdet illustreras med planerade byggnader, vägar och öppna ytor såsom torg enligt illustrationsplan 170217.

2.3 Befintligt ledningsnät för dagvatten

I dagsläget finns endast en dagvattenbrunn inom planområdet med anslutande ledning i sydvästra hörnet som avvattnar en gång- och cykelväg som går under Snapphanevägen. Befintligt ledningsnät som avvattnar Snapphanevägen och bostadsområdet i väster går parallellt med vägen och leds söderut (Figur 4). Topografiskt finns möjlighet att avleda detta dagvatten in till planområdet och behandla det lokalt. Denna möjlighet har studerats närmare i avsnitt 5.



Figur 4. Ledningskarta för planområdet och omgivningarna. Grönt är dagvattennätet (ledningar och brunnar), blått är dricksvatten och rött är spillvatten.

2.4 Befintlig ytavrinning

Området har delats in i två huvudavrinningsområden, ett mindre i norr som avleder dagvatten mot Säbysjön och ett större som består av övriga delen av området där vatten avleds mot Bällstaån. Se ytvattendelare, avrinningsområden (ARO) och dagvattnets befintliga avrinningsvägar i Bilaga 2. Bällstaåns avrinningsområde har ytterligare delats upp i två delavrinningsområden. Avrinningsområdenas areor presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Area för huvudavrinningsområden respektive delavrinningsområden.

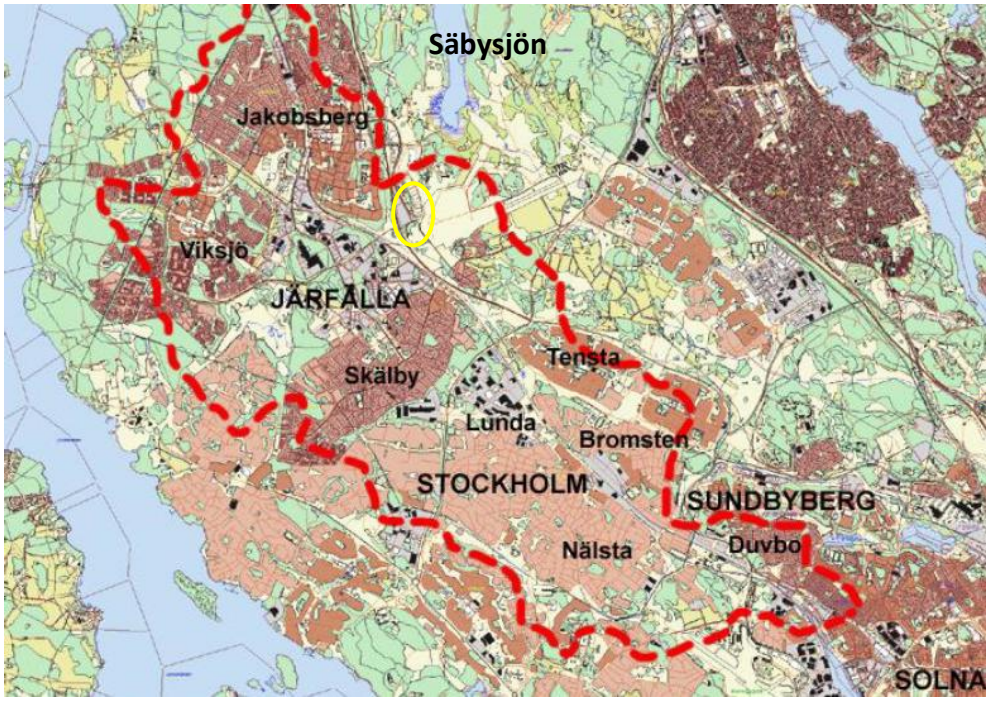
Avrinningsområde	Area m^2	Area *ha*
ARO Säbysjön	13 000	1,3
ARO Bällstaån (hela)	54 000	5,4
DelARO Bällstaån 1	*18 000*	*1,8*
DelARO Bällstaån 2	*36 000*	*3,6*
Hela området	**67 000**	**6,7**

Eftersom området bara utgörs av knappt sju hektar är mängderna av ytavrinnande vatten små. Medelavrinningen till Bällstaån uppgår till mindre än 0,4 l/s[1], det betyder att ytavrinnande vatten endast förekommer under korta perioder på året.

2.5 Recipienter för dagvatten

Huvudsaklig recipient för dagvatten från planområdet är Bällstaån, men även Säbysjön mottar dagvatten från den nordöstra delen av området (Figur 5).

Förekomsten av eventuella markavvattnings- eller dikningsföretag inom området innefattas inte av denna utredning.



Figur 5. Bällstaåns avrinningsområde markerat med rödstreckad linje och planområdet är markerat med en gul oval. Säbysjön syns i toppen av figuren.

[1] Baserat på flödesstatistik för medelavrinningen 1981-2010 i Bällstaåns avrinningsområde (AROID 658496-162101). Källa: SMHI Vattenwebb.

2.5.1 Bällstaån

Bällstaån börjar i Järfälla kommun och rinner sedan genom Stockholms stad, Sundbybergs kommun och mynnar därefter i Bällstaviken och vidare ut i Ulvsundasjön som är en del av Mälaren. Ån är dikad och till stora delar kulverterad. Tre fjärdedelar av tillrinningsområdet består av bebyggda ytor. En stor del av vattnet som rinner i Bällstaån är således dagvatten som avrinner från hårdgjorda ytor.

Samarbeten för vård av Bällstaån inleddes redan på 1970-talet och drivs för närvarande den så kallade Bällstaågruppen. Gruppen består av representanter från berörda kommuner, Länsstyrelsen, Stockholm Vatten och Trafikverket och gruppens arbete syftar till att minska föroreningsbelastningen till ån men också att tillvarata åns värden i den bebyggda miljön.

VattenInformationsSystem Sverige (VISS)[2] är en databas med miljökvalitetsnormer (MKN), statusklassningar och kartor över alla Sveriges så kallade vattenförekomster som inkluderar större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten. Statusklassningen anger vattenförekomstens nuvarande ekologiska och kemiska status. Miljökvalitetsnormer anger krav på vattnets kvalitet vid en viss tidpunkt. Huvudregeln är att alla vattenförekomster ska uppnå normen god (kemisk och ekologisk) status eller potential och att statusen inte får försämras.

Ekologisk status
Enligt VISS har Bällstaån (SE658718-161866) en otillfredsställande ekologisk status i den senaste klassningen som gjordes 2013. Anledningen till denna klassning är bland annat konstaterade flödesförändringar och morfologiska förändringar i ån, övergödning på grund av höga fosforhalter, samt halter av zink och ammoniak som överskrider gränsvärden (Tabell 3). Totalt bedöms förbättringsbehovet för fosfor vara en minskning med 67 % i Bällstaån. Åtgärdsbehovet av zink i avrinningsområdet uppgår till 290 kg (190 kg partikulär mängd + 100 kg löst mängd)[3]. Nyligen beslutade MKN från december 2016 har satt kvalitetskravet god ekologisk status till år 2027.

Kemisk status
Bällstaån uppnår ej god kemisk status. Undantag för kemisk status medges för alla vattenförekomster i Sverige för kvicksilver, kvicksilverföroreningar samt bromerad difenyleter då halter överskrider gränsvärden i alla landets vattenförekomster. Förutom dessa ämnen överskrids även gränsvärden för de polycykliska aromatiska kolvätena (PAH) benso(b)flouranten och benso(g,h,i)perylen (Tabell 3). Fastställd MKN är god kemisk status till år 2021. Sammanfattning av statusklassningar och MKN ses nedan i Tabell 2.

[2] http://viss.lansstyrelsen.se/

[3] Johansson, H., 2014. *Övervakning av miljögifter i Bällstaån 2011–2012 - Bällstaåns kemiska och ekologiska status med avseende på miljögifter*. Länsstyrelsen Stockholm, fakta 2014:6.

Tabell 2. Statusklassning och MKN för Bällstaån enligt senaste arbetsmaterialet från december 2016 i VISS.

	Kemisk status	Ekologisk status
Statusklassning (år)	Ej god kemisk status* (2015)	Otillfredsställande ekologisk status (2013)
Anledning	Benso(b)flouranten, benso(g,h,i)perylen	Bl.a. övergödning, flödesförändringar, morfologiska förändringar, höga halter av zink och ammoniak.
Miljökvalitetsnorm	God kemisk ytvattenstatus* 2021	God ekologisk status 2027

* Ej medräknat överallt överskridande ämnen: kvicksilver, kvicksilverföreningar samt bromerad difenyleter.

Tabell 3. Gränsvärden och referensvärden jämförs med uppmätta värden i Bällstaån för utvalda parametrar som bidrar till att god kemisk och ekologisk status inte uppnås i vattenförekomsten.

		P	Zn	Benso(b)-flouranten	Benso(g,h,i)-perylen	Ammoniak (NH_3-N)
		µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
	Referensvärde/ bakgrundshalt*	20				
Gränsvärde	Totalhalt årsmedel***					1,0
Gränsvärde	Löst halt, årsmedel**		8,0			
Gränsvärde	Biotillgänglig halt, årsmedel***		5,5			
Gränsvärde	Maximal tillåten halt***			0,017	0,0082	
	Uppmätt värde Bällstaån, årsmedel	123	16,5			1,71
	Uppmätt värde Bällstaån, maxhalt			0,035	0,043	

* Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (2013), HVMFS 2013:19.

** Förslag till gränsvärden för särskilda förorenande ämnen (2008), Naturvårdsverket rapport 5799.
*** Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter om ändring i Havs- och vattenmyndighetens föreskrifter (HVMFS 2013:19) om klassificering och miljökvalitetsnormer avseende ytvatten (2015), MVMFS 2015:4.

2.5.2 Säbysjön och Igelbäcken

Säbysjön, som är recipient för den norra delen av planområdet, är en relativt liten slättsjö på 68 hektar. Den ligger mellan Jakobsberg och Sollentuna i Järvafältet där delar av fältet är ett naturreservat (Figur 5). Sjön är grund, näringsrik och tidvis syrefattig. Den är en naturlig rastplats för många flyttfåglar. Sjön är för liten för att klassas som en vattenförekomst. Därför finns heller inga miljökvalitetsnormer, men självklart är sjön ändå skyddsvärd.

Säbysjön rinner sedan ut i Igelbäcken, en vattenförekomst som enligt VISS har både statusklassningen och miljökvalitetsnormen god kemisk och ekologisk status. Dess avrinningsområde består till drygt hälften av skog och till en dryg femtedel av urbana ytor. Med tanke på den lilla del av planområdet som avrinner mot Säbysjön/Igelbäcken (Tabell 1) samt att Säbysjön fungerar som en buffert innan ytvatten når Igelbäcken utgår denna utredning huvudsakligen utifrån Bällstaån som recipient.

2.6 Grundvatten

Planområdet befinner sig inte inom eller i anslutning till någon grundvattenförekomst enligt VISS. Den sandiga moränen och svallsedimenten i de norra, mellersta och västra delarna av planområdet bedöms vara inströmningsområden för grundvatten. I den södra

delen av planområdet samt på de öppna lermarkerna söder om planområdet kan det finnas utströmningsområden för grundvatten i svackor.

2.7 Kommunens riktlinjer för dagvattenhantering

Järfälla kommunfullmäktige antog i december 2016 nya riktlinjer för dagvattenhantering[4]. Riktlinjerna syftar till att vattenkvaliteten i kommunens sjöar och vattendrag skall förbättras samt att bebyggda områden inte ska drabbas av skador vid översvämningar. Målet för vattenvården är att gällande miljökvalitetsnormer för vatten ska uppnås och att belastningen inte ökar trots ny- eller omexploatering av områden.

I riktlinjerna har kommunen föreslagit riktvärden som ska uppnås på avrinnande dagvatten beroende på vilka recipienter som dagvattnet rinner till. I Tabell 4 presenteras de riktvärden kommunen anger för Bällstaån och Säbysjön. Riktvärden är desamma för alla parametrar förutom för fosfor, där Bällstaån har ett lägre riktvärde.

Tabell 4. Specifika riktvärden för totalhalten i dagvatten som avrinner till Bällstaån.

Avrinningsområde	Tot P	Susp	Olja	Pb	Cd	Hg	Cu	Zn	Ni	Cr
	µg/l	*mg/l*	*mg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*	*µg/l*
Bällstaån	80	40	0,5	3,0	0,3	0,04	9,0	15	6	8
Säbysjön	100	40	0,5	3,0	0,3	0,04	9,0	15	6	8

I riktlinjerna finns det också angivet flödesbegränsningar till respektive recipient. Dessa grundar sig på översvämningsrisker som finns i de olika avrinningsområdena. I Tabell 5 presenteras flödesbegränsningen till Bällstaån respektive Säbysjön och i Tabell 6 den angivna erforderliga fördröjningsvolymen för markanvändningsområdestyp *stadsstruktur* och *radhusområde* vid olika flödesbegränsningar.

Tabell 5. Flödesbegränsning, maximalt tillåtet flöde vid 10-årsregn.

	I fastighetsgräns	I planområdesgräns
	l/s ha	*l/s ha*
Till Bällstaån	70	30
Till Säbysjön	70	70

Tabell 6. Erforderlig fördröjningsvolym för maximalt tillåtna flöden.

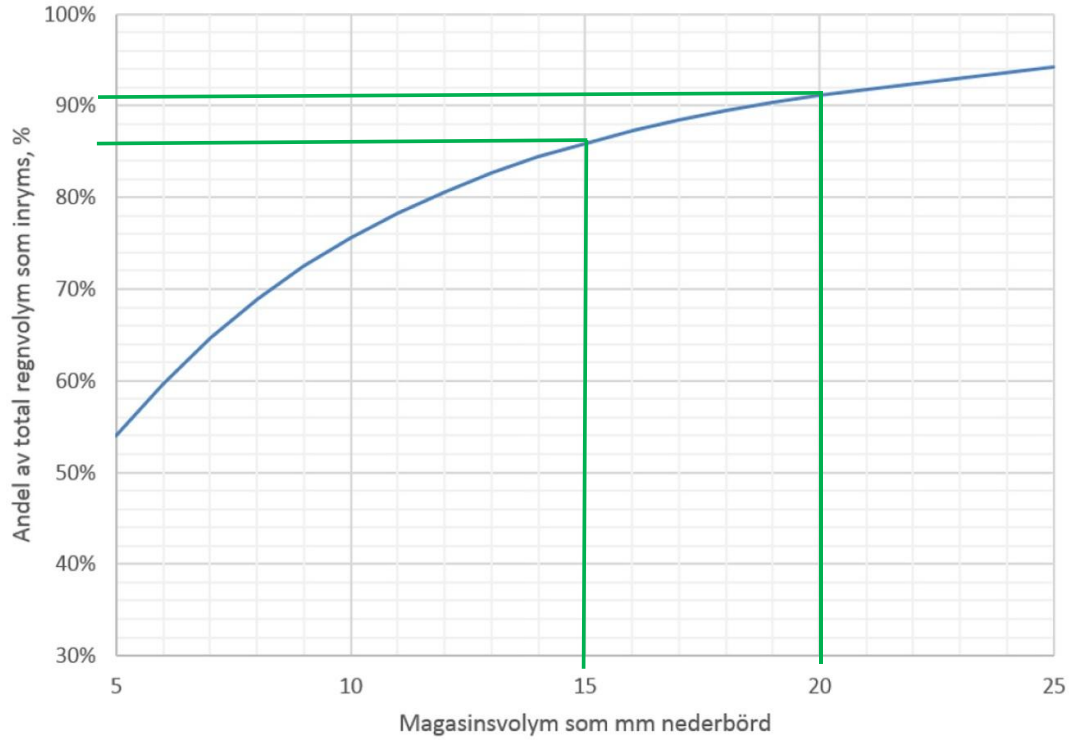
	Avr.koef.	vid 70 l/s ha	vid 30 l/s ha
		m^3/ha	*m^3/ha*
Stadsstruktur	0,6	75	120
Radhusbebyggelse	0,4	40	65

[4] Järfälla kommun, 2016. *Riktlinjer för dagvattenhantering*. Antagen av kommunfullmäktige 2016-12-12.

3 Planens konsekvenser på dagvattnet

3.1 Nederbörd och 20 mm omhändertagande

Merparten av nederbörden i Stockholmstrakten, drygt 90 %, faller som regn under 20 mm och merparten av föroreningar (80-90 %) transporteras med dessa regn. Oftast är även dagvattnet i början av en flödesepisod smutsigare och innehåller högre föroreningshalter än dagvatten som avrinner senare under ett regn, enligt *first flush* teorin. Som utgångspunkt för de framarbetade förslagen har vi därför utgått från att åtgärdsförslagen skall kunna magasinera och fördröja alla regn upp till 20 mm. Med fördröjning av 20 mm nederbörd kan föroreningsbelastningen från dagvatten minska med 70-80 %. Nedan visas att genom att anamma denna princip kan både MKN för Bällstaån och kommunens riktlinjer för flöden och föroreningar i dagvatten följas.



Figur 6. På y-axeln(vertikal axel) visas andel av total regnvolym som inryms i magasinsvolymer med angivet värde på x-axeln(horisontell axel). Regndata från Stockholm 1984-2014. Regndefinition: uppehållstid 12 h. Källa: DHI (2015)[5].

En åtgärdsnivå på 20 mm omhändertagande har exempelvis antagits av Stockholm Vatten[6] och bedöms även vara en lämplig åtgärd inom detta planområde. Dagvattensystem vid nybyggnation bör därmed ha en mer långtgående rening än sedimentation (t.ex. filtrering) samt kunna avtappas på 12 timmar eller kortare tid. Våtvolymen 20 mm kan allokeras antingen ovan (ytligt) eller under (i porösa lager) mark. För att tillgodoräkna magasineringsvolymer under mark är det viktigt att infiltrationskapaciteten är tillräcklig.

[5] DHI, 2015. *PM - Kompletterande regnstatistik för Stockholm. Underlag för dimensionering av avsättningsmagasin*. DHI Sverige AB, 2015-03-02.
[6] http://preprod.stockholmvatten.se/dagvatten/vagledningar/rad-och-anvisningar/planera/

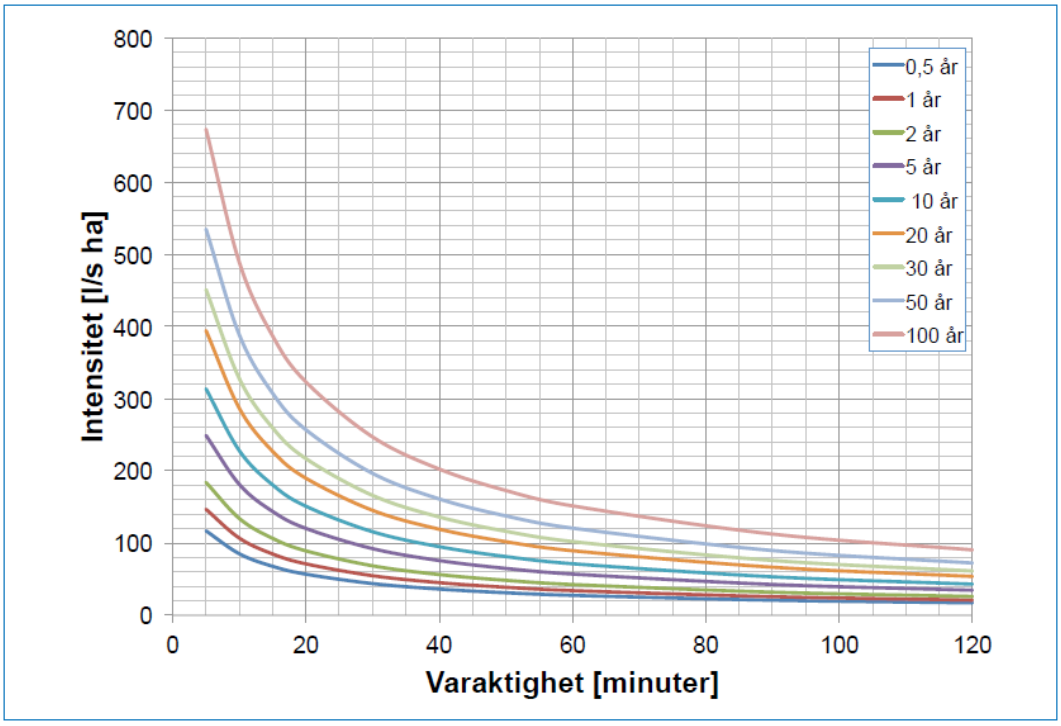
3.2 Flöden och utjämningsbehov

Planområdet har delats in två huvudavrinningsområden; från det nordöstra avleds dagvatten mot Säbysjön (och vidare mot Igelbäcken) och från det västra och södra mot Bällstaån. Dimensionerande flöde har beräknats enligt rationella metoden (Ekvation 1) med och utan klimatfaktor 1,25. Klimatfaktorn används för att kompensera för ökade framtida nederbördsmängder och -intensiteter. Avrinningskoefficienter beskriver andelen nederbörd som bildar ytavrinning och är hämtade från Svenskt Vatten P110 och den dimensionerande regnintensiteten är ett 10-årsregn (med 10 minuters varaktighet). Resultaten presenteras i Tabell 7, utifrån nuvarande och framtida markanvändning. För den framtida situationen har inga fördröjningsåtgärder medräknats.

Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde (q_{dim}) med arealer per markanvändnings (A), markanvändningsspecifik avrinnings-koefficient (φ), dimensionerande regnintensitet (i) och klimatfaktor (kf).

$$q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i \cdot (kf)$$

Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 10 %. Sannolikheten att ett 10-årsregn inträffar under någon gång under en 10-årsperiod är 63 %. Sannolikheten att ett 10-årsregn överskrids under en 10-årsperiod är alltså större än sannolikheten att den underskrids. I Figur 7 visas regnintensiteten med olika varaktigheter för olika typer av återkommande regn, från 0,5-100-årsregn.



Figur 7. Intensitets-varaktighetskurvor baserade på Dahlström (2010). Källa: Svenskt Vatten P110, Figur 4.3.

Högsta dimensionerande flöde beräknas för ett 10-årsregn med 10 minuters varaktighet i enlighet med rekommendationer för dimensionering av dagvattensystem[7]. Detta flöde blir ca 228 l/s per hektar, med klimatfaktor 1,25 blir det 285 l/s per hektar.

[7] Se Tabell 4.6. i P110 (Svenskt Vatten, 2016).

Tabell 7. Beräknade maximala flöden vid dimensionerande 10-årsregn med och utan klimatfaktor (k.f.) vid befintlig och framtida markanvändning inom planområdet samt arealfördelning och avrinningskoefficienter. Reducerad area (A_{red}) är arean för markanvändningen gånger den markanvändningsspecifika avrinningskoefficienten. "Kvartersmark" är all markanvändning som klassas som väg eller flerfamiljhusområde.

	A Area	φ Avr.koef.	A_{red} Red. A	Maxflöde 10-årsregn	q_{dim} Maxflöde 10-årsregn k.f. 1,25	
	ha		*ha*	*l/s*	*l/s*	*l/s ha*
Nuvarande						
ARO Säbysjön						
Kuperad skogsmark	1,3	0,1	0,13	30	38	29
Summa Säbysjön	**1,3**	**0,1**	**0,13**	**30**	**38**	**29**
ARO Bällstaån 1						
Kuperad skogsmark	1,4	0,1	0,14	31	39	29
Väg	0,45	0,8	0,36	82	103	228
ARO Bällstaån 2						
Kuperad skogsmark	3,5	0,1	0,35	80	100	29
Grönyta	0,08	0,05	0,00	1	1	14
Summa Bällstaån	**5,4**	**0,16**	**0,85**	**194**	**243**	**45**
Summa nuvarande	**6,7**	**0,15**	**0,99**	**225**	**281**	**42**
Framtid						
ARO Säbysjön						
Flerfamiljhusområde	0,49	0,6	0,29	67	83	171
Kuperad skogsmark	0,83	0,1	0,08	19	24	29
Summa Säbysjön	**1,3**	**0,29**	**0,38**	**86**	**107**	**81**
ARO Bällstaån 1						
Flerfamiljhusområde	1,1	0,4	0,46	104	130	114
Kuperad skogsmark	0,23	0,1	0,02	5	7	29
Väg	0,45	0,8	0,36	82	103	228
ARO Bällstaån 2						
Flerfamiljhusområde	2,2	0,6	1,3	305	381	171
Kuperad skogsmark	1,3	0,1	0,13	30	37	29
Grönyta	0,08	0,05	0,00	1	1	14
Summa Bällstaån	**5,4**	**0,43**	**2,3**	**527**	**659**	**122**
Summa kvartersmark	*3,9*	*0,54*	*2,1*	*476*	*595*	*154*
Summa framtid	**6,7**	**0,40**	**2,7**	**613**	**766**	**113**

Tillåtet flöde ut från planområdet enligt kommunens dagvattenriktlinjer är 30 l/s per hektar till Bällstaån vid ett 10-årsregn. Flödesberäkningarna visar på ett nuvarande

avrinnande flöde på 34 l/s per hektar och med klimatfaktor blir det 42 l/s per hektar från planområdet vid befintlig markanvändning. Redan med nuvarande markanvändning skulle den framtida flödesbelastningen alltså överskrida tillåtet flöde med 40 %. Om planområdet endast skulle bestå av naturmark i form av skog och inga hårdgjorda ytor, skulle det dimensionerande flödet bli ca 23 l/s per hektar (29 l/s per hektar inkl. klimatfaktor). Med de förutsättningarna skulle gränsnivån för flödet ut från området kunna klaras. Det är alltså höga krav som ställs på utjämning av dagvatten inom planområdet.

Efter planerad exploatering är flödet ut från planområdet, utan några flödesutjämnande åtgärder, beräknat till 113 l/s per hektar vilket är ett nästan fyra gånger så högt flöde som det tillåtna. Från kvartersmark finns enligt kommunens riktlinjer en flödesbegränsning på 70 l/s per hektar och det beräknade flödet från kvartersmark inom området efter exploatering är 154 l/s per hektar (utan fördröjning), alltså drygt dubbelt så högt som det tillåtna flödet.

För att beräkna flödesutjämningsbehov (magasinsvolym) utifrån flödesbegränsningen på 70 l/s per hektar, respektive 30 l/s per hektar, användes beräkningsverktyget i Svenskt Vatten P90, bilaga 7. En medelrinntid[8] för dagvatten på 10 minuter antogs i beräkningarna. Resultaten från beräkningarna, flödesutjämnande magasinsbehov enligt kommunens riktlinjer samt magasinsbehov för utjämningskapacitet av 20 mm nederbörd presenteras i Tabell 8.

Tabell 8. Erforderligt magasinsbehov enligt kommunens riktlinjer och beräknad volymsbehov för flödesutjämning till 70 l/s ha kvartersmark resp. 30 l/s ha planområde, samt magasinsbehov för att utjämna 20 mm nederbörd och vilken nederbördsmängd respektive volym motsvarar.

	φ Avr. Koef.	Flödesutjämnande volymsbehov (magasinsvolym)		Nederbördsmängd som motsvarar magasinsvolymen
		m^3/ha_{red}	m^3	*mm*
Vid max avtappning 70 l/s ha				
Beräknat från *kvartersmark*	0,54*	49	102	9,0
Kommunens riktlinjer för *stadsstruktur* (Bällstaån)	0,6	75	157	12,5
Vid max avtappning 30 l/s ha				
Beräknat från *planområde*	0,40*	65	175	16,3
Kommunens riktlinjer för *stadsstruktur* (Bällstaån)	0,6	120	333	20,0
Vid 20 mm nederbörd *kvartersmark*	0,54*	108	226	20,0

*Beräknad avrinningskoefficient utifrån framtida markanvändning i området.

Kvartersmarken inom planområdet bedöms motsvara kategorin *stadsstruktur* enligt kommunens riktlinjer för dagvattenhantering. För att klara flödesregleringskraven enligt kommunens riktlinjer från stadsstruktur krävs en magasinsvolym på 75 m^3/ha_{red} och enligt våra beräkningar blir behovet 49 m^3/ha_{red}. I våra beräkningar har vi använt en lägre avrinningskoefficient som speglar den planerade exploateringsgraden enligt illustrationsplan, vilket är en av anledningarna till det lägre magasinsbehovet.

[8] Rinntid är den tid det tar för nederbörden, från att den fallit på marken, att rinna till en viss punkt (t.ex. dagvattendamm/magasin). Eftersom placering av utjämningsmagasin inte ännu är bestämd , så har vi antagit en medelrinntid på 10 minuter för dagvattnet från hela området.

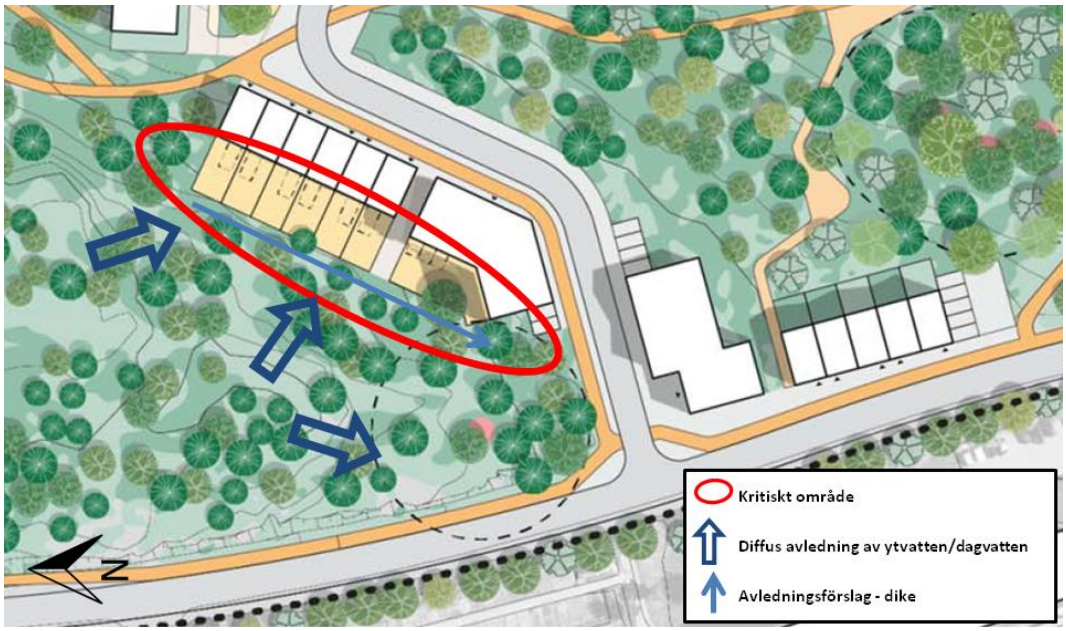
I detta fall styrs magasinsbehovet inte bara av flödesutjämningsbehov utan även av kapaciteten av att rena dagvatten. För att klara de reningskrav som ställs från kommunen krävs ett trögt dagvattensystem som kan utjämna större delen av årsnederbörden. I avsnitt 3.1 beskrivs ett behov att kunna utjämna 20 mm nederbörd för att klara reningsbehovet. Det motsvarar det utjämningsbehov kommunen angett för *stadsstruktur* från planområdesgräns mot Bällstaån på 120 m^3/ha_{red} (Tabell 8). Enligt våra beräkningar (med en lägre avrinningskoefficient) innebär kommunens riktlinjer ett magasinsbehov på ca 108 m^3/ha_{red} kvartersmark.

Annammans principen att flödesutjämna 20 mm regn på kvartersmark så behövs alltså inga ytterligare åtgärder inom planområdet för att klara kommunens riktlinjer för flödesutjämning. 20 mm omhändertagande innebär att en total fördröjningsvolym på 226 m^3 skapas på kvartersmark. Om endast kommunens riktlinjer för flödesbegränsning på kvartersmark ska följas krävs totalt 102 m^3 inom kvartersmark (motsvarande 9,0 mm omhändertagande) och totalt 175 m^3 inom planområde (16,3 mm).

3.3 Översvämningsrisk och kritiska områden

Vid kraftiga och/eller långvariga regntillfällen kan höga flöden på markytan uppstå. Det är därför viktigt att undvika kritiska områden där ytvatten riskerar att stängas in utan fria avledningsvägar.

I det södra området gränsar några av bostäderna mot höjden med tallskog som skiljer det norra och det södra bostadsområdet (se Figur 8). Ytavrinnande vatten mot dessa byggnader bör fångas upp ytledes i exempelvis ett avskärande dike och avledas i sydvästlig riktning mot Snapphanevägen.



Figur 8. Det identifierade kritiska området för ytavrinning i södra planområdet. Ett principiellt avledningsförslag presenteras med ett avskärande öppet dike som kan anläggas längs med parkeringsgaraget. Modifierad från illustrationsplan 170217.

Översvämningsrisken för planområdet bedöms som mycket liten om instängda områden undviks. Möjligen kan vatten bli stående i mindre lokala svackor men inga större översvämningsrisker föreligger. Området har en väl definierad lutning som avleder ytvatten huvudsakligen i sydlig riktning bort från planområdet och ut över grönytor. Enligt kommunens vattengrupp ligger södra delen av planområdet, där skogsmarken

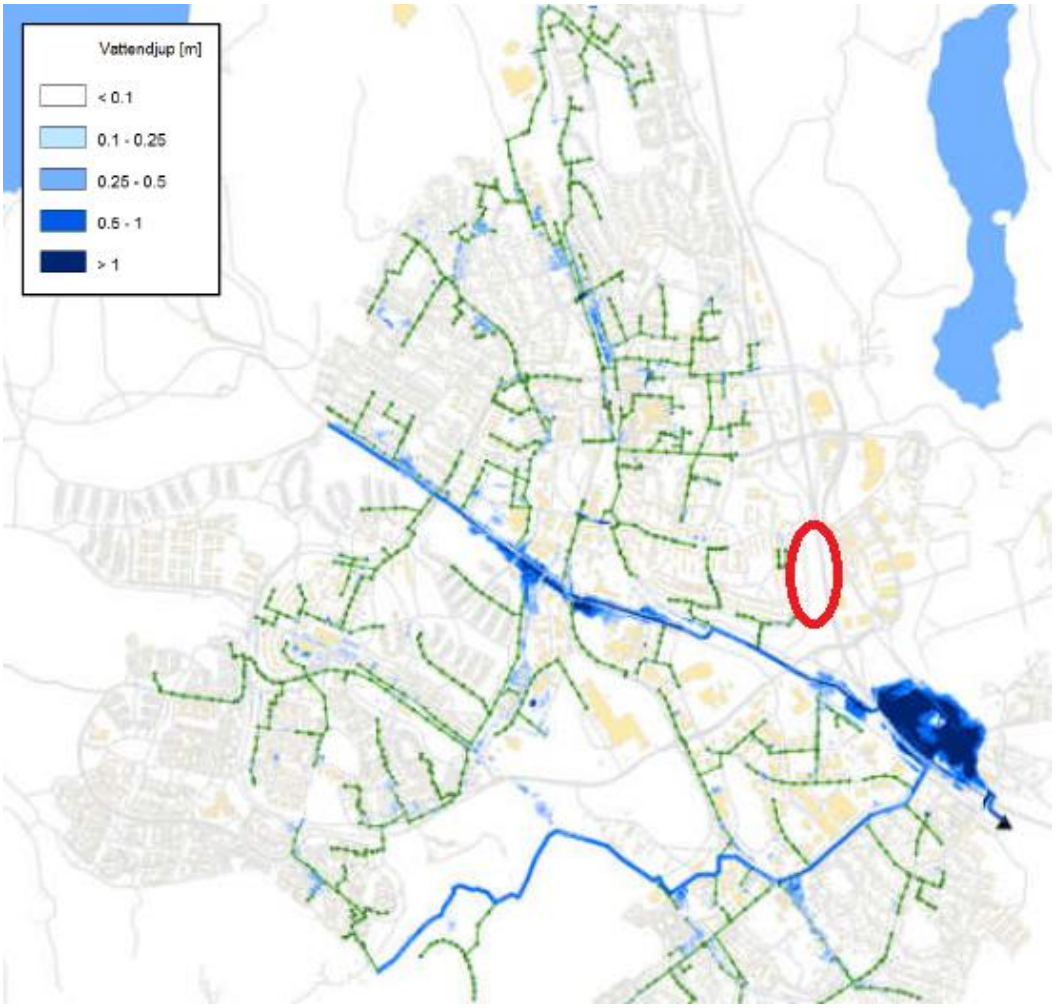
möter öppen grönyta, inom område för framtida översvämningsrisker[9]. Därför lämpar sig området väl för anläggning att torr damm som motverkar översvämningar (se avsnitt 5).

Enligt vattengruppen löper även bebyggelse väster om planområdet risk att drabbas av översvämning (Figur 9). Därför är det viktigt att planområdet höjdsätts och avledningsvägar för dagvatten (t.ex. svackdiken, infiltrationsstråk, se avsnitt 4.3.2 och 4.3.3) skapas. På så sätt bidrar exploateringen inte till ökade översvämningsrisker utanför planområde.

Figur 9. Risk för ras, skred och översvämningar enligt behovsbedömningen för Tallbohov Söderhöjden.

Enligt DHI:s översvämningskartering av Järfälla kommun[10] löper planområdet heller ingen risk att översvämmas av höga flöden i Bällstaåns avrinningsområde, ens vid ett extremt 100-årsregn på en lång tidshorisont (2085), se Figur 10.

[9] Järfälla kommun, 2016. *Behovsbedömning Detaljplan för Tallbohov Söderhöjden del 1 (Snapphanevägen), i Järfälla kommun.* Dnr: Kst 2015/347.
[10] DHI, 2011. *PM - Översvämningskartering för Järfälla kommun.*DHI Sverige AB, uppdragsnr. 12801622.



Figur 10. Översvämningsutbredning av Bällstaån och Veddestadiket för framtidsscenariet med ett 100-årsregn år 2085, extremfall. Karta modifierad från DHI (2011).

3.4 Föroreningsbelastning utan åtgärder

Den totala föroreningsbelastningen från området är beräknad med hjälp av schablonhalter och volymavrinningskoefficienter[11] från dagvattenmodellen StormTac[12] med undantag för belastningen från skogsmark. Belastningsdata från skogsmark är hämtad från en sammanställning av IVL[13] (0,035 kg utlakad fosfor per hektar) och volymavrinningskoefficienten (0,3) är antagen utifrån medelårsavrinningen i Stockholmsområdet[14]. Fördelning av belastning från respektive markanvändningstyp inom området presenteras i Bilaga 1.

Området består idag till största delen av skogsmark/hällmark, medan det med planerad exploatering kommer domineras av kvartersmark. Både årsavrinningen och

[11] Notera att volymavrinningskoefficienterna som används för beräkning av föroreningsbelastning skiljer sig från avrinningskoefficienterna som avser flöden ovan. Volymavrinningskoefficienter anger andelen nederbörd som bildar avrinning sett till ett helt års nederbörsmängd och är empiriskt framtagna från längre perioder av flödesmätning från områden med viss markanvändning. Som avrinningskoefficienter vid dimensionerande flöde används normalt publicerade värden från t.ex. Svenskt Vatten P110. Dessa koefficienter skiljer sig även något beroende på det dimensionerande regnets intensitet (se Figur 9.14, P110).

[12] www.stormtac.com/ Version 2015-06.

[13] IVL Svenska miljöinstitutet, 2003. Utlakning av fosfor från brukad skogsmark.

[14] SMHI, 1994. Sveriges vattenbalans, Nr 49.

föroreningsbelastningen beräknas öka med den planerade exploateringen, se Tabell 9 och Tabell 10. Tillåten mängd av de olika ämnena enligt kommunens riktlinjer, ökar efter exploatering på grund av att avrinningen från området ökar, och att riktlinjerna bygger på en halt i dagvattnet.

Tabell 9. Beräknad årsavrinning och belastning av fosfor och kväve från området före och efter planerad exploatering.

Planområde	Area *ha*	Volymavr. koef.	Red. area *ha*	Årsavrinning m^3
Nuvarande	6,7	0,33	2,3	13 400
Framtid	6,7	0,42	2,8	16 800

Tabell 10. Beräknad belastning av bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel, kvicksilver, suspenderade ämnen och olja före och efter planerad exploatering, samt reduktionsbehovet för att inte öka belastningen.

Belastning	Fosfor *kg/år*	Kväve *kg/år*	Pb *g/år*	Cu *g/år*	Zn *g/år*	Cd *g/år*	Cr *g/år*	Ni *g/år*	Hg *g/år*	Susp. *kg/år*	Olja *kg/år*
Nuvarande	0,5	5,1	9	45	66	0,6	14	8	0,2	143	1,6
Tillåten mängd till Bällstaån*	1,1	-	40	120	201	4,0	107	80	0,5	435	6,7
Framtid	3,5	12	76	181	524	3,8	134	49	0,3	455	4,8
Framtida tillåten mängd till Bällstaån*	1,3	-	50	151	252	5,0	134	101	0,7	672	8,4
Reduktionsbehov för att inte öka mängden	84%	59%	88%	75%	87%	83%	80%	84%	42%	69%	67%

* enligt Järfälla kommuns riktvärden.

I Järfälla kommuns riktlinjer för dagvatten står det att "*föroreningsgraden aldrig får öka vid detaljplaneläggning"*. För Tallbohov innebär det att det krävs en mycket långt gående rening för att klara kravet eftersom större delen av området idag utgörs av obrukad skogsmark. I Tabell 9 och Tabell 10 presenteras vilken reningsgrad det innebär för respektive ämne. För metallerna krävs i genomsnitt en reningsgrad på 40–90 %. För fosfor krävs det en reningsgrad på ca 84 %. Ungefär 75% av fosforn i dagvatten är partikulärt bunden, resten är löst fosfor[15]. Reningskravet innebär sålunda att all partikulärt bunden fosfor och viss del löst fosfor måste avskiljas. För att klara denna höga avskiljningsgrad så krävs system som bidrar till både sedimentation och filtrering av dagvattnet. Det innebär att en mycket stor andel, närmare 100 %, av årsvolymen förorenat dagvatten behöver renas för att klara målen. Med dagvattenmagasin som dimensioneras för att utjämna 20 mm nederbörd kan drygt 90 % av årsnederbörden utjämnas och renas (se avsnitt 3.1).

[15] SWECO, 2010. Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten.

4 Förslag på dagvattenhantering

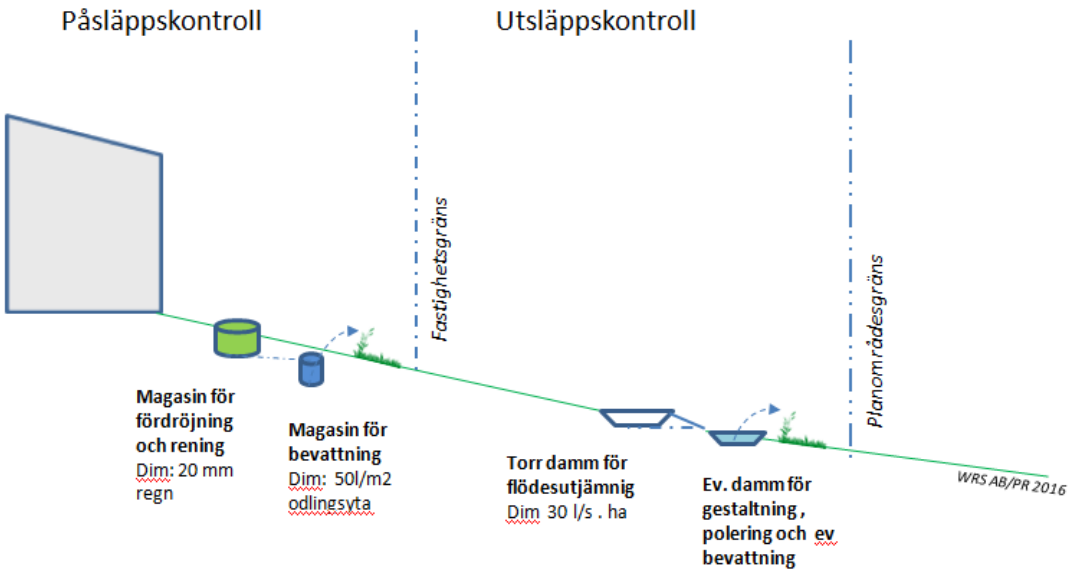
Eftersom planområdet idag till största delen utgörs av obrukad skogsmark kommer föroreningsbelastningen ofrånkomligen att öka vid bebyggelseexploatering. Kommunens riktlinje om att "*föroreningsgraden aldrig får öka vid detaljplaneläggning*" kommer kräva långtgående reningsåtgärder om nuvarande status på avrinnande dagvatten skall kunna bibehållas efter exploatering.

Kommunen anger i sina riktlinjer att halter av olika ämnen i dagvattnet inte får överskridas. Detta anser vi är problematiskt då det för recipienten är den totala utsläppta mängden som spelar roll, inte halten i vattnet. Det är dessutom tekniskt svårt att kontrollera eller validera dessa mål. Provtagning av dagvatten är metodologiskt svårt och kostsamt och är inte att rekommendera för egenkontroll.

Av dessa skäl föreslås att kraven i planen för Tallbohov utrycks i form av krav på minsta volym som skall kunna magasineras och renas. Enligt resonemang i avsnitt 3.1 anser vi att åtgärdsförslag bör kunna magasinera och fördröja alla regn upp till 20 mm.

4.1 Principer för hantering av dagvatten inom kvartersmark

För att uppnå kommunens målsättningar krävs åtgärder både inom och utanför fastighetsgräns, dvs. både på kvartersmark och på allmän platsmark inom planområdet. Inom kvartersmark görs åtgärder för magasinering och fördröjning innan bortledning i eventuell kulvert (påsläppskontroll). Liknande åtgärder görs på allmän platsmark, men här kan också åtgärder ske för flödesdämning och rening av dagvatten som leds bort från kvartersmark (utsläppskontroll). Kommunens ambition är att stimulera stadsodling i eller i närheten av planområdet och att bara regnvatten skall användas för bevattning. Därför behövs också åtgärder för att skapa magasin för bevattning. Figuren nedan redovisar en konceptuell modell för vilka åtgärder som behövs och hur de skall dimensioneras.



Figur 11. Principiella åtgärder för dagvattenhantering vid exploatering i Tallbohov Söderhöjden.

Principerna bygger på att dagvattnet fördröjs och att föroreningar kvarhålls så nära källan som möjligt och att dagvattnet så långt möjligt får avrinna i öppna avrinningsstråk. Magasin med renat dagvatten för bevattning skapas i närheten av odlingsytor.

4.1.1 Fördröjning och rening

Inom kvartersmark föreslås åtgärder som säkerställer en effektiv fördröjning och rening av vatten från bebyggelse och trafikytor. Vårt förslag är att inom kvartersmark skapa fördröjning och rening för alla regn upp till 20 mm. Detta innebär exempelvis att magasinsvolymen för en hårdgjord yta om 100 m^2 behöver vara cirka 1,8 m^3 (100 m^2 · 20 mm · avrinningskoefficient 0,9). I Figur 11 ovan illustreras magasin för fördröjning och rening inom kvartersmark med en grön tunna. I verkligheten skapas dessa volymer med många olika åtgärder, allt från gröna tak, markbaserade perkolationsmagasin, växtbäddar och infiltrationsstråk. Exempel på hur sådana åtgärder kan se ut beskrivs i avsnitt 4.3.

4.1.2 Magasin för bevattning

Kommunen framhåller i sitt kvalitetsprogram att Tallbohov skall bli ett grönt område med prunkande odlingslotter och där arkitektur och park kopplas samman med innovativa dagvattenlösningar. Önskemålet är att stimulera till odling och att alla odlingsytor skall kunna bevattnas enbart med regnvatten. För att möjliggöra detta krävs att avrinnande vatten kan magasineras i nära anslutning till odlingslotter. För att undvika ansamling av slam i dessa magasin liksom problem med lukt och andra olägenheter bör uppsamlat vatten renas från partiklar innan lagring. Magasinens storlek dimensioneras efter odlingslotternas storlek och behov av bevattning.

Vårt förslag är att magasin för bevattningsvatten placeras och byggs så att endast dränerande vatten från magasin för fördröjning och rening uppsamlas. Magasinen föreslås dimensioneras efter optimal bevattningsgiva (skillnaden mellan nederbörd och avdunstning) och en torrperiod på minst en månad. Optimal bevattningsgiva i Mellansverige är ungefär 1,5 mm/dygn. Det innebär att lagringsvolymen behöver vara cirka 50 m^3 per 1000 m^2 odlingsyta (1,5 mm · 33 dagar · 1000 m^2).

I Figur 11 illustreras magasin för bevattning med en blå tunna. Dessa volymer kan skapas både som öppna dammar eller som magasin placerade under mark.

4.1.3 Avledning av vatten från områden

Efter åtgärder för fördröjning och rening leds vattnet om möjligt bort via naturliga dräneringsstråk. Viktigt att beakta är att plats för avledning vid extrema regn måste säkerställas. Höjdsättning och placering av hus och annan infrastruktur görs så att vatten alltid kan avledas utan risk för skador på byggnader.

4.2 Principer för hantering av dagvatten inom allmän platsmark

Även utanför fastighetsgräns behöver det planeras för dagvattenhantering. Kommunens riktlinjer (Tabell 4) innebär att ytterligare åtgärder för rening utöver de som föreslagits på kvartersmark kan behövas. Detta gäller t.ex. dagvatten som avleds västerut och efter fördröjningsåtgärder leds söderut i befintlig ledning längs Snapphanevägen.

Dessutom finns anledning att arbeta med dagvattnet även nedströms i området då kommunen har ambitionen att tillvarata gestaltningsaspekter, biologisk mångfald m.m. i dagvattenhanteringen. Som påpekats ovan är de totala mängderna vatten som avrinner från området små och marken i de övre delarna infiltrationsbenägna. Dagvattendammar med permanent vattenyta är därför eventuellt endast lämpliga i låglänta områden utanför planområde, där vattenspegeln i damm kan ställas i förbindelse med tryckyta för grundvatten.

4.2.1 Fördröjning och rening

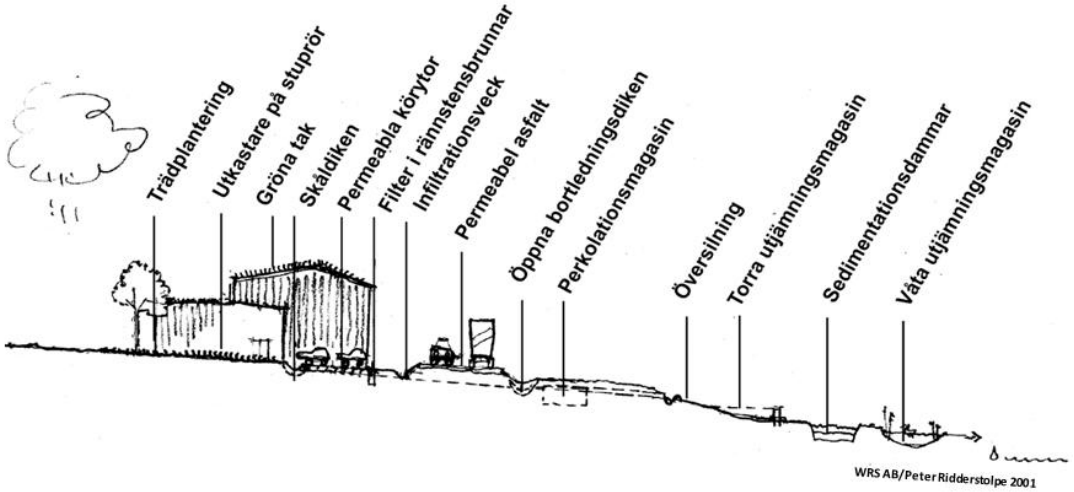
Från kvartersmark leds vatten så långt möjligt i naturliga avrinningsstråk. Eftersom jordarna nedanför hällmarkerna har god infiltrationskapacitet så kommer en stor del av vattnet att infiltrera genom mark och bilda grundvatten. I områdets södra del där terrängen flackar ut och svallsediment möts av finsediment och lera kan det vara lämpligt att placera en eller flera så kallade "torra dammar" för flödesutjämning och extra rening (polering). En torr damm utformas med flacka slänter och eventuellt med dränerande botten. Dammen fylls med vatten endast vid regn och snösmältning men är i annars torr och upplevs då som en skålformad gräsyta integrerad med övrig parkmark. Förslag på principiell placering av torra dammar finns i Figur 28 och Bilaga 2.

Dammens dimensionering beror av hur utjämningen av dagvatten utformas i övrigt i området. Om kvartersmark kan utjämna 20 mm och naturmarken klarar att ytterligare flödesutjämna så att flödet inte överstiger 30 l/s per hektar enligt flödesberäkningarna (Tabell 7), så är det framförallt hela eller delar av dagvattnet från Snapphanevägen inom planområdet som kan komma att behöva utjämnas och renas i denna typ av damm.

4.2.2 Gestaltning och biologisk mångfald

Efter åtgärder för rening och fördröjning inom kvartersmark och på allmän platsmark kan avrinnande vatten med fördel ledas till en öppen permanent vattenfylld damm. För att ge ett naturligt intryck och för att vattennivåer ska vara höga även under torrperioder bör dammen anläggas på lermark. Dammen kan utformas efter naturlig topografi och efter en genomtänkt gestaltnings- och skötselidé. En kombination av utgrävning och invallning rekommenderas. I avsnitt 4.3.4 ges exempel på hur torra och våta dammar kan utformas.

4.3 Exempel på åtgärder för fördröjning och rening



Figur 12. Exempel på åtgärder för att skapa fördröjning och rening från källa till recipient, så kallad trög avrinning.

Som beskrivits i avsnitten ovan behövs långtgående åtgärder för att flödesutjämna och kvarhålla föroreningar i dagvattnet från den framtida bebyggelsen i Tallbohov. Detta för att minska risk för skador på byggnader men också för att nå de krav på rening som kommunen ställer. För att lyckas med de uppsatta reningskraven är det framförallt viktigt

att tillvarata möjligheter att skapa fördröjning och rening på kvartersmark (påsläppskontroll), men även utanför kvartersmark kan åtgärder behöva vidtas.

Områdets naturliga förutsättningar och den relativt extensiva exploateringen som planeras ger goda förutsättningar att möta kommunens krav på flödesutjämning och rening men också skapande av en grön stadsmiljö.

Figur 12 illustrerar olika åtgärder för så kallad trög avrinning, d.v.s. åtgärder för flödesutjämning och kvarhållning av föroreningar från källa till recipient. I texten nedan beskrivs några av dessa åtgärder närmare.

4.3.1 Tak och gårdar

Gröna tak

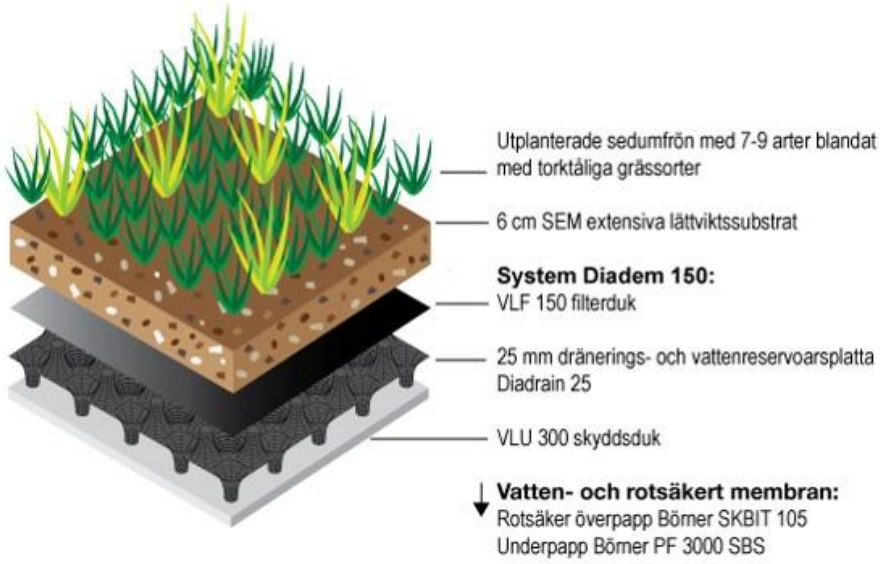
Gröna tak är bevuxna med *Sedum*-arter eller andra växter som är toleranta mot både vatten och torka. Genom lagring av vatten i växtbädden, avdunstning och växternas vattenförbrukning (evapotranspiration) minskar avrinningen från taket väsentligt jämfört med ett konventionellt tak. Nyanlagda gröna tak kan läcka fosfor, men förutsatt att de inte underhållsgödslas kommer effekten vara övergående.

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

Nackdelar är högre konstruktionskostnader (jämfört med betong/tegelpannor eller papp, men inte jämfört med falsade plåttak) och att de endast är lämpliga för tak främst med små lutningar (25–30 grader eller mindre). Exempel på lutande gröna tak visas i Figur 13.

Figur 13. a)-b) Lutande, gröna bostadstak, Sverige (källa: Vegtech.se), c) extensivt sedumtak kompletterat med inhemska växter på Target Centre i Minneapolis, USA (källa: The Kestrel Design Group Inc.), d) stadshuset i Chicago, USA (källa: JoeInSouthernCA Flickr CC BY-ND 2.0).

I regel består gröna tak av ett vattentätt membran för att skydda det underliggande taket, ett dräneringslager, en rotbarriär, ett filtertyg, en jordvolym och vegetation (Figur 14). Gröna tak kan indelas i extensiva (tunt jordlager) och intensiva (tjockare jordlager). Extensiva gröna tak har ett ca 5 cm djupt jordlager och rätt utformat kan de minska avrinningshastigheten av dagvatten för alla nederbördstillfällen. Det är dock viktigt att komma ihåg att så snart magasinsvolymen är fylld kommer även gröna tak att brädda med samma intensitet som regnet faller med.



Figur 14. Vanlig uppbyggnad av ett grönt tak. (källa: www.byggros.se).

Så kallade "intensiva gröna tak" har större utjämningsvolym och planteras lämpligen med högre växter. Intensiva gröna tak kan ha en trädgårdsfunktion och användas för trivsel eller odlingsändamål. På grund av större vikt och högre anläggningskostnader har de ännu inte blivit så vanliga i Sverige.

För regntillfällen med en nederbördsvolym mindre än 5 mm beräknas gröna tak inte ge någon nämnvärd avrinning alls. Statistiskt motsvarar sådana små regn drygt 50 % av årsnederbörden i Stockholmsregionen. Extensiva gröna tak har alltså kapaciteten att magasinera, och med hjälp av växtligheten avdunsta i medeltal ungefär hälften av den årliga avrinningen. Intensiva gröna tak har kapacitet att utjämna 20 mm nederbörd, som motsvarar cirka 90 % av årsnederbörden.

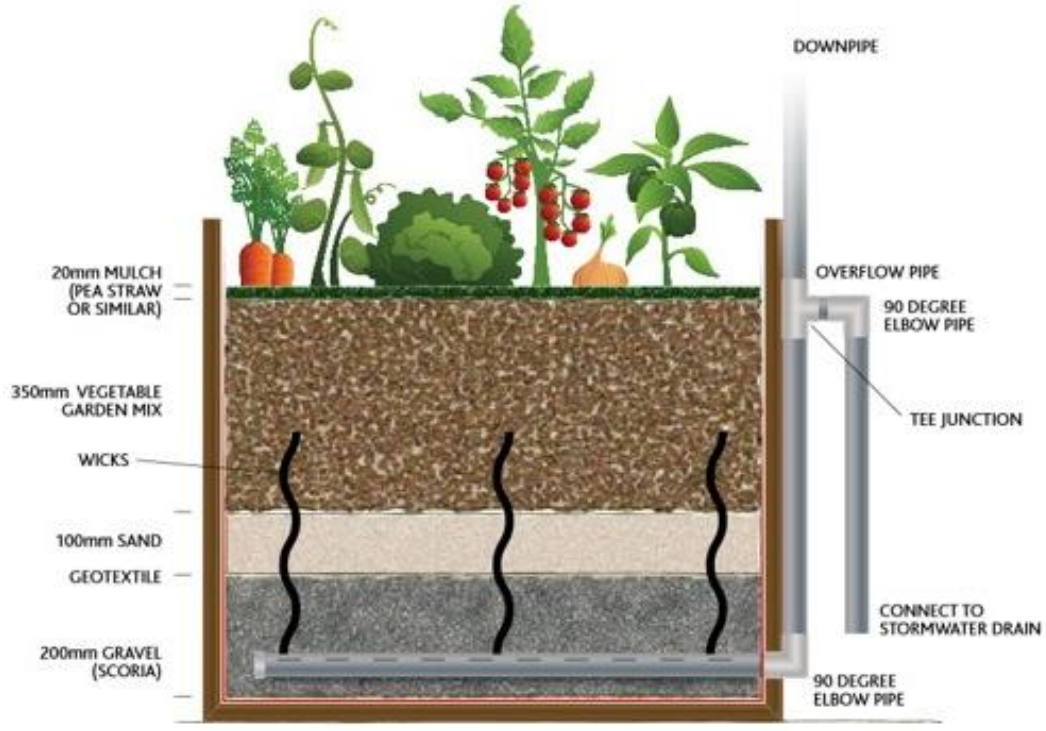
Takvatten för lek och odling

Avrinnande regnvatten kan nyttjas som en resurs för att göra trädgårdar grönare och med inslag av ytor där dagvattnet kan synliggöras.

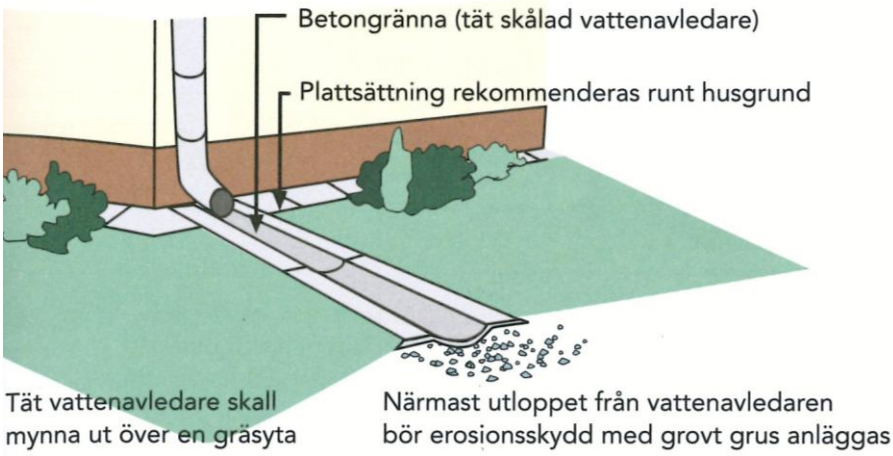
Principen att behålla regnvattnet för bevattning av växter i regntunnor var en gång mycket vanlig, men har i vårt moderna samhälle nästan försvunnit. I Nederländerna har ett initiativ tagits att återinföra regntunnor i stadsmiljön, dels för att minska dagvatten belastning på ledningssystem men också för att möjliggöra bevattning av odlingar intill husen. Initiativet innebär att kommunerna bekostat regntunnor till alla invånare som vill koppla bort sina tak från det kommunala dagvattennätet. För trädgårdsodlaren betyder en regntunna (Figur 15) friheten att använda vattnet till bevattning av krukväxter och rabatter med vattenkanna eller slang när det finns behov.

Figur 15. Regntunna i plast som kan kopplas på stuprör. Inloppsledning fungerar även som bräddledning för att förhindra överfyllnad. Bild tagen från bostad i Nederländerna.

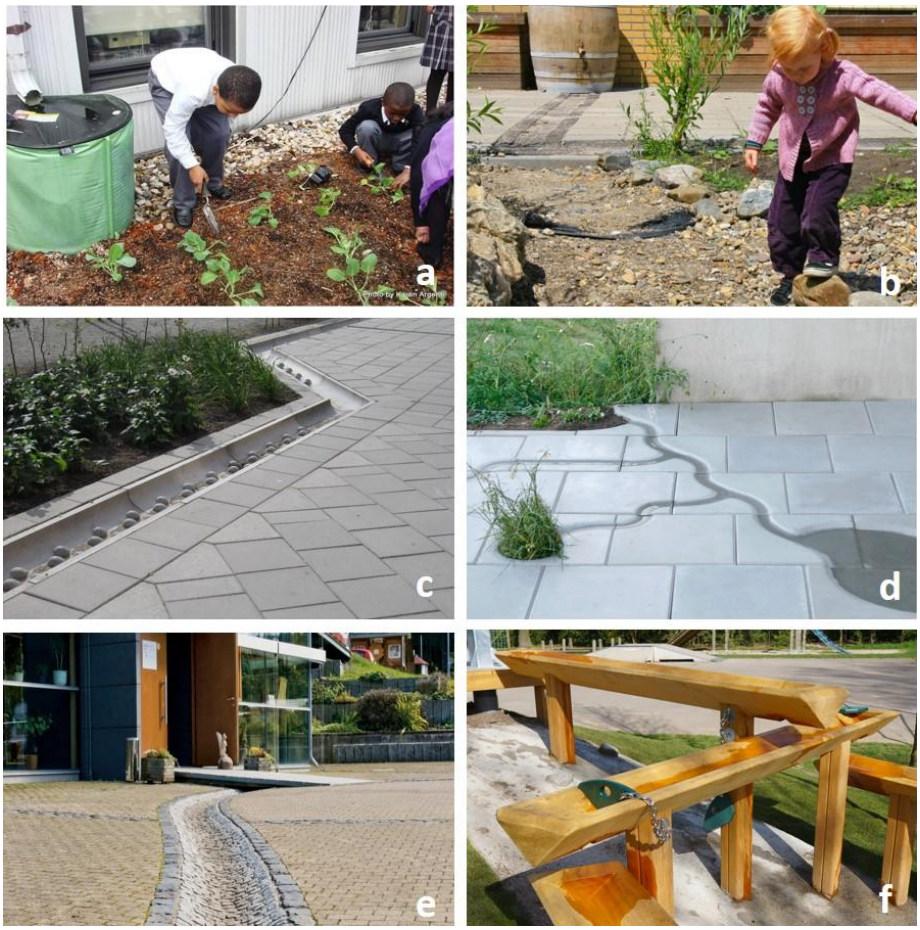
Takvattnet kan också ledas till upphöjda rabatter för växtodling (Figur 16). En bräddledning säkerställer att nederbördsöverskottet avbördas till en efterföljande lokal hantering.



Figur 16. En odlingslåda som tar emot takvatten och är försett med bräddfunktion till antigen ordinarie dagvattenledning eller stenkista för infiltration (källa: melbournewater.com.au). Takvattnet kan också ledas ned i utvändiga stuprör med utkastare som kombineras med ränndalsten (Figur 17) eller rännor som bjuder till vattenlek (Figur 18). Vattnet bör då ledas till en plats för flödesutjämning och infiltration, till exempel en så kallad "regnrabatt" som beskrivs i nästa avsnitt. En enklare variant är en så kallad "stenkista" under markytan.



Figur 17. Takvattenutkastare med tät avledning. Betongrännan bör vara minst 2,5 m och marken luta 5 % de första 3 m från huset för att förhindra att takvattnet belastar husgrundsdräneringen. Källa och figur: Svenskt Vatten, 2011. Hållbar dag- och dränvattenhantering, P105.



Figur 18. Exempel på tillvaratagande av takvatten som en resurs för förskoleverksamhet. a) en regntunna för bevattning av rabatter på ett grönt tak (källa: http://stormwater.pca.state.mn.us), b) regntunna för vattenlek (källa: www.fonds1818.nl), c) "Lökränna" för öppen avledning som bjuder till vattenlek (källa: www.steriks.se), d) betongplattor med rännor och dammar ("watertegels") som kan läggas i olika mönster (källa: http://www.kathlijndebooij.nl), e) Öppen dagvattenränna i gatsten (källa: groenblauwenetwerken.com), f) exempel på en träränna för vattenlek (som skulle kunna anslutas till en regntunna) (källa: www.houtplezier.nl).

Regnrabatter/biofilter

Regnrabatter är planterade infiltrationsytor som ligger upphöjda eller nedsänkta jämfört med den omkringliggande marken och tar hand om dagvatten från närliggande hårdgjorda ytor (Figur 19), t.ex. takytor. Regnrabatter byggs vanligtvis på ett mäktigt lager av väldränerat friktionsmaterial för att kunna magasinera och avleda stora nederbördsmängder. För att möjliggöra flödesutjämning även vid häftiga regn bör regnrabatten ha ett magasin även ovanför jorden. Viktigt är att regnrabatten förses med bräddavlopp och en väl fungerande dränering.

De dimensioneras för att kunna hantera även rikliga nederbördstillfällen och lämpar sig bäst för att behandla dagvatten från tak och mindre områden som uppfarter och parkeringar. I USA utformas de normalt för att hantera så mycket som 25 mm regn, med begränsat ("strypt") utflöde till dagvattennätet. Normalt har de en storlek motsvarande ca 1/6 av den hårdgjorda ytan, ett genomsnittligt djup på ytmagasinet på 15 cm och en tömningstid på 24 timmar. I Sverige dimensionerar man vanligen för något mindre regn och en tömningstid på 12 timmar. Vanligt djup på ytmagasinet är 20-30 cm. Det betyder att cirka 15-20 m^2 regnrabatt behövs per 1000 m^2 hårdgjord yta.

Figur 19. Exempel på regnrabatter. Källa: chesapeakestormwater.net (vänster) och lowerphalencreek.org (höger).

4.3.2 Öppen avledning från hårdgjorda ytor inom kvartersmark

Dagvatten från kvartersmarken avleds om möjligt alltid i öppna stråk. Dessa kan med fördel byggas upp som makadamfyllda diken för att möjliggöra fördröjning och infiltration till underliggande mark. Öppna avledningsstråk som byggs för trög bortledning av dagvatten omedelbart utanför husen byggs enligt liknande principer som beskriv nedan för vägar och trafikytor.

Figur 20. Öppen avledning från hårdgjorda ytor inom kvartersmark, Berlin.

4.3.3 Vägar och parkeringar

Från parkeringsytor och vägar kan det mest förorenade dagvattnet förväntas uppstå. För att utjämna dagvattenflödet och avskilja föroreningar rekommenderas i första hand en eller en kombination av nedanstående tekniker:

- Grus eller genomsläpplig beläggning
- Infiltration i anslutande grönyta
- Infiltration i trädgropar med skelettjord
- Infiltration i regnrabatt/nedsänkt växtbädd
- Infiltrationsstråk

Dessa tekniker avskiljer effektivt föroreningar i partikelform, men kan även ha en viss renande effekt på lösta föroreningar. Dessutom bidrar dessa åtgärder till grundvattenbildning och att göra staden grönare.

Grus eller genomsläpplig beläggning

Parkeringsytor kan utformas med en rad olika genomsläppliga material.

Förutom vanliga grusade ytor finns olika slags gräsarmering, till exempel betonghålsten och raster av plast ("Pelle-plattor"), men också marksten med glesa, genomsläppliga fogar. Gräsarmering fungerar bäst i själva parkeringsrutorna.

Det finns även genomsläpplig asfalt och betong som kan ha samma trafikbelastning som konventionell asfalt och betong. Materialen anläggs på ett luftigt bärlager av sorterat friktionsmaterial (enhetsöverbyggnad) och får då stor infiltrationskapacitet.

Sandning vintertid ger dock igensättningsproblem, vilket troligen är orsaken till att genomsläpplig asfalt och betong inte fått något stort genomslag i Sverige. För att upprätthålla funktionen måste asfaltsytorna då och då regenereras. Maskiner finns framtagna som högtrycksspolar och suger upp partiklarna som satt igen porerna. Andra metoder som utvecklats är att dammsuga ytorna utan vatten.

Genomsläpplig asfalt är vanligare i Norge, vilket tyder på en användningspotential även i Sverige. Vanligare i Sverige är att använda konventionell asfalt på körytorna och genomsläpplig beläggning på parkeringsrutorna, med avledning av dagvatten från körytorna till parkeringsrutorna.

Figur 21. Exempel på användning av genomsläppliga material på parkeringsytor. a) gräsarmering med betonghålsten, b) gräsarmering med "Pelle-platta" (källa: www.vegtech.se), c) marksten med glesa, genomsläppliga fogar, d) gräsarmeringsplattor (källa: alltimark.se).

Infiltration i anslutande grönyta

Infiltration i anslutande grönyta innebär att dagvattnet från en hårdgjord parkeringsplats avleds till en angränsande grönyta, till exempel en gräsmatta eller naturmark. Grönytan byggs antingen upp med en väldränerad överyta som har hög infiltrationsförmåga eller, om jorden är tätare, som en skålformad yta där vatten tillfälligt kan bli stående och sakta infiltrera. Om flödesbelastningen är låg fungerar det utmärkt med en vanlig gräsmatta. I Tyskland används en markuppbyggnad som kallas ”schotterrasen” (Figur 22). Ytjorden består då av en blandning av sten (90 %) och kompostjord (10 %). En sådan yta tål hög belastning och har hög infiltrationskapacitet även efter en längre tid när gräset etablerats. Ett alternativ för att skapa en överbyggnad med hög infiltrationsförmåga är att använda sand som huvudkomponent i det jordlager som ligger närmast gräsytan. I båda fallen bör det finnas ett lager av sorterat, grovkornigt material underst för att säkerställa god dränering. En konstruktion av detta slag får, till skillnad från jordar med fina partiklar, liten vattenhållande kapacitet och kan under torra perioder behöva bevattnas för att inte gräset ska torka.

Som påpekats ovan så har både jordarna i stora delar av Tallbohov bra infiltrationsförmåga och kan därför fungera bra för infiltration av avrinnande vatten från hårdgjorda ytor även utan förstärkningsåtgärder.

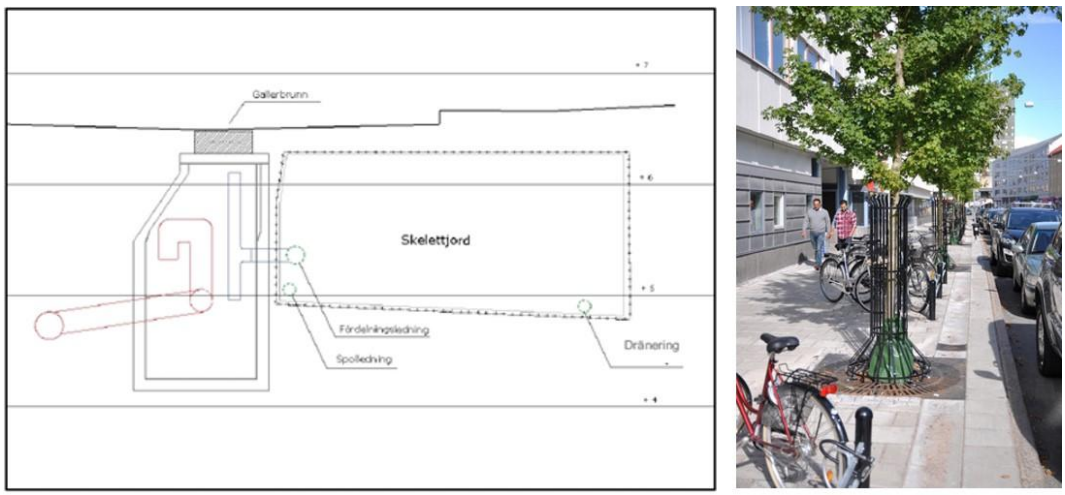
Figur 22. En grönyta av typ ”schotterrasen” i Berlin, Tyskland (foto: Örjan Stål, Viös AB).

Infiltration i trädgropar med skelettjord

Skelettjord är en blandning av stenskärv och jord som används i trädgropar för att ge goda växtförutsättningar för trädet samtidigt som det möjliggör magasinering och rening av dagvatten. Näringsämnen som kväve, fosfor och kalium i dagvatten kommer träden till godo.

Skelettjordsmagasin har använts i bland annat Hammarby Sjöstad i Stockholm. Effektiviteten utvärderades av Stockholm Vatten och visade att den undersökta anläggningen är ett utmärkt sätt att ta hand om gatudagvatten när kringliggande mark måste hårdgöras. Vid de flesta regntillfällena kunde inget flöde registreras i dränledningen från anläggningen.

Det verkar också som att träd som planterats i skelettjord trivs bättre än andra träd i stadsmiljön som ofta lider av syrebrist. Inflödet av näringsämnen från dagvatten och syre i den porösa marken gjorde att skelettjordsträden i Hammarby Sjöstad var gröna betydligt längre i på hösten än andra gatuträd.



Figur 23. Profilskiss av en skelettjordsanläggning (källa: Alm, 2005) och ett exempel från Hammarby sjöstad i Stockholm.

Infiltration i regnrabatt/nedsänkt växtbädd

På samma sätt som för takvatten kan regnrabatter/nedsänkta växtbäddar användas för infiltration, flödesutjämning och rening av dagvatten från parkeringsytor och gator.

Figur 24. Regnrabatter för a) hastighetsbegränsning vid övergångsställe i Tyresö (källa: Thomas Larm, StormTac), b) en parkeringsyta i Washington State, USA (källa: http://www.watershedco.com).

Infiltrationsstråk

Med infiltrationsstråk avses dränerande, makadamfyllda diken med svagt skålformad, gräsbevuxen yta, se Figur 25. Stråken ska gärna utformas enligt principen torr damm, d.v.s. stråket kan ställas under vatten efter häftiga regn. Bräddpunkter i form av t.ex. en kupolsil placeras då i överkant på stråket (ej som i Figur 25a). I sluttningar kan stråken med fördel sektioneras så att många seriella magasin skapas längs hela stråket (Figur 25c).

Figur 25. Exempel på infiltrationsstråk från a) Skåne (källa: VA Syd, Ulf Thysell), b) Berlin, Tyskland, c) Seevetal Tyskland, d) från USA (källa www.nrcs.usda.gov).

4.3.4 Torra och våta dammar

På allmän platsmark avleds vattnet i öppna avrinningsstråk. För att utjämna flöden och rena dagvattnet kan dikessystemet utformas med så kallade torra dammar. Torra dammar är helt enkelt gräsbeväxta skålformade ytor som vid häftiga regn kan fyllas med vatten men under normal väder är torra och kan då nyttjas som vilken parkmark som helst.

I sluttningar kan i bland finnas möjligheter att översila vatten över en gräsyta. Sådana tekniker har framgångsrikt tillämpats där dagvattnet är kulverterat och där kulverten kan brytas upp och ledas ut i över en sluttande gräsyta. För Tallbohov skulle till exempel detta kunna fungera för att ta hand om det kulverterade vattnet längs Snapphanevägen. I Tabell 13 och Tabell 14 presenteras schablonmässig rening av en torr damm som ett tredje reningssteg i området. Dessa beräkningar inkluderar dagvattnet från den del av Snapphanevägen som är belägen inom planområdet.

Som slutlig åtgärd, efter att dagvattnet har renats i olika typer av öppna och filtrerande ytor finns möjligheter att lyfta fram dagvattnet i permanent vattenfyllda dammar. Sådana dammar kan bli ett värdefullt inslag i parkområden. Dammarna kan utföras utifrån olika gestaltningsidéer och funktioner. Oavsett gestaltningsidé och funktion är det viktigt att man vid utformningen tänker på skötsel. Åtkomlighet, släntlutningar, bärighet och möjlighet att tömma dammen från vatten är viktiga detaljer att överväga i projekteringsskedet.

Figur 26. Bilder ovan visar översilning i sluttning i Norrtälje (vänster) och en stor torr damm i parkområde i Berlin (höger). Bilderna nedan visar exempel på permanent vattenfyllda dammar: en mer anlagd och skötselkrävande parkdamm (vänster) och en damm med en mer naturlig gestaltningsidé (höger).

4.4 Skötsel och underhåll av utvalda dagvattenanläggningar

Det är viktigt att skötsel- och underhållsaspekter tas hänsyn till redan vid projektering och anläggning av dagvattenanläggningar. Biofilter, infiltrationsdike samt torra dammar ses som några av de intressanta lösningar som kan användas i Tallbohov. Grundläggande underhåll och skötselbehov för dessa presenteras nedan, baserat på rekommendationer i Blecken (2016)[16] och Andersson m.fl. (2013)[17].

Biofilter

Grundläggande underhåll för dagvattenbiofilter, t.ex. regnrabatter, inkluderar:

- Skötsel av vegetation - framför allt under det första och andra året är det viktigt med kontroll och eventuell kompletterande planteringar för att säkerställa god etablering. En välmående och väletablerad vegetation är vital för biofiltrets funktion. Vegetationen bidrar både med rening, upprätthåller infiltrationskapaciteten och ger estetiska mervärden.

[16] Blecken, G., 2016. *Rekommendationer för drift och underhåll av dagvattenanläggningar*. Grön Nano, Luleå tekniska universitet.
[17] Andersson, J., Stråe, D., Byström, Y., van der Nat, D. och Granath, M., 2013. *Skötsel av dagvattendammar - en handbok*. Oxunda Vattensamverkan, WRS AB.

- Kontroll och rengöring av in- och utlopp samt dränerings/bräddbrunn - bör inspekteras med några månaders mellanrum och/eller efter kraftiga skyfall. Skräp som blockerar in- och utlopp måste avlägsnas.
- Bibehållande av infiltrationskapaciteten - Ett vanligt förekommande problem är ytigensättning på grund av erosion. Uppluckring av ytskiktet kan hjälpa men i vissa fall kan en rekonstruktion av hela filtermaterialet behövas.
- Byte av filtermaterial - Om en rekonstruktion krävs är det ofta tillräckligt att byta ut det översta skicket. Detta görs med några års mellanrum beroende på vattnets föroreningsgrad.

Infiltrationsdiken

- Minimera sediment - Igensättning av infiltrationsdiken orsakad av sediment (t.ex. sand, grus, jord och löv från omgivningarna) som fastnar i ytan är vanlig orsak till nedsatt funktion. Ett försedimenteringssteg, t.ex. en mindre överdämningsyta som får avrinnande vatten att stanna upp, minskar tillförsel av sediment.
- Rensa diket endast vid behov - Ofta rensas diken rutinmässigt trots att det inte finns behov av det. Vegetationen fördröjer vattnet och fungerar som ett filter. Rensning bör därför endast utföras om särskilda problem uppstår, t.ex. dämning på grund av sedimentbankar eller vegetationsansamlingar. Ofta räcker det då att gör en punktinsats.

Torra dammar

- Regelbunden kontroll och underhåll av inlopps- och utloppskonstruktioner - Framför allt utlopp som normalt utformas för att avleda större flöden har en benägenhet att sätta igen.
- Kontroll och skötsel av vegetation - En torr damm bör ha en täckande gräsvegetation. Denna skyddar från erosion och bidrar till att vidmakthålla porositet infiltrationsförmåga i marken. Enstaka träd och buskar kan vara en tillgång men täta bestånd försvårar skötsel och hämmar gräsvegetationen.
- Slå av vegetation - Ytan bör slås minst en gång mer säsong. Slåtter genomförs när vattennivån är så låg som möjligt.

4.5 Reningseffekt med föreslagna åtgärder

Reningseffekten från åtgärdsförslagen som beskrivs i avsnitt 4.3 är mycket beroende på utformning, dimensionering och skötsel. I Tabell 13 och Tabell 14 presenteras reningsgrader som kan nås vid tillämpning av dagvattenåtgärderna biofilter, infiltrationsdike och torr damm. De antagna reningsgraderna för respektive dagvattenanläggningstyp bygger på uppgifter från StormTac[18] och för biofilter även från andra forskningsresultat[19]. Det finns även forskning som visar på betydligt sämre reningsresultat i dessa typer av dagvattenreningsanläggningar. Resultat från mätningar av dagvatten från biofilter har till och med visat på ett utläckage (en ökning) av näringshalter

[18] www.stormtac.com

[19] Lau, Y.L., Marsalek, J. & Rochfort, Q. (2000) Use of a Biofilter for Treatment of Heavy Metals in Highway Runoff. Water Quality Research Journal of Canada 35(3), 563-580.Samt, Davis, A.P., Shokouhian, M., Sharma, H. & Minami, C. (2006) Water Quality Improvment through Bioretention Media: Nitrogen and Phosphorus Removal. Water Environment Research 78(3), 284.

i vattnet[20]. Dessa effekter kan uppkomma om rabatterna gödslas. Det är därför viktigt att val av växter på rätt sätt och att driftpersonal informeras om att gödsling görs restriktivt.

Tabell 11. Potentiell reningsgrad av fosfor, suspenderade ämnen och olja från biofilter, infiltrationsdike och torra dammar.

	P	Susp.	olja
	%	%	%
Biofilter	60-75	ca 85	ca 60
Infiltrationsdike	65	90	90
Torr damm	20	55	75

Tabell 12. Potentiell reningsgrad av bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver från biofilter, infiltrationsdike och torra dammar.

	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg
	%	%	%	%	%	%	%
Biofilter	80-85	60-85	ca 90	80-85	25-85	75-85	50-85
Infiltrationsdike	80	85	90	65	70	50	45
Torr damm	80	30	45	80	45	60	10

Föroreningsmängder

Utifrån ovan angivna reningsgrader finns det potential att klara de reningskrav som anges i kommunens riktlinjer för dagvattenhantering. I Tabell 13 och Tabell 14 anges de mängder som finns i dagvattnet från planområdet efter att vattnet genomgått rening i respektive anläggning, sett på årsbasis och förutsatt att de sker stegvis. För den lägst antagna reningsgraden antogs att anläggningarna enbart avskiljer de partikelbundna halterna av föroreningar medan vi för den högsta reningsgraden utgick från att reningsstegen har potential att reducera både lösta och partikelbundna halter av föroreningar.

Kravet från kommunen enligt riktlinjerna är att föroreningsbelastningen från området inte får öka i och med exploateringen. Den beräknade föroreningsmängden i dagvattnet efter respektive reningsåtgärd kan därför jämföras med mängderna för nuvarande belastningssituation. Resultaten visar att om filtrerande anläggningar anläggs (för att avskilja lösta föroreningar) och om dagvattnet tills stor del tillåts att infiltrera kommer föroreningsbelastningen inte att öka jämfört med nuvarande belastning.

Tabell 13. Mängd fosfor, suspenderat material och olja som blir kvar i dagvattnet (på årsbasis) efter att vattnet passerat respektive reningsanläggning, samt nuvarande belastning från området.

	P	Susp.	Olja
	kg/år	*kg/år*	*kg/år*
Framtida belastning (utan åtgärder)	3,5	455	4,8
Rening steg 1 - biofilter	0,9-1,9	ca 68	ca 1,9
Rening steg 2 - infiltrationsdike	0,3-1,2	ca 7	ca 0,2
Rening steg 3 - torr damm	0,2-1,1	ca 3	ca 0,05
Nuvarande belastning*	0,5	143	1,6

*Enligt kommunens riktlinjer för dagvatten får belastningen från ett nyexploaterat område aldrig öka. Därför kan mängden efter respektive reningssteg jämföras med den beräknade nuvarande belastningen.

[20] Li, H. & Davis, A.P. (2009) Water Quality Improvement through Reductions of Pollutant Loads Using Bioretention. Journal of Environmental Engineering - ASCE 135(8), 567-576.

Tabell 14. Mängd av bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver som blir kvar i dagvattnet (på årsbasis) efter att vattnet passerat respektive reningsanläggning, samt nuvarande belastning från området.

	Pb	**Cu**	**Zn**	**Cd**	**Cr**	**Ni**	**Hg**
	g/år	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*g/år*
Framtida belastning (utan åtgärder)	76	181	524	3,8	69	49	0,3
Rening steg 1 - biofilter	11-21	27-112	52-208	0,6-2,3	10-58	7,4-31	0,04-0,20
Rening steg 2 - infiltrationsdike	2,3-10	4,1-72	5,2-176	0,2-2,1	3,1-34	3,7-27	0,02-0,17
Rening steg 3 - torr damm	0,5-8,2	2,9-70	2,9-175	0,04-2,0	1,7-29	1,5-25	0,02-0,17
Nuvarande belastning*	9	45	66	0,6	14	8	0,2

*Enligt kommunens riktlinjer för dagvatten får belastningen från ett nyexploaterat område aldrig öka. Därför kan mängden efter respektive reningssteg jämföras med den beräknade nuvarande belastningen.

Det är viktigt att förstå att de siffror som redovisas i Tabell 13 och Tabell 14 är ungefärliga då de är framräknade från schablonvärden och antagna reningseffekter. Vad som visas är storleksordningen av föroreningsbelastning med och utan föreslagna åtgärder för rening. Tabellerna visar att med föreslagna åtgärder finns möjlighet att klara kommunens reningskrav för dagvatten. Det framgår också att för att klara reningsgraden för framförallt fosfor är det viktigt att det skapas en trög avledning och att dagvattnet renas i flera steg genom både sedimentering och filtrering.

Föroreningshalter

Medan Tabell 13 och Tabell 14 ovan jämför mängder föroreningar, uttryckt som kg eller g per år, jämförs i Tabell 15 nedan föroreningshalter, uttryckta som massan förorening per liter dagvatten. Framtida beräknade halter i planområdet har beräknats utan och med rening (i tre steg: biofilter, infiltrationsdike och torr dam).

Dessa halter jämförs mot Järfälla kommuns riktlinjer för dagvattenhantering. Med föreslagen dagvattenrening bör alla föroreningar kunna underskrida kommunens riktlinjer (Tabell 15).

Även föroreningshalter som behöver underskridas för att uppnå god kemisk och ekologisk status i vattenförekomsten finns i Tabell 15. P, Cu, Zn och Cr ingår i fysikalisk kemiska kvalitetsfaktorer under ekologisk status. Fosforhalten bedöms under kategorin "övergödning" medan Cu, Zn och Cr är "Särskilt Förorenande Ämnen (SFÄ)". Pb, Cd, Ni och Hg däremot är så kallade prioriterade ämnen som ingår i bedömningen av vattenförekomstens kemiska status. För de prioriterade ämnena anges gränsvärden både som årsmedelvärden samt maximala tillåtna koncentrationer uppmätta vid ett tillfälle. Halterna av suspenderat material och oljeföreningar ingår inte i bedömningen av varken ekologisk eller kemisk status.

För metaller anges gränsvärden som lösta eller biotillgängliga halter och är därför ofta problematiska att jämföra med beräknade föroreningshalter från planområdet, som anges som totalhalter. Endast fosforhalterna är jämförbara rakt av. Med ett trögt och långtgående dagvattensystem finns potential för utgående fosforhalter (beräknade till mellan 12 och 65 µg/l) att underskrida både dagens uppmätta halter i Bällstaån (123 µg/l, se Tabell 3), kommunens riktvärden (80 µg/l) samt MKN för god ekologisk status i Bällstaån (40 µg/l).

Angående föroreningshalter av zink så anges gränsvärdet för god ekologisk status som 5,5 µg/l biotillgängligt. Nyligen utvecklade och körda modeller för biotillgänglighet har visat att alla Stockholms vattenförekomster underskrider gränsvärden för god ekologisk

status med avseende på zink[21]. Detta skulle kunna innebära att zink inte är ett problemämne för Bällstaån vid nästa statusklassning i VISS. Dock bör dessa nya data tolkas med försiktighet.

Tabell 15. Här jämförs framtida beräknade halter av föroreningar (med och utan rening) med Järfälla kommuns riktlinjer för dagvatten samt de miljökvalitetsnormer som gäller för Bällstaån med avseende på god ekologisk och kemisk status. Gröna kolumner är ämnen som ingår i klassningen av ekologisk status, blåa kolumner ingår i kemisk status, gråa kolumner ingår inte i klassningen av en vattenförekomst status. För alla ämnen finns dock riktlinjer från Järfälla kommun.

	P µg/l	**Pb** µg/l	**Cu** µg/l	**Zn** µg/l	**Cd** µg/l	**Cr** mg/l	**Ni** µg/l	**Hg** µg/l	**Susp.** mg/l	**Olja** mg/l
MKN Bällstaån										
God ekologisk status	40		0,5***	5,5***		3,4****				
*God kem. status, medel***		1,2***			0,08-0,25*		4***	-		
*God kem. status, max***		14			0,45-1,5*		34	0,07		
Riktlinjer										
Järfälla kommun	80	3,0	9,0	15	0,3	8	6	0,04	40	0,5
Framtida halter										
utan rening	208	4,5	11	31	0,23	8,0	2,9	0,02	27	0,3
med rening	**12-65**	**0,0-0,5**	**0,2-4,2**	**0,2-11**	**0,00-0,12**	**0,1-1,8**	**0,1-1,5**	**0,00-0,01**	**ca 0,2**	**ca 0,01**

* Beror på vattenhårdhetsklass

** Avser löst halt

*** Avser biotillgänglig halt

*****Avser Cr(VI)

[21] J. Andersson, WRS AB, pers. komm., 2017-02-20.

5 Översiktlig utredning för omhändertagande av dagvatten från bostadsområde i väster i torra dammar

Under utredningens gång har det framkommit önskemål från Järfälla kommun om att översiktligt studera om del av dagvattnet från området väster om Snapphanevägen (Figur 27) kan föras in öster om vägen och där behandlas i en torr damm, som är föreslagen åtgärd, se avsnitt 4.4. Denna åtgärd utreds för att kompensera för möjlig ökning av föroreningar från planområdet och för att bidra med möjligheten att uppnå god status i Bällstaån.

Figur 27. Område väster om Snapphanevägen (ljusblå markering) som ledningstekniskt tillhör dagvattenledningssystemet som skulle kunna föras in i planområdet för behandling i torra dammar. Karta: Eniro.

Torra dammar är fördröjnings- och reningsanläggningar för dagvatten som utformas som gräsbeväxta skålformade ytor. Markytan ligger ovanför grundvattennivån vilket gör att ytan kan nyttjas som vilken parkmark som helst under normalt väder. Vid kraftigare regn fylls ytan med avrinnande dagvatten. Det rekommenderas att (torra och våta) dammar är cirka 2 % av avrinningsområdets reducerade yta. Läs mer i avsnitt 4.3.4.

Planområdet Tallbohov är cirka 6,3 hektar exklusive Snapphanevägen. Dagvatten från detta område ska omhändertas genom LOD (t.ex. biofilter, växtbäddar) och via trög avrinning (t.ex. infiltrationsdiken) innan det når det område som utpekats som lämplig för

en torr damm. På Snapphanevägen, samt i flerfamiljshusområdet i väster leds dagvatten direkt via dagvattenbrunnar till ledningsnätet. Inga LOD-åtgärder inom området har identifierats. Totalt upptar detta område 3,7 ha (Tabell 16).

Tabell 16. Markanvändning i planområdet Tallbohov samt i det område väster om Snapphanevägen. Reducerad area har beräknats med lämpliga volymavrinningskoefficienter.

Markanvändning	Area ha	Volymavrinningskoefficient -	Reducerad area ha_{red}
Planområde Tallbohov - framtid			
Flerfamiljshusområde, kuperad	2,72	0,60	1,63
Flerfamiljshusområde, flack	1,14	0,40	0,46
Skogsmark, kuperad	2,35	0,10	0,24
Grönyta	0,08	0,05	0,004
Summa	**6,29**	**0,37**	**2,33**
Snapphanevägen samt bostadsområde i väst			
Flerfamiljhusområde, flackt	3,25	0,40	1,30
Väg	0,46	0,85	0,39
Summa	**3,71**	**0,46**	**1,69**

5.1 Principiellt förslag

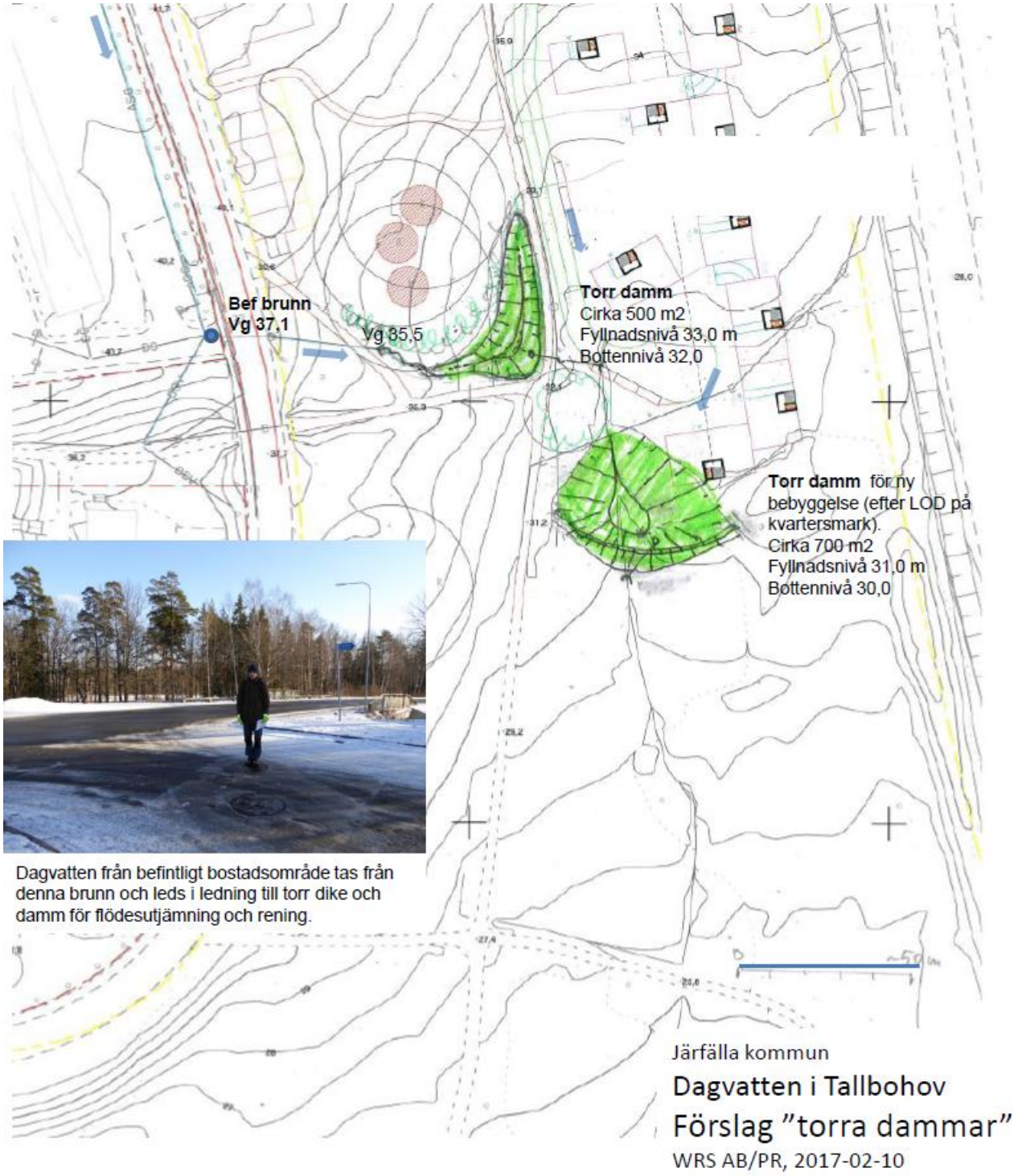
Utifrån platsutrymme samt fysiska förutsättningar som studerades vid fältbesök föreslås ett system med två torra dammar. Se Figur 28.

Torr damm 1

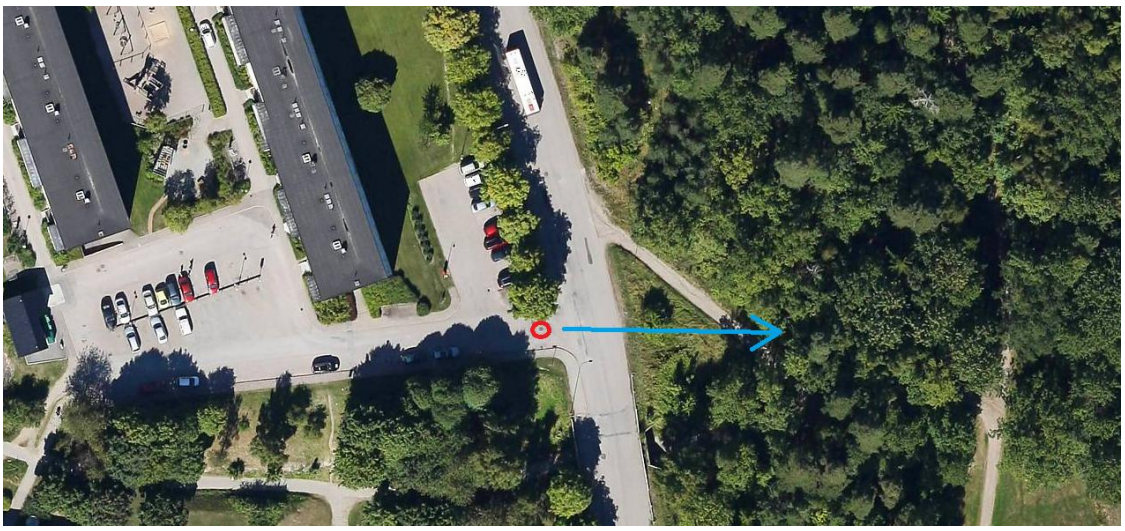
Dagvatten från Snapphanevägen samt bostadsområdet i väster samlas i en dagvattenbrunn med vattengång +37,185 m nära adressen Snapphanevägen 130. Härifrån föreslås en ledning under vägen, nedför branten, totalt ca 44 m, som mynnar ut ett öppet dike norr om befintlig GC-väg med vattengång cirka +35,5 m, som i sin tur leds vidare till torr damm 1 (Figur 29). Detta ger en lutning på 3,8 %. För att klara ett statistiskt 10-årsregn till de torra dammarna behöver ledningssystemet klara ett flöde på 475 l/s, inklusive klimatfaktor 1,25 (Tabell 17). Enligt friktionsdiagram för betong i P90 (Svenskt Vatten, 2004) krävs med rådande förutsättningar då en ledning med diameter på minst 450 mm.

Tabell 17. Dimensionerande 2-, 10- och 100-årsregn för dagvattenflöde från bostadsområdet i väst samt Snapphanevägen som leds till torra dammar.

	Area ha	φ	A_{red} ha_{red}	Q_2 l/s	Q_{10} l/s	Q_{100} l/s
Snapphanevägen samt bostadsområde i väst	3,71	0,45	1,67	280	475	1019
(Utan klimatfaktor)				(224)	(380)	(815)



Figur 28. Principiellt förslag för ett system där dagvatten från ett 3,3 ha stort flerfamiljhusområde leds tillsammans med dagvattnet från Tallbohovs planområde till ett system bestående av två seriekopplade torra dammar på cirka 500 m^2 respektive 700 m^2 i södra delen av planområdet.



Figur 29. Ortofoto kring Snapphanevägen 130. Röd ring markerar dagvattenbrunn där dagvatten kan tas ut för att ledas in i torr damm 1. Blå pil markerar kulvertering som mynnar i öppet dike/torr damm. Källa: Eniro.

Torr damm 1 placeras i den redan naturliga svacka som finns i moränmarken mellan de två mötande GC-vägarna och skyddsområdet kring fornlämningarna (se Figur 28, även Bilaga 2). Här finns goda förutsättningar för infiltration av dagvatten. Bottennivån på dammen bör ligga på ca +32,0 m och fyllnadsnivån på ca +33,0 m. Medeldjup blir troligen 0,4-0,5 m.

Via diket mottas dagvatten från cirka 1,7 ha reducerad yta (Tabell 16). Den torra dammen bör därför vara minst 340 m^2. Dessutom kommer en del ytlig diffus avrinning från delARO 2 Bällstaån att nå den torra dammen. Utrymme finns i moränmarken att göra dammen cirka 450-500 m^2, vilket vi rekommenderar.

Torr damm 2

Från torr damm 1 leds vatten vidare genom kulvert under GC-väg till ett befintligt dike. Diket rinner ut från skogsmarken till en öppen gräsyta, där moränmarken möter svallsediment och glacial lera. Här är infiltrationsmöjligheterna relativt goda och ytan passar bra för en andra torr damm. Torr damm 2 kan enkelt utformas genom att brädda befintligt dike till en skålformad gräsyta (Figur 28). Dammen bör få en bottennivå på ca +30,0 m och en fyllnadsnivå på ca + 31,0 m. Medeldjup bör vara 0,4-0,5 m.

Två procent av avrinningsområdets (som inkluderar planområdet samt området väster om Snapphanevägen) reducerade area på 4,0 ha_{red} är 800 m^2. Dock kommer en del vatten att omhändertas lokalt inom planområdet och en del i den första torra dammen. En yta på cirka 700 m^2 är därför fullt tillräckligt.

I samband med markarbetet som krävs finns även möjligheten att omforma dikets fortsättning efter torr damm 2 till en mer meandrande, naturlig utformning med flackare sidor. Detta skulle höja både naturvärden och det estetiska värdet i lokalområdet. Dikets recipient är Bällstaån.

5.2 Förväntad reningseffekt

Med hänsyn till storleken på dammarna i förhållande till avrinningsområdets reducerade yta samt de goda förutsättningarna för infiltration bör de torra dammarna ha minst lika bra reningseffekter som våta dagvattendammar (Tabell 18). En väl dimensionerad

strypning av utloppet är troligen kritiskt för att uppnå tillräcklig uppehållstid och avskiljning av föroreningar i dammarna (se avsnitt 5.3).

Tabell 18. Antagna reningsgrader (%) i Tallbohovs torra dammar. Data tagen för våta dammar från StormTac databas 170122[22].

P	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Susp.	Olja
55	75	65	50	80	60	85	30	80	80

Torr damm 1 kommer att kunna avskilja en hel del partiklar och partikelbundna föroreningar (exempelvis fosfor och tungmetaller). Vattnet som sedan når torr damm 2 kommer vara betydligt renare och nära partikelfritt efter rening i torr damm 1 och genom LOD-åtgärder och trög avledning i planområdet. Samma höga avskiljning av föroreningar kan därför inte förväntas i torr damm 2 som i torr damm 1, då de är seriekopplade. Däremot fungerar torr damm 2 som ytterligare fördröjning samt som en extra skyddsbarriär mot översvämningar vid extrema skyfall.

Beräkningar för avskiljning av föroreningar i dagvatten har gjorts för de två dammarna. För torr damm 1 används StormTac webbapplikation v.16.4.1[23] samt egna beräkningar utifrån data från StormTacs databas daterad 170122. Resultat anges därför som ett spann.

Förr torr damm 2 används de beräkningar som gjorts i Tabell 13 och Tabell 14. Här antas en trestegsavskiljning där dagvatten genom går reningsstegen (1) biofilter [LOD], (2) Infiltrationsdike [trög avledning] samt (3) torr damm [samlad rening och fördröjning]. Resultat presenteras som samlad avskiljning i dessa tre steg och anges även här som ett spann.

Genom att leda dagvattnet från Snapphanevägen och området väster om Snapphanevägen till en torr damm finns potential av avskilja ungefär lika mycket föroreningar (näringsämnen, tungmetaller, partiklar och olja) som skulle avskiljas från planområdet. En sådan omledning av dagvattnet skulle alltså uppskattningsvis dubblera avskiljda föroreningsmängder. *Detta innebär att den totala föroreningsavskiljningen blir större än den totala belastningen från planområdet och en nettominskning av föroreningsbelastning på Bällstaån uppnås.*

Höga fosfor- och zinkhalter är en anledning till Bällstaåns otillfredsställande ekologiska status. I torr damm 1 förväntas avskiljningen bli knappt 2 kg P och cirka 0,5 kg Zn per år. Totalt, inklusive torr damm 2 bör 4-5 kg P och 1 kg Zn avskiljas årligen (Tabell 19).

Det är viktigt att förstå att de siffror som redovisas i Tabell 19 är ungefärliga då de är framräknade från schablonvärden och antagna reningseffekter. Verkliga avskiljningsgrader kan vara både högre och lägre. I detta fall bedöms området för torr damm 1 vara väl lämpad med goda infiltrationsmöjligheter. En 500 m^2 stor torr dam med medeldjup 0,4 m kan magasinera och fördröja 200 m^3 dagvatten, vilket motsvarar ett regn på cirka 12 mm som faller på det 3,7 ha stora området väster om Snapphanevägen inklusive Snapphanevägen.

Med 12 mm omhändertagande fångas ca 80 % av årsvolymen nederbörd i Stockholmsområdet (Figur 6, s.13) och en stor del av dagvattnet föroreningsinnehåll. Denna volym kan infiltrera och perkolera till grundvattnet. Med detta resonemang bör minst 80 % av dagvattnets föroreningsinnehåll avskiljas, framför allt partikelbundna

[22] http://stormtac.com/StormTacData.php
[23] http://app.stormtac.com/

föroreningar. 80 % avskiljning av fosfor och zink skulle motsvara 2,6 kg P och 0,8 kg Zn per år endast i torr damm 1, det vill säga något högre än de siffror som anges i Tabell 19.

Tabell 19. Beräknad avskiljning i torr damm 1 (av föroreningar från Snapphanevägen samt området väster om Snapphanevägen) samt i torr damm 2 (av föroreningar från planområdet Tallbohov). För torr damm 2 inkluderar beräkningar avskiljning i tre steg: biofilter, infiltrationsdike och torr damm.

	P kg/år	Pb g/år	Cu g/år	Zn g/år	Cd g/år	Cr g/år	Ni g/år	Hg g/år	Susp. kg/år	Olja kg/år
Avskiljning torr damm 1	1,7-1,8	100-113	190-215	483-710	3,8-5,5	73-100	64-75	0,12-0,23	617-726	6,5-6,9
Avskiljning torr damm 2 inkl. biofilter och infiltrationsdike	2,4-3,3	68-75	111-178	349-521	1,8-3,8	40-67	24-47	0,13-0,28	452	4,8
Totalt (spann)	**4,1-5,1**	**168-188**	**301-393**	**832-1231**	**5,6-9,3**	**113-167**	**88-122**	**0,25-0,51**	**1069-1178**	**11,3-11,7**
Totalt (medelvärde)	**4,6**	**180**	**350**	**1000**	**7,5**	**140**	**110**	**0,38**	**1100**	**12**

5.3 Förväntad effekt på flöden

Recipienten Bällstaån som har stora problem med höga flöden och översvämningar. Genom att omhänderta ca 12 mm nederbörd från Snapphanevägen samt området väster om Snapphanevägen kommer flöden att magasineras och fördröjas innan det leds vidare till Bällstaån. Med 12 mm omhändertagande i torr damm 1 uppnås en minskning av ett dimensionerande 10-årsregn med 29 %. Sett till årsvolymen dagvatten kommer denna att minska med cirka 80 % förutsatt en tömningstid för de torra dammarna på 12 timmar.

Utloppet av damm 2 kan ses som planområdesgräns för Tallbohov Söderhöjden. I sådana fall bör kommunens flödesbegränsning på 30 l/s, ha gälla och utloppet strypas för maximal avtappning på 162 l/s (beräknat på de 5,4 hektaren av planområdet som tillhör Bällstaåns avrinningsområde). Medräknat 3,25 hektar bostadsområde väster om Snapphanevägen bör avtappningen vara maximalt 260 l/s.

För extrema flöden som har högre återkomsttid än 10 år kommer sekundära avrinningsvägar att användas. Om ledningssystemet tillåter avledning till de torra dammarna kommer dessa att svämmas över och ställa omkringliggande gräsmark under vatten. Annars kommer ledningssystemet att översvämmas och dagvattnet troligen rinna ytledes längs med Snapphanevägen i södergående riktning.

6 Slutsatser

- Kommunens riktlinjer för dagvatten säger att föroreningsbelastningen från ett område inte får öka. Idag är nästan all mark inom planområdet obrukad skogsmark. Höga krav på rening ställs således när området exploateras för bebyggelse.
- Om kommunens riktlinjer skall följas krävs att ungefär 80 % av föroreningar från området kan kvarhållas och renas bort. Detta beting kan klaras om alla exploaterade ytor förses med magasin som klarar att fördröja och kvarhålla en regnmängd som uppstår vid regn upp till 20 mm.
- För hela området krävs det ett ”trögt dagvattensystem”, det vill säga ett avledningssystem för dagvatten där flöden jämnas ut och föroreningar kvarhålls i flera steg från källan till recipienten.
- För att kunna avskilja även lösta föroreningar (exempelvis löst fosfor) krävs att dagvattensystemet inkluderar filtrerande system. De befintliga naturliga förutsättningarna med lutande mark och infiltrationsbenägna jordar skapar goda förutsättningar för infiltration.
- Dagvattenåtgärder som ses som särskilt intressanta för Tallbohov är gröna tak, trädgårdar med regnrabatter, infiltrationsstråk och torra dammar.
- Det finns möjlighet att leda en del av dagvattnet från Snapphanevägen samt ett bostadsområde utanför planområdet till ett föreslaget system med två torra dammar för ytterligare avskiljning av exempelvis zink och fosfor. Med denna kompensationsåtgärd bedöms den framtida nettobelastningen av föroreningar i och med exploatering av planområdet bli mindre än vid befintlig situation. På så vis bidrar planen med möjligheten för Bällstaån att uppnå god kemisk och ekologisk status.

Bilaga 1.

Belastningsberäkningar

Föroreningsbelastningen är beräknad med hjälp av schablonhalter från dagvattenmodellen StormTac[24] med undantag för belastningen från skogsmark. Belastningen från skogsmark är hämtad från sammanställning av data i en rapport från IVL[25] och volymavrinningskoefficienten beräknad utifrån en sammanställning av Sveriges vattenbalans från SMHI[26]. Använd data och fördelning av belastning från olika markanvändningstyper presenteras nedan. I Tabell A presenteras fördelning mellan markanvändningstyper inom området, uppdelat på avrinningsområdena för Säbysjön och Bällstaån, beräknad årsavrinning och belastning av totalkväve och totalfosfor. I Tabell B presenteras totalbelastning av metaller, suspenderat material och olja från respektive markanvändningstyp och avrinningsområde, summerat från hela området före och efter exploatering.

Tabell A. Fördelning mellan markanvändningstyper inom området, beräknad årsavrinning och belastning av kväve och fosfor.

	Area *ha*	Volymavrinnings-koefficient	Red area *ha*	Årsavrinning *m3*	Fosfor *kg/år*	Kväve *kg/år*
Nuvarande						
ARO Säbysjön						
Skogsmark	1,3	0,30	0,40	2 350	0,05	0,1
ARO Bällstaån						
Skogsmark	4,9	0,30	1,5	8 690	0,17	0,3
Blandat grönområde	0,08	0,10	0,01	50	0,01	0,005
Väg 1	0,45	0,85	0,38	2 270	0,32	4,6
Summa nuvarande	**6,75**	**0,33**	**2,26**	**13 400**	**0,54**	**5,1**
Framtid						
ARO Säbysjön						
Skogsmark	0,83	0,30	0,25	1 480	0,03	0,1
Flerfamiljhusområde	0,49	0,45	0,22	1 300	0,39	0,9
ARO Bällstaån						
Skogsmark	1,5	0,30	0,46	2 710	0,05	0,1
Flerfamiljhusområde	3,4	0,45	1,5	8 980	2,69	6,5
Blandat grönområde	0,08	0,10	0,01	50	0,01	0,005
Väg 1	0,45	0,85	0,38	2270	0,32	4,6
Summa framtid	**6,75**	**0,42**	**2,84**	**16 800**	**3,5**	**12**

[24] www.stormtac.com/ Version 2015-06.

[25] IVL Svenska miljöinstitutet, 2003. Utlakning av fosfor från brukad skogsmark.

[26] SMHI, 1994. Sveriges vattenbalans, Nr 49.

Tabell B. Beräknad föroreningsbelastning av metaller, suspenderade ämnen och olja från området före och efter exploatering.

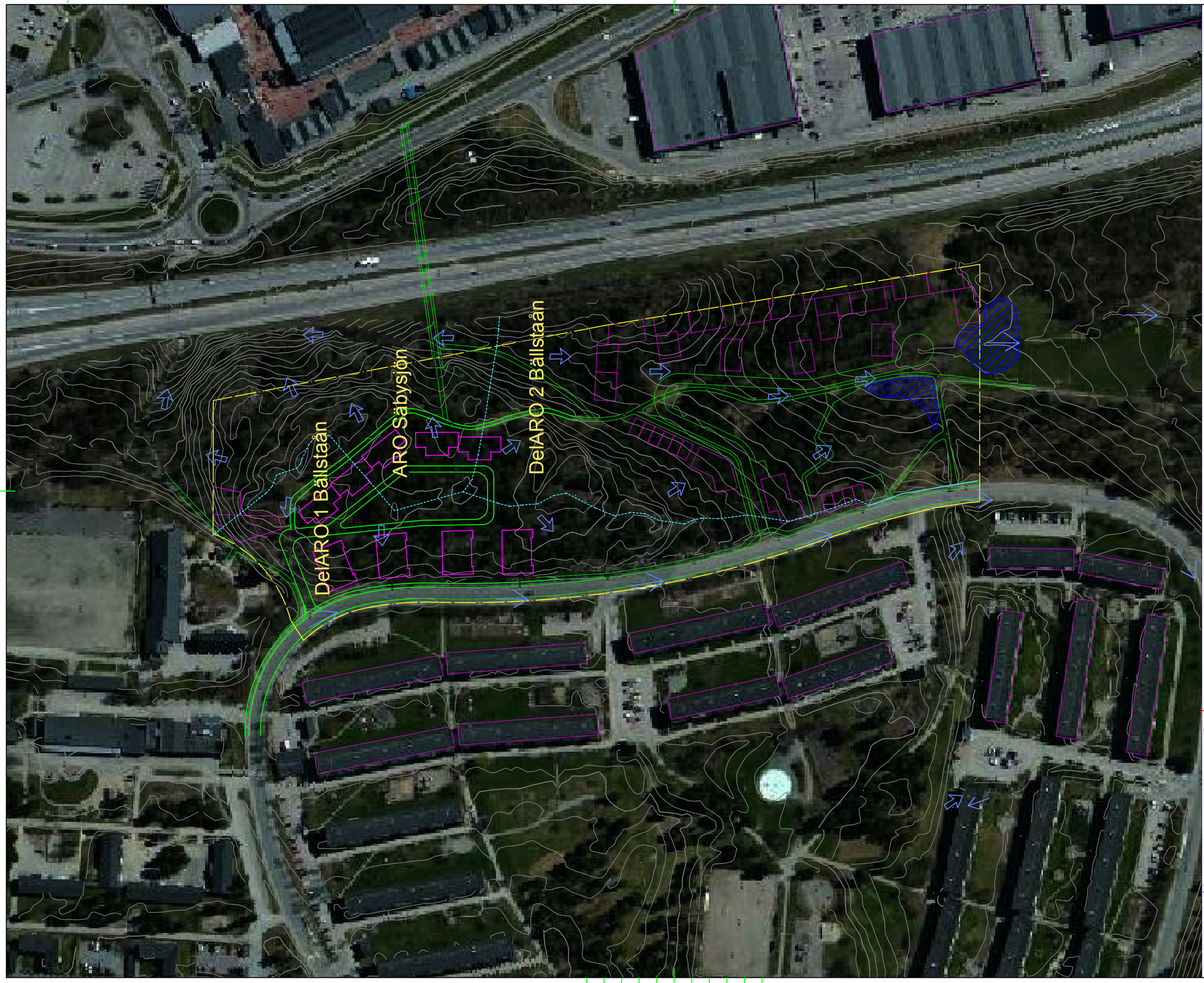
	Pb *g/år*	Cu *g/år*	Zn *g/år*	Cd *g/år*	Cr *g/år*	Ni *g/år*	Hg *g/år*	Susp *kg/år*	Olja *kg/år*
Nuvarande									
ARO Säbysjön									
Skogsmark	0,7	0,8	1,8	0,02	0,1	0,1	0,00	4,0	0,0
ARO Bällstaån									
Skogsmark	2,6	2,8	6,5	0,09	0,2	0,2	0,00	15	0,0
Blandat grönområde	0,0	0,1	0,1	0,00	0,0	0,0	0,00	0,2	0,0
Väg 1	5,8	41	58	0,52	13,5	7,7	0,15	124	1,5
Summa Nuvarande	**9,1**	**45**	**66**	**0,64**	**14**	**8,0**	**0,16**	**143**	**1,6**
Framtid									
ARO Säbysjön									
Skogsmark	0,4	0,5	1,1	0,01	0,0	0,0	0,00	2,5	0,0
Flerfamiljhusområde	8,8	18	59	0,41	5,3	5,3	0,01	41	0,4
ARO Bällstaån									
Skogsmark	0,8	0,9	2,0	0,03	0,1	0,1	0,00	4,6	0,0
Flerfamiljhusområde	61	121	404	2,83	48	36	0,10	283	2,8
Blandat grönområde	0,0	0,1	0,1	0,00	0,0	0,0	0,00	0,2	0,0
Väg 1	5,8	41	58	0,52	14	7,7	0,15	124	1,5
Summa framtid	**76**	**181**	**524**	**3,81**	**69**	**49**	**0,27**	**455**	**4,8**

Föroreningar i dagvatten återfinns i partikelbunden och löst form. Partikelbundna föroreningar kan enklare avskiljas genom sedimentation eller filtrering av vattnet. Hur stor andel av föroreningarna som är partikelbundna eller i löst form varierar mellan olika ämnen. I Tabell C presenteras andelen löst fraktion för fosfor, bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver från en utredning av Stockholms dagvatten[27]. Andelarna lösta och partikelbundna har använts för beräkningar av potentiell avskiljning av dagvattenföroreningar i reningsanläggningar (Tabell 13 och Tabell 14).

Tabell C. Andelen löst fraktion i dagvatten av fosfor, bly, koppar, zink, kadmium, krom, nickel och kvicksilver.

	P	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg
Andelen lösta fraktioner	24%	10%	36%	33%	51%	34%	49%	50%

[27] SWECO, 2010. Utredning av föroreningsinnehållet i Stockholms dagvatten.



KOORDINATSYSTEM

Plansystem: RH 99 18 00
Höjdsystem: RH 00

TECKENFÖRKLARING

- Planerade byggnader
- Planerade lokalgator och GC-vägar
- Planområde
- Ytvattendelare
- Diffus avledning av dagvatten/ ytvatten
- Avrinningsägar för dagvatten
- Torra dammar

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

STATUS

Framtida planens utformning samt avrinning

M	R	T	W
UPPDRAG NR		RITAD/KONSTR. AV	HANDLÄGGARE
1068		HO	HO
DATUM		ANDVARIG	
170222		PR	

SKALA | NUMMER | BET

XREF:

PLO: 2017-02-23 12:51 P:\7RFPLLA KOMMUN\1068 DAGVATTENUTREDNING TALLBOHOV TILL7GGSUPPDRAG PR 20163\3. PROJEKTARBETE OCH UNDERLAG\CAD ARBETE\TALLBOHOV_BILAGA_AVRINNING_170222_HT.DWG HANNES TCKERMAN