



RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING RADIOTORGET, GÖTEBORGS STAD
STADSBYGGNADSKONTORET

UPPRÄTTAD: 2016-04-08

REVIDERAD: 2016-05-17

Upprättad av

Philipp Lorber

Granskad av

Lars Nilsson

Godkänd av

Oguz Acikgöz

Innehållsförteckning

Sammanfattning	3
1 Inledning	3
1.1 Syfte	3
1.2 Underlag.....	3
2 Befintliga förhållanden	4
2.1 Områdesbeskrivning	4
2.2 Geoteknik	4
2.3 Befintligt Va-system	5
3 Framtida förhållanden.....	6
3.1 Planförslag	6
3.2 Dimensionering	7
3.2.1 Förutsättningar till dagvattenhantering.....	7
3.2.2 Beräkning av dimensionerande regnintensitet.....	8
3.2.3 Beräkning av dimensionerande flöden och fördröjningsbehov	8
3.2.4 Vid extrema regntillfällen – skyfallsmodellering	11
3.3 Förslag till utformning.....	11
3.4 Höjdsättning	13
3.5 Renings- och fördröjningsmetoder	13
3.5.1 Fördröjningsmagasin.....	13
3.5.2 Makadammagasin.....	14
3.5.3 Växtbäddar	14
3.5.4 Gröna tak	16
3.5.5 Öppna lösningar i tät bebyggelse.....	17
4 Föroreningar i dagvatten	17
5 Investeringskostnad	17
6 Drift och underhåll	18
7 Slutsats	18

Bilaga 1	Alternativ 1 systemlösning för dagvatten
Bilaga 2	Alternativ 2 systemlösning för dagvatten
Bilaga 3	Föroreningsberäkning
Bilaga 4	Kostnadsberäkning

Sammanfattning

Sigma Civil AB fått i uppdrag av Göteborgs stad att göra en dagvattenutredning för området Radiatorget inom stadsdelen Askim–Frölunda–Högsbo i Göteborg. Lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD) ska eftersträvas.

I denna utredning föreslås dagvattnet från planområdets nyanlagda ytor fördröjas så nära källan som möjligt. Ett av alternativen avser anläggning av fördröjningsmagasin i form av dagvattenkassetter eller makadammagasin. Alternativ två innehåller gröna tak, växtbäddar, makadammagasin och ett semi-intensivt grönt tak.

Utredningen visar en omfattande fördröjning och infiltration av dagvattnet inom planområdet är möjligt vilket innebär att större flöden dagvatten som leds vidare till det allmänna avloppssystemet minskas betydligt.

Det har gjorts föroreningsberäkningar för båda alternativen. I beräkningarna åtskiljs seniorboende och övrig kvartersmark från allmän platsmark. Resultaten visar att föroreningshalterna kan minskas betydligt för nästan alla ämnen med båda alternativen jämfört med nuläget. Miljöförvaltningens riktlinjer för utsläpp av dagvatten kan dock inte nås för alla ämnen.

Vid detaljprojektering är det viktigt att marken utformas och höjdsätts så att planerad bebyggelse inte riskerar utsättas för översvämning. Detta säkerställs genom att hålla avstånd mellan lägsta golvnivå i byggnaderna och marknivån i respektive avloppsförbindelsepunkt och genom att bibehålla lokal- och huvudgator som naturliga lågstråk i området.

1 Inledning

1.1 Syfte

Vid Radiatorget i Frölunda planeras nybyggnation av sammanlagt ca 130 lägenheter, ca 8 km från Göteborgs centrum. Dessutom ska befintligt parkeringsdäck byggas ut med en våning och ett garage ska byggas norr om torget. Syftet med uppdraget är att utreda förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten genom fördröjning och infiltration, rening av dagvatten och eventuella tekniska skyddsåtgärder som kan behöva vidtas i samband med planerad exploatering. Ambitionen är att minimera anläggandet av nya ledningssystem och detta för att minimera ingreppen i befintlig miljö och minska framtida driftkostnader.

1.2 Underlag

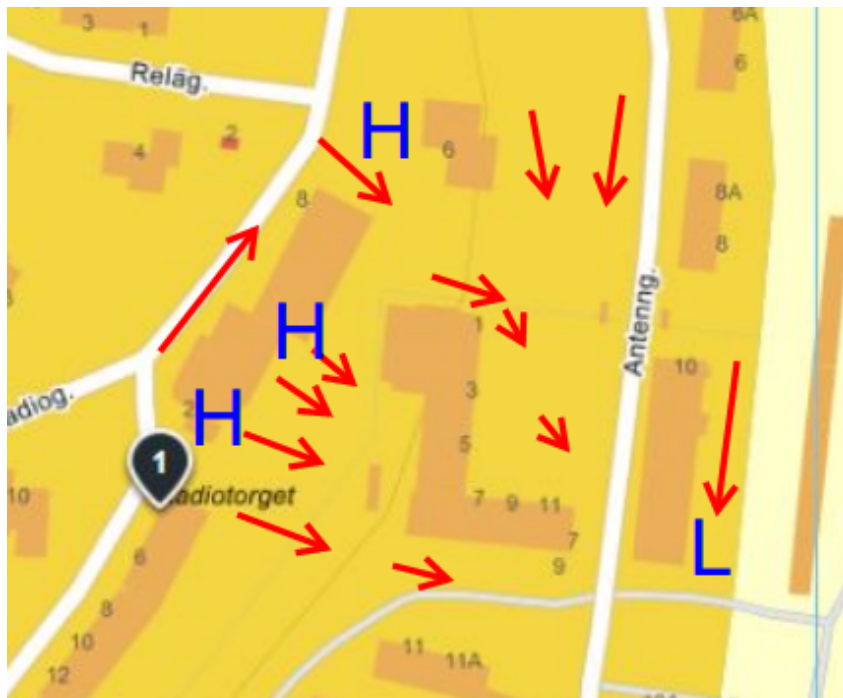
I arbetet med utredningen har följande underlag använts:

- Samlings- och grundkarta (dwg),
- Översiktskarta (dwg),
- Illustrationsritning, (dwg),
- Publikation P110, Svenskt Vatten 2016.
- Publikation P104, Svenskt Vatten 2011
- Publikation P105, Svenskt Vatten 2011

2 Befintliga förhållanden

2.1 Områdesbeskrivning

Området som är aktuellt för dagvattenutredningen är ca 1,4 ha stort och är beläget vid Radiotorget. Området avgränsas av flerbostadshus, väg 158 öster om torget och flerbostadshus i väster. Marknivån ligger mellan +25 m och +13,8 m över havet och lutar från väst till öst. Det centrala planområdet är dock relativt plant. Lågpunkten är belägen vid parkeringsplatsen öster om området. Högpunkten ligger ca 74 m väster om lågpunkten, nära Bilradiogatan. Planområdet är inte särskilt känsligt mot översvämningar. Avrinning sker via va-nätet och infiltration i naturmark, se kapitel 3.3. Det finns inget naturligt vattendrag i området. Kartan nedan redovisar lutningsförhållande (röda pilar) som togs fram genom ett platsbesök i området. Lokala låg- och högpunkter är markerade L resp. H.



Figur 1: Orientering och planområdets lutningsförhållande (www.eniro.se)

2.2 Geoteknik

Det har gjorts en geoteknisk rapport för planområdet. Enligt den består planområdet till största del av berg i dagen som i öster vid Antenngatan övergår till lermark. Området sluttar från väster till öster och anses ha en normal eller låg risk för radon. Det föreligger inga stabilitetsproblem för marken inom planområdet idag eller efter den planerade byggnationen. Det kommer med största sannolikhet krävas sprängningsarbeten. Vidare information om geotekniken finns i rapporten "geotekniskt och bergtekniskt utlåtande".



Figur 2: Urklipp från jorddjupskartan (www.sgu.se)

2.3 Befintligt Va-system

Avloppsnätet i området är duplikat med skilda ledningar för spill- och dagvatten. Dagvattnet avleds söderut via allmänna dagvattenledningar till recipienten Stora ån som mynnar ut i Välen. Stora ån har prioriteringsklass 1 enligt vattenplan för Göteborg. Dagvattnet från planområdet har klass 2 som betyder att matrisen över behandlingsbehov enligt åtgärdsplan anger behandling, vilket exemplifieras med utjämningsmagasin med damm, sedimentering, sänkbrunn som töms, översilning med efterföljande sedimentering etc. Metod väljs efter typ av yta. Befintlig dagvattenledning (DN 450, betong) är belägen norr om Radiatorgetet. Ledningen avvattnar Bildradiogatan och Reläggatan österut mot Dag Hammarskjölds väg.

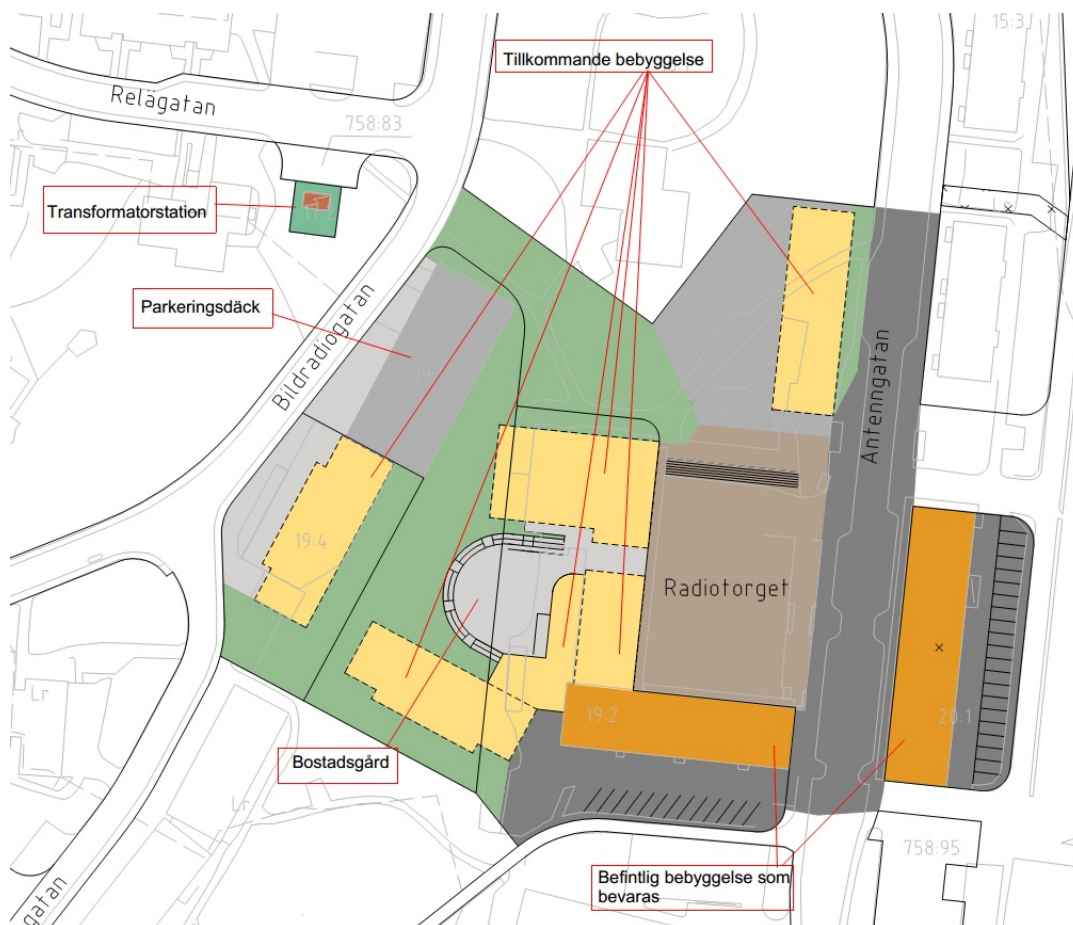


Figur 3: Avrinningsområden till dagvattennät

3 Framtida förhållanden

3.1 Planförslag

Planförslaget avser nyproduktion av ett antal flerbostadshus, ca 130 nya lägenheter, i planområdet. Viss bebyggelse föreslås ersättas av högre bostadsbebyggelse. Ny bebyggelse föreslås tillkomma inom områden som idag inte är bebyggda utan utgörs av grusplan och berg i dagen. Planområdet är ca 1,4 ha. Byggnaderna kring torget ska ha lokaler i bottenplan, som i dagsläget. Ett parkeringsdäck föreslås byggas på med ytterligare en våning. Den planerade bebyggelsen i parken norr om Radiotorget kommer kräva att den befintliga dagvattenledningen läggs om, troligen i en sträckning över torgytan för att sedan ansluta till den gamla sträckningen i Antenngatan.



Figur 4: Illustration av planförslag (enligt avropet)

3.2 Dimensionering

3.2.1 Förutsättningar till dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhantering är framtagna med hjälp av:

- Kretslopp och Vattens principer för dagvattenhantering
- Krav enligt avrop
- P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem,
- P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.
- P110 Avledning av dag-, drän, och spillvatten

Svenskt Vatten Publikation P104 rekommenderar att en säkerhetsfaktor för korttidsnederbörd används för att ta hänsyn till förväntade klimatförändringar. För dimensionering ansätts en klimatafaktor på 1,2 gällande ytor på kvartersmark och magasinskravet motsvarar 10 mm/m² på hårdgjorda ytor inom kvartersmark.

Ingreppet på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, dvs. bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation där det är möjligt och lämpligt.

3.2.2 Beräkning av dimensionerande regnintensitet

Beräkningar av dimensionerande regn sker enligt Svenskt Vatten publikation P104 med hjälp av Dahlström-ekvationen nedan (1):

$$i = 190 \sqrt[3]{\bar{A}} * \ln tr/tr^{0,98} + 2 \quad (1)$$

i: regnintensitet [l/s*ha]
tr: regnvaraktighet [min]
Å: återkomsttid [mån]

Återkomsttiden sätts till 10 år (citybebyggelse, P110). Beräkningar utförs för både korta och långa regn och ger en regnintensitet vid 10-minuters-koncentrationstid på 228 l/s per ha. En 30-minuters-koncentrationstid ger en regnintensitet på 116 l/s per ha. För uppföljande beräkningar av dagvattenåtgärder väljs en dimensionerande regnintensitet av 228 l/s per ha.

3.2.3 Beräkning av dimensionerande flöden och fördröjningsbehov

Det dimensionerande dagvattenflödet Q_{dim} beräknas i ekvation (2).

$$Q_{dim} = A * \varphi * i * k \quad (2)$$

Q_{dim} : dimensionerande flöde [l/s]
A: avrinningsområdets area [ha]
 φ : avrinningskoefficient
i: regnintensitet [l/s*ha]
k: klimatkfaktor

Dimensionerande flöden såsom områdets storlek och avrinningskoefficienter redovisas i tabell 1 och 2. Avrinningskoefficienter har valts enligt Svenskt Vatten Publikation P110. För bedömning av flödesändringar utförs beräkningar för både befintligt och planerat markförhållande. Klimatkfaktor används dock bara för framtida förhållande.

Kravet på dagvattenfördröjning är att 10 mm regn per m² hårdgjord yta ska kunna fördröjas inom kvartersmark. Erforderligt behov av fördröjningsvolym tas fram enligt ekvation (3) med villkoren att inga gröna tak anläggs.

$$V = A_{hård} * 0,01 m \quad (3)$$

V: fördröjningsvolym [m³]
A: summa hårdgjorda ytor [m²]

Området är indelat i fyra delområden för seniorboende, övrig kvartersmark väster om Antenngatan, allmän platsmark och torgyta. I andelen hårdgjorda ytor vid framtida förhållanden ingår nya takytor och ytor från bostadsgården. Angivna volymer ska betraktas som grova eftersom planförslaget inte är slutgiltigt.

Tabell 1: Dagvattenflöden för planområdet innan exploatering

Delyta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	q _{dim} (l/s)
A Seniorboende				
Gräsyta	0,12	0,10	0,01	2,74
Lekplats/väg	0,04	0,80	0,03	7,11
Totalt	0,16		0,04	9,85
B Övrig Kvartersmark väster om Antenngatan				
Gräsyta	0,14	0,10	0,01	3,14
Berg i dagen, uppskattat	0,14	0,40	0,06	12,54
Asfalterad väg och parkering	0,18	0,80	0,14	32,47
P-deck	0,07	0,80	0,05	12,04
Befintligt tak	0,20	0,90	0,18	40,63
Totalt	0,72		0,44	100,81
C Allmän platsmark utan torget och Antenngatan				
Gräsyta	0,10	0,10	0,01	2,33
Asfalterad väg	0,01	0,80	0,01	2,55
Totalt	0,12		0,02	4,88
D Torget och Antenngatan				
Torget	0,16	0,70	0,11	25,54
Antenngatan	0,19	0,80	0,15	34,66
Totalt	0,35		0,26	60,19
E Kvartersmark öster om Antenngatan				
Befintligt tak	0,06	0,90	0,05	12,31
Asfalterad väg och parkering	0,06	0,80	0,05	11,67
Totalt	0,12		0,11	23,99
F Hela planområdet				
Gräsyta	0,37	0,10	0,04	8,36
Berg i dagen	0,14	0,40	0,06	12,54
Asfalterad väg och parkering	0,30	0,80	0,24	53,81
P-deck	0,07	0,80	0,05	12,04
Befintligt tak	0,26	0,90	0,23	52,94
Torget	0,16	0,70	0,11	25,54
Antenngatan	0,19	0,80	0,15	34,66
Planområdet	1,47		0,877	199,88

Tabell 2: Förväntade flöden och fördröjningsvolym för planområdet efter exploatering.

Delyta	A (ha)	ϕ (-)	A red (ha)	q_dim (l/s)	V_fördr (m ³)
A Seniorboende					
P-garage/Innergård	0,11	0,50	0,06	15,18	5,55
Tak	0,05	0,90	0,04	11,82	4,32
Totalt	0,16		0,10	27,00	9,87
B Övrig Kvartersmark väster om Antenngatan					
Gräsyta	0,170	0,10	0,02	4,65	0,00
Berg i dagen, uppskattat	0,020	0,40	0,01	2,19	0,80
Bostadsgård	0,06	0,80	0,05	14,01	5,12
Asfalterad väg och parkering	0,14	0,80	0,11	31,08	11,36
P-deck	0,07	0,80	0,05	14,45	5,28
Tak	0,26	0,90	0,23	63,28	23,13
Totalt	0,72		0,47	129,66	45,69
C Allmän platsmark utan torget och Antenngatan					
Gräsyta	0,10	0,10	0,01	2,79	1,02
Asfalterad väg	0,01	0,80	0,01	3,06	1,12
Totalt	0,12		0,02	5,86	2,14
D Torget och Antenngatan					
Torget	0,16	0,70	0,11	30,64	11,20
Antenngatan	0,19	0,80	0,15	41,59	15,20
Totalt	0,35		0,26	72,23	26,40
E Kvartersmark öster om Antenngatan					
Befintligt tak	0,06	0,90	0,05	14,77	5,40
Asfalterad väg och parkering	0,06	0,80	0,05	14,01	5,12
Totalt	0,12		0,11	28,78	10,52
F Hela planområdet					
Gräsyta	0,27	0,10	0,03	7,44	0,00
Berg i dagen	0,02	0,40	0,01	2,19	0,80
Hårdgjord väg, bostadsgård och parkering	0,28	0,80	0,23	62,16	22,72
P-garage/Innergård	0,11	0,50	0,06	15,18	5,55
P-deck	0,07	0,80	0,05	14,45	5,28
Tak	0,37	0,90	0,33	89,88	32,85
Torget	0,16	0,70	0,11	30,64	11,20
Antenngatan	0,19	0,80	0,15	41,59	15,20
Planområdet	1,47		0,963	263,53	93,60

I beräkningarna tas det inte hänsyn till dagvatten från intilliggande mark eftersom marken bedöms kunna ta hand om dagvattnet och bidrar därmed inte med något flöde till Radiotorget. Dagvattenflödet på planområdet ökar med ca 32 % efter exploatering.

3.2.4 Vid extrema regntillfällen – skyfallsmodellering

Vid extrema regntillfällen, dvs. korta och intensiva regn eller långa regn med låg intensitet, kommer dagvattenledningarna inte att kunna avleda allt vatten med en gång. Sekundära avrinningsvägar kommer att uppstå. Den totala dagvattenvolymen genererad vid olika typer av nederbörd visas i tabell 5.

Tabell 3: Dagvattenvolym vid olika extrema regntillfällen

	korta intensiva regntillfällen			långa regn med låg intensitet
återkomsttid	20 år	50 år	100 år	100 år
varaktighet	10 min	10 min	10 min	6 h
dagvattenvolym, ca.	174 m³	242 m³	309 m³	868 m³

Utredningen visar att i dessa scenarion kommer vattnet att tvingas rinna av på ytan utmed den nämnda lokal- och huvudgatan och vidare till lågpunkten öster om området.

Skyfallsmodelleringen visar att planområdet inte är särskilt känsligt mot översvämningar, maximalt vattendjup kan vid ett 100-års regn beräknas till 0,1 – 0,3 meter beläget söder om området vid befintlig parkering. Ett 500-års-regn påverkar i princip hela området men maximalt vattendjup är fortfarande 0,3 m. Kraven på säker tillgänglighet vid 100-årsregn och att räddningstjänst ska kunna ta sig fram vid 500-årsregn är dock uppfyllda, se Figur 4. Information om höjdsättning finns i kapitel 3.4.



Figur 5: Resultat av skyfallsmodellering. 100 års regn till vänster, 500 års regn till höger

3.3 Förslag till utformning

Den här utredningen utgår från att infiltrera och fördröja ytvatten från kvartersmark och tak. Två olika alternativ har tagits fram och redovisar föreslagna dagvattenlösningar.

Alternativ 1 kommer bestå av fördröjning genom dagvattenkassetter eller makadamfyllt magasin. Alternativ 2 innehåller gröna tak, makadammagasin, semi-intensivt grönt tak och växtbäddar. På grund av hur området är utformat är det inte möjligt med en samlad fördröjningsplats för dagvattnet. Därför är fördröjningen uppdelad på 5 stycken olika platser.

På allmän platsmark dvs. torgytan rekommenderas fördröjning i form av dagvattenkassetter. Transformatorstationen anläggs i båda alternativen med grönt tak. Funktion och exempelbilder på dagvattenhanteringsmetoder redovisas i detalj i kapitel 3.5.

Alternativ 1:

Här föreslås utjämningsmagasin i form av dagvattenkassetter eller makadammagasin. Fördelen med dagvattenkassetter är mindre underhållskostnader och ett mindre utrymmesbehov. Med en nyttjandegrad på ca 95 % och ett fördröjningsbehov på ca 97 m³ behövs det 329 stycken kassetter på delområdet A, B och på parkeringen öster om Antenngatan. Vid användning av makadammagasin som har en nyttjandegrad på 30 % blir det totala utrymmesbehovet ca 220 m³. Takvattnet leds via stuprör och markavrinnande vatten leds via dagvattenbrunnar till magasinerna där det fördröjs innan det leds vidare till befintligt dagvattennät med ett jämnare flöde. Föreslagen placering framgår i bilaga 1.

Alternativ 2:

Kärnpunkten i det här alternativet är anläggande av gröna tak på nya takytor och nedsänkta växtbäddar på kvartersmark. Gröna tak kan beroende på växtval medföra en initialförlust upp till 10 mm per regntillfälle som motsvarar fördröjningskravet och minskar flödet med 7 liter/s och fördröjningsvolymen med 6 m³. Då bara en bråkdel av Göteborgs årliga regntillfällen ligger över 10 mm skulle takytorna kunna omhänderta en avsevärd del av regnvattenmängden.

Växtbäddarna utformas som nedsänkta eller upphöjda lådor intill husväggar och parkering där vattnet infiltrerar och fördröjs med bräddningsmöjlighet till VA nätet. Botten på husnära växtbäddar ska vara täta och sidorna bestå av sten, betong, tegel eller trä som avskiljer vattnet från byggnaderna. Totalt utrymmesbehov för växtbäddar är 146,5 m² fördelat på delområdena A, B och längs med parkeringsplatser där det redan idag finns växtlighet i form av buskage och små träd. En fördröjningskapacitet på 0,35 m³ per m² har antagits. Växtbäddens uppbyggnad har valts enligt nedan.

<i>Lager</i>	<i>Tjocklek</i>
Fördröjningszon m. översvämningsskydd	200 mm
Växtbädd	450 mm
Grov sand	100 mm
Makadam	350 mm

Under bostadsgården anläggs ett makadammagasin för att fördröja flöden från markytan innan avledning till allmänt nät. Beräkningarna visar ett fördröjningsbehov på ca 5,1 m³.

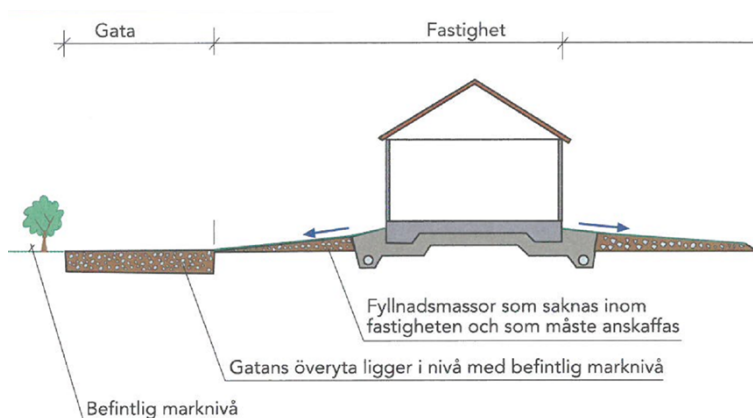
Väster om det planerade seniorboendet på parkeringsgaraget kan det med fördel anläggas ett semi-intensivt grönt tak. På så sätt skapas en yta med innergårdskaraktär som samtidigt uppfyller funktionen att fördröja dagvatten. Höjden på en sådan överbyggnad är ca 0,5 meter. Semi-intensiva gröna tak är en enklare variant av de intensiva gröna taken på vilka man kan plantera basväxter, prydnadsgräs, vedartade örter, marktäckare och buskar. Semi-intensiva planteringar kan anläggas intill eller runt om en icke vegeterad vistelseyta på tak vilket gör dem intressanta även där bärkraften på taket är begränsad. Fördröjningskapaciteten bedöms vara tillräcklig även om nya hus inte förses med gröna tak.

Parkeringsdäckets nya översta plan ska förses med stuprör som leder dagvatten till omkringliggande växtbäddar innan det leds vidare till det allmänna va-nätet.

3.4 Höjdsättning

För att säkerställa god avrinning och minskad risk för uppdämning av dag- och dräneringsvatten bör lägsta golvnivå i planerade byggnader sättas med hänsyn till lutning av intilliggande mark så att lokala lågpunkter, i vilka dagvatten kan ansamlas, undviks. Lägsta golvnivå ska vara högre än gatunivån vid förbindelsepunkt för dagvatten för att en tillfredsställande avledning av dag- och dräneringsvatten ska kunna erhållas, se principalskiss nedan. En höjdskillnad på minst 0,3 m mellan lägsta golvnivå och gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten rekommenderas. Höjdsättningen på bostadsgården måste ske på ett sådant sätt att inget vatten blir stående. Instängda områden bör undvikas.

Detta gäller främst för den planerade bostadsgården. Marknivån måste utformas på ett sådant sätt att vattnet kan rinna ut på torget utan hinder. Anslutningshöjder på planerade anläggningar redovisas på ritningarna (bilaga 1 och 2). I dagsläget finns det ingen information om åt vilket håll planerade takytor lutar. Därför har det gjorts ett antagande gällande taklutningar, vilket framgår i nämnda bilagor. Uppsamlingsledningar från stuprör brukar förläggas med ca 1 m täckning. Där en grundare avledning eftersträvas kan det med fördel användas markrännor t.ex. ACO Multidrain PP. Placering av fördröjningsanläggningar d.v.s. växtbäddar och magasin, är exemplariskt och bör anpassas till slutgiltiga lägen av stuprören.



Figur 6: Principskiss på gemensam höjdsättning av fastighet och gata (källa: Svenskt Vatten, P105)

3.5 Renings- och fördröjningsmetoder

3.5.1 Fördröjningsmagasin

Där öppna fördröjningslösningar inte är tillämpliga på grund av markförhållanden rekommenderas anläggning av underjordiska fördröjningsmagasin t.ex. dagvattenkassetter. Dagvattenkassetter har en hålrumsvolym upp till ca 95 % vilket innebär ett betydligt mindre volymbehov jämfört med en anläggning av makadammagasin. Kassetterna finns i olika utseenden och storlekar beroende på leverantör. Volymen fylls upp genom ett strypt utlopp och töms långsamt under en längre tid. Sediment och föroreningar sammanfogas och lägger sig på botten. Därför måste magasinen rensas med jämna mellanrum. Kassetterna kan användas för avledning av dagvatten från tak och hårdgjorda ytor. De bör förses med bräddanslutning för indikation på framtida igensättning. En geotextilduk placeras runt kassetterna för att hålla bort smuts och jord från magasinet.



Figur 7: Dagvattenkassetter (www.rehau.com)

3.5.2 Makadammagasin

Dagvatten som betraktas som rent eller mindre förorenat, men som behöver fördröjas, kan avledas via makadammagasin. Den fria volymen, d.v.s. magasinerings- eller utjämningsvolymen, i magasinet utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 30 %. Utflöde sker antingen genom att vattnet från magasinet perkolerar ut i omgivande marklager eller genom en kontrollerad avtappning till recipienten. En fördel med makadammagasin är att det kan anläggas under t.ex. gräs- eller asfaltsytor. Makadammagasin har främst fördröjande förmåga men även en viss renande effekt. Nackdelen med makadamdiken är att de normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom den hydrauliska kapaciteten kan avta med tiden.

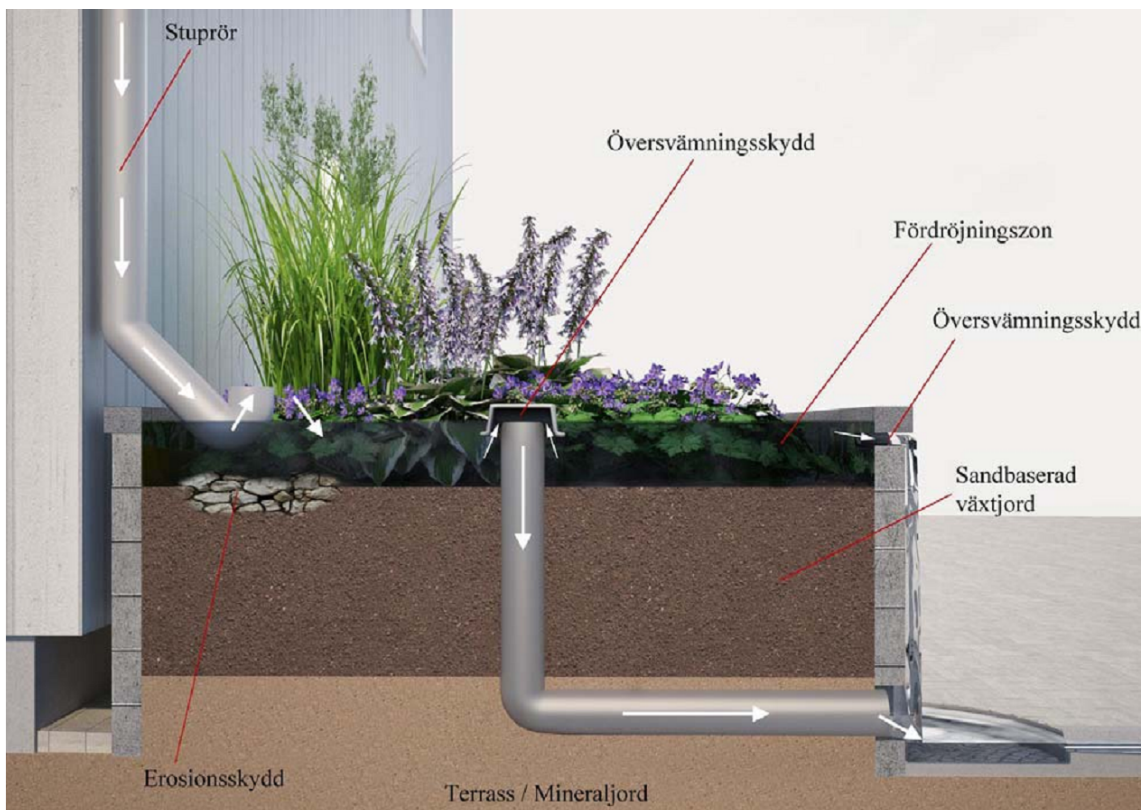
3.5.3 Växtbäddar

Växtbäddar används för att infiltrera dagvatten från närliggande ytor som vägar och parkeringar. Det ställs krav på att växterna ska klara perioder av både torka och höga vattennivåer då växtbädden inte har någon permanent vattenspegel. Med en välkomponerad vegetationsmix fås växtbäddar som fyller en teknisk funktion med fördröjning och rening men också ett vackert inslag i gatumiljön eller i anslutning till parken. Den bör dock ej placeras direkt över några ledningsstråk.

Växtbäddar byggs upp så att i stort sätt allt dagvatten kan magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter nederbördstillfället. Växtbädden har endast en synlig vattenspegel i samband med kraftiga regn. Då bädden är planterad med växter medför detta att den dessutom har en mycket större förmåga att avdunsta vatten än exempelvis en steril infiltrationsbädd av makadam.



Figur 8: Nedsänkt växtbädd med inlopp genom nedsänkt kantssten. (sigmacivil.se)



Figur 9: Upphöjd växtbädd (Faktablad Movium)

3.5.4 Gröna tak

För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med s.k. gröna tak. Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t ex sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak med djupare vegetationsskikt magasineras enligt Svenskt Vattens publikation P105 i medeltal 75 % av årsavrinningen. Dessutom ökas initialförlusten vid varje regntillfälle med ca 6-10 mm beroende på vald tjocklek och lutning på taket. Detta innebär att även kraftiga regn kan utjämnas under den första avrinningstiden. Sedumtaken klarar inte en lutning som är brantare än 27 %, vid brantare lutning torkar taken mot söder så pass mycket att växterna tar skada. Förutom detta har sedum till skillnad från vanligt gräs den speciella egenskapen att det klarar längre torrperioder utan att torka ut. Alternativt läggs ett tak med grusskikt som innebär en mindre magasinering (ca 25 %).

Intensivt grönt tak:

Takytor som det är tänkt att kunna vistas på, exempelvis rekreationsytor och lekplatser, kräver i regel en hög skötselnivå och blir per definition intensiva oavsett växtval. Intensiva takplanteringar varierar stort i växtbäddsdjup, 300 – 1000 mm, vilket i första hand beror önskad vegetationstyp. Detta medför också att lasten varierar mellan allt från ett par hundra kilo till ett par ton vilket är mycket högre än andra gröna tak.

Skötselnivån för intensiva takplanteringar kan jämföras med en vanlig trädgård där regelbunden bevattning, beskärning, klippning och tillförsel av gödsel förekommer.



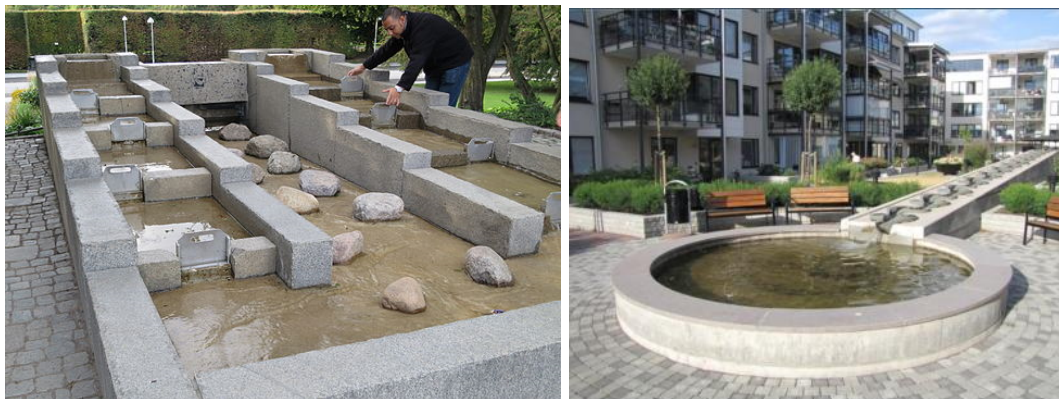
Figur 10: Gröna tak (www.optigreen.com)



Figur 11: Exempel på semi-intensivt grönt tak (www.byggros.se)

3.5.5 Öppna lösningar i tät bebyggelse

Öppna rännor kan ge fördröjning då vattenytan tillåts variera i höjdd. Utflödet, till exempel ett konventionellt ledningssystem eller fördröjningsanläggning, regleras förslagsvis med vattentrappor eller vattenspel. De öppna dagvattenanläggningarna skapar ett mervärde för friluftslivet i kvarteret och ger därmed ett rekreativt värde. Öppna dagvattenanläggningar kan dessutom användas för att sprida kunskap om vatten till barn vilket ger ett pedagogiskt värde. Exempel på lokala, öppna elementen redovisas i figuren nedan.



Figur 12: Exempel på dagvattenelement (th: Wikimedia Commons, Jorchr. tv: flowforms.se)

4 Föroreningar i dagvatten

De allmänna förutsättningarna är att planområdet är ca 1,4 ha stort och delas upp i seniorboende, övrig kvartersmark öster om Antenngatan och allmän platsmark. För beräkningen av föroreningar i dagvatten har recipientmodelleringsverktyget Stormtac använts (version 2016-04). Årsnederbörden har antagits till 850 mm/år. Beräkningen har utförts för alla tre delområden före och efter exploatering med hänsyn tagit till framtagna hanteringsmetoder dvs. dagvattenkassetter, makadammagasin och växtbäddar.

Resultat av beräkningarna för nuvarande föroreningshalter och för framtida förhållanden redovisas i bilaga 3. Resultaten visar att föroreningshalterna kan minska betydligt för nästan alla ämnen med båda alternativen jämfört med nuläget. Miljöförvaltningens riktlinjer för utsläpp av dagvatten kan dock inte nås för alla ämnen i alternativ 1. Däremot visar beräkningen att växtbäddarna klarar av riktvärden för alla ämnen enligt Miljöförvaltningens riktlinjer.

Hur stor den faktiska reningseffekten blir är beroende av hur varje enskild reningsanläggning utformas och förutsättningarna på platsen. Variationer såväl till det bättre som sämre kommer även att finnas för olika ämnen och vid olika årstider.

5 Investeringskostnad

Med utgångspunkt från systemlösningen och erfarenheter från tidigare likvärdiga projekt har investeringskostnader bedömts. Kostnaderna bör tolkas som mycket grova uppskattningar i detta tidiga skede. Detaljutformning av området och val av metoder och material påverkar dem slutgiltiga kostnaderna. Särskild hänsyn bör tas till eventuell bergschakt. Omfattningen är osäker då djupet till berg är okänt i vissa delar av området. Totalkostnader för alternativ 1 ligger på ca 0,66 Mkr för dagvattenkassetter resp. 0,70 Mkr för makadammagasin. Totalkostnader för alternativet 2 uppskattas till ca 1,8 Mkr. Kostnader för båda alternativen redovisas i bilaga 4.

6 Drift och underhåll

För att bibehålla anläggningarnas infiltrations-, fördröjnings- och reningskapacitet krävs regelbundet underhåll. Kostnaden för underhåll uppskattas till 5-8 % av anläggningskostnaderna. En bedömning görs för varje enskilt fall och kostnaderna varierar från år till år. Till exempel kräver nyanlagda anläggningar utökad skötsel de tre första åren.

Underhåll av dagvattenkassetter innebär mestadels regelbunden slam- och sandtömning som kan behövas med uppskattningsvis ca 5 års intervall. Bedömd kostnad är mindre än 1000:-/år. Underhållskostnaden är beroende av den slutgiltiga utformningen av anläggningarna och lokala förutsättningar och kan därför inte anges. Makadammagasin behöver grävas om med ca 10-15 års mellanrum för att säkerställa den hydrauliska kapaciteten. In- och utloppsbrunnar kräver besiktning flera gånger per år.

Växtbäddar och växtklädda takytor behöver särskilt skötsel för att säkerställa infiltrations- och reningskapaciteten. Byte av filtermaterial krävs dock sällan (>10 år). Skötsel bör ske minst 2 ggr per år. Tidsåtgången beror på storlek och antal växtbäddar.

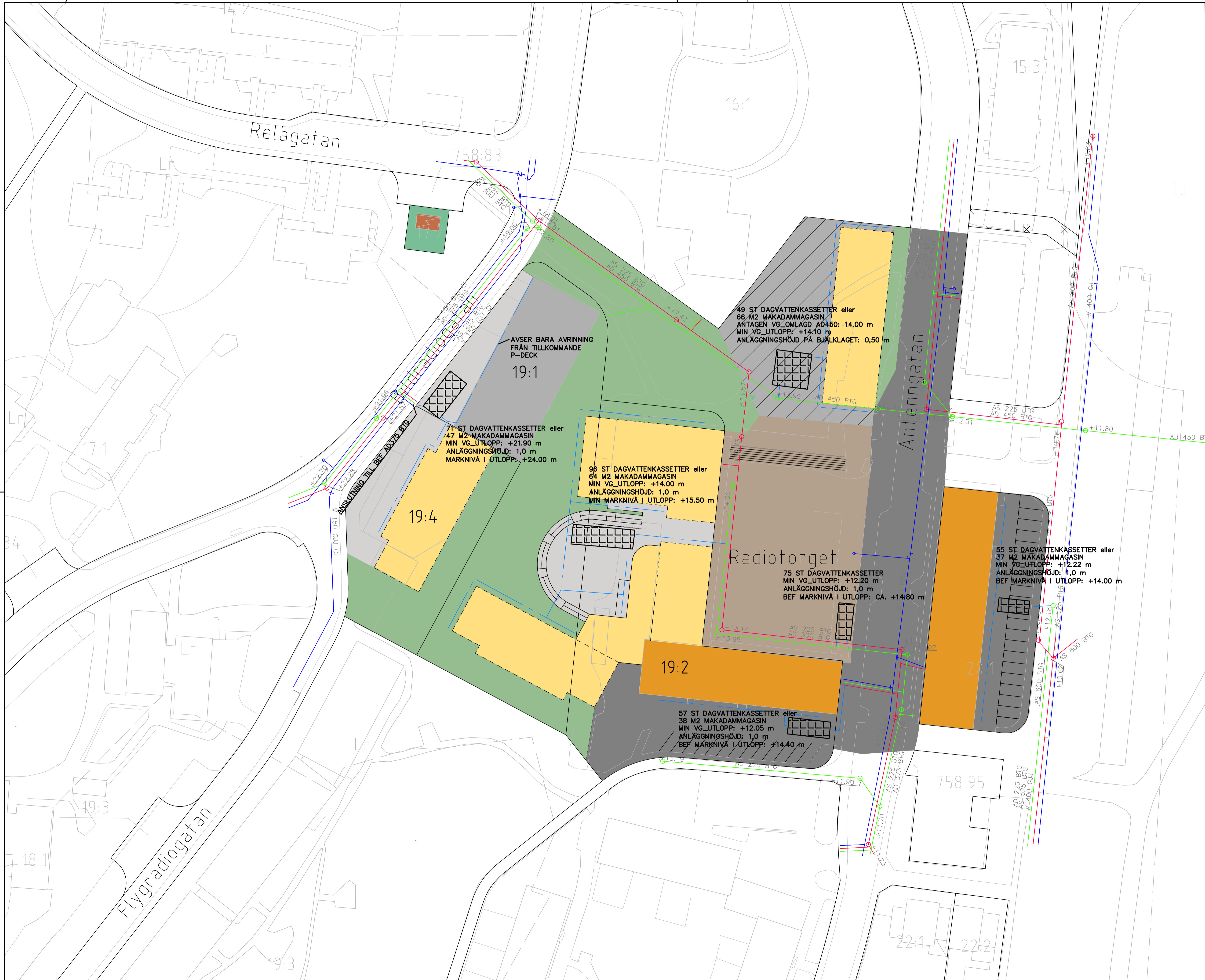
Köpenhamns kommun har tillsammans med konsulter gjort en överslagsberäkning för driftkostnader för växtbäddar. Beräkningarna har gjorts på olika typer av fastigheter bl.a. ett bostadsområde (2 000 m²) där regnvatten från tak leds till växtbäddar. Rapporten visar driftkostnader på ca 26 300 SEK för angivet bostadsområde. Kostnader är beräknade utifrån en livslängd på 25 år och driftkostnaderna beräknas utifrån ett timpris på ca 360 SEK. Materialkostnaderna är inte specificerade i detalj men siffrorna ger en indikation till vad de ungefärliga kostnaderna för växtbäddar kan tänkas vara.

7 Slutsats

Förutsättningar för fullständigt LOD inom planområdet är begränsat på grund av det geografiska förhållandet. Dagvatten föreslås därför renas och fördröjas inom området så mycket som möjligt innan det avleds till det befintliga va-nätet. I första alternativet föreslås fördröjning i dagvattenkassetter eller makadammagasin som är placerade på 5 mindre delområden. Andra alternativet är en kombination av gröna lösningar och ett enkelt makadamfyllt magasin. Det föreslås anläggning av gröna tak på nya byggnader, en semi-intensiv grön takterrass på det nya p-garaget och flera växtbäddar för lokal omhändertagning av dagvatten. Investeringskostnader för alternativ 1 ligger på ca 0,66 Mkr vid val av dagvattenkassetter och 0,70 Mkr vid val av makadamfyllda magasin. Kostnaden för det andra alternativet är högre och ligger på ca 1,8 Mkr.

Utvärdering av skyfallsmodelleringen visar att planerade byggnader inte riskerar någon större översvämningsrisk vid 100- resp. 500-års-regn. Det maximala vattendjupet bedöms till 0,3 meter.

Föroreningsberäkningar visar dessutom att dagvattenhanteringen i samband med exploatering ger en förbättring avseende recipientbelastning för alla föroreningsämnen i Miljöförvaltningens riktlinjer beroende på val av hanteringsmetod. Anläggning av växtbäddar ger bäst resultat på reningseffekt i området.



- ### FÖRKLARINGAR
- PLANOMRÅDE
 - BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
 - BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
 - BEFINTLIG VATTENLEDNING
-
- TAK
 - NYA TAK
 - GRÖNYTA
 - GATA/PARKERING
 - TORGET
 - UNDERJORDISKT PARKERINGSGARAGE
 - FÖRSLAG PÅ NY DAGVATTENLEDNING
 - OMRÅDE LÄMPLIGT FÖR PLACERING AV FÖRDRÖJNINGSMAGASIN

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN

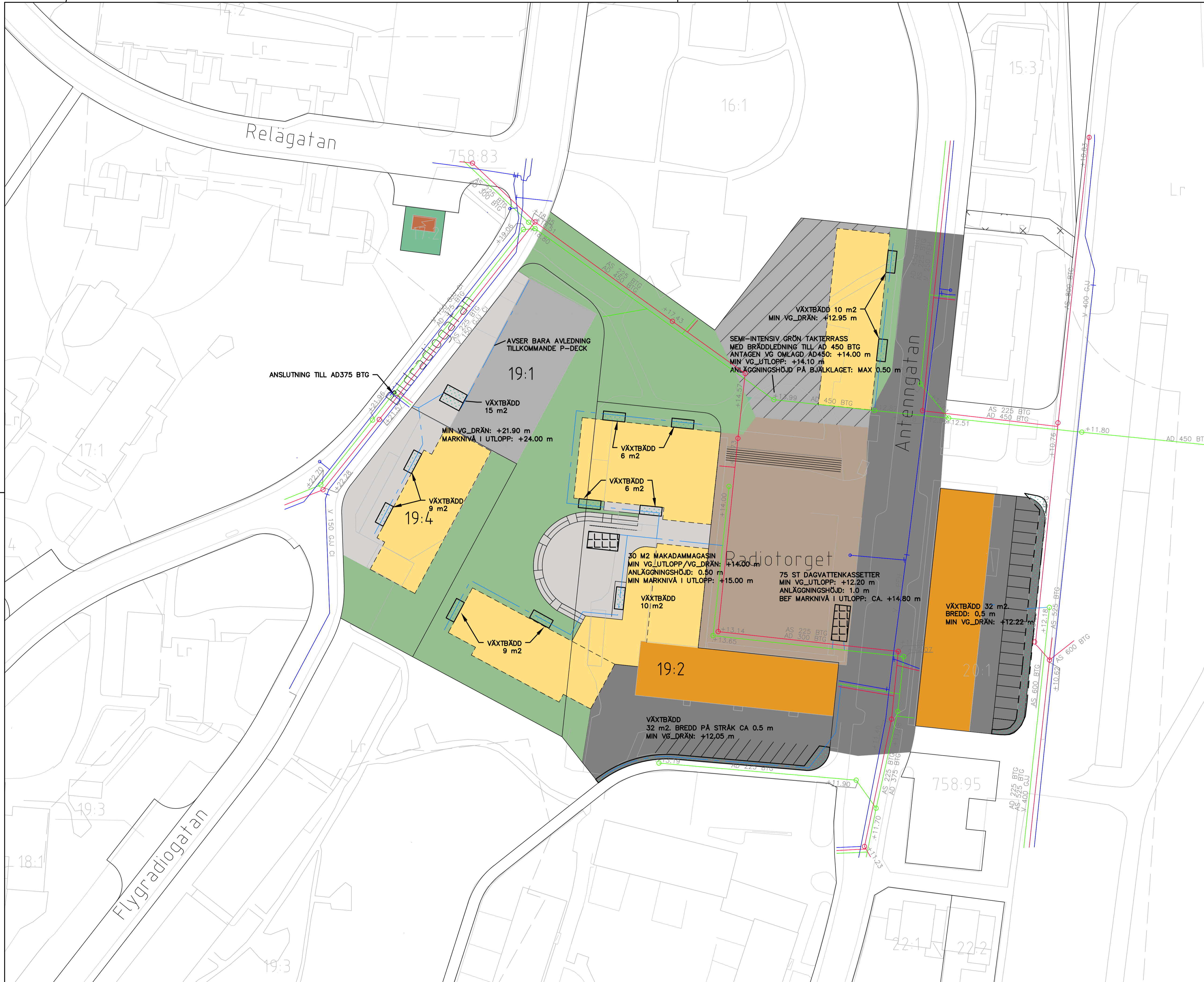


UPPDRAG NR 95302	RITAD/KONTROLLERAD AV P. WIGEBÖRN	GRANSKAD AV O. ACIKGÖZ
DATUM 2016-04-22	ANSVARIG OGUZ ACIKGÖZ	

RADIOTORGET
DAGVATTENUTREDNING
VA-TEKNIK, SYSTEMLÖSNING DAGVATTEN
ALTERNATIV 1

SKALA A1: 1:400	NUMMER R-51-1-001	BET
--------------------	----------------------	---------

Ritning © Projekt 95302/05, Tematik Riktlinjer 05-51-007/08, Skapad av Philipp Luterer 2016-03-11 09:53



FÖRKLARINGAR

- PLANOMRÅDE
 - BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
 - BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
 - BEFINTLIG VATTENLEDNING
-
- TAK
 - GRÖNA TAK
 - GRÖNYTA
 - GATA/PARKERING
 - TORGET
 - UNDERJORDISKT PARKERINGSGARAGE
 - FÖRSLAG PÅ NY DAGVATTENLEDNING

ANMÄRKNINGAR

VÄXTBÄDDAR FÖRSES MED DRÄNLEDNING I BOTTEN MED MINST 1 M TÄCKNING. ANGIVNA "MIN VG_DRÄN" AVSER MÖJLIGHET FÖR PÅKOPPLING TILL BEF NÄT. PLACERINGEN ÄR BERÖENDE PÅ STUPRÖRENS SLUTGILTIGA LÄGEN.

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	IGN



UPPDRAG NR 95302	RITAD/KONTROLLERAD AV P. WIGEBÖRN	GRANSKAD AV O. ACIKGÖZ
DATUM 2016-04-22	ANSVARIG OGUZ ACIKGÖZ	

RADIOTORGET
DAGVATTENUTREDNING
VA-TEKNIK, SYSTEMLÖSNING DAGVATTEN
ALTERNATIV 2

SKALA A1: 1:400	NUMMER R-51-1-002	BET
--------------------	----------------------	---------

BILAGA 3: FÖRORENINGSBERÄKNING

Resultat Föroreningsberäkningar, delområde Seniorboende

Föroreningshalter innan expoatering								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	130	1400	2,6	14	24	0,18	3,6	2,3
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,037	13000	380	0,004	2,3	1,5E-03	3,4	12000
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,013	0,018	0,0058	0,0058	0,0014	0,0012	0,0012	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föroreningshalter efter expoatering, Alternativ 1 Avsättningsmagasin								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	33	1600	0,74	3,6	11	0,2	1,2	1,6
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,0092	14000	76	0,0044	0,79	0,0015	1,6	5100
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,016	0,022	0,0073	0,0074	0,0016	0,0015	0,0016	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föroreningshalter efter expoatering, Alternativ 1 Makadammagasin								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	57	940	0,41	2,8	7,3	0,16	0,93	1,3
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,011	5300	45	0,0027	0,55	0,0011	1,4	6700
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,011	0,016	0,0052	0,0052	0,0011	0,001	0,0011	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föroreningshalter efter expoatering, Alternativ 2 Växtbäddar								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	35	1100	0,49	3,8	4,7	0,056	1,8	0,68
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,01	7700	68	0,0012	0,46	0,0009	0,76	5600
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,0095	0,013	0,0043	0,0043	0,00093	0,00087	0,00092	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Resultat Föreningshalter beräkningar, delområde Ovrig kvartersmark väster om Antenngatan

Föreningshalter innan expoatering								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	91	1500	8,4	17	50	0,42	5,9	3,2
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,029	52000	330	0,018	0,82	0,0018	3,1	13000
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,02	0,027	0,0089	0,0089	0,0019	0,0017	0,0018	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningshalter efter expoatering, Alternativ 1 Avsättningsmagasin								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	35	1500	2,2	5,3	21	0,23	2,1	1,9
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,011	25000	130	0,012	0,56	0,0016	1,5	5600
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,017	0,024	0,0076	0,0077	0,0017	0,0015	0,0016	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningshalter efter expoatering, Alternativ 1 Makadammagasin								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	60	850	1,2	4,1	14	0,18	1,7	1,5
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,014	9200	75	0,007	0,39	0,0011	1,3	7400
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,012	0,016	0,0053	0,0054	0,0012	0,001	0,0011	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningshalter efter expoatering, Alternativ 2 Växtbäddar								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	37	970	1,5	5,6	9,2	0,065	3,2	0,8
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,012	13000	110	0,0032	0,33	0,00093	0,71	6200
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,01	0,014	0,0045	0,0045	0,00097	0,00088	0,00093	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Resultat Föreningshalter, delområde Allmän platsmark

Föreningshalter innan expoatering								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	91	1700	2,5	15	28	0,17	3,1	2
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,036	9800	320	0,0072	0,57	0,0018	3,3	16000
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,018	0,025	0,0078	0,0085	0,0018	0,0017	0,0017	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningshalter efter expoatering, Alternativ 1 Avsättningsmagasin								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	36	1700	0,68	4,9	12	0,082	1,1	1,1
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,016	4900	150	0,0047	0,48	0,0015	1,6	7100
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,015	0,021	0,0067	0,0072	0,0015	0,0014	0,0015	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningshalter efter expoatering, Alternativ 1 Makadammagasin								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	62	950	0,37	3,7	8,1	0,064	0,88	0,86
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,019	1800	85	0,0028	0,34	0,0011	1,4	9400
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,011	0,015	0,0046	0,005	0,0011	0,00099	0,001	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

Föreningshalter efter expoatering, Alternativ 2 Växtbäddar								
µg/l	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni
Beräkning	38	1100	0,44	5	5,2	0,023	1,7	0,46
Riktvärde	50	1250	14	10	30	0,4	15	40
µg/l	Hg	SS	Oil	BaP	Benz	TBT	As	TOC
Beräkning	0,018	2600	130	0,0013	0,28	0,0009	0,75	7900
Riktvärde	0,05	25000	1000	0,05	10	0,001	15	12000
µg/l	PCB 28	PCB 52	PCB 101	PCB 118	PCB 138	PCB 153	PCB 180	
Beräkning	0,0089	0,012	0,0039	0,0042	0,00088	0,00083	0,00086	
Riktvärde	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	0,014	

BILAGA 4: KOSTNADSBERÄKNING

ALTERNATIV 1

	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Dagvattenkassetter				
<i>t.ex Wavin aqua cell 200l inkl. schakt, brunn, geotextil, kringfyllnad</i>	stk	312	1 000,00 kr	312 000,00 kr
Makadamfyllt magasin				
<i>inkl. schakt, dränering, fyllnad, geotextil mm ca djup 1 m</i>	m ³	230	1 500,00 kr	345 000,00 kr
Dagvattenledning				
<i>material, schakt, fyllnad, geotextil</i>	m	350	1 000,00 kr	350 000,00 kr

ALTERNATIV 2

	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Växtbädd				
<i>plantering, matjordslager, dränlager, geotextil</i>	m ²	130	800,00 kr	104 000,00 kr
Sedumtak				
	m ²	2500	400,00 kr	1 000 000,00 kr
Semi-intensivt takterrass				
<i>plantering, matjordslager, dränlager, geotextil</i>	m ²	700	520,00 kr	364 000,00 kr
Makadamfyllt magasin				
<i>inkl. schakt, dränering, fyllnad, geotextil mm ca djup 1 m</i>	m ³	20	2 000,00 kr	40 000,00 kr
Dagvattenledning				
<i>material, schakt, fyllnad, geotextil</i>	m	300	1 000,00 kr	300 000,00 kr
TOTAL				1 808 000,00 kr