WRS
Water Revival Systems

Dagvattenutredning Tallbohov Söderhöjden, Järfälla kommun

Järfälla kommun, Samhällsbyggnadsavdelningen

RAPPORT nr 2016-0941-A

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

Granskningsversion 2016-06-03

www.wrs.se

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 och 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.

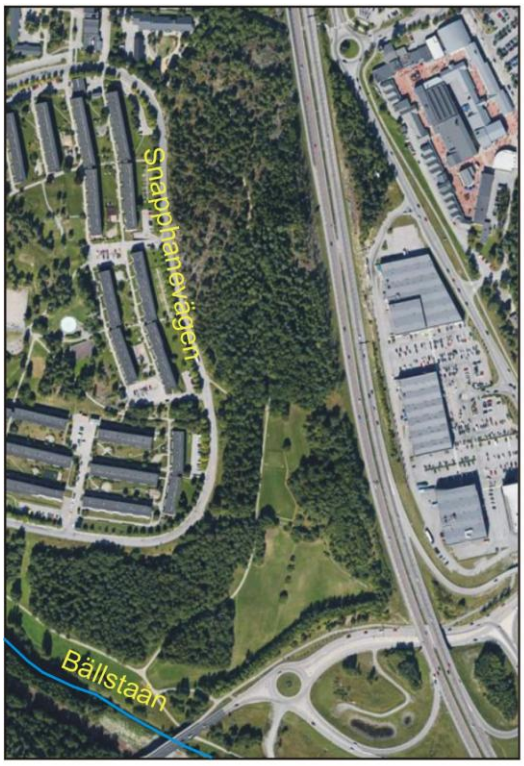
Innehållsförteckning

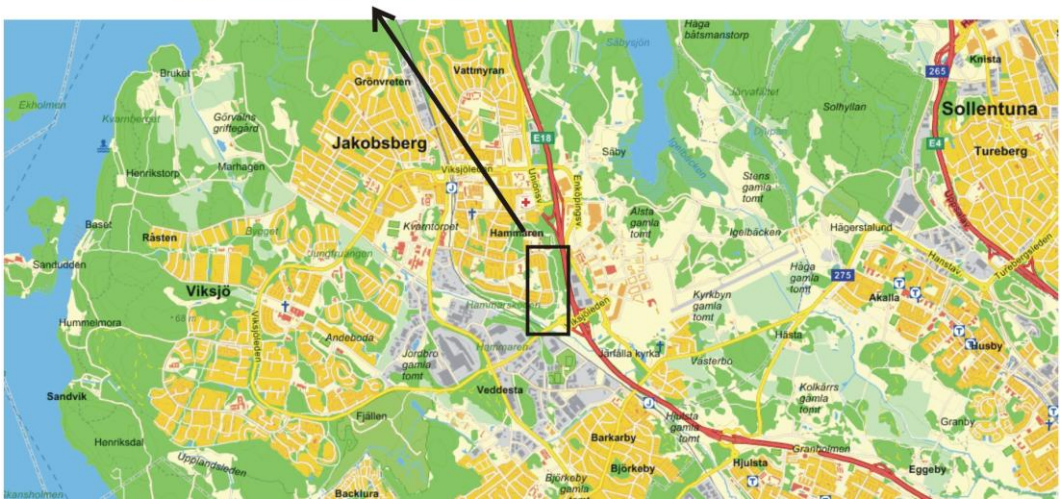
1 Inledning 4
1.1 Syfte 5
2 Förutsättningar 5
2.1 Geologi och topografi 5
2.2 Befintlig ytavrinning 6
2.3 Befintlig och planerad markanvändning 7
2.4 Recipienter för dagvatten 9
2.4.1 Bällstaån 9
2.4.2 Säbysjön 10
2.5 Kommunens riktlinjer för dagvattenhantering 10
3 Planens konsekvenser på dagvattnet 11
3.1 Flöden och utjämningsbehov 11
3.2 Kritiska områden 15
3.3 Föroreningsbelastning utan åtgärder 16
4 Förslag på dagvattenhantering 17
4.1 Principer för hantering av dagvatten inom kvartersmark 18
4.2 Principer för hantering av dagvatten inom kvartersmark 19
4.2.1 Fördröjning och rening 19
4.2.2 Magasin för bevattning 19
4.2.3 Avledning av vatten från områden 20
4.3 Principer för hantering av dagvatten inom allmän platsmark 20
4.3.1 Fördröjning och rening 20
4.3.2 Gestaltning och biologisk mångfald 20
4.4 Exempel på åtgärder för fördröjning och rening 21
4.4.1 Tak och gårdar 21
4.4.2 Öppen avledning från hårdgjorda ytor inom kvartersmark 26
4.4.3 Vägar och parkeringar 27
4.4.4 Torra och våta dammar 31
4.5 Reningseffekt med föreslagna åtgärder 32
5 Slutsatser 34

Bilaga 1. Belastningsberäkningar 35

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).

Järfälla kommun håller för närvarande på att ta fram nya riktlinjer för dagvattenhantering. Dessa är tänkta att antas av kommunstyrelsen under våren 2016 och 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.

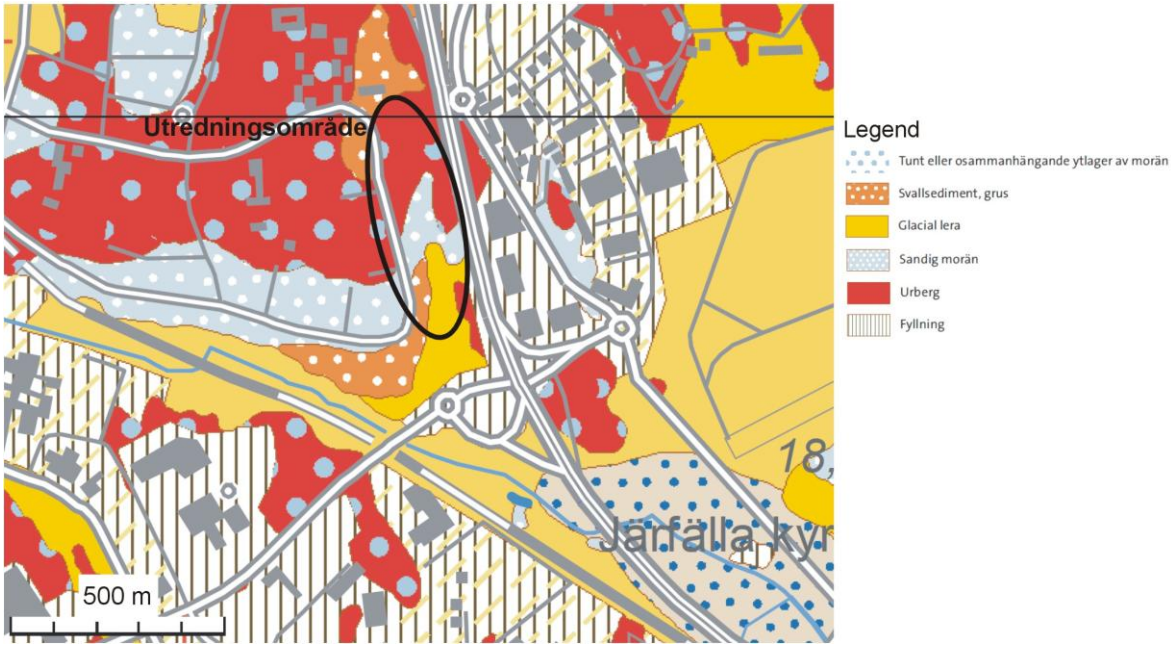
2 Förutsättningar

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 3.

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: SGU.

2.2 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 Figur 3. Bällstaåns avrinningsområde har ytterligare delats upp i två delavrinningsområden. Avrinningsområdenas areor presenteras i Tabell 1.

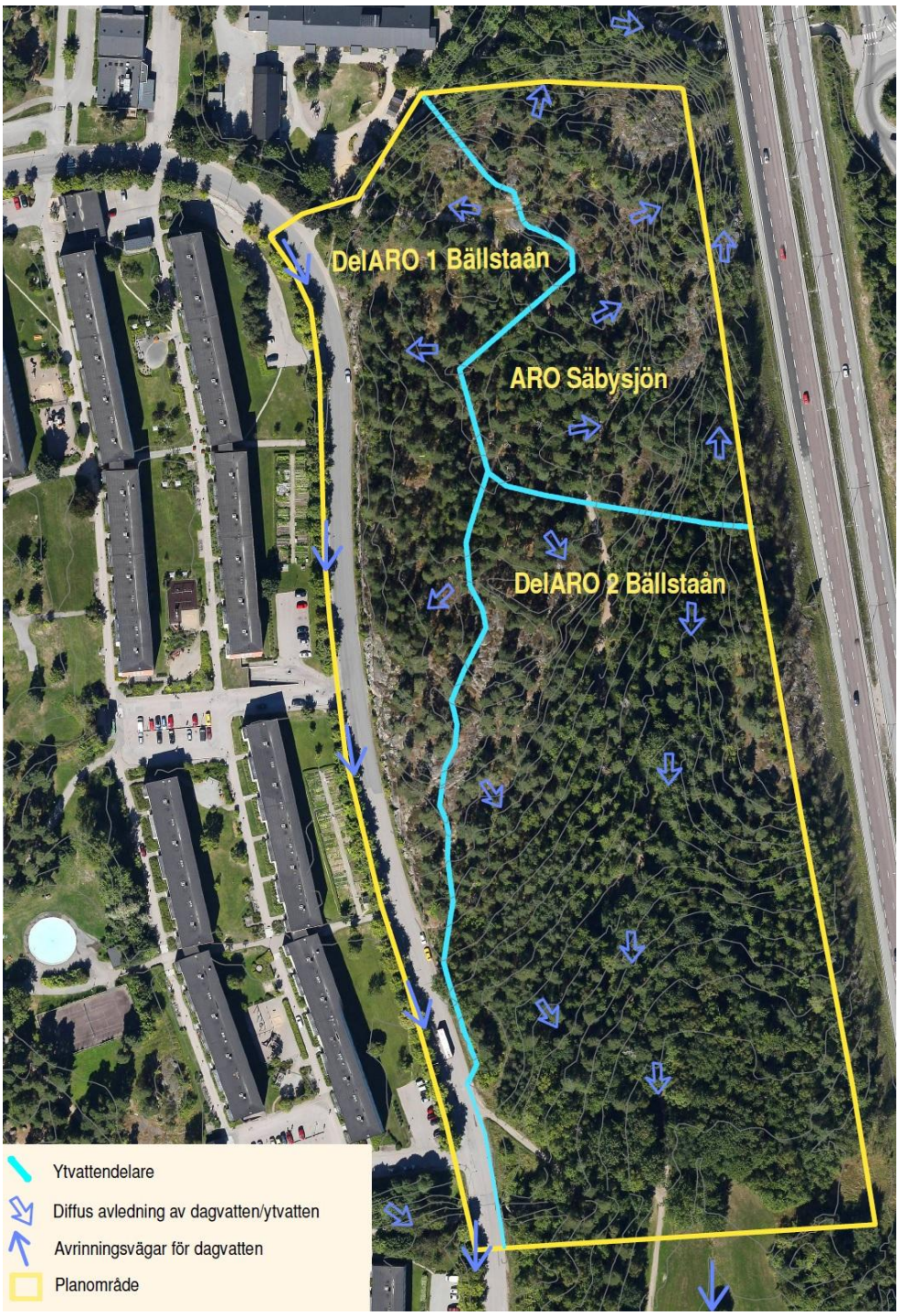
Tabell 1. Area för huvudavrinningsområden respektive delavrinningsområden.

Avrinningsområde	**Area** *m²*	**Area** *ha*
ARO Säbysjön	13 230	1,32
ARO Bällstaån (hela)	54 290	5,43
DelARO Bällstaån 1	*18 210*	*1,82*
DelARO Bällstaån 2	*36 080*	*3,61*
Hela området	**67 510**	**6,75**

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.

I Snapphanevägen går befintliga dagvattenledningar som idag främst avleder vatten från vägområdet och bostadsområdet i väster. Topografiskt finns möjlighet att avleda detta dagvatten in till planområdet och behandla det lokalt. Vad en sådan avledning praktiskt innebär har dock inte studerats i detta uppdrag.

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



Figur 3. Planområdet illustreras med ytvattendelare, avrinningsområden, diffus avledning för ytvatten/dagvatten och dagvattnets befintliga avrinningsvägar.

2.3 Befintlig och planerad markanvändning

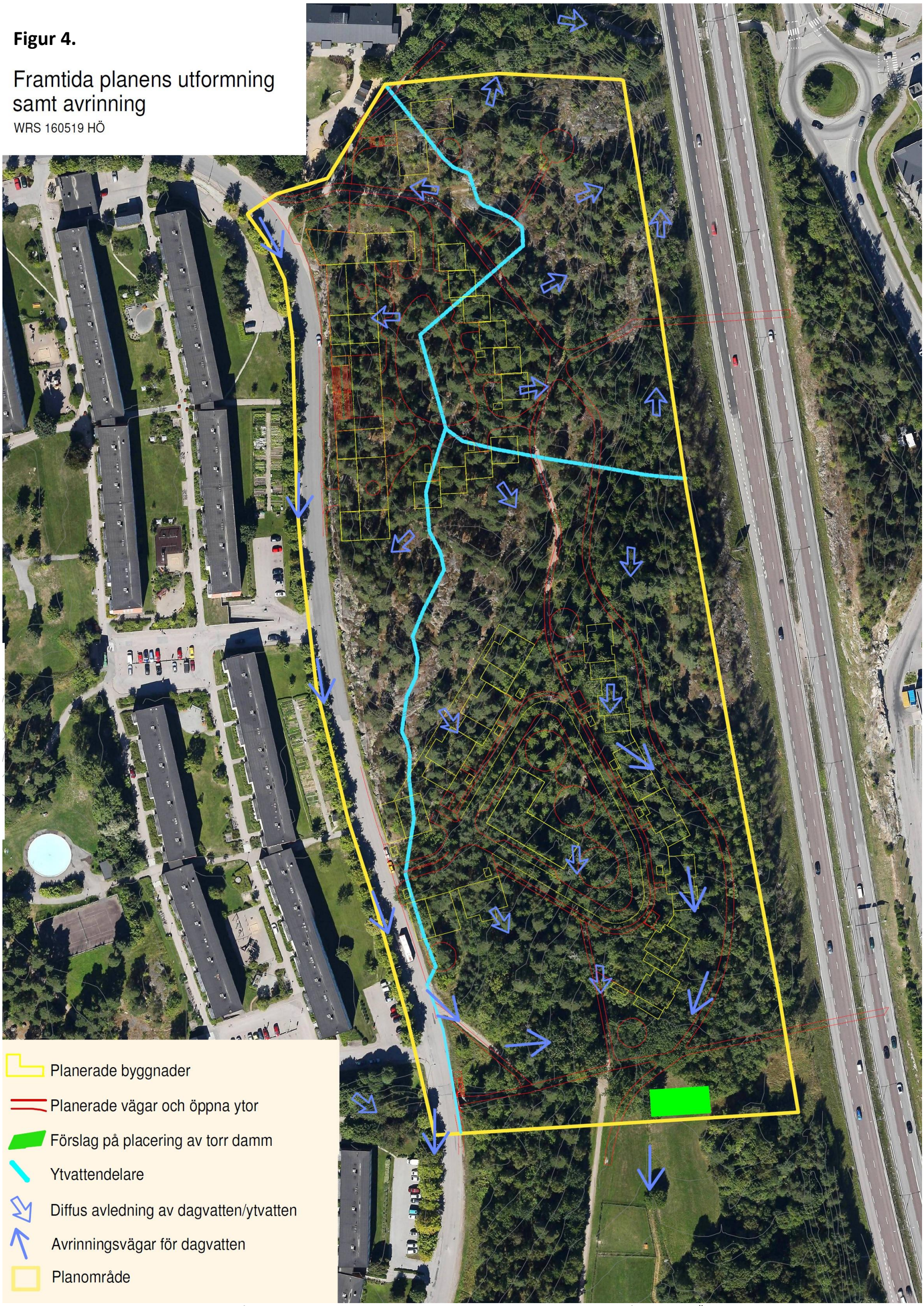
Området utgörs idag till största delen av skogsmark, vars västra gräns utgörs av Snapphanevägen som går i nord-sydlig riktning. Längs med den västra gränsen finns det mindre områden med kolonilotter, parkeringar och grönområden.

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 4.

Figur 4.

Framtida planens utformning samt avrinning

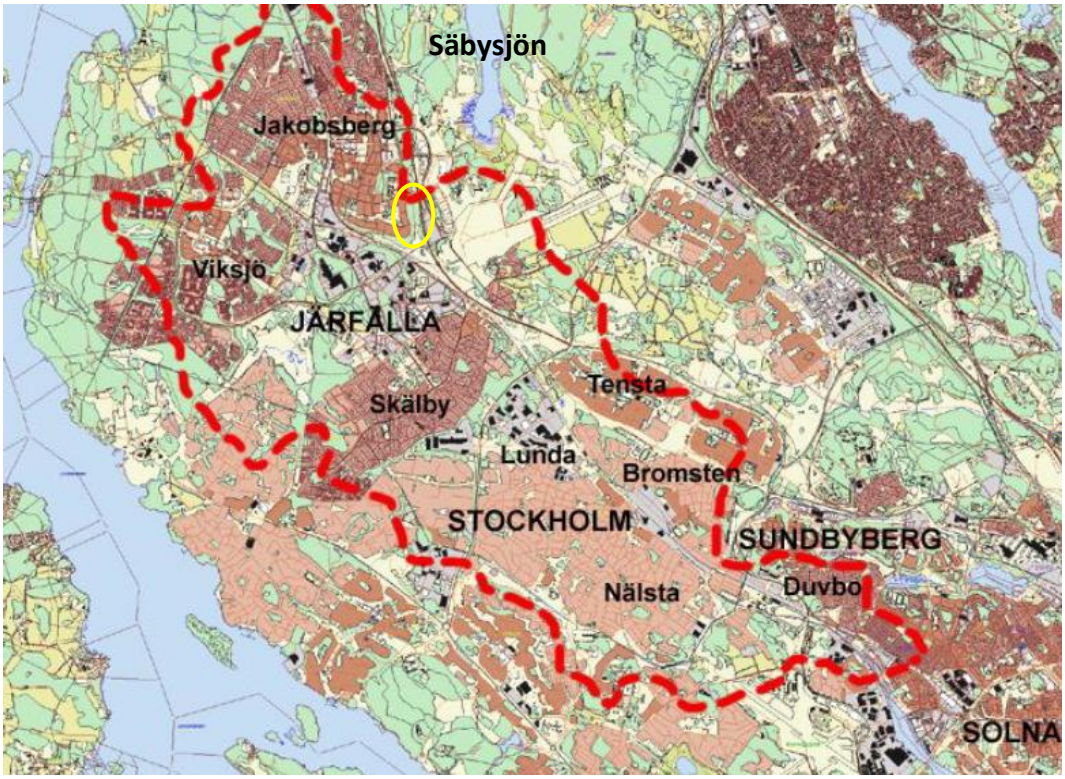
WRS 160519 HÖ



Figur 4. Framtida exploatering i planområdet illustreras med planerade byggnader, vägar och öppna ytor såsom torg. Även de hydrologiska och hydrauliska förutsättningarna illustreras (ytvattendelare samt avledning och diffus avrinning för dagvatten), samt ett förslag på placering av torr damm (se avsnitt 4.3.1).

2.4 Recipienter för dagvatten

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



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

2.4.1 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.

VISS (VattenInformationsSystem Sverige) är en databas med miljökvalitetsnormer (MKN), statusklassningar och kartor över alla Sveriges större sjöar, vattendrag, grundvatten och kustvatten. Bällstaån är ett kraftigt påverkat vattendrag men är trots detta angiven som en vattenförekomst enligt Vattendirektivet. I klassningen jämförs nuvarande situation för en vattenförekomst med ett antaget ursprungligt tillstånd som är unik för varje vattenförekomst. Resultatet för olika parametrar vägs sedan samman i en övergripande ekologisk respektive kemisk status för vattenförekomsten.

Bällstaån (SE658718-161866) har fastställd dålig ekologisk status i klassningen som gjordes 2009. I befintligt arbetsmaterial från 2016 är den klassad som otillfredsställande.

För näringsämnen, som ingår i ekologisk status, är statusen dålig. Miljökvalitetsnormen är satt till god status med tidsfrist till 2021 med hänvisning till att det inte är ekonomiskt rimligt eller tekniskt möjligt att uppfylla normen tidigare. För särskilt förorenade ämnen, som också ingår i ekologisk status, överskrids gränsvärdet för zink och ammoniak. Den kemiska statusen är 2009 fastställd till god med undantag för kvicksilver. Undantaget för kvicksilver gäller för samtliga vatten i Sverige.

2.4.2 Säbysjön

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. Dess avrinningsområde (Igelbäcken) består till drygt hälften av skog och till en dryg femtedel av urbana ytor. Sjön är för liten för att klassas som en vattenförekomst. Därför finns heller inga miljökvalitetsnormer, men självklart är sjön ändå skyddsvärd.

2.5 Kommunens riktlinjer för dagvattenhantering

Järfälla kommun har tagit fram förslag till riktlinjer för dagvattenhantering. 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-/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 2 presenteras de riktvärden kommunen anger för Bällstaån. Då Säbysjön inte har några miljökvalitetsnormer har inga riktvärden tagits fram för denna recipient.

Tabell 2. 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	0,3	0,04	9	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 3 presenteras flödesbegränsningen till Bällstaån respektive Säbysjön och i Tabell 4 den angivna erforderliga fördröjningsvolymen för markanvändningsområdestyp *stadsstruktur* och *radhusområde* vid olika flödesbegränsningar.

Tabell 3. 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 4. 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

3 Planens konsekvenser på dagvattnet

3.1 Flöden och utjämningsbehov

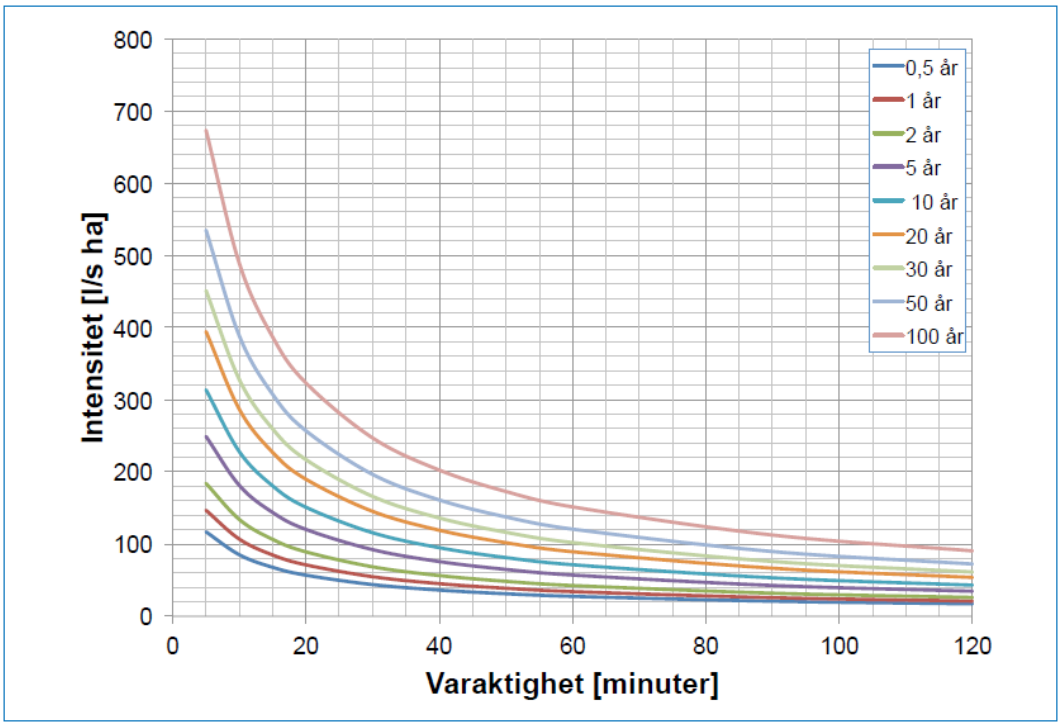
Området har delats in två huvudavrinningsområden - från det norra avleds dagvatten mot Säbysjön och från det södra mot Bällstaån. Dimensionerande flöde har beräknats enligt rationella metoden (Tabell 5) med och utan klimat faktor 1,25[2]. Avrinningskoefficienter är hämtade från Svenskt Vatten P110 och den dimensionerande regnintensiteten är ett 10-årsregn (med 10 minuters varaktighet). Resultaten presenteras i Tabell 6, utifrån nuvarande och framtida markanvändning. För den framtida situationen har inga fördröjningsåtgärder medräknats.

Tabell 5. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde (q_{dim}).

q_{dim} =	$A \cdot \varphi \cdot i \cdot (kf)$
[dimensionerande flöde] =	[areal per markanvändningsslag] · [markanvändningsspecifik avrinningskoefficient] · [dimensionerande regnintensitet] · ([klimatfaktor])

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 6 visas regnintensiteten med olika varaktigheter för olika typer av återkommande regn, från 0,5-100-årsregn.

[2] Klimatfaktor innebär att en faktor används för att kompensera för förväntade ökade nederbördsmängder på grund av klimatförändringar.



Figur 6. Intensitets-varaktighetskurvor baserade på Dahlström (2010). Källa: Svenskt Vatten P110, Figur 4.3.

Högsta dimensionerande flöde antas uppstå efter cirka 10 minuters varaktighet. Vid ett dimensionerande 10-årsregn är det flödet ca 228 l/s per hektar, med klimatfaktor 1,25 blir det 285 l/s per hektar. Ett 10-årsflöde är rekommenderat vid dimensionering av dagvattensystem[3]. Varaktigheten 10 minuter antas då planområdet är relativt litet.

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

Tabell 6. Beräknat maximala flöde 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" all markanvändning som klassas som väg eller flerfamiljhusområde.

	A Area	φ Avr.koef.	A_{red} Red. A	Maxflöde 10-årsregn	Maxflöde 10-årsregn k.f 1,25	
	ha		*ha*	*l/s*	*l/s*	*l/s ha*
Nuvarande						
ARO Säbysjön						
Kuperad skogsmark	1,32	0,1	0,13	30	38	29
ARO Bällstaån 1						
Kuperad skogsmark	1,37	0,1	0,14	31	39	29
Väg	0,45	0,8	0,36	82	103	228
ARO Bällstaån 2						
Kuperad skogsmark	3,52	0,1	0,35	80	100	29
Grönyta	0,08	0,05	0,00	1	1	14
Summa nuvarande	**6,75**	**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
ARO Bällstaån 1						
Flerfamiljhusområde	1,14	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	2,23	0,6	1,34	305	381	171
Kuperad skogsmark	1,29	0,1	0,13	30	37	29
Grönyta	0,08	0,05	0,00	1	1	14
Summa kvartersmark	*3,86*	*0,54*	*2,09*	*476*	*595*	*154*
Summa framtid	**6,75**	**0,40**	**2,69**	**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 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[4] 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 7.

Tabell 7. 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 magasinvolymen
		m^3/ha_{red}	*mm*
Vid max avtappning 70 l/s ha			
Beräknat från *kvartersmark*	0,54*	49	9,0
Kommunens riktlinjer för *stadsstruktur* (Bällstaån)	0,6	75	12,5
Vid max avtappning 30 l/s ha			
Beräknat från *planområde*	0,40*	65	16,3
Kommunens riktlinjer för *stadsstruktur* (Bällstaån)	0,6	120	20
Vid 20 mm nederbörd *kvartersmark*	0,54*	108	20

*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 vilket är en av anledningarna till det lägre magasinsbehovet.

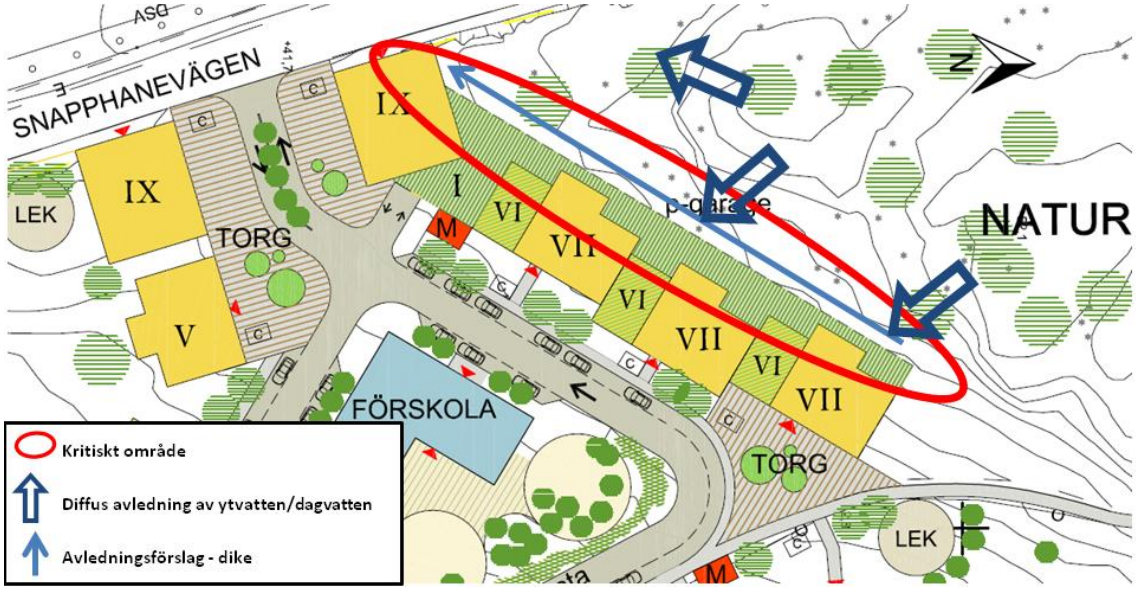
I detta fall styrs magasinsbehovet inte bara av flödesutjämningsbehov utan även av kapaciteten av att rena dagvatten. För att klara de reningskrav som ställs från kommunen krävs ett trögt dagvattensystem som kan utjämna större delen av årsnederbörden. I avsnitt 0 beskrivs ett behov att kunna utjämna 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}, se Tabell 7. 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.

[4] 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.

3.2 Kritiska områden

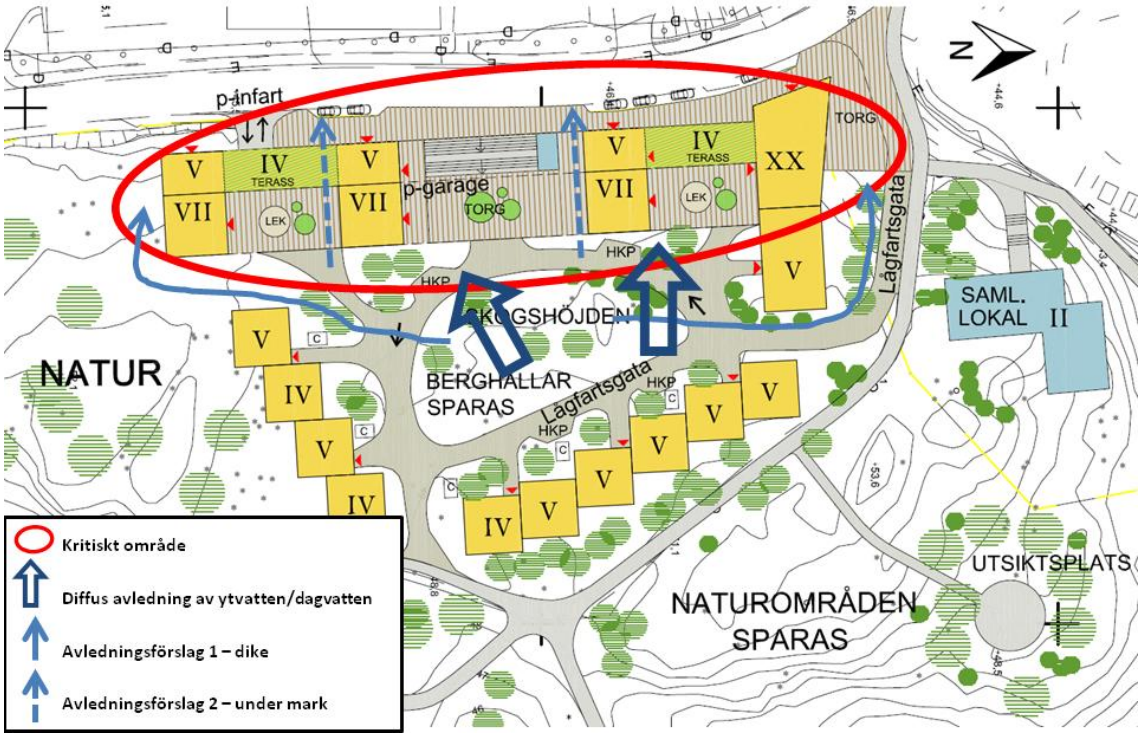
Vid kraftiga och/eller långvariga regntillfällen kan höga flöden på markytan uppstå. Det är därför viktigt att undvika kritiska områden där ytvatten riskerar att stängas in utan fria avledningsvägar.

I det södra området planeras det för ett parkeringsgarage som gränsar mot höjden med tallskog mellan de båda bostadsområden (se Figur 7). Parkeringsgaraget är främst förlagt under mark men kommer att vara en våning högt jämfört med markhöjd. Ytavrinnande vatten mot garaget bör ytledes fångas upp i exempelvis ett avskärande dike och avledas i sydvästlig riktning mot Snapphanevägen.



Figur 7. Det identifierade kritiska området för ytavrinning i södra planområdet. Ett principiellt avledningsförslag presenteras med ett avskärande öppet dike som kan anläggas längs med parkeringsgaraget.

I det norra bostadsområdet planeras det för ett bostadskomplex som ligger längs med Snapphanevägen. Med planerad utformning skapas instängda ytor på samtliga tre innergårdar som vetter mot höjden. För att undvika att vatten avrinner ner på dessa innergårdar bör det även här anläggas ett avskärande dike (se Figur 8). Ett alternativ kan vara att samla upp vattnet med brunnar i lågpunkter och via ledning leda det ut till ledningssystemet i Snapphanevägen.



Figur 8. Det identifierade kritiska området för ytavrinning i norra planområdet. Två principiella avledningsförslags ges; ett ovan och ett under mark.

3.3 Föroreningsbelastning utan åtgärder

Den totala föroreningsbelastningen från området är beräknad med hjälp av schablonhalter och avrinningskoefficienter från dagvattenmodellen StormTac[5] med undantag för belastningen från skogsmark. Belastningsdata från skogsmark är hämtad från en sammanställning av IVL[6] (0,035 kg utlakad fosfor per hektar) och avrinningskoefficienten (0,3) är antagen utifrån medelårsavrinningen i Stockholmsområdet[7]. Fördelning av belastning från respektive markanvändningstyp inom området presenteras i Bilaga 1. Notera att avrinningskoefficienterna som används för beräkning av föroreningsbelastning skiljer sig något från avrinningskoefficienterna som avser flöden ovan.

Området består idag till största delen av skogsmark/hällmark, medan det med planerad exploatering kommer domineras av kvartersmark. Både årsavrinningen och föroreningsbelastningen beräknas öka med den planerade exploateringen, se Tabell 8 och Tabell 9. 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.

[5] www.stormtac.com/ Version 2015-06.
[6] IVL Svenska miljöinstitutet, 2003. Utlakning av fosfor från brukad skogsmark.
[7] SMHI, 1994. Sveriges vattenbalans, Nr 49.

Tabell 8. Beräknad årsavrinning och belastning av fosfor och kväve från området före och efter planerad exploatering.

Planområde	Area *ha*	Avr.koef	Red. area *ha*	Årsavrinning *m³*	Fosfor *kg/år*	Kväve *kg/år*
Nuvarande	6,75	0,33	2,3	13 400	0,5 (1,1)*	5,1
Framtid	6,75	0,42	2,8	16 800	3,5 (1,3)*	12
Reduktionsbehov för att inte öka mängden					84%	59%

*Värde inom parentes motsvarar tillåten mängd fosfor till Bällstaån från området enligt Järfälla kommuns riktvärden, baserat på tillåten halt multiplicerat med beräknat årsavrinnande flöde.

Tabell 9. 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	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	9	45	66	0,6	14	8	0,2	143	1,6
Tillåten mängd till Bällstaån*	40	120	201	4,0	107	80	0,5	435	6,7
Framtid	76	181	524	3,8	134	49	0,3	455	4,8
Framtida tillåten mängd till Bällstaån*	50	151	252	5,0	134	101	0,7	672	8,4
Reduktionsbehov för att inte öka mängden	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 8 och Tabell 9 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[8]. 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. I Figur 9 visas att ca 90 % av årsnederbörden faller i regn som är mindre än 20 mm. Med dagvattenmagasin som dimensioneras för att utjämna 20 mm nederbörd kan alltså ca 90 % av årsnederbörden utjämnas och renas.

4 Förslag på dagvattenhantering

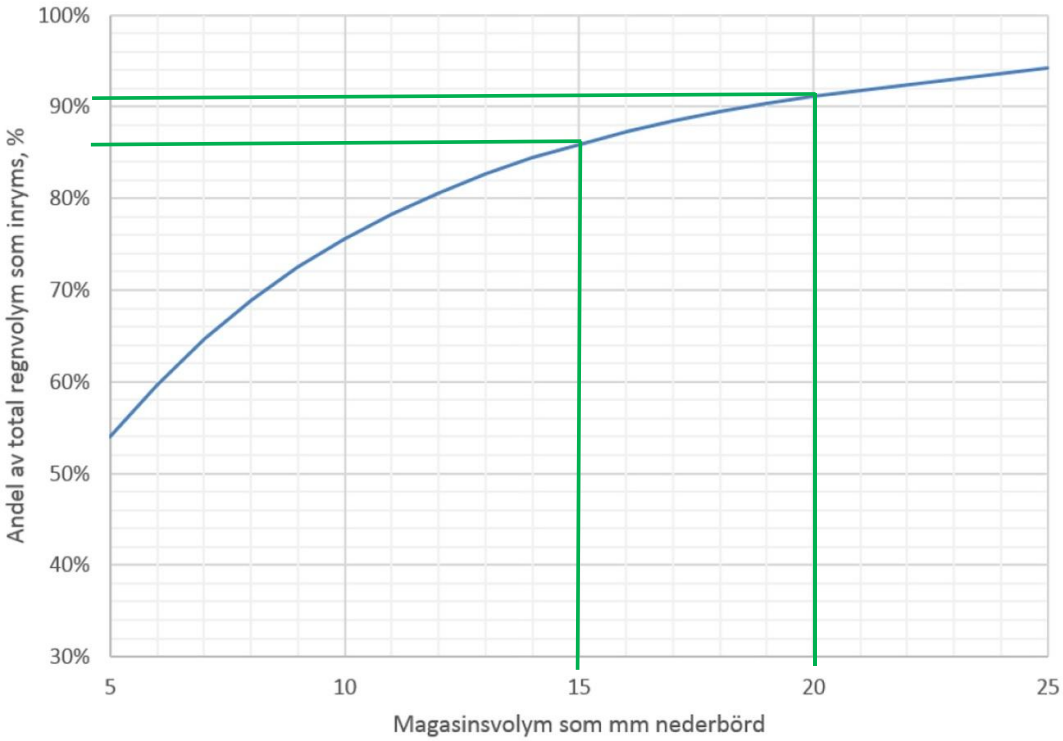
Eftersom planområdet idag till största delen utgörs av obrukad skogsmark kommer föroreningsbelastningen ofrånkomligen att öka vid bebyggelseexploatering. Kommunens riktlinje om att "*föroreningsgraden aldrig får öka vid detaljplaneläggning"* kommer kräva långtgående reningsåtgärder om nuvarande status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

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

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.

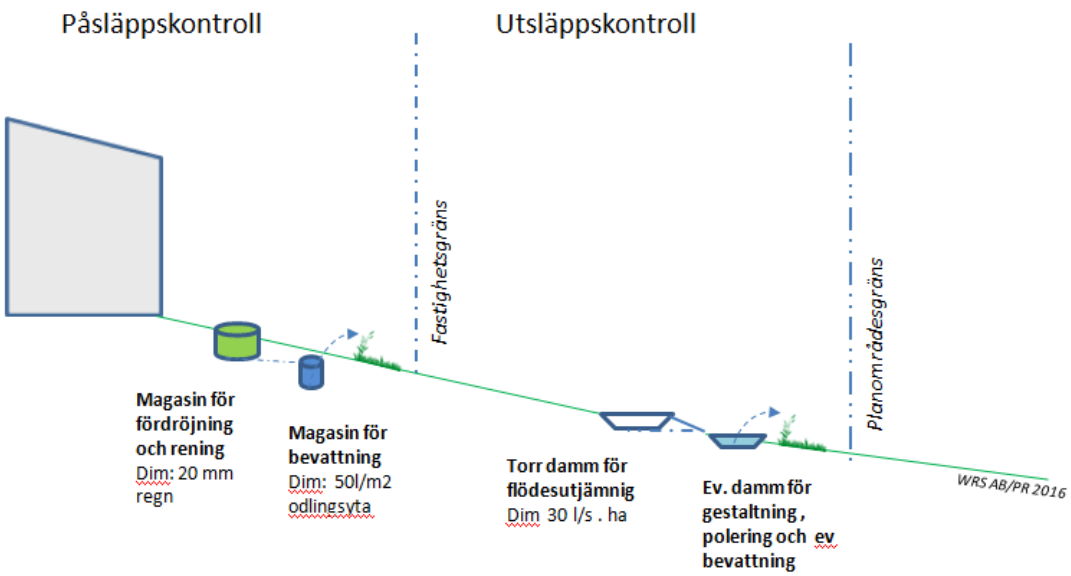
Av dessa skäl föreslås att kraven i planen för Tallbohov utrycks i form av krav på minsta volym som skall kunna magasineras och renas. Merparten av nederbörden i Stockholmstrakten faller som regn under 20 mm och merparten av föroreningar (80-90 %) transporteras med dessa regn. Som utgångspunkt för de förslag som vi här arbetat fram har vi utgått från att åtgärdsförslagen skall kunna magasinera och fördröja alla regn upp till 20 mm. I Figur 9 nedan visas att ca 85-90 % av årsnederbörden inryms i dagvattenanläggningar som fångar och magasinerar 15-20 mm av årsnederbörden.



Figur 9. 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: PM-Kompletterande regnstatistik för Stockholm. Underlag för dimensionering av avsättningsmagasin. DHI Sverige AB, 2015-03-02.

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 10. Principiella åtgärder för dagvattenhantering vid exploatering i Tallbohov Söderhöjder.

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.

4.2 Principer för hantering av dagvatten inom kvartersmark

4.2.1 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 · 0,02 m · avrinningskoefficient 0,9). I Figur 10 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 4.4.

4.2.2 Magasin för bevattning

Kommunen framhåller i sitt miljö- och gestaltningsprogram 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 x 33 dagar x 1000 m^2).

I Figur 10 illustreras magasin för bevattning med en blå tunna. Dessa volymer kan skapas både som öppna dammar eller som magasin placerade under mark.

4.2.3 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.

4.3 Principer för hantering av dagvatten inom allmän platsmark

Även utanför fastighetsgräns behöver det planeras för dagvattenhantering. Kommunens egna riktlinjer för föroreningshalter (Tabell 2) 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. Dammar med permanent vattenyta är därför lämpliga endast i områdets nedre delar, där vattenspegeln i damm kan ställas i förbindelse med tryckyta för grundvatten.

4.3.1 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 så kallad "torr damm" för flödesutjämning och extra rening (polering). Dammen 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 den torra dammen finns i Figur 4.

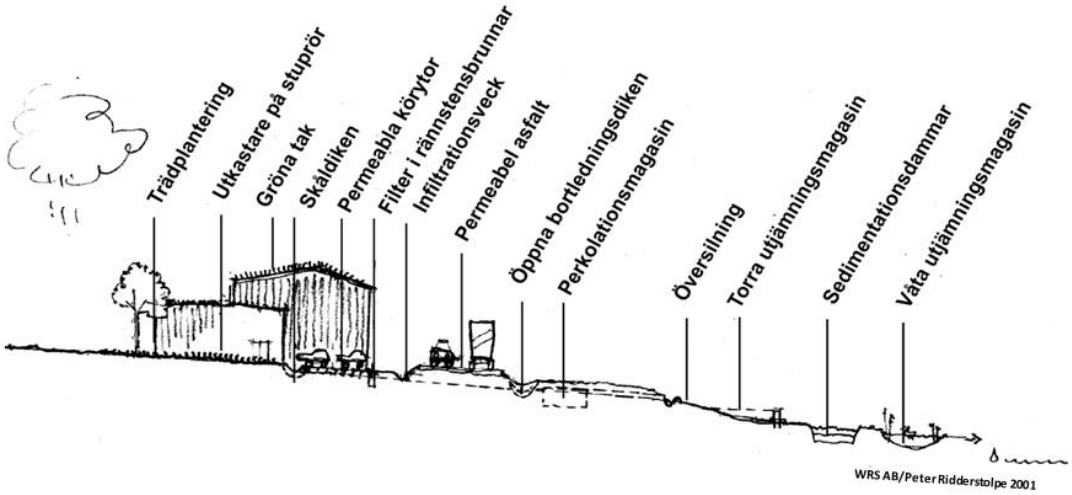
Dammens dimensionering beror av hur utjämningen av dagvatten utformas i övrigt i området. Om kvartersmark kan utjämna 20 mm och naturmarken klarar att ytterligare flödesutjämna så att det avrinnande flödet inte överstiger 30 l/s per hektar enligt flödesberäkningarna (Tabell 6), så är det framförallt hela eller delar av dagvattnet från Snapphanevägen som kan komma att behöva utjämnas och renas i denna typ av damm. Om endast dagvatten från Snapphanevägen ska utjämnas i dammen krävs en dammvolym på ca 75 m^3.

4.3.2 Gestaltning och biologisk mångfald

Efter de åtgärder som föreslagits för rening och fördröjning inom kvartersmark och med fördröjning och reningsdamm(ar) 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 4.4.4 ges exempel på hur torra och våta dammar kan utformas.

4.4 Exempel på åtgärder för fördröjning och rening



Figur 11. 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 11 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.

4.4.1 Tak och gårdar

Gröna tak

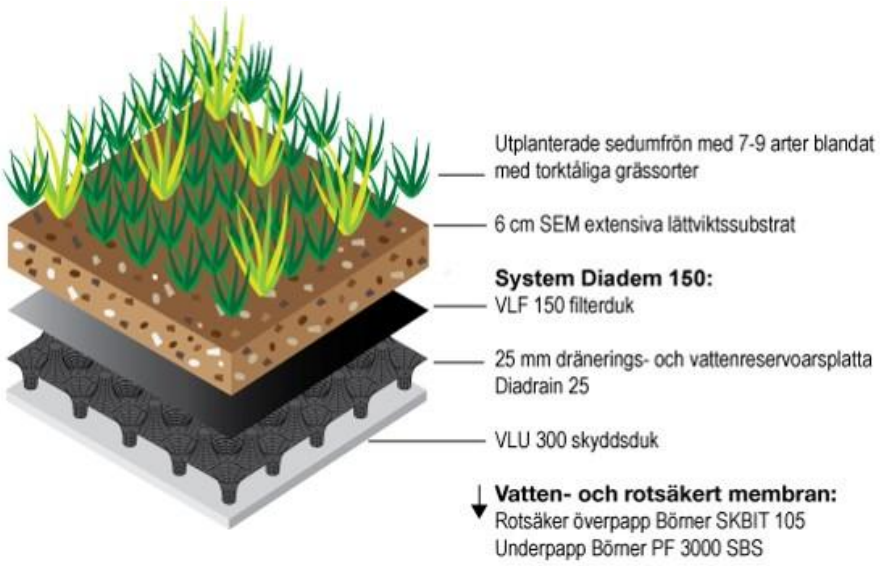
Gröna tak är bevuxna med *Sedum*-arter eller andra växter som är toleranta mot både vatten och torka. Genom lagring av vatten i växtbädden, avdunstning och växternas vattenförbrukning (evapotranspiration) minskar avrinningen från taket väsentligt jämfört med ett konventionellt tak. Nyanlagda gröna tak 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 12.

Figur 12. 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 13). 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 13. 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.

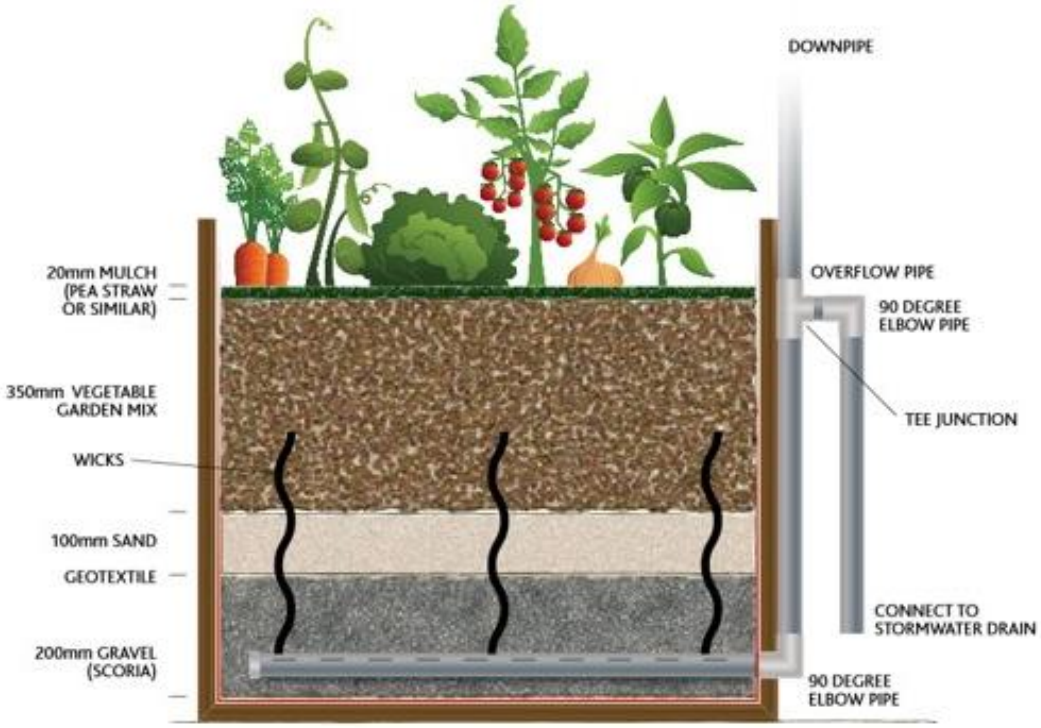
Takvatten för lek och odling

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

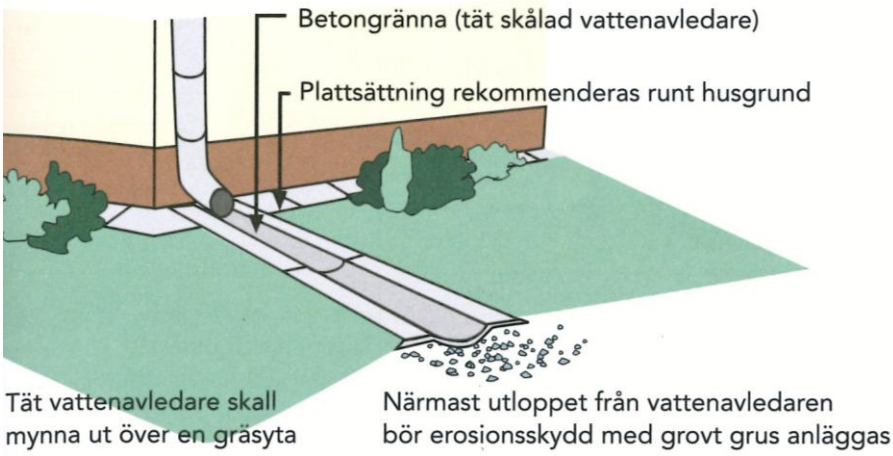
Principen att behålla regnvattnet för bevattning av växter i regntunnor var en gång mycket vanlig, men har i vårt moderna samhälle nästan försvunnit. I Nederländerna har ett initiativ tagits att återinföra regntunnor i stadsmiljön, dels för att minska dagvatten belastning på ledningssystem men också 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 14) friheten att använda vattnet till bevattning av krukväxter och rabatter med vattenkanna eller slang när det finns behov.

Figur 14. Regntunna i plast som kan kopplas på stuprör. Inloppsledning fungerar även som bräddledning för att förhindra överfyllnad. Bild tagen från bostad i Nederländerna.

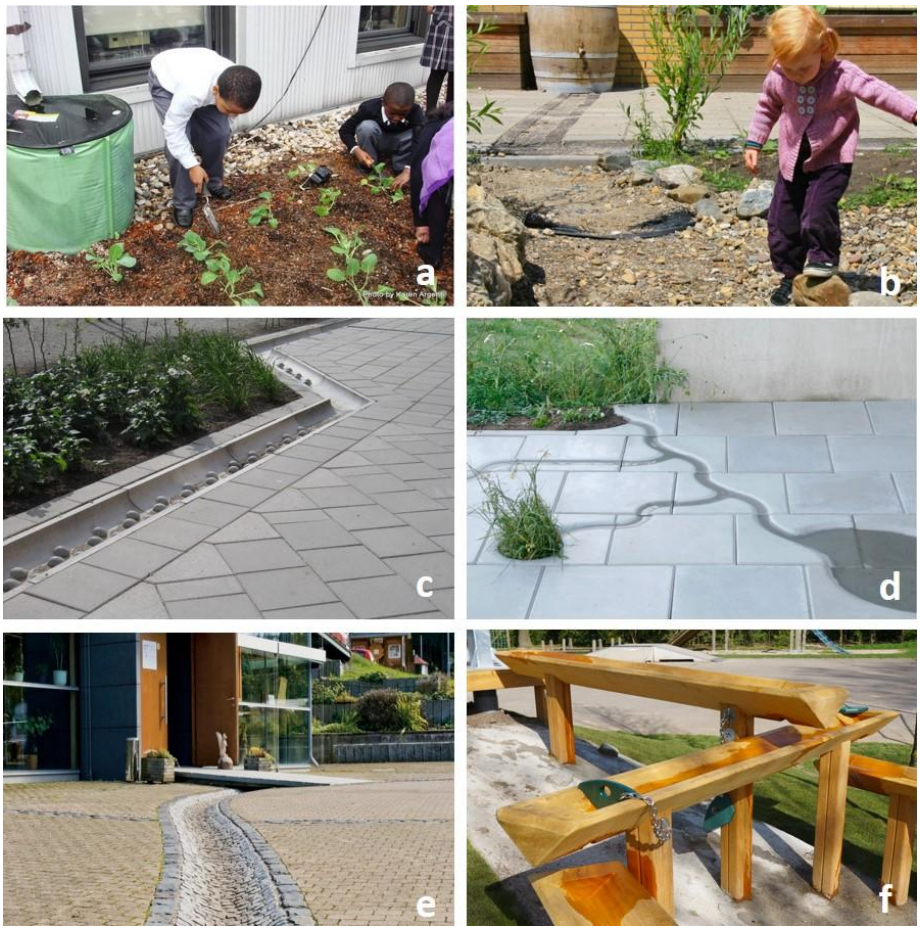
Takvattnet kan också ledas till upphöjda rabatter för växtodling (Figur 15). En bräddledning säkerställer att nederbördsöverskottet avbördas till en efterföljande lokal hantering.



Figur 15. 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 16) eller rännor som bjuder till vattenlek (Figur 17). 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 16. 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 17. 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 18), 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 18. Exempel på regnrabatter. Källa: chesapeakestormwater.net (vänster) och lowerphalencreek.org (höger).

4.4.2 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 19. Öppen avledning från hårdgjorda ytor inom kvartersmark, Berlin. Foto: WRS.

4.4.3 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 högtryckssspolar 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 20. Exempel på användning av genomsläppliga material på parkeringsytor. a) gräsarmering med betonghålsten (foto: WRS), b) gräsarmering med "Pelle-platta" (källa: www.vegtech.se), c) marksten med glesa, genomsläppliga fogar (foto: WRS), 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 21). 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.

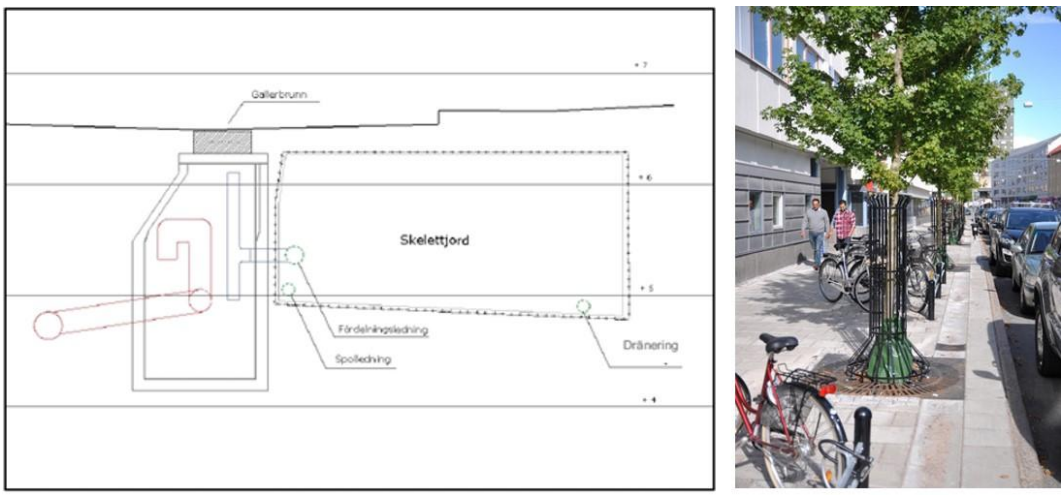
Figur 21. En grönyta av typ "schotterrasen" i Berlin, Tyskland (foto: Örjan Stål, Viös AB).

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 22. 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 23. 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 24. 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 24a). I sluttningar kan stråken med fördel sektioneras så att många seriella magasin skapas längs hela stråket (Figur 24c).

Figur 24. Exempel på infiltrationsstråk från a) Skåne (källa: VA Syd, Ulf Thysell), b) Berlin, Tyskland (källa: WRS), c) Seevetal Tyskland (källa: WRS), d) från USA (källa www.nrcs.usda.gov).

4.4.4 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 12 och Tabell 13 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 25. 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). Källa: WRS.

4.5 Reningseffekt med föreslagna åtgärder

Reningseffekten från åtgärdsförslagen som beskrivs i avsnitt 4.4 är mycket beroende på utformning, dimensionering och skötsel. I Tabell 12 och Tabell 13 presenteras en reningsgrad som kan nås vid tillämpning av åtgärdsförslagen. De antagna reningsgraderna för respektive dagvattenanläggningstyp bygger på uppgifter från StormTac[9] och för biofilter även från andra forskningsresultat[10]. 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 i vattnet[11]. 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.

[9] www.stormtac.com

[10] 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.

[11] 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 10. 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 11. 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

Utifrån ovan angivna reningsgrader finns det potential att klara de reningskrav som anges i kommunens riktlinjer för dagvattenhantering. I Tabell 12 och Tabell 13 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 inget av den lösta halten av ämnet avskildes medan vi för den högsta reningsgraden utgick från att reningsstegen har potential att reducera totalhalten av ämnet.

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.

Tabell 12. 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.

Tabell 13. 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 12 och 13 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.

5 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.

Bilaga 1.

Belastningsberäkningar

WRS 160519 HÖ

Föroreningsbelastningen är beräknad med hjälp av schablonhalter från dagvattenmodellen StormTac[12] med undantag för belastningen från skogsmark. Belastningen från skogsmark är hämtad från sammanställning av data i en rapport från IVL[13] och avrinningskoefficienten beräknad utifrån en sammanställning av Sveriges vattenbalans från SMHI[14]. 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*	Avrinnings-koefficient	Red area *ha*	Årsavrinning *m3*	Fosfor *kg/år*	Kväve *kg/år*
Nuvarande						
ARO Säbysjön						
Skogsmark	1,32	0,30	0,40	2 350	0,05	0,1
ARO Bällstaån						
Skogsmark	4,89	0,30	1,47	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**	**13 360**	**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	1,52	0,30	0,46	2 710	0,05	0,1
Flerfamiljhusområde	3,37	0,45	1,52	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**	**16 790**	**3,49**	**12,2**

[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.

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

	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	Susp	Olja
	g/år	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*g/år*	*kg/år*	*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[15]. Andelarna lösta och partikelbundna har använts för beräkningar av potentiell avskiljning av dagvattenföroreningar i reningsanläggningar (Tabell 12 och Tabell 13).

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%

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