

GEOSIGMA

Grap 16101

BILAGA 7

Dagvattenutredning för Apelvägen, Tyresö kommun




Geosigma AB

2017-09-01

SK

PK

GEOSIGMA						
Uppdragsledare Jonas Robertsson	Uppdragsnr 604299	Grap nr 16101	Version 1.1	Antal Sidor 33	Antal Bilagor	
Beställare Wallenstam AB	Beställares referens Martin Fogel		Beställares referensnr			
Titel och eventuell undertitel Dagvattenutredning för Apelvägen, Tyresö kommun						
Författad av Jonas Robertsson, Sofia Hedberg, Stefan Eriksson					Datum 2017-09-01	
Granskad av Per Askling Carolina Åckander					Datum 2016-05-11 (v.1.0) 2017-09-01 (v 1.1)	
GEOSIGMA AB www.geosigma.se geosigma@geosigma.se Bankgiro 5331 - 7020 PlusGiro 417 14 72 - 6 Org nr 556412 - 7735	Uppsala Box 894, 751 08 Uppsala Vanholmvägen 8, Uppsala Tel 010-482 88 00	Teknik & Innovation Semnarregatan 33 752 28 Uppsala Tel 010-482 88 00	Göteborg Stora Badhusgatan 18-20 411 21 Göteborg Tel 010-482 88 00	Stockholm Sankt Eriksgatan 133 113 43 Stockholm Tel 010-482 88 00	Luleå Varsvågatan 49 972 33 Luleå Tel 010-482 88 00	

Sammanfattning

Wallenstam AB avser att förtäta bebyggelsen inom det aktuella planområdet, beläget mellan Apelvågen och Tyresövågen i Tyresö kommun. Den planerade exploateringen kräver att en ny detaljplan tas fram och i samband med detta har Geosigma AB ombetts att utföra en dagvattenutredning.

Dagvatten som bildas inom planområdet i dagsläget samlas upp i diken och leds vidare till dagvattenbrunnar och markförlagda ledningar som transporterar vattnet vidare till recipienten utan ytterligare rening. Förändringen i markanvändning i och med förtätningen av planområdet medför en högre andel hårdgjorda ytor inom fastigheten.

Tyresö kommun har klassat recipienten Kalvfjärden som känslighetsklass 2 för påverkan av dagvatten enligt kommunens riktlinjer för dagvattenhantering. Den bedöms vara mycket känslig för ytterligare påverkan av bland annat näringsämnen, organiska föreningar och kvicksilver.

En förtätning av planområdet enligt föreslagen planskiss medför ökade dagvattenflöden med cirka 171 % för ett dimensionerande 20-årsregn och cirka 64 % för årsflöden. Följande lösning för dagvattenhanteringen inom planområdet föreslås:

- Dagvatten omhändertas i ett flertal mindre anläggningar för fördröjning och rening inom planområdet.
- Anläggningarna utformas som öppna, gröna dagvattenlösningar där dagvatten tillåts infiltrera genom växtjord till ett underliggande poröst lager. Beroende på markförhållanden och gestaltning mot omgivningen kan valet av anläggning varieras mellan regnbäddar och växtbäddar.
- Växtbäddar anläggs med en svag skålning för att kunna fördröja en del dagvatten ytligt. En kupolbrunn avleder dagvattnet till underliggande skelettjord när skålningen nästan är fylld.
- Längs planområdets östra gräns anläggs ett skålformat gräsdike med underliggande dränledning som avleder vattnet norrut. Skåldiket avleder dagvatten från byggnaderna längs planområdets östra gräns.
- Dagvatten bör i första hand avledas öppet till anläggningarna, exempelvis via rännalar i gatsten eller så kallad "Stockholmsplatta". Om detta inte är möjligt kan det via ledning ledas direkt till underliggande fördröjningslager.
- Torgytan höjdsätts med en huvudsaklig lutning åt väster, de östra delarna kan istället höjdsättas med en lutning åt norr, för att undvika vattenansamlingar på torgytan vid extremregn. Detta är särskilt viktigt eftersom det underliggande bjälklaget inte får utsättas för alltför tunga laster. Omgivande byggnader anläggs högre för att undvika inträngande dagvatten.
- I den mån det är möjligt bör torgytan också höjdsättas så att dagvatten kan rinna ytligt till intilliggande planteringar där det infiltrerar och renas, för att detta dagvatten inte ska avledas orenat ut från planområdet.
- Torgytan bör i övrigt avvattas via filterförsedda dagvattenbrunnar som ansluter till kommunal ledning i väster.
- Angöringsyta och parkering vid äldreboendet i söder lutas mot intilliggande växtbäddar, som anläggs med underliggande skelettjord. Dagvatten tillrinne då planteringen där det infiltrerar, renas och fördröjs. Alternativt kan dagvattenbrunnar med brunnsfilter installeras i parkeringsytan.
- Gångvägarna inom planområdet bör anläggas med ett genomsläppligt material, exempelvis grus. Om asfalt används ska de bomberas så att vattnet avrinner till intilliggande grönområden och ges möjlighet att infiltrera.

- Längs GC-vägen i norr anläggs en ledning med kupolbrunnar för att avleda överskottsvatten från gångvägarna samt förbiledning av vatten från uppströms liggande fastigheter för att undvika översvämningar.
- Vid garageinfarten anläggs en tröskel för att förhindra att dagvatten från intilliggande väg rinner in i garaget.
- Planområdets höjdsättning, framför allt torgytan och marken mellan planområdet och Tyresövägen, måste utformas med hänsyn till översvämningrisker och ytliga avrinningsvägar.
- En plan för skötsel och underhåll av anläggningarna bör upprättas.

Innehåll

1	Inledning och syfte	6
1.1	Allmänt om dagvatten	7
2	Material och metod.....	8
2.1	Material och datainsamling	8
2.2	Platsbesök	8
2.3	Flödesberäkning.....	9
2.4	Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym	10
2.5	Föroreningsberäkning.....	10
3	Områdesbeskrivning och avgränsning	11
3.1	Markanvändning – Nuvarande och planerad.....	11
3.2	Hydrogeologi.....	13
3.2.1	Infiltrationsförutsättningar och geologi.....	13
3.2.2	Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering	15
3.3	Recipient – Miljö kvalitetsnormer (MKN).....	16
3.4	Förutsättningar för dagvattenhanteringen.....	18
4	Flödesberäkningar och föroreningsbelastning	19
4.1	Flödesberäkningar	19
4.2	Dimensionerande utjämningsvolym	20
4.3	Föroreningsbelastning	20
4.4	Extremregn och lågpunkter	22
5	Lösningförslag för dagvattenhantering	24
5.1	Generella rekommendationer	24
5.2	Principer för dagvattenhantering	24
5.2.1	Växtbäddar, skelettjordar och rännalar	24
5.2.2	Regnbäddar.....	26
5.2.3	Skåldike.....	27
5.3	Lösningar för dagvattenhantering.....	28
5.4	Extremregn	31
6	Referenser.....	33

1 Inledning och syfte

Wallenstam avser att bebygga planområdet Apelvägen i Tyresö kommun, se Figur 1-1 och Figur 1-2. Byggnationerna omfattar ett flertal bostadshus med mellan tre till sju våningar. I samband med att ett planförslag för den planerade exploateringen tas fram har Geosigma AB ombetts att utföra en dagvattenutredning.

Den planerade byggnationen på planområdet kring Apelvägen kan innebära att det sker en förändring av andelen hårdgjorda ytor, vilket i sin tur kan påverka dagvattenbildningen. En ökad flödesbelastning på ett dagvattensystem kan leda till bräddning av obehandlat spill- och dagvatten. Det är ur det perspektivet viktigt att dagvatten från hårdgjorda ytor såsom tak, vägar och parkering tas omhand inom respektive kvartersområde så långt det är möjligt.

Dagvattenutredningen syftar till att utreda vilka förändringar den planerade exploateringen kan ha på dagvattenbildningen, samt att bedöma förutsättningarna för lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), genom infiltration eller fördröjning. Bedömningen grundar sig på de lokala markförhållandena, dimensionerande dagvattenflöden, samt dagvattnets föroreningsgrad. Uppdraget syftar även till att dimensionera utjämningsmagasin för dagvattnet för att reducera flödestoppar och samtidigt rena dagvattnet. Till grund för principlösningar i dagvattenutredningen ska Tyresö kommuns riktlinjer för dagvattenhantering, samt dagvattenhanteringsplan användas.



Figur 1-1. Översiktskarta över planområdet Apelvägen, som avgränsas med en rödstreckad polygon.



Figur 1-2. Flygfoto (Hitta.se, 2016) över planområdet, som avgränsas med en vitstreckad polygon.

1.1 Allmänt om dagvatten

Dagvatten definieras som ett tillfälligt förekommande vatten som avrinner markytan vid regn och snösmältning. Generellt är ytavrinningens flöde och föroreningshalt kopplad till markanvändningen i ett område. Främst är det dagvatten från industriområden, vägar och parkeringsytor som innehåller föroreningar. Exploatering av ett tidigare grönområde leder till större areal av hårdgjorda ytor och det är därför viktigt att i ett tidigt skede utreda vilka konsekvenser detta har på dagvattensituationen.

Vid lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) används dagvattenlösningar som efterliknar vattnets naturliga kretslopp, såsom infiltration i mark, i stället för att leda bort dagvattnet i konventionella ledningar. På så sätt minskas mängden dagvatten som behöver tas omhand i dagvattennätet och det sker en naturlig rening av dagvattnet.

2 Material och metod

2.1 Material och datainsamling

Bakgrundsmaterial och data som har använts för att genomföra denna utredning är bland annat:

- Grundkarta och höjddata (erhållet från beställare)
- Ledningskartor (erhållet från beställare)
- Jordartskarta och jorddjupskarta framtagna med SGUs kartgenerator
- Arkitektförslag förtätning, principskiss. Samrådshandling 2016-04-15.
- Situationsplan Apelvägen, Urbio, 2017-05-31 (erhållet från beställare)
- Tyresö kommuns riktlinjer för dagvattenhantering
- Tyresö kommuns dagvattenhanteringsplan

2.2 Platsbesök

Ett platsbesök genomfördes den 4 maj 2016. Planområdet sluttar från söder mot norr med stor andel berg i dagen i planområdets södra delar, där också de högsta höjderna återfinns. Planområdet består till stor del av gröna ytor med en blandning av busklik vegetation och mindre träd i söder (Figur 2-1) och relativt stora träd i planområdets centrala och norra delar. I en sänka i planområdets norra delar finns ett litet dike som vid tiden för platsbesöket var vattenfyllt, se Figur 2-2. Dikesvattnet leds till diket intill den gång- och cykelväg som löper längs planområdets norra gräns, och ansluter sedan till det kommunala ledningsnätet vid tunneln under Tyresövägen.



Figur 2-1. Höjden i planområdets södra del. Byggnaderna som tidigare legat på platsen hade vid tiden för platsbesöket rivits.



Figur 2-2. Mindre dike som avleder vattnet norrut mot gång- och cykelvägen som löper längs planområdesgränsen. Diket var vid platsbesöket vattenfyllt, vilket indikerar att grundvattentytan ligger relativt grunt inom planområdet.

2.3 Flödesberäkning

Dagvattenflöden för delområden med olika markanvändning har beräknats med rationella metoden enligt sambandet:

$$Q_{dim} = i(t_r) \cdot \varphi \cdot A \cdot f \quad (\text{Ekvation 1})$$

där Q_{dim} är flödet (liter/sekund) från ett delområde med en viss markanvändning.

i är regnintensiteten (liter/sekund·hektar) för ett dimensionerande regn med en viss återkomsttid och beror på t_r , som är regnets varaktighet, vilket är lika med områdets rinntid.

φ är den andel av nederbörden som rinner av som dagvatten för rådande markförhållanden och dimensionerande regnintensitet. Avrinningskoefficienter för olika markanvändningskategorier har tagits från Svenskt Vattens publikation P110.

A är den totala arean (hektar) för det aktuella delområdet. Arealerna för områdena med olika markanvändningstyper före och efter detaljplanens implementering har beräknats i ArcGIS utifrån ortofoto och plankartor i dwg-format.

f är en ansatt klimatfaktor, Svenskt Vatten P110 rekommenderar att klimatfaktor 1,25 används för nederbörd med kortare varaktighet än 60 minuter och 1,2 för regn med längre varaktighet, oavsett område i Sverige. Klimatfaktorn har i detta fall därför satts till 1,25.

2.4 Beräkning av dimensionerande utjämningsvolym

Beräkningar av dimensionerande utjämningsvolym för eventuella fördröjningsanläggningar görs med bilaga 10.6 till Svenskt Vatten P110, enligt ekvation 9.1 i samma publikation:

$$V = 0,06 \cdot \left(i(t_r) \cdot t_r - K \cdot t_{rinn} + \frac{K^2 \cdot t_{rinn}}{i(t_r)} \right) \quad (\text{Ekvation 2})$$

där V är den dimensionerande specifika utjämningsvolymen ($\text{m}^3/\text{ha}_{\text{red}}$), t_{rinn} är områdets rinntid och K är den tillåtna specifika avtappningen från området ($\text{l/s} \cdot \text{ha}_{\text{red}}$). För att kompensera för att avtappningen från magasinet inte är maximal annat än vid maximal reglerhöjd multipliceras den tillåtna avtappningen K med en faktor $2/3$.

V beräknas som en maxfunktion av olika regnvaraktigheter och intensiteter, vilket innebär att sambandet tar höjd för vilken typ av regn (korta regn med högre intensitet eller långa regn med lägre intensitet) som bidrar med störst volym vatten som behöver fördröjas.

2.5 Föroreningsberäkning

Beräkningar av föroreningsbelastning i dagvattnet baseras på schablonhalter som har hämtats från modellverktyget StormTac v.17.3.2. Schablonhalterna är framtagna inom ramen för olika forskningsprojekt och längre utredningar och bygger på långa mätserier från olika typer av markanvändningsområden (Larm, 2000). Halterna av olika ämnen kan momentant variera kraftigt beroende på flödet och lokala förhållanden.

3 Områdesbeskrivning och avgränsning

Det aktuella planområdet är beläget intill Tyresövägen, norr om området Glimmersta i Tyresö kommun. Planområdet består idag av några mindre byggnader, vilka samtliga planeras rivas i och med planerad nybyggnation. Aktuell utredning omfattar planerad bebyggelse inom planområdet Apelvägen enligt situationsplan daterad 2017-06-01, se Figur 3-1.

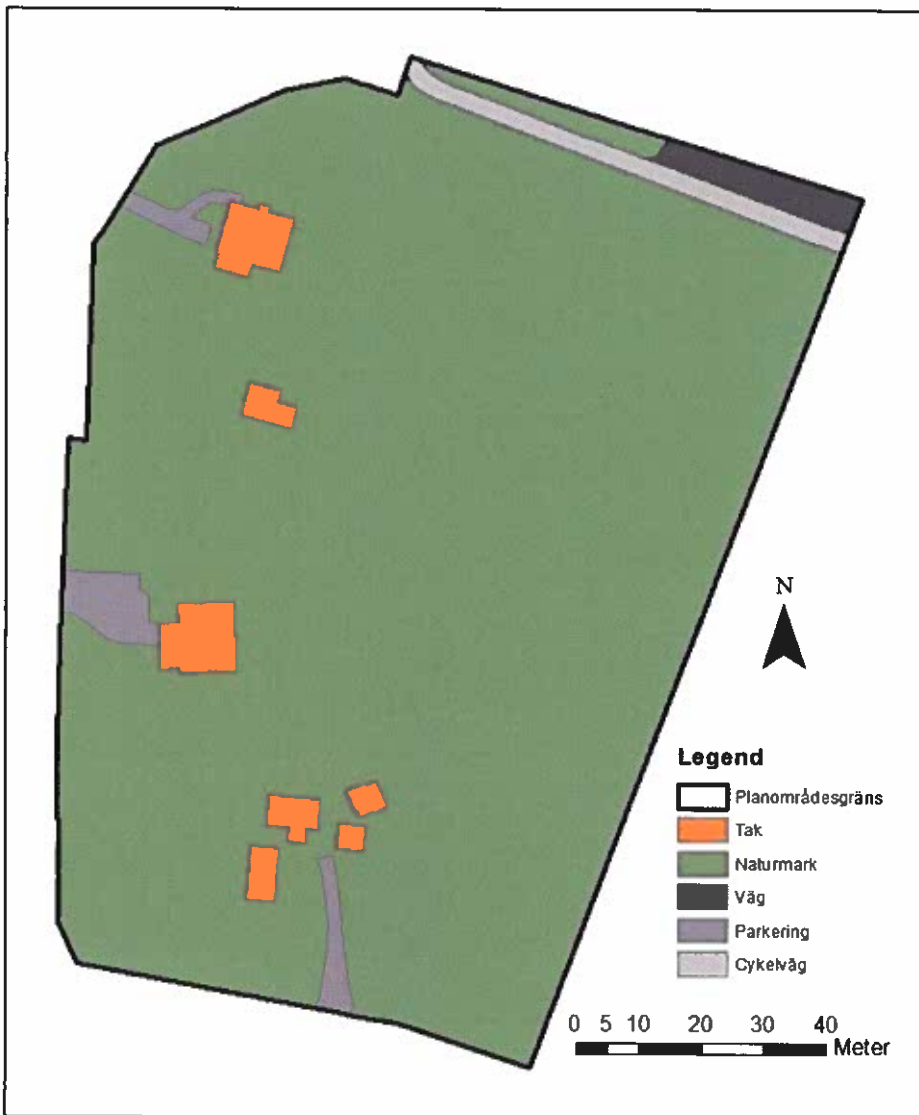


Figur 3-1. Situationsplan över Apelvägen, Tyresö (URBIO m.fl. 2017-06-01).

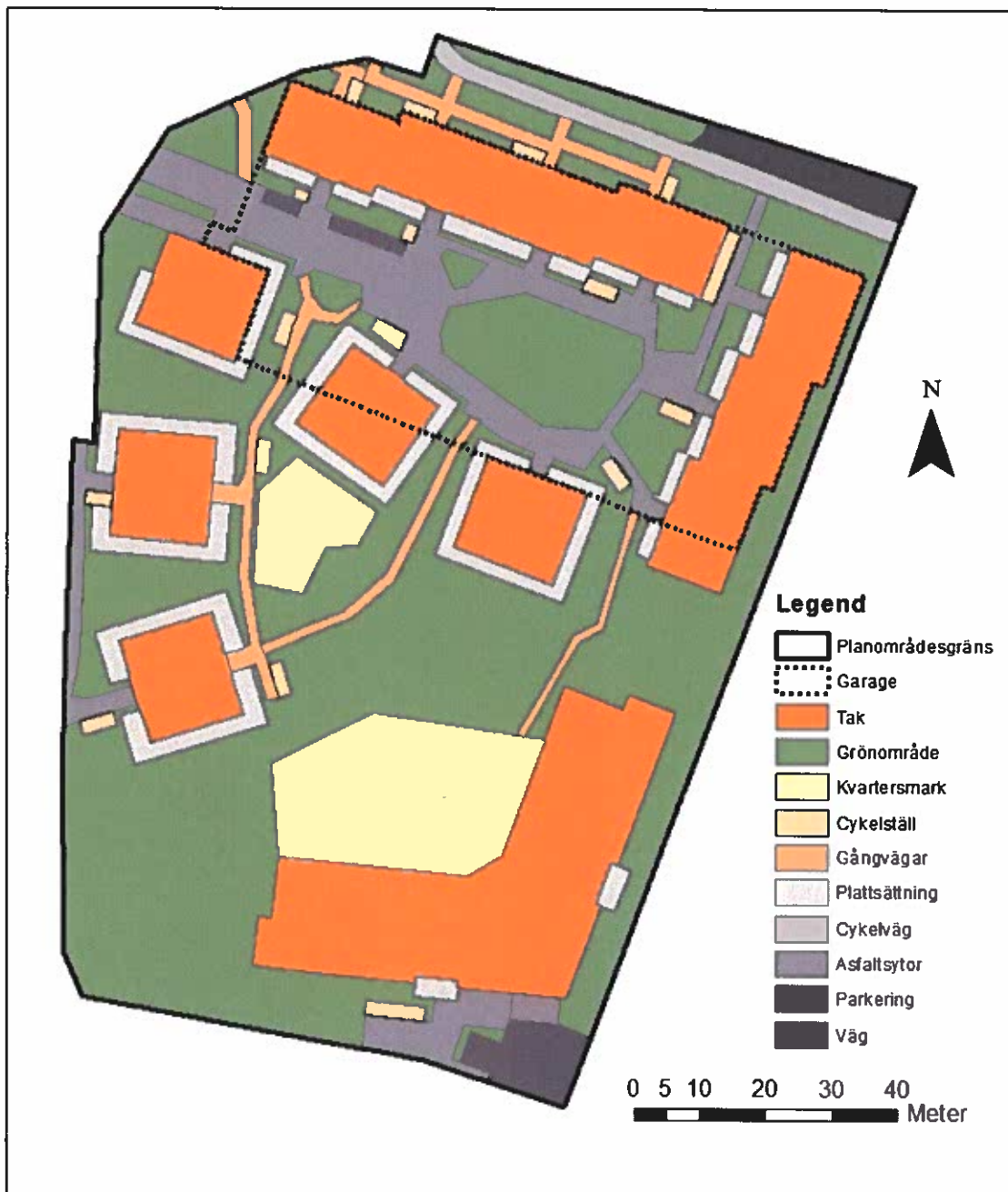
3.1 Markanvändning – Nuvarande och planerad

Planområdet utgörs i dagsläget främst av naturmark, samt några mindre villor. Planområdet avgränsas av Tyresövägen i norr, Prästgårdsvägen i väster, och Apelvägen i söder och befintligt villaområde i öster. I Figur 3-2 visas nuvarande markanvändning inom planområdet.

Enligt planförslaget kommer planområdet bebyggas med fem punkthus, samt tre större huskroppar. Mellan husen i planrådets norra del anläggs ett torg. Ett av husen planeras bli ett äldreboende. Torgytan kommer anläggas ovanpå ett garage som ansluter till källare på omgivande byggnader. Den planerade markanvändningen efter exploatering visas i Figur 3-3. Det har antagits att majoriteten av gångvägarna och cykelupställningsplatser anläggs med genomsläppliga material. Byggnationen kommer att medföra en högre andel hårdgjorda ytor inom fastigheten.



Figur 3-2. Nuvarande markanvändning inom planområdet Apelvägen.



Figur 3-3. Planerad markanvändning inom planområdet Apelvägen.

3.2 Hydrogeologi

3.2.1 Infiltrationsförutsättningar och geologi

Infiltrationskapaciteten för en jord beror bland annat på dess kornstorlek, packningsgrad och markens vattenhalt. När marken är torr är infiltrationskapaciteten som högst för att sedan avta vid ökad mätnadsgrad. Vid helt mättade förhållanden kan infiltrationskapaciteten sättas lika med jordens hydrauliska konduktivitet, K_s .

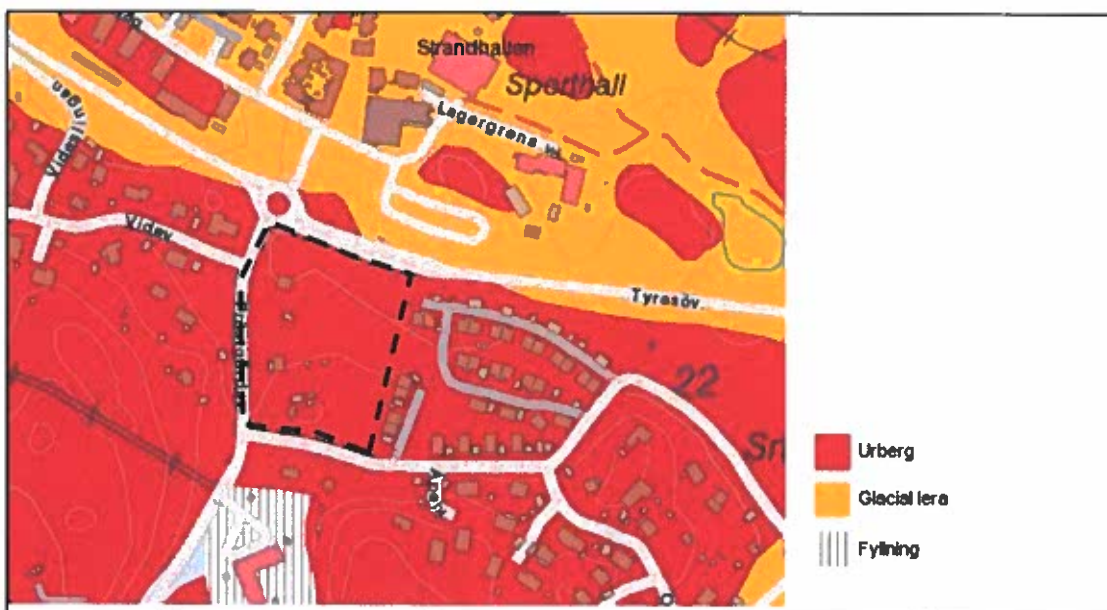
I sandiga eller grusiga jordar, som har hög dräneringsförmåga, kan man i allmänhet förvänta sig att mättade eller nära mättade förhållanden aldrig uppkommer nära markytan, så att

jordens infiltrationskapacitet inte avtar särskilt mycket ens under långvariga regn med dimensionerande intensitet. För att marken inte ska översvämmas måste markens infiltrationskapacitet vara så stor att den kan hantera dimensionerande flöden. I Tabell 3-1 nedan anges övergripande infiltrationskapaciteter för olika svenska jordtyper.

Tabell 3-1. Mättad infiltrationskapacitet för olika svenska jordtyper (VAV, 1983)

Jordtyp	Infiltrationskapacitet (millimeter/timme)
Morän	47
Sand	68
Silt	27
Lera	4
Matjord	25

Enligt jordartskartan (Figur 3-4) och jorddjupskartan (Figur 3-5) från SGU består jordlagren inom planområdet av berg i dagen. Jordlagrens mäktighet uppskattas till under en meters djup. Baserat på denna information, men med tyngdpunkten på observationer gjorda vid platsbesöket den 4 maj 2016, bedöms förutsättningarna för naturlig infiltration av dagvatten inom planområdet vara mindre goda. Möjlighet till viss infiltration kan finnas i planområdets centrala och norra delar, där jordlagren vid platsbesöket bedömdes vara mäktigare än i söder.



Figur 3-4. Jordartskarta framtagen med SGUs kartgenerator. Svartstreckad polygon visar den ungefärliga placeringen av planområdet.



Figur 3-5. Jorddjupskarta framtagen med SGUs kartgenerator. Svartstreckad polygon visar den ungefärliga placeringen av planområdet.

3.2.2 Översiktliga avrinningsförhållanden och befintlig dagvattenhantering

Fastigheten ligger i Kalvfjärdens avrinningsområde. Marken inom planområdet sluttar ner från söder mot norr med marknivåer som varierar mellan +23 – +34 meter.

Figur 3-6 visar antagna naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten baserat på topografiska förhållanden.

Dagvatten som bildas inom planområdet i dagsläget samlas upp i diken och leds vidare till dagvattenbrunnar och markförlagda ledningar som transporterar vattnet vidare till recipienten utan ytterligare rening.



Figur 3-6. Översiktskarta över Apelvägen, där blå pilar visar naturliga flödesriktningar för avrinnande dagvatten.

3.3 Recipient – Miljö kvalitetsnormer (MKN)

Dagvatten från fastigheten mynnar i Fällbrinksströmmen i Kalvfjärden sydost om fastigheten, se Figur 3-7. Kalvfjärden (SE591280-182070) klassas som en vattenförekomst i VISS (2017).

Länsstyrelsens klassning av Kalvfjärden visar på övergödningsproblem med syrefattiga förhållanden till följd, påverkan av miljögifter och främmande arter. Vattendirektivet säger att "inga vatten får försämrats", vilket i vägledande domslut har tolkats som att inga förändringar får göras som leder till att en kvalitetsfaktor för en vattenförekomst nedklassas, eller äventyrar att miljökvalitetsnormerna uppnås (se exempelvis Havs- och vattenmyndigheten, 2016).

På grund av att Kalvfjärden är en trösklad och fjordliknande vik med låg vattenutbyteskapacitet är den mycket känslig för ytterligare påverkan av närsalter, organiska föroreningar, tungmetaller och försämrad vattencirkulation. Kalvfjärden har därför känslighetsklass 2 enligt Tyresö kommuns riktlinjer för dagvattenhantering. Vatten från Kalvfjärden rinner vidare till Östersjön.

I VISS (2017) anges följande statusklassning och miljökvalitetsnormer för Kalvfjärden:

Ekologisk status

Status: Måttlig ekologisk status

Kvalitetskrav: God ekologisk status 2027

Vad gäller övergödning bedöms det enligt VISS (2017) vara tekniskt omöjligt att uppnå god status till 2021 eftersom över 60 procent av den totala näringstillförseln kommer från utsjön. Det ges därför en tidsfrist till 2027, men fastslås också att åtgärder behöver genomföras till 2021 för att miljökvalitetsnormen ska kunna uppnås till 2027.

Kemisk ytvattenstatus

Status: Uppnår ej god kemisk status, God status utan överallt överskridande ämnen

Kvalitetskrav: God kemisk ytvattenstatus, med mindre stränga krav för bromerad difenyleter samt kvicksilver och kvicksilverföreningar.



Figur 3-7. Kalvfjärdens ytvattenförekomst nedströms Fållbrinksströmmen (www.viss.lansstyrelsen.se). Den röda cirkeln visar den ungefärliga placeringen av planområdet.

3.4 Förutsättningar för dagvattenhanteringen

Tyresö kommun har tagit fram riktlinjer för dagvattenhanteringen inom kommunen, vilka sammanfattas nedan:

- För dagvatten som innehåller måttliga till höga halter av föroreningar kan viss rening krävas innan infiltration.
- Förorenat dagvatten ska om möjligt renas vid källan. Om möjligt ska det inte blandas med mindre förorenat dagvatten innan rening.
- Om förutsättningar för lokal infiltration av dagvattnet saknas ska flödet vid behov utjämnas och fördröjas innan avledning. Beroende på dagvattnets föroreningsgrad kan rening krävas före avledning.
- Avrinningen från en tomt eller ett markområde bör inte öka jämfört med förhållandena före exploatering.
- Naturområden ska bevaras för att fungera som dräneringsyta och utjämnare av dagvattenflöden.
- Dagvattenanläggningar bör utformas så att de blir en tillgång i tätortsbilden eller resurs för bevattning av grönytor.
- För byggnaders avvattning ska kraven på god dagvattenhantering beaktas.
- Spill- och dagvatten ska alltid avledas åtskilda.
- Möjligheten att tillämpa mer naturanpassade system istället för ledningar bör beaktas.
- Vegetation och genomsläppliga ytor ska ses som en tillgång för dagvattenhanteringen och i möjligaste mån bevaras.

4 Flödesberäkningar och föroreningsbelastning

4.1 Flödesberäkningar

I beräkningarna har vedertagna avrinningskoefficienter (φ) enligt Svenskt Vatten P110 använts, se Tabell 4-1. För park- och naturmark har avrinningskoefficienten satts till 0,2 eftersom planområdet är relativt kuperat med en del berg i dagen.

Planområdet är litet och består av flera olika typer av markanvändning och därför har en avvägd avrinningskoefficient beräknats enligt sambandet:

$$\varphi_{A_{tot}} = (\varphi_1 \cdot A_1 + \varphi_2 \cdot A_2 + \varphi_3 \cdot A_3 \dots) / A_{tot} \quad (\text{Ekvation 3})$$

Det bör noteras att mycket små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flödet så de redovisade flödena bör främst ses som indikatorer på hur flödena kommer att förändras vid den nya markanvändningen och inte som exakta värden.

Tabell 4-1. Använda avrinningskoefficienter, samt beräknade avvägda avrinningskoefficienter för nuvarande och planerad markanvändning.

Markanvändning	φ (-)	Area nuvarande markanvändning (m ²)	Area planerad markanvändning (m ²)	$\varphi_{A_{tot}}$ (-) nuvarande markanvändning	$\varphi_{A_{tot}}$ (-) planerad markanvändning
Takytor	0,9	400	4 000	0,21	0,49
Parkering	0,8	200	200		
Körbara ytor, uppställningsytor	0,8	-	1 400		
Gång- och cykelväg	0,8	200	200		
Kvartersmark, grusade gångvägar	0,2	0	1 600		
Park- och naturmark	0,2	13 700	6 250		
Stenläggning	0,7	0	950		
Väg	0,8	150	150		
Totalt	-	14 650	14 650		

I enlighet med Svenskt Vatten P110 har ett återkommande 20-årsregn använts för beräkning av dimensionerande flöden. För planerad markanvändning har klimatfaktor 1,25 använts i beräkningarna.

Dagvattenflöden från fastigheten vid ett 20-årsregn för nuvarande och planerad markanvändning är beräknade enligt Ekvation 1 i Kapitel 2.3 och visas i Tabell 4-2. Regnets varaktighet har satts till planområdets rinntid, vilken uppskattats enligt de schabloniserade vattenhastigheter som redovisas i Svenskt Vatten P110. Då naturmarken är kuperad och med yttligt berg så har vattenhastigheten där justerats till 0,2 m/s istället för 0,1 m/s. Rinntiden för området har beräknats till 10 minuter. I tabellen visas även förändringen i årsmedelflöde. Dimensionerande regnintensiteter har beräknats enligt Svenskt Vatten P104 och Dahlström (2010). Årsnederbörden har satts till 636 millimeter, vilket är årsnederbörden för Stockholm enligt StormTac.

Tabell 4-2. Beräknade dimensionerande dagvattenflöden för nuvarande och planerad markanvändning för ett 20-årsregn, samt årsmedelflöden (årsnederbörd 636 millimeter).

	Varaktighet (min)	Dimensionerande regnintensitet (liter/sekund·hektar)	Dimensionerande flöde för ett 20-årsregn (liter/sekund)	Årsmedelflöde (liter/sekund)
Nuvarande markanvändning	10	286,6	105	0,11
Planerad markanvändning	10	286,6	285	0,18
Procentuell flödesökning			171 %	64 %

Små förändringar i avrinningskoefficienten kan ge relativt stora skillnader i flödet och därför ska de redovisade flödena främst ses som indikatorer på hur flödena kan förändras vid den planerade markanvändningen. En förtätning av planområdet enligt föreslagen planskiss skulle medföra ökade dagvattenflöden med 171 % för ett dimensionerande 20-årsregn.

4.2 Dimensionerande utjämningsvolym

Den dimensionerande utjämningsvolymen har beräknats med bilaga 10.6 i Svenskt Vattens publikation P110, enligt Ekvation 2 i Kapitel 2.4. För att fördröja planområdets dagvatten så att ingen ökad belastning på befintligt dagvattensystem kommer att ske i framtiden krävs en utjämningsvolym på 111 m³. I praktiken innebär detta en belastningsminskning då dagvattenflödet efter planerad exploatering är beräknat med klimattfaktor 1,25.

4.3 Föroreningsbelastning

För beräkning av föroreningshalter i dagvatten från olika typer av markanvändning har schablonvärden från StormTac v.17.3.2 använts, se Tabell 4-3. Schablonvärdena är framtagna vid vetenskapliga studier med långa mätserier av dagvatten. Grönytorna har klassats som "Blandat grönområde" då det redan idag består av en blandning av trädgårdsmark och gles skog. För torgytan i planområdets norra del har markanvändningskategorin "Torg" använts. Gångvägar och cykelparkeringar har antagits anläggas med till stora delar grusunderlag.

Beräknad föroreningsbelastning från schablonhalterna jämförs med Tyresös riktvärden för låg föroreningsnivå, specificerat i Bilaga 3 till Riktlinjer för dagvattenhantering i Tyresö kommun. För de ämnen där Tyresö inte satt några riktvärden (kvicksilver och benzo(a)pyren) har det istället använts riktvärden enligt RTK:s riktvärdesindelning (Region- och trafikplanekontoret, 2009) för delavrinningsområden uppströms utsläppspunkt till recipient.

Tabell 4-3. Föroreningsbelastning i dagvatten från planområdet för nuvarande och planerad markanvändning, samt föroreningsbelastning efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen jämförs i första hand med Tyresös riktvärden för lågt föroreningsinnehåll och i andra hand med RTK:s riktvärden (Region- och trafikplanekontoret, 2009).

Ämne	Enhet	Riktvärde	Föroreningskoncentration		
			Nuvarande	Planerad	Efter föreslagen rening
Fosfor	µg/l	137,5	89	84	30
Kväve	µg/l	1500	1 100	1 600	770
Bly	µg/l	11,5	4,6	3,3	0,70
Koppar	µg/l	24,5	10	11	3,1
Zink	µg/l	117,5	23	28	3,7
Kadmium	µg/l	0,5	0,23	0,43	0,03
Krom	µg/l	15	2,1	3,2	1,5
Nickel	µg/l	45	1,3	2,8	0,7
Kvicksilver	µg/l	0,07	0,013	0,017	0,006
Suspenderad substans	µg/l	65 000	33 000	24 000	7 500
Olja (mg/l)	µg/l	550	160	140	40
PAH (µg/l)	µg/l	Saknas	0,09	0,47	0,04
Benso(a)pyren	µg/l	0,07	0,003	0,008	0,0007

Schablonhalterna indikerar att samtliga jämförda ämnen ligger under de angivna riktvärdena för låg föroreningsnivå redan i orenat dagvatten för planerad markanvändning, undantaget kväve som efter den planerade exploateringen överstiger riktvärdet något. Detta indikerar att planområdets dagvatten inte är kraftigt förorenat. Efter föreslagen rening i växt- och regnbäddar (se kapitel 5) minskar koncentrationerna för alla ämnen jämfört med nuvarande förhållanden. Efter rening beräknas även kvävekoncentrationen med god marginal ligga under riktvärdet.

I Tabell 4-4 redovisas den beräknade årliga föroreningsbelastningen för nuvarande och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening. Beräkningarna har utförts med StormTac (Larm, 2000). Föroreningsbelastningen i orenat dagvatten efter exploatering ökar för samtliga ämnen jämfört med nuvarande förhållanden, vilket är att förvänta då planområdet idag består av en stor andel grönytor. Efter föreslagna reningsåtgärder beräknas föroreningsbelastningen på recipient minska för samtliga studerade ämnen, undantaget kväve och krom där det beräknas ske en mindre ökning. Denna ökning är dock liten och bedöms inte påverka recipientens status negativt. Vissa åtgärder för att minska den årliga belastningen, exempelvis öppen avledning av dagvatten i rännalar som möjliggör infiltration, har inte heller inkluderats i beräkningarna och den årliga belastningen efter rening är därför sannolikt något överskattad. Schablonhalterna som använts är i vissa fall också sannolikt i överkant av vad som kan förväntas, då exempelvis det planerade torget kommer ha en mycket låg trafikbelastning jämfört med vad som kan antas vara ett normalt torg i modellen.

Tabell 4-4. Årlig föroreningsbelastning från planområdet för nuvarande och planerad markanvändning, samt efter föreslagen rening, beräknat i StormTac (Larm, 2000).

Ämne	Enhet	Föroreningsbelastning		
		Nuvarande	Planerad	Efter föreslagen rening
Fosfor	kg/år	0,31	0,47	0,17
Kväve	kg/år	3,7	8,9	4,3
Bly	kg/år	0,016	0,019	0,004
Koppar	kg/år	0,035	0,060	0,018
Zink	kg/år	0,077	0,16	0,021
Kadmium	kg/år	0,0008	0,0024	0,0002
Krom	kg/år	0,007	0,018	0,008
Nickel	kg/år	0,0046	0,016	0,0041
Kvicksilver	kg/år	0,000043	0,000094	0,000035
Suspenderad Substans	kg/år	110	140	40
Olja (mg/l)	kg/år	0,55	0,82	0,22
PAH (µg/l)	kg/år	0,00030	0,0027	0,00023
Benso(a)pyren	kg/år	0,000010	0,000044	0,000004

4.4 Extremregn och lågpunkter

Länsstyrelsen Stockholm har genomfört en lågpunktskartering med beräknade översvämningsrisker inom länet. Karteringen är baserad på analys av höjddata och visar på lågpunkter i planområdets norra, nordöstra och sydöstra delar, se Figur 4-1. Lågpunkterna i norr förklaras av att gång- och cykelvägen som löper längs planområdesgränsen där går ned i en tunnel under Tyresövägen. Tunneln är ansluten till dagvattennätet och vatten kommer därför att ansamlas i detta fall. Övriga lågpunktsområden är som mest belägna cirka 0,7 meter lägre än omgivande terräng. Vid exploatering bör dessa områden höjdsättas så att översvämningsrisker vid extremregn undviks.



Figur 4-1. Lågpunktskartering utförd av Länsstyrelsen Stockholm. Planområdet är markerat med en svart polygon. © Länsstyrelsen.

5 Lösningförslag för dagvattenhantering

5.1 Generella rekommendationer

Den föreslagna förtätningen av fastigheten enligt gällande planskiss kommer totalt att medföra ökade dimensionerande dagvattenflöden med cirka 171 %, se Tabell 4-2.

Planområdet Apelvägen består av tunna jordlager och berg i dagen, vilket medför att naturlig infiltration av dagvatten till grundvatten inte är effektiv över hela planområdet. Därför föreslås att dagvattenhanteringen utformas som ett system med flera mindre lösningar för fördröjning och rening av dagvattnet, vilket ökar infiltrationsmöjligheterna och gör att fördröjningsvolymerna kan spridas ut över området.

5.2 Principer för dagvattenhantering

I följande kapitel ges exempel på olika typer av anläggningar som bedöms vara lämpliga för att omhänderta dagvatten inom det aktuella planområdet.

5.2.1 Växtbäddar, skelettjordar och rännalar

Inom gårdsytor och omkring byggnader kan dagvattnet med fördel användas för bevattning av planteringar, gräsytor och rabatter. Tillskottet av dagvatten till planteringarna minskar behovet av bevattning och möjliggör en frodigare växtlighet. Hårdgjorda ytor på en innergård kan höjdsättas så att dagvattnet avrinner ytligt till intilliggande planteringar. Stuprör kan förses med utkastare som ansluter till rännalar, anlagda med exempelvis gatsten, där dagvattnet kan avledas till planteringarna. Exempelbilder på gårdsytor med avledning av takvatten via rännalar visas i Figur 5-1 och Figur 5-2.

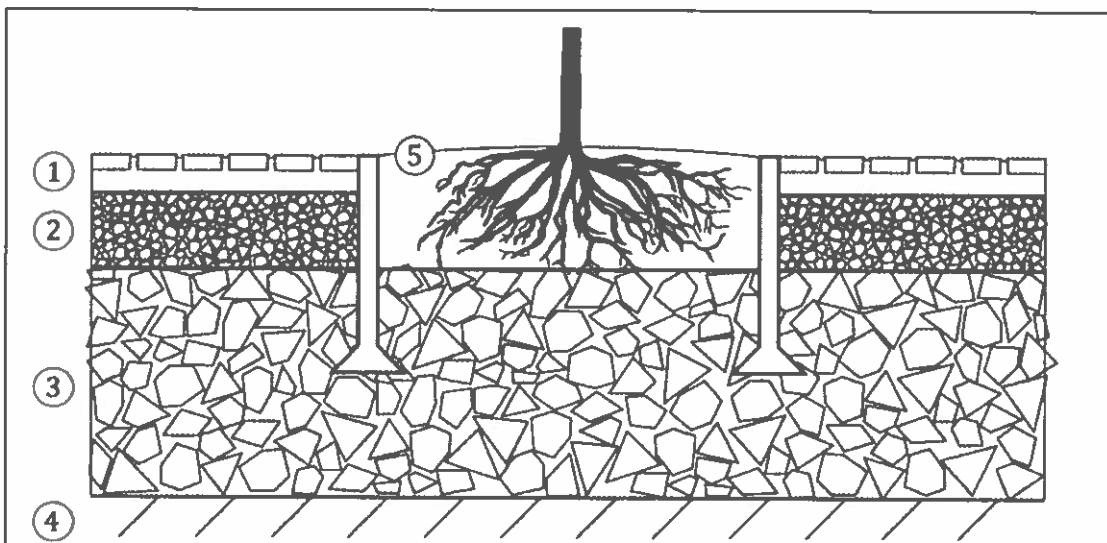
Inom planteringarna anläggs sedan brunnar, i idealfallet svagt upphöjda mot omkringliggande mark, där överskottsvatten vid kraftiga regn kan brädda och avledas vidare. Avledningen kan exempelvis ske till en underliggande skelettjord som ökar den vattenhållande förmågan och förbättrar reningseffekten. I Figur 5-3 visas ett exempel på uppbyggnaden hos en skelettjord, men skelettjordar kan utformas på många sätt. Planteringsytor anläggs vanligen med ett tunt mulljordslager (10 – 20 centimeter) följt av ett tjockare lager skelettjord på 20 – 100 centimeter. Skelettjorden antas vanligen ha cirka 30 % porositet och kan anläggas med makadam, singel eller mer porösa och lätta material såsom lecakulor. Fördelen med porösa och lätta material är att dessa ger en större fördröjande och renande effekt, samtidigt som träd, buskar och annan växtlighet inte torkar ut vid perioder med små nederbörds mängder.



Figur 5-1. Avledning av takvatten till planteringar via rännalar anlagda i gatsten. Exempelbild från Linnéhuset i Uppsala (Källa: Uppsalahem).



Figur 5-2. Exempel på avledning av takvatten via rännalar anlagda med gatsten (Källa: Stockholm Vatten AB, n.d.).

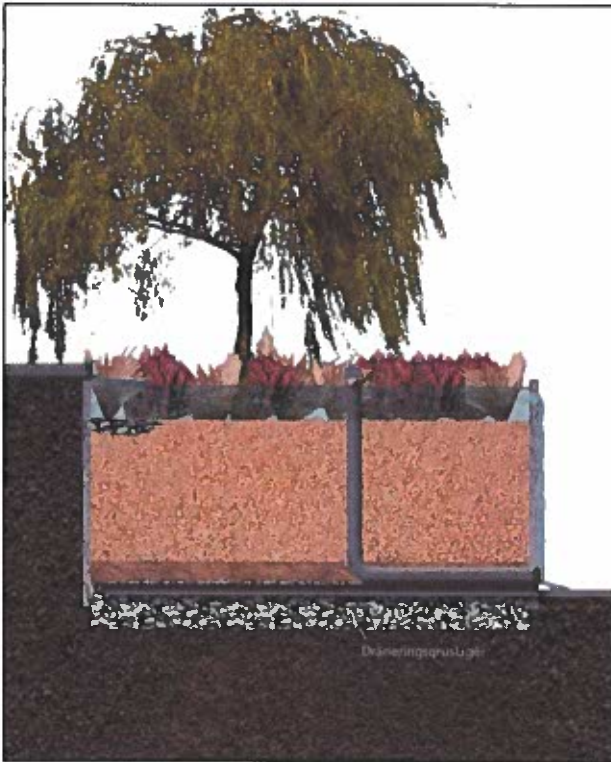


Figur 5-3. Principskiss på en överbyggnad med skelettjord. 1, slitlager 2, luftigt bärlager, 3 skelettjord 4, befintligt luckrad terrass 5, planteringsgrop med växtjord. Illustration Andréa Olsson (2014-06-19)

5.2.2 Regnbäddar

Dagvatten fördröjs och renas i regnbäddar som är en form av biofilter. Magasinsvolymen utgörs dels av en fördröjningszon ovanpå jordlagret, där det kan bildas en vattenspegel vid intensiva regn, och dels av porvolymen i jordlagren. En fördel med regnbäddar är att de kan skapa en tilltalande boendemiljö med rik och varierad växtlighet. Regnbädden byggs upp av ett dräneringslager i botten för att överlagras av en mineraljord och överst en jordblandning (växtbädd) som ger förutsättningar för växterna att klara sig. Ur dagvattenssynpunkt är det fördelaktigt med en hög vattengenomsläpplighet i det översta jordlagret medan det för växtligheten i de flesta fall är fördelaktigt med en jordart som kan hålla en större vattenmängd. Ett exempel på hur en regnbädd kan konstrueras visas i Figur 5-4. Regnbäddarna förses med bräddavlopp som avleder överskottsvatten till ledningsnätet.

Regnbäddar är lämpliga att anlägga på innergårdar och gårdsmark, då de ger en frodigare grönska, och därmed lummigare innergårdar, än vad som annars skulle vara möjligt ovanpå exempelvis bjälklag. Regnbäddar kan antingen anläggas som upphöjda "lådor" eller något nedsänkta i marken. I det senare fallet utgörs fördröjningszonen av höjden mellan växtbäddens jordyta och den omkringliggande marknivån. De regnbäddar som eventuellt anläggs ovanpå garaget behöver göras täta för att minska risk för vattenskadorna på bjälklaget, regnbäddar i övriga delar av planområdet kan anläggas med genomsläpplig botten för att ge dagvattnet en möjlighet att infiltrera till grundvattnet.

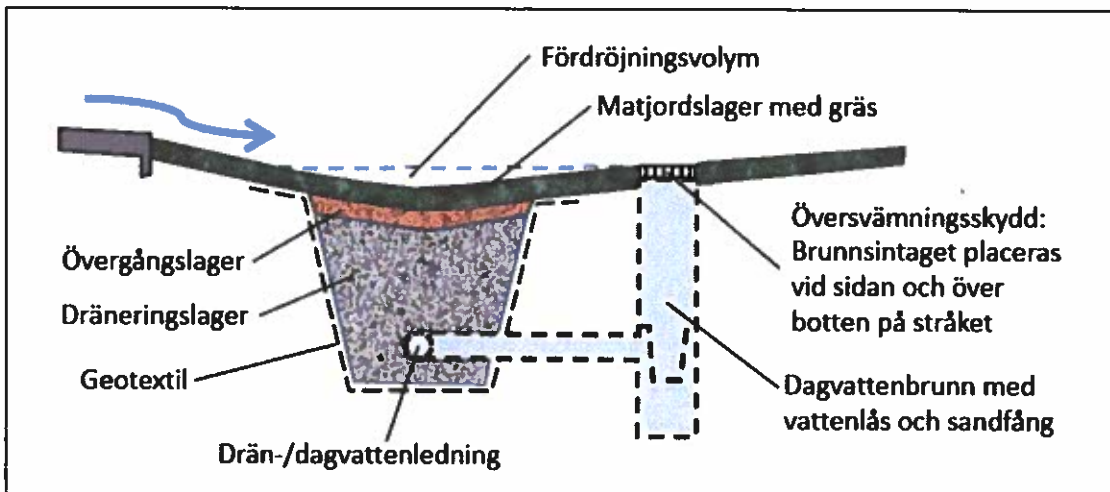


Figur 5-4. Exempelillustration av hur en regnbädd kan byggas upp (Illustration Åsa Wellander).

5.2.3 Skåldike

En öppen avledning i gräsbeklädda skåldiken ger både fördröjning och rening av dagvattnet samtidigt som dagvatten också ges en möjlighet att infiltrera. Takvatten kan ledas till skålningen via stuprörskastare med rännalar. För att förbättra infiltrationsförmågan kan ett underliggande lager med grövre material, exempelvis makadam, anläggas. En bit upp från botten av detta underliggande lager anläggs en dräneringsledning. Makadamlagret kan dock väljas bort.

I skåldiket anläggs också en, eller flera, upphöjd(a) kupolbrunn(ar) dit dagvattnet kan brädda när vattennivån stiger, för att undvika en situation där skålningen översvämmas helt. Alternativt kan kupolbrunnen anläggas i skålens vägg istället för i skålens botten, se exempel i Figur 5-5. Genom att kupolbrunnen höjs upp avleds inte dagvattnet vidare till ledningssystemet vid små regn, vilket bidrar till ett minskat årsmedelflöde och en minskad föroreningsbelastning. Avtappning till brunnen ska bara ske då skålningen är i det närmaste vattenfylld.



Figur 5-5. Schematisk bild som visar hur kupolbrunn bör anläggas i förhållande till sänkdiket. Avtappning till brunnen och ledningsnätet ska bara ske då ytan är täckt med vatten och ingen ytterligare infiltration är möjlig. (Källa: WRS)

5.3 Lösningar för dagvattenhantering

Enligt Tyresö kommuns riktlinjer för dagvattenhantering ska det vid förtätning av befintlig bebyggelse eftersträvas lokalt omhändertagande av dagvatten och en åtminstone oförändrad belastning på dagvattennätet och recipienten. För att skapa en fungerande dagvattenhantering med en oförändrad belastning både på befintligt dagvattensystem och på recipienten, efter planerade förändringar av planområdet, föreslås följande åtgärder:

- Dagvatten omhändertas i ett flertal mindre anläggningar för fördröjning och rening inom planområdet.
- Anläggningarna utformas som öppna, gröna dagvattenlösningar där dagvatten tillåts infiltrera genom växtjord till ett underliggande poröst lager. Beroende på markförhållanden och gestaltning mot omgivningen kan valet av anläggning varieras mellan regnbäddar och växtbäddar.
- Växtbäddar anläggs med en svag skålning för att kunna fördröja en del dagvatten ytligt. En kupolbrunn avleder dagvattnet till underliggande skelettjord när skålningen nästan är fylld.
- Längs planområdets östra gräns anläggs ett skålformat gräsdike med underliggande dränledning som avleder vattnet norrut. Skåldiket avleder dagvatten från byggnaderna längs planområdets östra gräns.
- Dagvatten bör i första hand avledas öppet till anläggningarna, exempelvis via ränndalar i gatsten eller så kallad. Om detta inte är möjligt kan det via ledning ledas direkt till underliggande fördröjningslager.
- Torgytan höjdsätts med en huvudsaklig lutning åt väster, de östra delarna kan istället höjdsättas med en lutning åt norr, för att undvika vattenansamlingar på torgytan vid extremregn. Detta är särskilt viktigt eftersom det underliggande bjälklaget inte får utsättas för alltför tunga laster. Omgivande byggnader anläggs högre för att undvika inträngande dagvatten.
- I den mån det är möjligt bör torgytan också höjdsättas så att dagvatten kan rinna ytligt till intilliggande planteringar där det infiltrerar och renas, för att detta dagvatten inte ska avledas orenat ut från planområdet.
- Torgytan bör i övrigt avvattas via filterförsedda dagvattenbrunnar som ansluter till kommunal ledning i väster.

- Angöringsyta och parkering vid äldreboendet i söder lutas mot intilliggande växtbäddar, som anläggs med underliggande skelettjord. Dagvatten tillrinner då planteringen där det infiltrerar, renas och fördröjs. Alternativt kan dagvattenbrunnar med brunnsfilter installeras i parkeringsytan. Filtren behöver rengöras och/eller bytas regelbundet.
- Gångvägarna inom planområdet bör anläggas med ett genomsläppligt material, exempelvis grus. Om asfalt används ska de bomberas så att vattnet avrinner till intilliggande grönområden och ges möjlighet att infiltrera.
- Längs GC-vägen i norr anläggs en ledning med kupolbrunnar för att avleda överskottsvatten från gångvägarna samt förbiledning av vatten från uppströms liggande fastigheter för att undvika översvämningar.
- Vid garageinfarten anläggs en tröskel för att förhindra att dagvatten från intilliggande väg rinner in i garaget.
- Planområdets höjdsättning, framför allt torgytan och marken mellan planområdet och Tyresövägen, måste utformas med hänsyn till översvämningrisker och ytliga avrinningsvägar.
- En plan för skötsel och underhåll av anläggningarna bör upprättas.

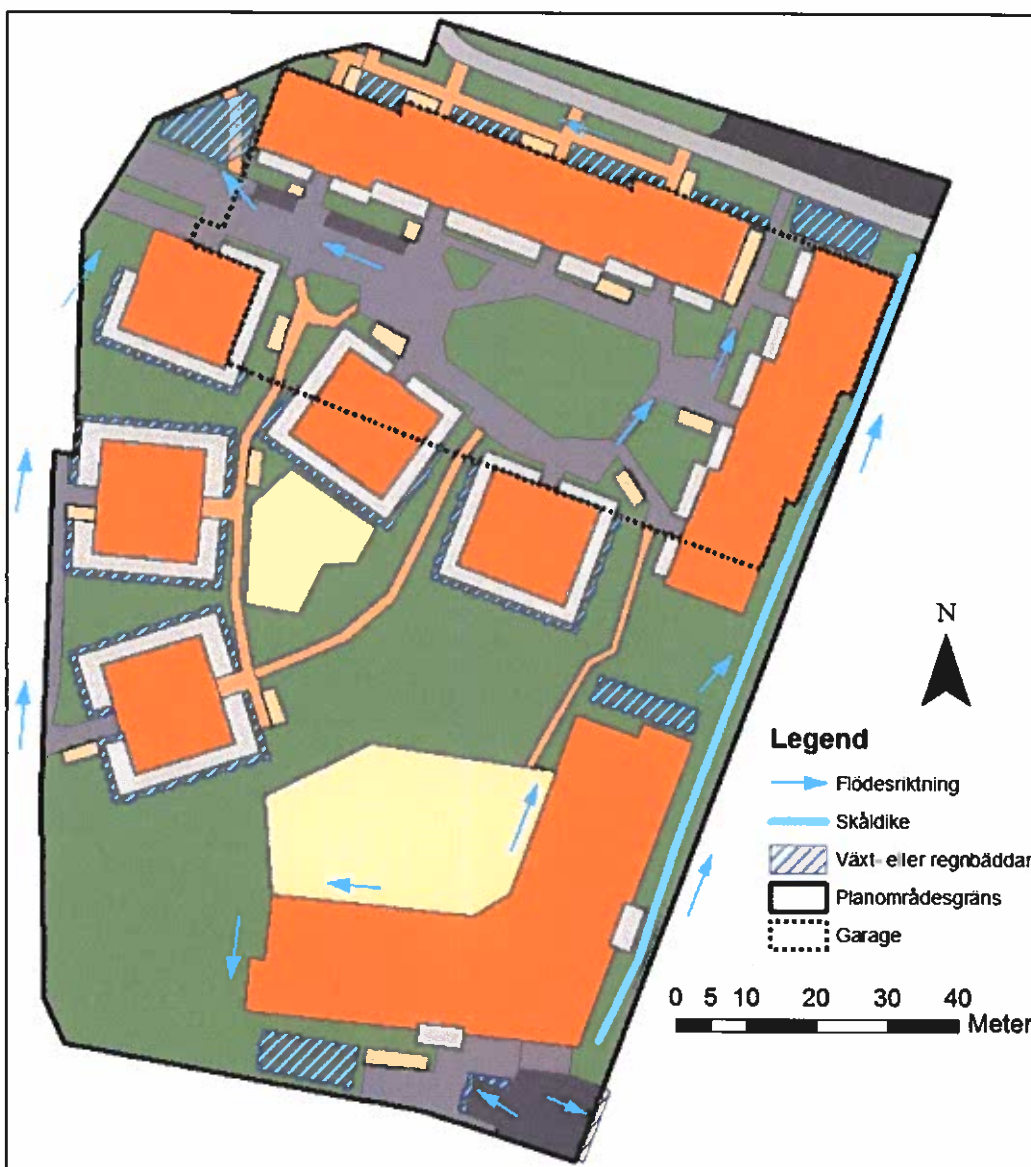
Figur 5-6 visar en principskiss med ungefärliga placeringar av föreslagen dagvattenhantering. Angivna ytor är enbart förslag till lämpliga placeringar och har en sammanlagd area på cirka 700 m² och är därmed sannolikt större än den faktiska yta som erfordras.

Ambitionen med föreslagen dagvattenhantering är att minimera behovet av dagvattenhantering ovanpå bjälklaget, eftersom detta ställer högre krav på hållfasthet, vilket medför ökade kostnader, och större risk för vattensador på grund av inträngande dagvatten. I förslagen antas att lamellhusen anläggs med sadeltak, fördröjningsvolymen bör därför fördelas jämnt mellan husens båda sidor. Dagvatten från de tak som vetter mot torgytan föreslås ledas till anläggningar utanför bjälklaget. Takvatten från punkthusen föreslås tas omhand i omgivande planteringar som utformas som växtbäddar med underliggande skelettjord. Den föreslagna dagvattenhanteringen medför för de flesta studerade föroreningar en minskad belastning på recipienten, genom fördröjning och rening i växtbäddar och makadammagasin. Den mindre beräknade ökningen för kväve och krom bedöms kunna motverkas genom åtgärder som inte ryms inom beräkningarna, exempelvis öppen avledning av dagvatten i rännalar som möjliggör en ökad infiltration. Recipientens status bedöms därför inte påverkas negativt om föreslagna åtgärder genomförs.

Erforderliga areor för fördröjningsanläggningarna avgörs av hur de konstrueras (anläggningstyp, djup, porositet) och en bestämd yta kan därför inte presenteras i denna utredning. Ett skåldike längs den östra gränsen bör åtminstone ges en total fördröjningsvolym om 10 m³, vilket motsvarar det dagvatten som bildas på de östligt sluttande taken vid ett 20-årsregn. Då kvarstår 100 m³ som behöver fördröjas i övriga anläggningar. I Tabell 5-1 ges exempel på kombinationer och utformningar som ger den erforderliga volymen. I beräkningarna antas växtbäddarnas underliggande fördröjningslager ha 30 % porositet.

Tabell 5-1. Exempel på erforderliga areor för rening och fördröjning utifrån varierad utformning och olika andel växtbäddar respektive regnbäddar. A = area, D = djup.

Växtbädd		Regnbädd		V (m ³)
A (m ²)	D (m)	A (m ²)	D (m)	
665	0,5	0	-	100
0	-	335	0,3	100
220	0,5	220	0,3	100
345	0,3	345	0,2	100
500	0,5	85	0,3	100



Figur 5-6. Principskiss med förslag till ungefärlig placering av föreslagna anläggningar för dagvattenhantering. Utritade areor är endast exempel och motsvarar inte erforderliga areor.

5.4 Extremregn

Vid extremregn, exempelvis 50- och 100-årsregn, bildas stora mängder dagvatten inom planområdet. De höga regnintensiteterna gör att även grönytor snabbt blir mättade och i praktiken uppstår ytavrinning på hela området, som ur avrinningshänseende då närmast är att betrakta som en stor hårdgjord asfalts- eller takyta. Vid ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet faller sammanlagt cirka 430 m³ regn inom planområdet, som alltså till övervägande del kommer avrinna som dagvatten eftersom grönytorna inte kommer hinna infiltrera dagvattnet. Baserat på planerad höjdsättning och taklutningar bedöms en area på cirka 8500 m² ha en lutning mot torgytan i planområdets norra del, vilket motsvarar en sammanlagd volym på cirka 250 m³. Om detta ansamlas på torgytan (som antas utgöra cirka 1800 m²) skulle det ge ett vattendjup på närmare 0,15 m, vilket medför stora laster på det underliggande bjälklaget och riskerar att ge stora översvämningar i källare, garage och eventuellt bottenvåningar.

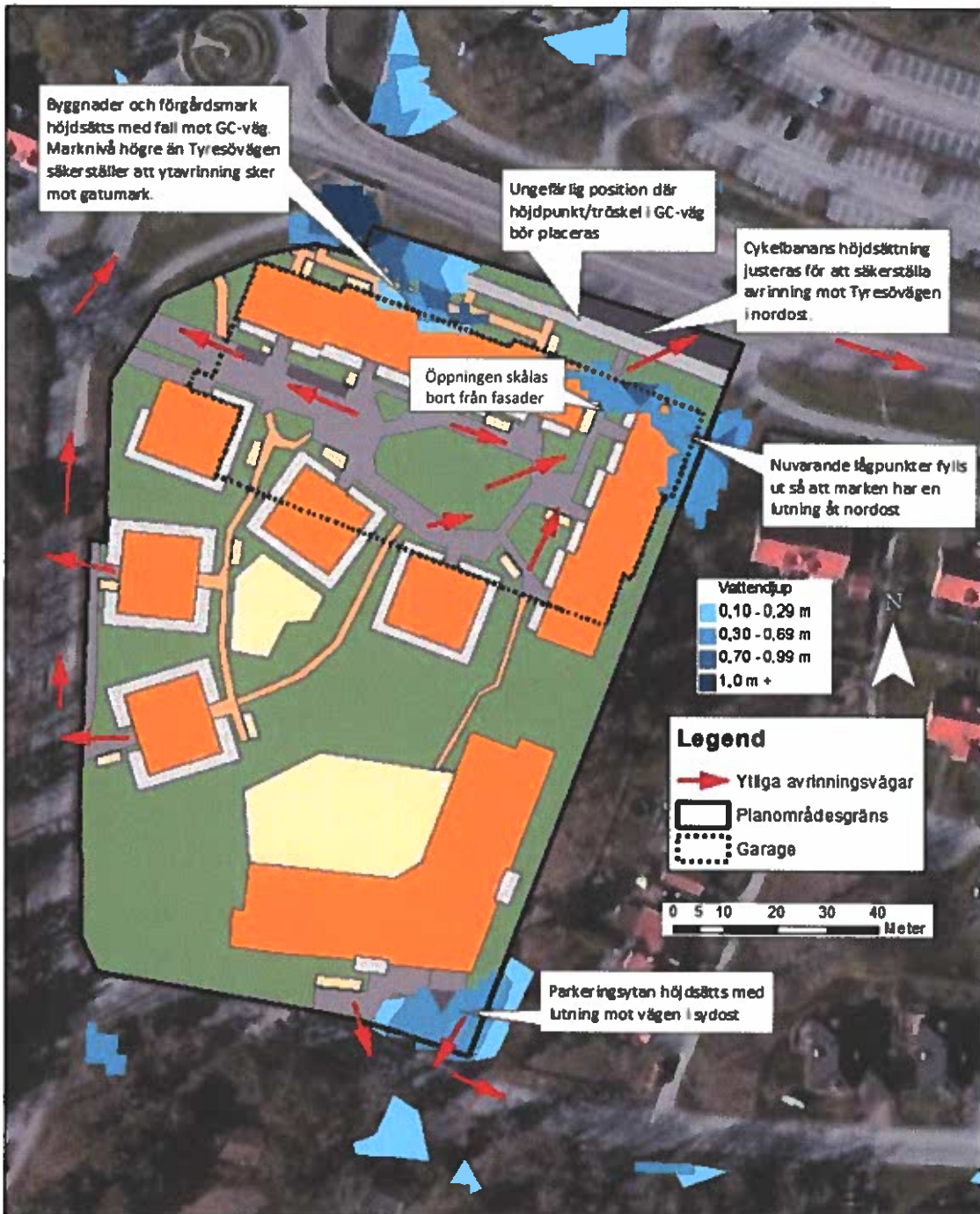
Det är därför av största vikt att torgytan höjdsätts så att dagvatten kan avrinna ytligt åt väster eller ut genom öppningen mellan byggnaderna i nordost. Släppet behöver ges en skålförm så att dagvattnet rinner i mitten och inte riskerar att tränga in mot byggnadernas fasader. Så stor andel av ytorna som möjligt bör luta mot släppet i nordost eftersom dagvattnet där kan bräddas vidare till Tyresövägen, där det sedan rinner vidare mot de glest bebyggda områdena med stora skogs- och grönområden i öster för att slutligen nå Kalvfjärden. Det är viktigt att säkerställa att även GC-vägens höjdsättning möjliggör en avrinning åt nordost, så att dagvattnet inte viker av mot lågpunkten i väster.

Övriga delar av torgytan lutas åt väster så att dagvattnet avrinner ytligt till lokalgatan och vidare mot Tyresövägen i norr. Där kommer dagvattnet med största sannolikhet ansamlas i gång- och cykeltunneln under Tyresövägen, som utgör en lokal lågpunkt i terrängen och kommer motta ytligt avrinnande dagvatten från ett mycket stort område.

Det är värt att notera att med en höjdsättning av torgytan som maximerar avrinning åt nordost kommer sannolikt de volymer som transporteras till gångtunneln vid ett 100-årsregn att minska jämfört med nuvarande markanvändning. Detta eftersom dagens grönytor i stor utsträckning avrinner mot gångtunneln, och grönytorna vid stora extremregn i praktiken fungerar som hårdgjorda ytor som ger stor ytavrinning. Skillnaden i dagvattenflöde mellan nuvarande och planerad markanvändning minskar därför med en ökad återkomsttid för det dimensionerande regnet, och för exempelvis ett 100-årsregn är denna skillnad ytterst marginell och flödet ut från området kommer i det närmaste vara detsamma. Genom att avleda en större del av flödet österut kommer därför belastningen på lågpunkten vid gångtunneln att minska. Detta bedöms vara en så god hantering av dagvatten som är möjligt att få vid denna typ av extremregn.

För att planområdet skall klara av att hantera extremregn måste höjdsättningen av planområdet behöver utföras så att lågpunkter undviks. Exempelvis behöver höjdsättningen justeras så att lågpunkterna i öster byggs bort och inget dagvatten ansamlas där det hotar att tränga in och orsaka vattenskadorna på byggnader. De byggnader som vetter mot Tyresövägen måste höjdsättas så att dagvatten som avrinner längs GC-vägen inte riskerar att tränga in mot byggnaderna.

En översiktsskarta som pekar på några av de viktiga aspekter som måste tas hänsyn till vid höjdsättning av området ges i Figur 5-7.



Figur 5-7. Översiktskarta som tar upp några av de aspekter som måste tas i beaktande vid höjdsättning av området för att översvämningsskador ska undvikas.

6 Referenser

- Bäckström, M. & Forsberg, C, 1998. Norrländsk gatusektion, Luleå tekniska universitet.
- Havs- och vattenmyndigheten. 2016. *Följder av Weserdomen. Analys av rättslaget med sammanställning av domar*. Rapport 2016:30.
- Larm T. 2000. Utformning och dimensionering av dagvattenreningsanläggningar. VA-FORSK-rapport 2000-10.
- Regionplane- och trafikkontoret, 2009. Förslag till riktvärden för dagvattenutsläpp.
- VAV, 1983. P46 Lokalt omhändertagande av dagvatten – LOD. Svenska Vatten- och Avloppsföreningen
- Svenskt Vatten, 2016. P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten. Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem.
- Svenskt Vatten, 2011. P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem.
- Svenskt Vatten, 2011. P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering - råd vid planering och utförande.
- URBIO, Wallenstam, Sandell Sandberg, 2016. Apelvägen Tyresö kommun. FK Samrådshandling 2016.04.15
- URBIO, 2017. Situationsplan Apelvägen 2017-06-01.