



RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING LÅNGSTRÖMSGATAN, GÖTEBORGS STAD
STADSBYGGNADSKONTORET

UPPRÄTTAD: 2016-03-15

Upprättad av

Philipp Lorber

Granskad av

Lars Nilsson

Godkänd av

Oguz Acikgöz

Innehållsförteckning

Innehållsförteckning	2
1 Sammanfattning	3
2 Inledning	3
2.1 Syfte	3
2.2 Underlag	3
3 Befintliga förhållanden	4
3.1 Områdesbeskrivning.....	4
3.2 Geoteknik	4
3.3 Befintligt Va-system.....	5
4 Framtida förhållanden	6
4.1 Planförslag.....	6
4.2 Dimensionering.....	7
4.2.1 Förutsättningar till dagvattenhantering	7
4.2.2 Beräkning av dimensionerande regnintensitet	8
4.2.3 Beräkning av dimensionerande flöden	8
4.2.4 Beräkning av erforderligt behov av fördröjning	10
4.2.5 Vid extrema regntillfällen – skyfallsmodellering	11
4.3 Förslag till utformning	12
4.4 Renings- och fördröjningsmetoder	15
4.4.1 Fördröjningsmagasin	15
4.4.2 Skelettjordsanläggning med trädplantering	15
4.4.3 Växtbäddar	16
4.4.4 Gröna tak.....	17
4.4.5 Öppna lösningar i tät bebyggelse	18
5 Föroreningar i dagvatten.....	18
6 Investeringskostnad	19
7 Drift- och underhållskostnad	20
8 Slutsats	20
 Bilaga 1 Alternativ 1 systemlösning för dagvatten	
Bilaga 2 Alternativ 2 systemlösning för dagvatten	
Bilaga 3 Påverkan skyfallsmodellering	
Bilaga 4 Föroreningsberäkningar	
Bilaga 5 Typsektion LOD – Träd i hårdgjord yta med skelettjord, TK Stockholm	
Bilaga 6 Typsektion rännstensbrunnar med magasin (perkulationsbrunn), TK Göteborgs Stad	

1 Sammanfattning

I samband med detaljplanearbetet för bostäder vid Långströmsgatan inom stadsdelen Västra Hisingen, Göteborg, har Sigma Civil AB fått i uppdrag av Göteborgs stad att göra en dagvattenutredning för området. 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 gröna tak och växtbäddar för att hantera dagvatten från kvartersmark. Dagvatten från vägområden föreslås fördröjas i en skelettjordsanläggning under nya Långströmsgatan. Det andra alternativet föreslås placering av utjämningsmagasin på kvartersmark för att fördröja dagvattenmängder innan avledning till va-nätet sker.

Utredningen visar att ett fullständigt lokalt omhändertagande av dagvatten är svårt att realisera. Dock kan en omfattande fördröjning och infiltration av dagvattnet möjliggöras inom planområdet så att mängden dagvatten som leds vidare till det allmänna avloppssystemet minimeras betydligt.

Vid detaljprojektering är det viktigt att marken utformas och höjdsätts så att planerad bebyggelse inte riskerar att 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.

2 Inledning

2.1 Syfte

I stadsdelen Västra Hisingen i Göteborg planeras nybyggnation av flerbostadshus med sammanlagt ca 450 lägenheter vid Långströmsgatan, ca 5 km från Göteborgs centrum. 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 istället nyttja öppna diken och fördröjningsdammar. Detta för att minimera ingreppen i befintlig miljö och framtida driftskostnader.

2.2 Underlag

I arbetet med utredningen har följande underlag använts:

- Samlings- och grundkarta (dwg),
- Karta med befintliga VA-ledningar,
- Grov illustrationsritning, (dwg),
- Publikation P90, Svenskt Vatten 2004.
- Publikation P104, Svenskt Vatten 2011.
- Publikation P105, Svenskt Vatten 2011.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

Området som är aktuellt för dagvattenutredningen är ca 7 ha stort och är beläget vid Långströmsgatan, nordvästra Göteborg. Området avgränsas av den kraftiga bergsslutningen öster om Långströmsgatan och av befintlig bebyggelse samt Långströmsparken i väst. I norr avgränsas planområdet av befintlig korsning Långströmsgatan/Släktledsgatan och söder av befintlig kulle och bergsklack utmed Långströmsgatan.

Marknivån ligger mellan +32 m och +36 m över havet och lutar svagt från östra till västra sidan av utredningsområdet. Det centrala planområdet är dock relativt plant. Lågpunkten är belägen vid parkeringsplatsen längst i norr. Högpunkten ligger ca 200 m söder om lågpunkten på cykelvägen längs med västra plangränsen.

På grund av omgivna högre markpartier och bergsslutningar är planområdet särskilt känsligt mot översvämningar. Avrinning kan bara ske via va-nätet, se 3.3. Det finns inget naturligt vattendrag i området. Kartan nedan redovisar lutningsförhållande (blåa pilar) som det togs fram genom ett platsbesök i området. Lokala låg- och högpunkter är markerade L resp. H. Lokala lågstråk är markerade med streckad linje.

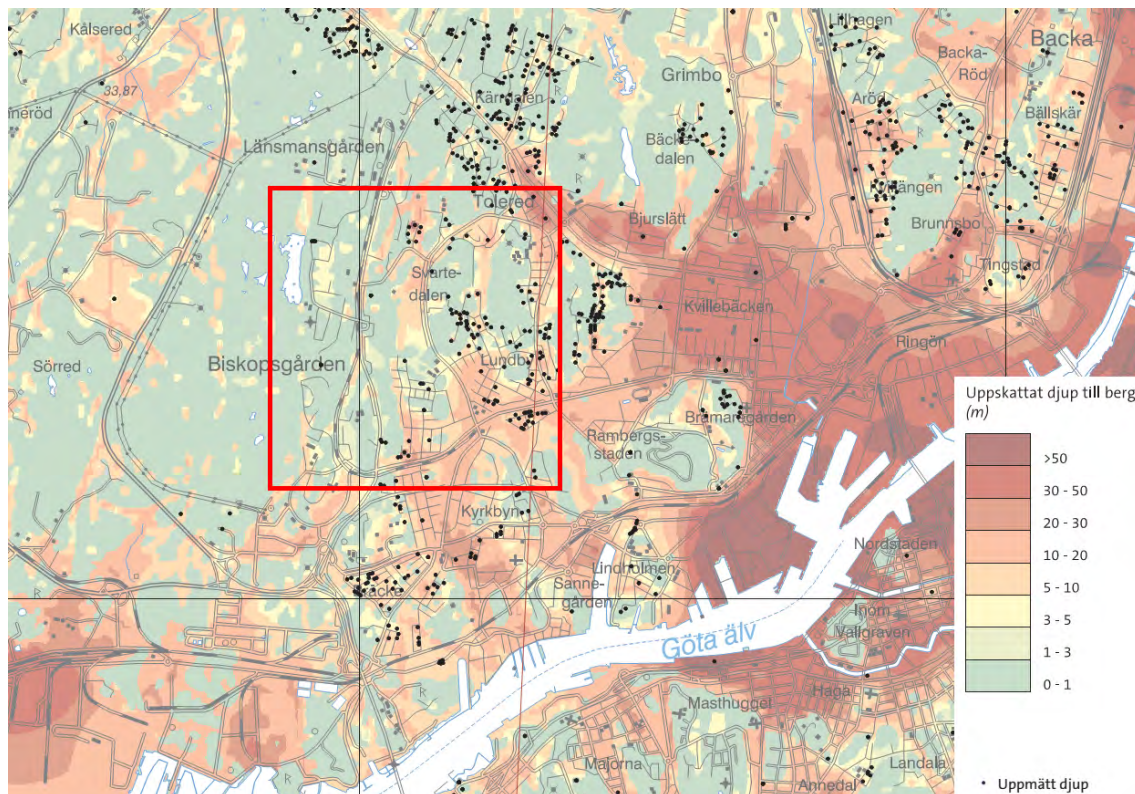


Figur 1: Orientering och planområdets lutningsförhållande (www.eniro.se)

3.2 Geoteknik

Planområdets jorddjup enligt jorddjupskartan från Sveriges geologiska undersökning, SGU, varierar mellan 3 till 20 m, se figur 2. Mindre jordtäckningsgrader bestämmer södra planområdet medan djupet till berget är störst vid planområdets högpunkt i nordöst.

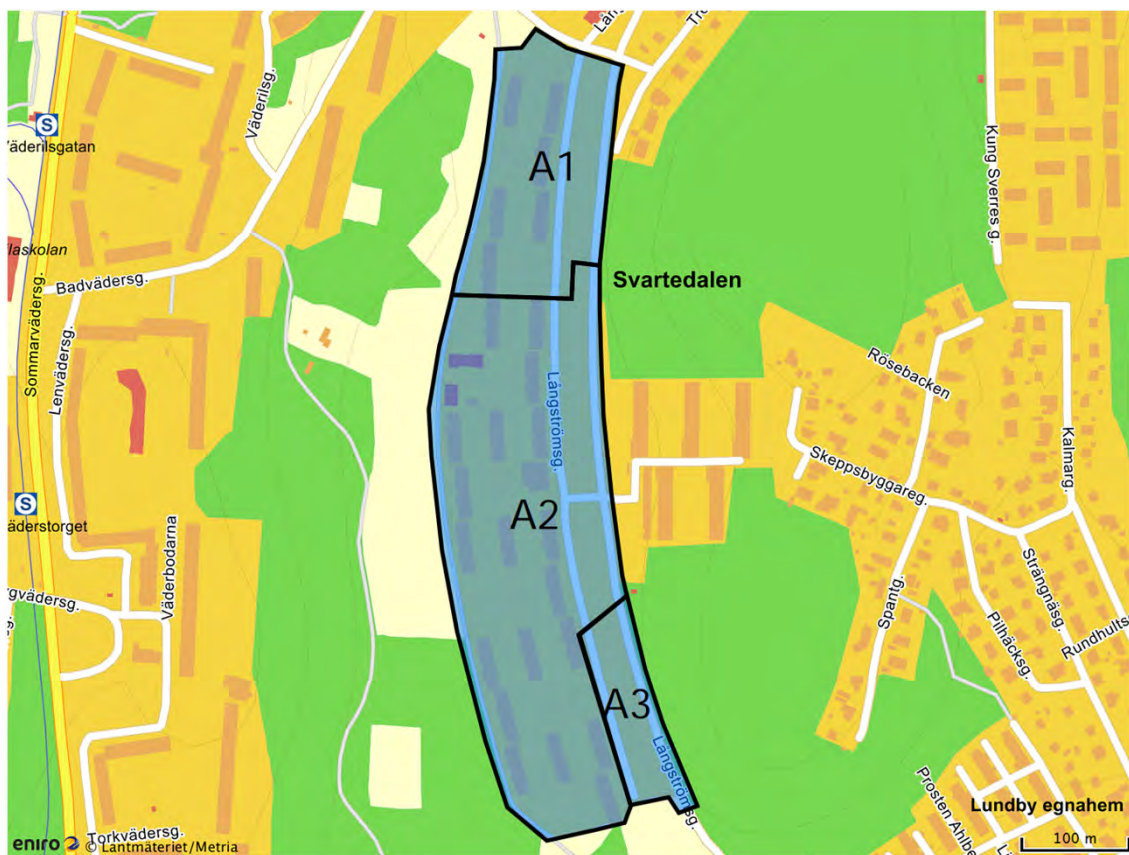
Infiltrationsförmågan för dagvatten bedöms att vara god. Kapaciteten är dock begränsad på grund av brist på naturliga utströmningsmöjligheter. Någon detaljerad geologisk utredning för området föreligger inte.



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

3.3 Befintligt Va-system

Dagvattenavledning i planområdet sker åt tre olika håll. För att motverka risk för översvämningar i området är va-nätet försedd med särskilt stora flödeskapaciteter. Norra delen planområdet (A1) avvattnas norrut via befintlig dagvattenledning i Långströmsgatan och Släktledsgatan. Därifrån leds en avloppskulvert DN1000 vidare till Gryaab. Dagvatten från det centrala planområdet (A2) avleds till ett utjämningsmagasin DN1600 väster om området innan det övergår till kombinerat system vidare till Gryaab. Södra delen Långströmsgatan (A3) avleds via dagvattenledning söderut innan det fortsätter i kombinerat system vidare till Gryaab. Längs med det kombinerade ledningssystemet finns ett antal bräddningsanläggningar utanför planområdet som slutligen mynnar i Göta Älv. De stora ledningsdimensionerna minskar risken för översvämningar i det känsliga området som är aktuellt i denna utredning.

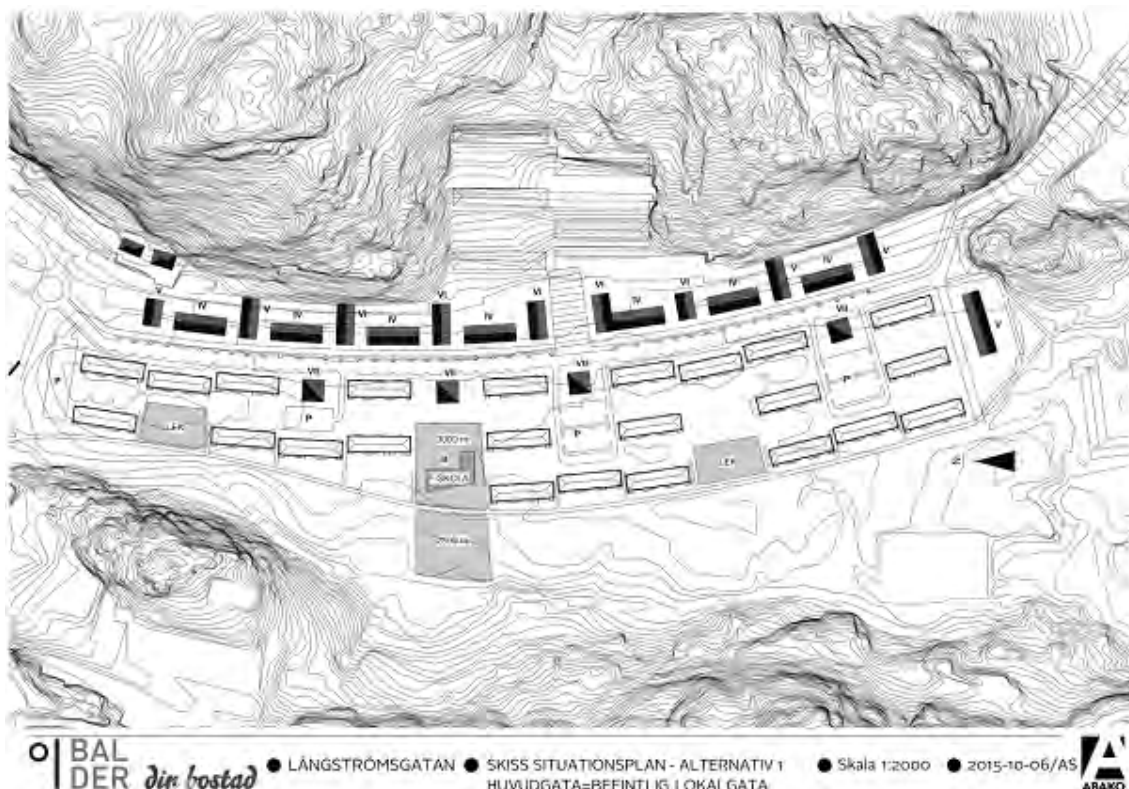


Figur 3: Avrinningsområden till dagvattennät

4 Framtida förhållanden

4.1 Planförslag

Planförslaget avser nyproduktion av ett antal flerbostadshus, ca 450 lägenheter, i planområdet. Föreslagen bebyggelse skulle innebära omdragning av Långströmsgatan som i sin tur skulle möjliggöra en förtätning d v s dubbelsidig bebyggelse utmed gatan. Detta för att bidra till att stärka gaturummet och tryggheten i området. Nya flerbostadshus planeras för att ha mellan fem till åtta våningar. Till viss del kommer den befintliga bebyggelsen att ersättas med punkthus. Planförslaget är inte slutgiltigt utan preliminärt d v s läge och utsträckning av tillkommande ytor har inte fastställts. Illustration av planförslaget redovisas nedan i figur 4.



Figur 4: Illustration av planförslag (enligt avropet)

4.2 Dimensionering

4.2.1 Förutsättningar till dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhantering är framtagna med hjälp av:

- Kretslopp och Vattens principer för dagvattenhantering
- P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar
- P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem,
- P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering.

Svenskt Vatten Publikation P104 rekommenderar att en säkerhetsfaktor för korttidsnederbörd används. För dimensionering ansätts en faktor på 1,2 för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar, ökade regnmängder och områdets låga marknivå.

Dessutom förutsätts följande i den här utredningen:

- Effektiv volym på dagvattenfördröjning inom kvartersmark ska motsvara minst 10 mm nederbörd per ansluten hårdgjord kvadratmeter
- ingreppet på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, dvs bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och sediment där det är möjligt och lämpligt.
- olika typer av öppna lösningar (t.ex. befintliga diken) vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand

Göta älv har prioriteringsklass 1 enligt Göteborgs vattenplan. Dagvattnet från planområdet har klass 3. Matrisen över behandlingsbehov enligt åtgärdsplan anger "enklare behandling" vilket exemplifieras med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), fördröjning genom utjämningsmagasin, översilning eller avledning i öppet dike där det så är möjligt och lämpligt.

4.2.2 Beräkning av dimensionerande regnintensitet

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

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

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

Återkomsttiden sätts till 10 år (citybebyggelse, P105). 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.

4.2.3 Beräkning av dimensionerande flöden

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: klimatfaktor

Dimensionerande flöden såsom delområdets storlek och avrinningskoefficienter redovisas i tabell 1 och 2. Avrinningskoefficienter har valts enligt Svenskt Vatten Publikation P90. Markytan kring planerade huskroppar antas som innergårdsmark med en sammanvägd avrinningskoefficient på 0,5 som bedöms avspeglar den blandade markanvändningen på ett rimligt sätt. För bedömning av flödesändringar utförs beräkningar för både befintligt och planerat markförhållande. Beräkningen redovisas dessutom för respektive avrinningsområde (A1-A3).

Tabell 1: Dagvattenflöden för planområdet innan exploatering

Delyta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	q_dim (l/s)
Avrinningsområde A1					
Grönyta	0,30	0,10	0,03	228,00	8,07
Hårdgjord yta (tak)	0,00	0,90	0,00	228,00	0,00
Hårdgjord yta (väg/parkering)	1,66	0,80	1,32	228,00	362,25
Totalt	1,95				370,32
Avrinningsområde A2					

Grönyta	1,06	0,10	0,11	228,00	28,86
Hårdgjord yta (tak)	0,31	0,90	0,27	228,00	75,10
Hårdgjord yta (väg/parkering)	2,75	0,80	2,20	228,00	601,70
Totalt	4,11				705,67
Avrinningsområde A3					
Grönyta	0,05	0,10	0,01	228,00	1,37
Hårdgjord yta (tak)	0,00	0,90	0,00	228,00	0,00
Hårdgjord yta (väg/parkering)	0,86	0,80	0,69	228,00	188,24
Totalt	0,91				189,60
Planområdet	6,97		4,63		1 265,59

Tabell 2: Förväntade flöden för planområdet efter exploatering

Delyta	A (ha)	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	q_dim (l/s)
Avrinningsområde A1					
Gräsyta	0,12	0,10	0,01	228,00	3,15
Hårdgjord yta (tak)	0,19	0,90	0,17	228,00	46,79
Hårdgjord yta (väg/parkering)	1,19	0,80	0,95	228,00	260,47
Innergårdsmark	0,46	0,50	0,23	228,00	62,24
Totalt	1,95				372,64
Avrinningsområde A2					
Gräsyta	0,78	0,10	0,08	228,00	21,20
Hårdgjord yta (tak)	0,51	0,90	0,46	228,00	125,58
Hårdgjord yta (väg/parkering)	2,07	0,80	1,66	228,00	453,08
Innergårdsmark	0,76	0,50	0,38	228,00	103,28
Totalt	4,11				703,15
Avrinningsområde A3					
Gräsyta	0,00	0,10	0,00	228,00	0,00
Hårdgjord yta (tak)	0,13	0,90	0,12	228,00	32,01
Hårdgjord yta (väg/parkering)	0,41	0,80	0,33	228,00	89,74
Innergårdsmark	0,37	0,50	0,19	228,00	50,62
Totalt	0,91				172,37
Planområdet	6,97		4,56		1 248,16

Beräkningen visar att dagvattenflödet i dagsläget ligger på ca 1 270 l/s. Efter exploateringen förväntas flödet att ligga på ca 1 250 l/s. Eftersom stora delar av marken som tas i anspråk för nybyggnation redan är hårdgjord inträffar ingen ökning av flödet. Beräkningen visar att vid antagna förutsättningar kan dagvattenflödet även minska till ca 1 250 l/s på planområdet. Det skulle medföra en viss avlastning av befintligt va-nät.

Utöver planområdet måste hänsyn tas till intilliggande mark. Det vill säga att också vatten från omgivande höjdpartier öster och väster om Långströmsgatan bidrar med ett visst dagvattenflöde. Tabellen nedan visar en överslagsmässig beräkning på flödena.

Tabell 3: Naturmarksavrinning från intilliggande områden

Naturmarksavrinning	A (ha), ca.	ϕ	A red (ha)	i (l/s*ha)	q _{dim} (l/s)
Delyta					
Väster om Långströmsgatan	5,50	0,10	0,55	228,00	150,48
Östra om Långströmsgatan	3,50	0,10	0,35	228,00	95,76
Totalt	9,00				246,24

Beräkningen visar att skogsområdet väster om Långströmsparken bidrar med ca 150 l/s vid dimensionerade regnintensitet medan området öster om Långströmsgatan genererar ca 100 l/s. Påverkan anses som relativt liten jämförd med beräknat dagvattenflöde från exploateringsområdet.

4.2.4 Beräkning av erforderligt behov av fördröjning

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 används.

$$V = A_{\text{hård}} * 0,01 \text{ m} \quad (3)$$

V: fördröjningsvolym [m³]

A: summa hårdgjorda ytor [m²]

I andelen hårdgjorda ytor vid framtida förhållanden ingår nya takytor, ytor från väg och parkering och ca 50 % av innergårdsmark. Detta för att utformning av kvartersmarken är okänd i dagsläget. Tabellen nedan sårredovisar fördröjningsbehovet för varje avrinningsområde och typ av yta. Vid anläggning av gröna tak för den nya bebyggelsen kan erforderligt fördröjningsbehov minskas med 83 m³ enligt tabell 4. Angivna volymer ska betraktas som grova eftersom planförslaget inte är slutgiltigt.

Tabell 4: Erforderligt fördröjningsbehov

Delyta	A (ha) hårdgjord	Fördröjningskrav mm/m ²	Fördröjningsvolym , m ³
Avrinningsområde A1			
Gräsyta	-	-	-
Hårdgjord yta (tak)	0,19	10,00	19,00
Hårdgjord yta (väg)	1,19	10,00	119,00
Innergårdsmark (50%)	0,23	10,00	23,00
Totalt	1,61		161,00
Avrinningsområde A2			
Gräsyta	-	-	-
Hårdgjord yta (tak)	0,51	10,00	51,00
Hårdgjord yta (väg)	2,07	10,00	207,00
Innergårdsmark (50%)	0,38	10,00	38,00
Totalt	2,96		296,00
Avrinningsområde A3			

Gräsyta	-	-	-
Hårdgjord yta (tak)	0,13	10,00	13,00
Hårdgjord yta (väg)	0,41	10,00	41,00
Innergårdsmark (50%)	0,19	10,00	18,50
Totalt	0,73		72,50
Planområdet	5,30		529,50

Tabell 5: Erforderligt fördröjningsbehov vid anläggning av gröna tak

Delyta	A (ha) hårdgjord	Fördröjningskrav mm/m ²	Fördröjningsvolym , m ³
Avrinningsområde A1			
Gräsyta	-	-	-
Hårdgjord yta (tak)	-	-	-
Hårdgjord yta (väg)	1,19	10,00	119,00
Innergårdsmark (50%)	0,23	10,00	23,00
Totalt	1,42		142,00
Avrinningsområde A2			
Gräsyta	-	-	-
Hårdgjord yta (tak)	-	-	-
Hårdgjord yta (väg)	2,07	10,00	207,00
Innergårdsmark (50%)	0,38	10,00	38,00
Totalt	2,45		245,00
Avrinningsområde A3			
Gräsyta	-	-	-
Hårdgjord yta (tak)	-	-	-
Hårdgjord yta (väg)	0,41	10,00	41,00
Innergårdsmark (50%)	0,19	10,00	18,50
Totalt	0,60		59,50
Planområdet	4,47		446,50

4.2.5 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 tabellen nedan.

Tabell 6: Dagvattenvolym vid olika extrema regntillfällen

	korta intensiva regntillfällen			långa regn med låg intensitet
återkomsttid	25 år	50 år	100 år	100 år
varaktighet	10 min	10 min	10 min	6 h
dagvattenvolym, ca.	1 020 m³	1 280 m³	1 610 m³	4 630 m³

Utredningen visar att i dessa scenarion kommer vattnet att tvingas rinna av på ytan utmed den nämnda lokal- och huvudgatan och vidare till gårdsmark mellan befintliga flerbostadshus väster om gatorna som bildar lågstråk. Avsaknaden av ett naturligt vattendrag i området Långströmsparken ökar risken för att dagvatten blir stående när dagvattennätet är överbelastad.

Skyfallsmodelleringen visar att en del av planerade byggnader är påverkade vid regn med 100 och 500 års återkomsttid. Det gäller främst förskolan och planerade byggnader på västra sidan Långströmsgatan där vattnet beräknas stå med mer än 0,3 m vattendjup. Ett 500-års-regn påverkar i princip alla planerade och befintliga byggnader väster om nya Långströmsgatan med ett beräknat vattendjup på maximalt 1,0 m. Planerade nyproduktioner i sydöstra delen av planområdet får erfara ett vattendjup på maximalt 0,5 m enligt modelleringen. Höjdsättning för nyproduktioner i dessa områden bör utredas mer noggrann i projekteringsskedet. Åtgärder krävs för att minska översvämningsrisken. Påverkan av skyfall är illustrerad på bilaga 3.

4.3 Förslag till utformning

I den här utredningen tas särskild hänsyn till lokalt och ekologiskt omhändertagande av dagvatten. Det innebär att dagvattnet ska i möjligaste mån tas omhand inom planområdet. Om ett fullständigt omhändertagande inte är möjligt på tomtmark föreslås fördröjningsåtgärder innan avledning till det allmänna va-nätet sker.

Enligt kretslopp och vattens principer vid dagvattenhantering ska dessutom beaktas att:

- ingrepp på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten ska minimeras, dvs bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och sediment där det är möjligt och lämpligt.
- fördröjning ska ske så nära källan som möjligt,
- olika typer av öppna lösningar (t.ex befintliga diken) vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand

Vatten från intilliggande områden ska i första hand avledas direkt till nätet och inte belasta lokala dagvattenhanteringsanläggningar. Detta för att säkerställa hanteringen av lokalt dagvatten och för att motverka översvämningsrisk på kvartersmark. Dagvatten från västra höjdparter avleds i dagsläget åt norr och söder via dagvattenledningar. Vatten från östra höjdparter måste ges möjlighet att passera kvartersmark utan att orsaka skador. Detta kan göras genom att placera avskärande dränering eller dike längs med östra bergskanten. Vattnet kan sedan ledas till va-nät i Långströmsgatan.

Funktion och uppbyggnad på dagvattenhanteringsmetoder beskrivs i detalj i kapitel 3.4.1 ff. Två olika alternativ har tagits fram enligt följande. Bilaga 1 och 2 redovisar föreslagna dagvattenlösningar.

Alternativ 1

Kärnpunkten i det här alternativet är anläggning av gröna tak på nya takytor och växtbäddar på dem nya kvartersmarkerna. Gröna tak kan beroende på växtval medföra en initialförlust upp till 10 mm per regntillfälle som motsvara fördröjningskravet. Då bara en bråkdel av Göteborgs årliga regntillfällen ligger över 10 mm skulle takytorna kunna omhänderta en avsevärd del av regnvattenmängder. Volymen överskottsvatten som skulle avledas till växtbäddar minskas betydligt.

Växtbäddarna i sin tur är försedda med olika lager av matjord och dräneringsmaterial. Den här utredningen utgår från en fördröjningskapacitet på ca 0,5 m³ dagvatten per kvadratmeter växtbädd baserad på erfarenheter från tidigare projekt. Funktionen är att fördröja ytvatten från kvartersmark såsom överskottsvatten från gröna tak.

Växtbäddar placerade vid befintliga och planerade parkeringsplatser är ett bra och pålitligt sätt att omhänderta dagvatten så nära källan som möjligt. Dock växtbäddarna vara kopplade till allmänt va-nät för bräddning.

Utrymmesbehovet kan överslagsmässigt beräknas enligt nedan.

$$A_{\text{växt}} = V * 2 \text{ m}^2/\text{m}^3$$

V: fördröjningsvolym för takyta och innergårdsmark [m³] enligt tabell 4 (ca 160 m³)

A: utrymmesbehov växtbäddar [m²]

Behovet kan grovt anges till ca 300 m² vid fördröjning av vatten från såväl innergårdsmark som takytor. Fördröjning från gröna tak tillgodoses inte.

Utöver dagvatten från hårdgjorda ytor på kvartersmark måste hänsyn tas till ytvatten från väg. Nuvarande lokalgata avses bli den nya Långströmsgatan i samband med omdragning av befintlig huvudgata. Ytvatten från väg föreslås likaså fördröjas så nära källan som möjligt genom att anlägga perkolationsbrunnar längs med vägen, se typritning i bilaga 6.

Illustrationsunderlaget tyder på anläggning av parkeringsplatser och trädplantering längs med nya gatan. Överskottsvatten från väg- och parkeringsytor skulle kunna ledas till en skelettjordsanläggning under denna del av den nya vägsektionen. En typsektion med skelettjordsanläggning under hela gatutvårsnitt redovisas i bilaga 5. Eftersom utseende resp. typsektion på den nya Långströmsgatan inte finns än kan beräkningarna och placeringen bara ske grovt i detta skede. En överslagsberäkning på skelettjord följer nedan.

Tabell 7: Fördröjningskapacitet skelettjordanläggning alternativ 1. OBS! överslagsberäkning

Bredd på gc-sektion	5 m
Packningshöjd makadam/matjord	800 mm
Andel hålrum	25 %
Fördröjningskapacitet m ³ per m	5 m * 0,8 m * 0,25 = 1 m ³
Längd på nya Långströmsgatan	600 m
Fördröjningskapacitet nya gatan	600 m³
Fördröjningsbehov enligt tabell 4	370 m³

Beräkningen visar att makadamlagret under antagen vägren bredvid Långströmsgatan skulle kunna rymma tillräckligt med dagvatten från planerade vägområde. Typsektion bör anpassas i projekteringsskedet för att möta fördröjningskapacitet och -behov. Fördröjningseffekt från perkolationsbrunnar tillgodoses inte.

Alternativ 2

I det här alternativet föreslås fördröjning av dagvatten från kvartersmark (tak och innergårdsmark) i utjämningsmagasin i form av dagvattenkassetter innan det avleds till allmänt va-nät. Fördelen med dagvattenkassetter är mindre underhållskostnader och ett mindre utrymmesbehov. Se överslagsberäkning nedan sammanfattar fördröjningsberäkningar gjord i tabell 4 och visar behovet på dagvattenkassetter.

Tabell 8: Fördröjningskapacitet utjämningsmagasin alternativ 2. OBS! överslagsberäkning

Avrinningsområde	Andel hårdgjord	Fördröjnings-volym	Kapacitet dagvatten-kassetter, ca	Antal kassetter
	ha	m ³	l	st
A1	0,42	42	200	210
A2	0,89	89	200	445
A3	0,32	31,5	200	158

Med hänsyn tagit till dem tre avrinningsområdena behöver kassetterna fördelas enligt behovet för varje område. En möjlig placering på anläggningarna framgår från bilaga 2.

Dagvatten från vågområden föreslås fördröjas på samma sätt som ovan dvs. genom anläggning av skelettjord och perkulationsbrunnar längs med den nya Långströmsgatan.

Viktigt för alla dagvattenmetoder är att möjlighet till bräddning till allmänt va-nät finns.

Ytterligare övergripande åtgärder:

För att kunna minska andelen hårdgjorda ytor och tillkommande dagvattenflöde rekommenderas ytterligare åtgärder som t.ex. anläggning av:

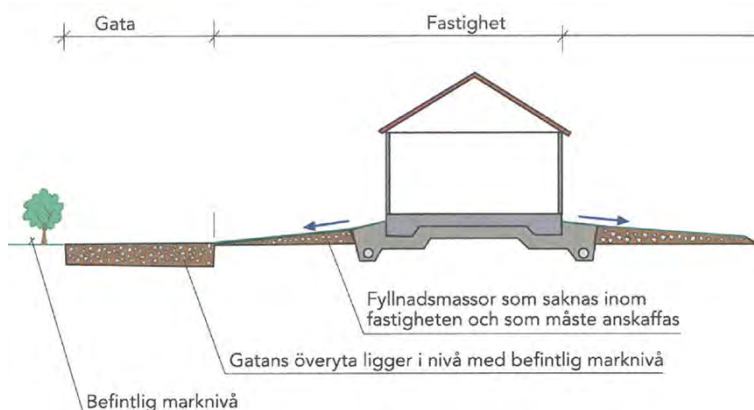
- gröna tak på små takytor t.ex. miljöhus, förråd eller cykelförråd
- genomsläpplig beläggning på parkeringsytan t.ex. gräs- eller grusförsedda rasterstenar
- öppna lösningar för att synliggöra vatten och skapa trivsel i kvarteret

Dessa åtgärder tillgodoses dock inte i dimensioneringen utan ses som ökning av säkerhetsmarginalen vid större regntillfällen än dimensionerade. Ytterligare säkerhet kan erhållas genom att utforma parkeringsytor så att de ligger något lägre (10-20 cm) än omgivande mark och kan på det viset användas som en planerad översvämningssyta. Särskilt lämpligt för det anses parkeringsytan längst i norr på planområdet som redan i dagsläget är en lokal lågpunkt.

Höjdsättningen:

Grundprinciperna avseende dagvattenhantering vid utformning av en ny exploatering är att byggnader ska placeras på höjdparter och grönytor i lågstråk.

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 principskiss nedan. Ny bebyggelse som planeras placeras på den befintliga Långströmsgatan som inte är påverkad av skyfallsmodellering bör ha en höjdskillnad på minst 0,3 m mellan lägsta golvnivå och gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten.



Figur 5: Principskiss på gemensam höjdsättning av fastighet och gata (källa: Svenskt Vatten, P105)

4.4 Renings- och fördröjningsmetoder

4.4.1 Fördröjningsmagasin

Där öppen fördröjningslösningar inte är tillämpbara 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 knutna och läggs fast. Därför måste magasinerna 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 6: Dagvattenkassetter (www.rehau.com)

4.4.2 Skelettjordsanläggning med trädplantering

Skelettjordar har utvecklats för att träd ska kunna utvecklas till trivselskapande element i hårdgjord miljö. Skelettjord är en volym av grov ensartad makadam (100-150 mm) som innehåller ca 25-30 % hålrum fyllda med luft samt fuktighets- och näringshållande växtjord.

Konstruktionen måste utföras så att den både garanterar ett bra rotningsutrymme och samtidigt uppfyller de krav som ställs på bärighet för tung trafik. En exempelskiss med typsektion från Stockholm Stad av nyplantering av träd i hårdgjord miljö inklusive skelettjordsanläggning redovisas i bilaga 5. För att klara av regntillfällen större än dimensionerande regnintensitet måste anläggning förses med dräneringsledning i botten för att avleda överskottsvattnet. Dräneringsledningen i sin tur måste kopplas till närmaste anslutningspunkt.

Trädplantering längs med gator medför flera fördelar med avseende på dagvattenhantering. Varje trädkrona kan magasinera omkring 10 mm nederbörd över den yta som kronan upptar. Rotsystemen suger dessutom åt sig vatten från kringliggande mark vilket leder till att markens magasineringsskapacitet återhämtas fortare vid längre nederbördstillfällen. Förutom detta kan träd och skelettjord omhänderta mindre mängder föroreningar, se föroreningsberäkningar.



Figur 7: Makadamlager och utplacering av trädgallerram, foton: Björn Embrén, Anders Ohlsson Sjöberg

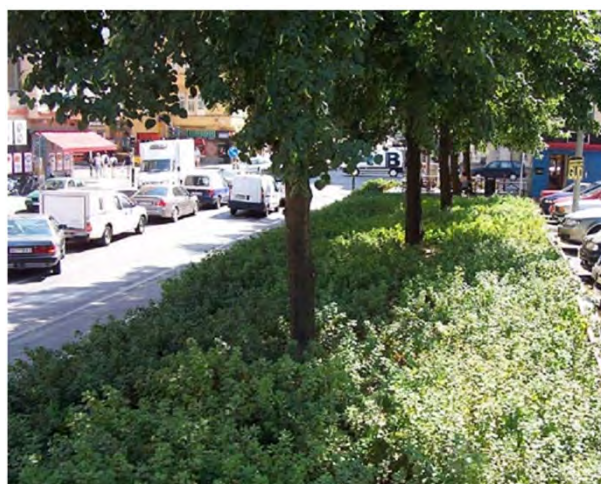
4.4.3 Växtbäddar

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 kantsten. (sigmacivil.se)



Figur 9: Växtbädd med trädplantering i anslutning till parkering, foto: Björn Embrén

4.4.4 Gröna tak

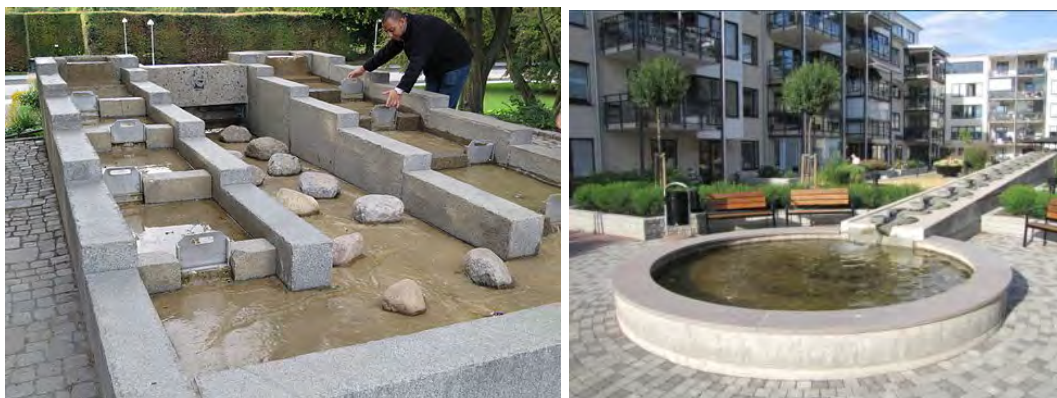
För att minska avrinningen av dagvatten från takytor kan byggnader förses med s.k. gröna tak. Vegetationsklädda takytor minskar den totala avrinningen jämfört med konventionella, hårdgjorda tak. Tunna gröna tak, med t ex sedum, kan minska den totala avrunna mängden på årsbasis med ca 50 %. Gröna tak 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 %).



Figur 4: Gröna tak (www.optigreen.com)

4.4.5 Öppna lösningar i tät bebyggelse

Öppna rännor kan ge fördröjning då vattenytan tillåts variera i höjdled. 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 10: Exempel på dagvattenelement (th: Wikimedia Commons, Jorchr. tv: flowforms.se)

5 Föroreningar i dagvatten

De allmänna förutsättningarna är att planområdet är ca 7 ha stort och delas upp i kvartersmark och vägområde. För beräkningen av föroreningar i dagvatten har årsnederbörden antagits till 850 mm/år. Schablonhalter av föroreningar i dagvatten redovisas i tabellen nedan. Värdena är framtagna från Stormtac, en dagvatten- och recipientmodelleringsverktyg (databas version 2015-12).

Tabell 9: Schablonhalter av föroreningar i dagvatten enligt Stormtac

Mark användning	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	Cr	Ni	Hg	SS	olja	PAH
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l	mg/l	µg/l	µg/l
Kvartersmark	300	1600	15	30	1000	1	12	9	0,025	70	700	1
Vägområde, Parkering	140	1700	30	40	140	0,45	15	4	0,06	140	800	1,7

Föreslagna alternativen avser anläggning av gröna tak, växtbäddar, utjämningsmagasin och skelettjord. För en bedömning av föroreningshalter har det tagits fram reningseffekter på nämnda dagvattenhanteringsmetoder. Värdena kommer också från Stormtacs databas version 2015-12. Eftersom det bara finns få studier som visar på reningseffekt i utjämningsmagasin har det gjorts en egen uppskattning. Reningseffekten på grönt tak tas inte med i beräkningen eftersom det inte faktiskt bidrar till rening av dagvatten från kvartersmark.

Resultat av beräkningarna för nuvarande föroreningshalter och -mängder och för framtida förhållanden redovisas i bilaga 4. Det har gjorts beräkningar för båda alternativen plus det så kallade nollalternativet dvs. föroreningshalter i dagvatten om ingen dagvattenhantering realiserar. I beräkningarna åtskiljs kvartersmark från vägområde.

Det visar sig att föroreningshalter kan minskas betydligt för nästan alla ämnen med båda alternativen. Gränsvärdet för fosforhalten kan inte hållas i båda fall varken på kvartersmark eller vägområde. En exploatering utan reningsåtgärder skulle bidra med näringsämnen (P, N) på ca 76 kg/år (innan exploatering 105 kg/år). Föreslagna åtgärderna gör att andel näringsämnen kan minskas ytterligare till 42 resp. 53 kg/år. Planområdet bidrar med ca 13 kg tungmetaller (Pb, Cu, Zn, Cd, Cr, Ni, Hg) per år idag. En exploatering utan reningsåtgärder skulle bidra med tungmetaller på ca 33 kg/år. Med hjälp av dagvattenhantering kan den andelen minskas till 5 kg/år (alternativ 1). Reningseffekten på alternativ 2 är något mindre som gör att mängden tungmetaller skulle ligga på ca 16 kg/år. Värdena är teoretiska men ger ändå en indikation på förväntad miljöpåverkan.

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.

6 Investeringskostnad

Med utgångspunkt från systemlösningen och erfarenheter från tidigare likvärdiga projekt har investeringskostnader bedömts. Kostnaderna 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. Kostnader för båda alternativen redovisas i tabellen nedan.

ALTERNATIV 1

	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Grönt tak				
	m ²	8000	500,00 kr	4 000 000,00 kr

Växtbädd				
<i>växter, grässådd, matjordslager, geotextil</i>	<i>m²</i>	<i>300</i>	<i>800,00 kr</i>	<i>240 000,00 kr</i>
Skelettjordsanläggning *				
<i>schakt, makadam och växtjord</i>	<i>m³</i>	<i>1500</i>	<i>800,00 kr</i>	<i>1 200 000,00 kr</i>
TOTAL				5 440 000,00 kr

ALTERNATIV 2

	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Underjordiskt magasin				
<i>dagvattenkassetter t.ex Wavin aqua cell 200l inkl. schakt, brunn, geotextil, kringfyllnad</i>	<i>stk</i>	<i>815</i>	<i>700,00 kr</i>	<i>570 500,00 kr</i>
Skelettjordsanläggning *				
<i>schakt, makadam och växtjord</i>	<i>m³</i>	<i>1500</i>	<i>800,00 kr</i>	<i>1 200 000,00 kr</i>
TOTAL				1 770 500,00 kr

*)

Här redovisas bara en grov uppskattning över andelen ytterligare åtgärder dvs schakt, makadamfyllnad och växtjord jämfört med anläggning av lokalator med trädplantering utan skelettjordsunderbyggnad.

7 Drift- och underhållskostnad

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. Växtbäddar och växtklädda taktytor behöver särskilt skötsel för att säkerställa infiltrations- och reningskapaciteten. Byte av filtermaterial krävs dock sällan (>10 år). Underhåll av dagvattenkassetter innebär framför allt regelbunden slam- och sandtömning. Underhållskostnaden är beroende av den slutgiltiga utformningen av anläggningarna och lokala förutsättningar och kan därför inte anges.

8 Slutsats

I stadsdelen Västra Hisingen, Göteborg, planeras för nybyggnation av flerbostadshus, sammanlagt ca 450 lägenheter, vid Långströmsgatan ca 5 km från Göteborg centrum. Eftersom planområdet till största delen är redan i dagsläget hårdgjort kommer planerade byggnationer inte att öka det befintliga dagvattenflödet. Beroende på den slutgiltiga gestaltningen kan dagvattenflödet från området till och med minskas efter exploatering. Det

förutsätter emellertid en lokal omhändertagning enligt de föreslagna alternativen i den här utredningen.

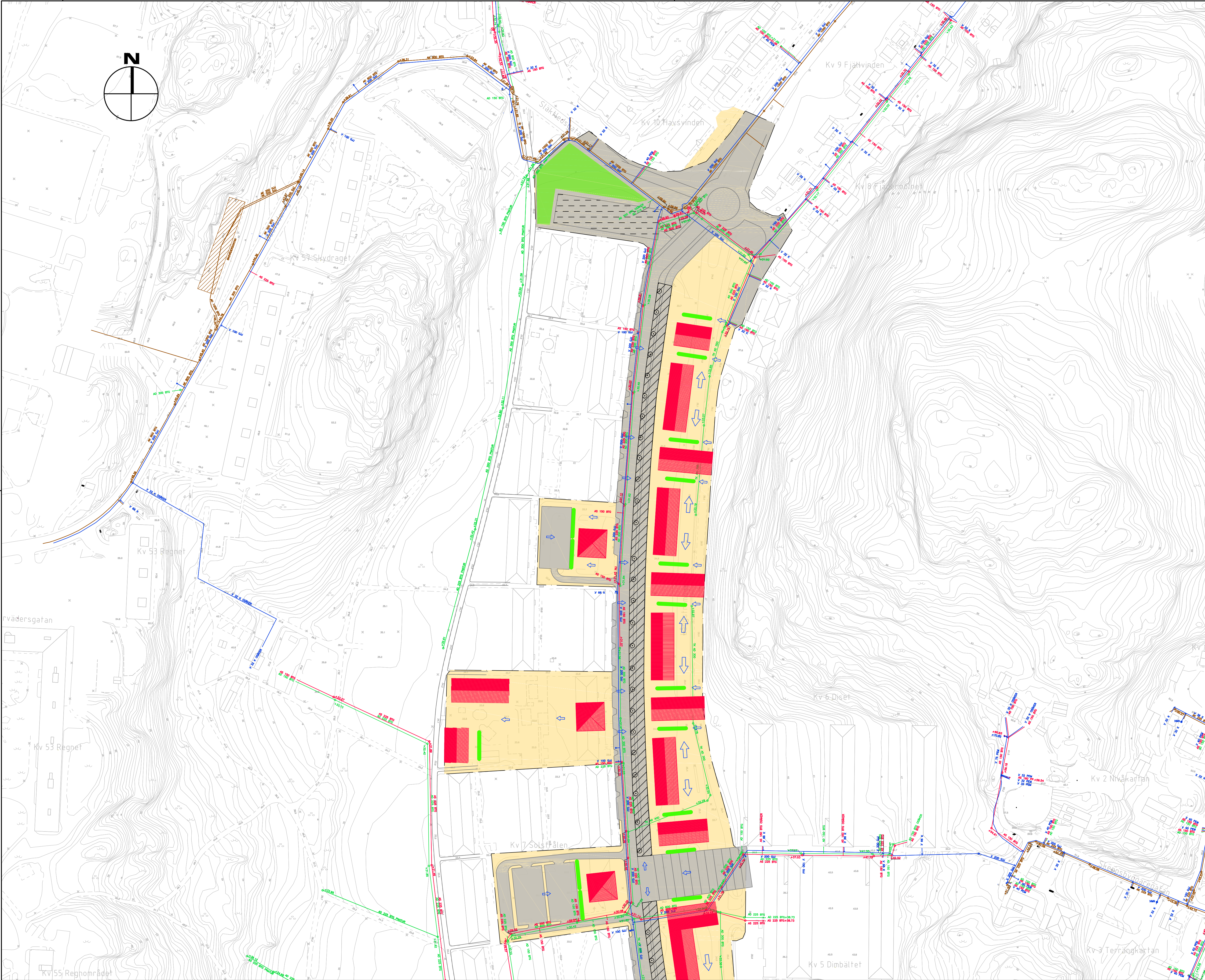
Förutsättningar för fullständigt LOD inom planområdet är dock begränsat på grund av det geografiska förhållandet. Området är instängt och inget naturligt vattendrag finns. Dagvatten föreslås därför renas och fördröjas inom området och avledas till det befintliga va-nätet vid behov. Första alternativet utgörs av en kombination av vegetationsklädda takytor och växtbäddar på kvartersmark och en så kallad skelettsjordsanläggning under gatusektionen.

Det andra alternativet är anläggning av fördröjningskassetter på kvartersmark för att ta hand om dagvatten lokalt och nära källan. Avledning från väg- och parkeringsområde föreslås ske till skelettsjordsanläggning. Placering av de föreslagna dagvattenlösningarna är osäker i nuläget och är beroende av den slutgiltiga detaljplanen. Hänsyn har dock tagits till de olika befintliga avrinningsområdena.

Föroreningsberäkningar visar att Miljöförvaltningens riktlinjer för utsläpp kan uppnås för nästan alla ämnen förutom fosfor vid föreslagna dagvattenhantering. Föroreningsmängder som utsläpps till nätet minskar i samband med exploatering.

Investeringskostnader för alternativ 1 ligger på ca 5,5 Mkr. Kostnaden omfattar anläggning av makadamlager och växtjord dvs. den speciella underbyggnaden som en skelettsjordsanläggning medför jämförd med enkel lokalgata såsom kostnader för åtgärderna på kvartersmark. Kostnaden för det andra alternativet är betydligt lägre och ligger på ca 1,8 Mkr.

Utvärdering av skyfallsmodelleringen visar att vissa planerade byggnader placerades på beräknade översvämningssytor vid 100- resp. 500-års-regn. Detta kan kräva justeringar i kommande planarbete i form av en särskild höjdsättning eller en alternativ placering av de byggnader som påverkas.



FÖRKLARINGAR

- PLANOMRÅDE
- BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
- BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
- BEFINTLIG VATTENLEDNING
- PLANERAD ASFALT/HÄRDGJORD
- PLANERAD TAKYTA (GRÖNT TAK)
- PLANERAD INNERGÅRDSMARK
- GRÄSYTA, PARK
- FÖRSLAG PÅ VÄXTBÄDDAR
- YTA LÄMPLIG FÖR SKELETT JORDS-ANLÄGGNING
- YTA LÄMPLIG FÖR PLANERAD ÖVERSÄMMNING

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------	-------	-------	------

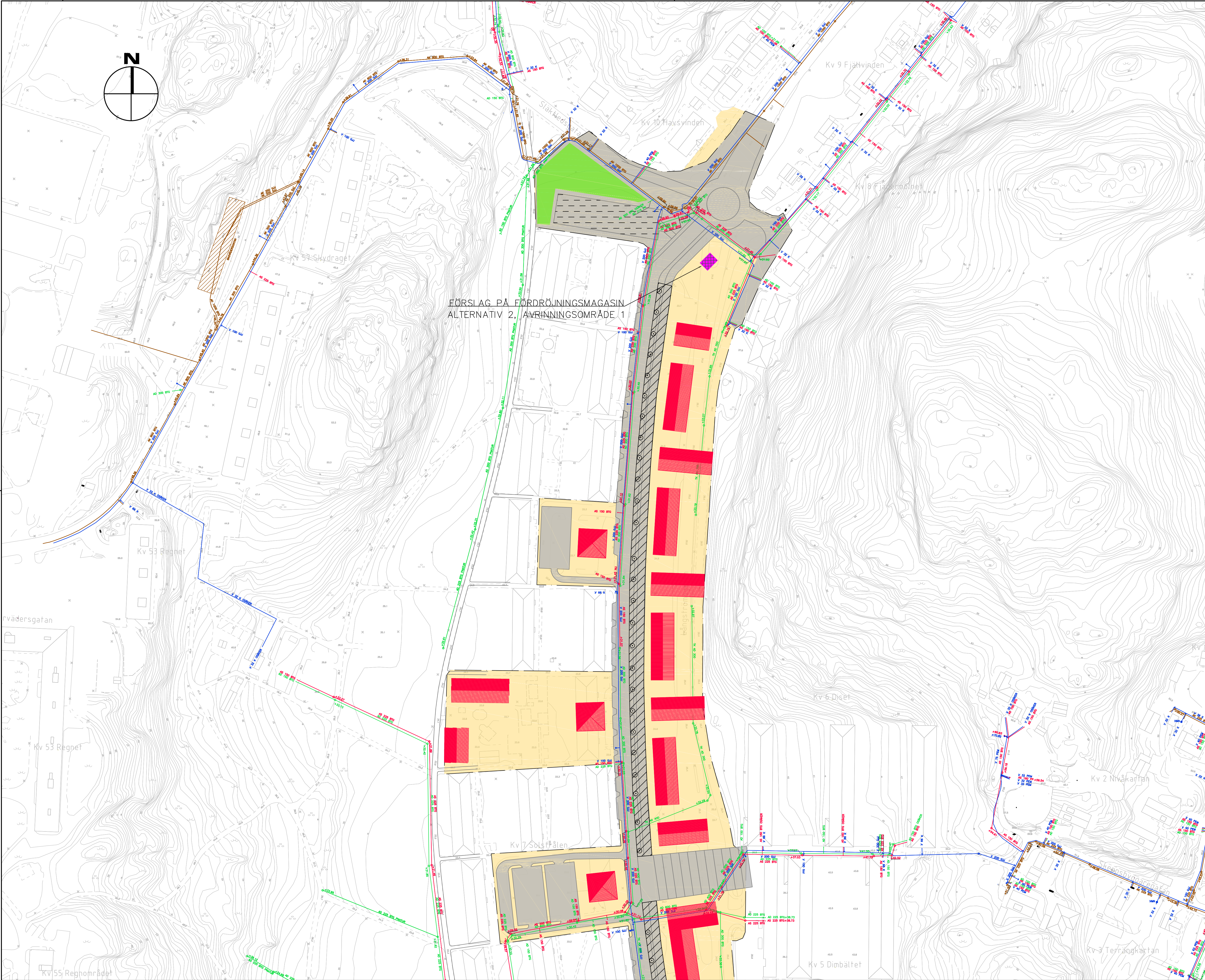
Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

Sigma
Civil

UPPRAG NR 91127	ANSVARIG P. LORBER	GRANSKAD AV L.NILSSON
DATUM 2016-03-15	ANSVARIG OGUZ ACIKGÖZ	

DAGVATTENUTREDNING
LÅNGSTRÖMSGATAN
VA-TEKNIK, SYSTEMLÖSNING DAGVATTEN
ALTERNATIV 1

SKALA A1: 1:1000	NUMMER BILAGA 1, NORRA DEL	BET
---------------------	-------------------------------	-----



FÖRKLARINGAR

- PLANOMRÅDE
- BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
- BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
- BEFINTLIG VATTENLEDNING
- PLANERAD ASFALT/HÅRDOGJORD
- PLANERAD TAKYTA RESP. GRÖNA TAK
- PLANERAD INNERGÅRDSMARK
- GRÄSYTA, PARK
- FÖRSLAG PÅ FÖRDRÖJNINGSMAGASIN
- YTA LÄMPLIG FÖR SKELETT JORDS-ANLÄGGNING
- YTA LÄMPLIG FÖR PLANERAD ÖVERSÄMMNING

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------	-------	-------	------

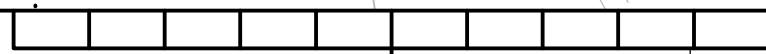
Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten

SIGMA
Civil

UPPRAG NR 91127	ANSVARS P. LORBER	GRANSKAD AV L. NILSSON
DATUM 2016-03-15	ANSVARS OGUZ ACIKGÖZ	

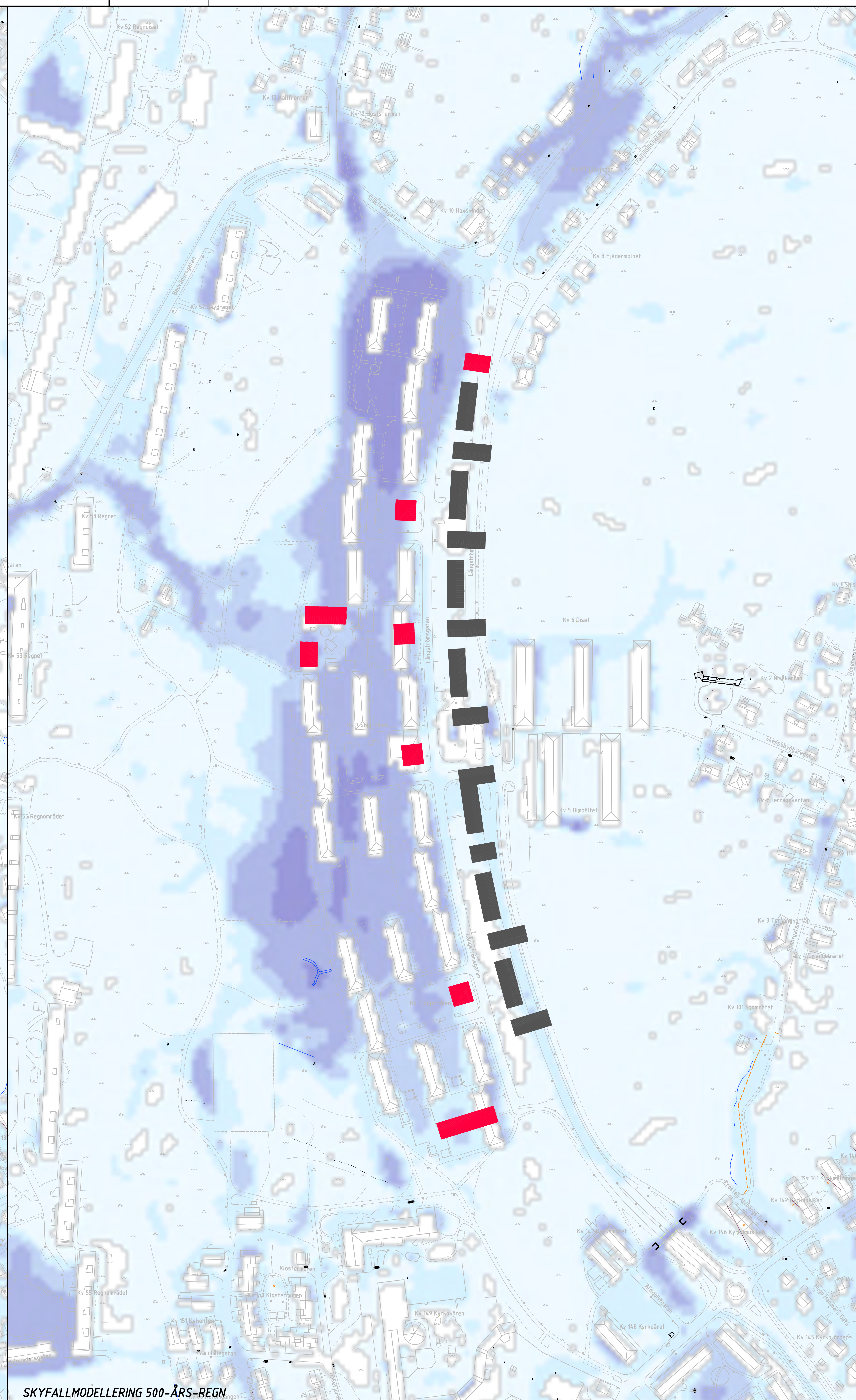
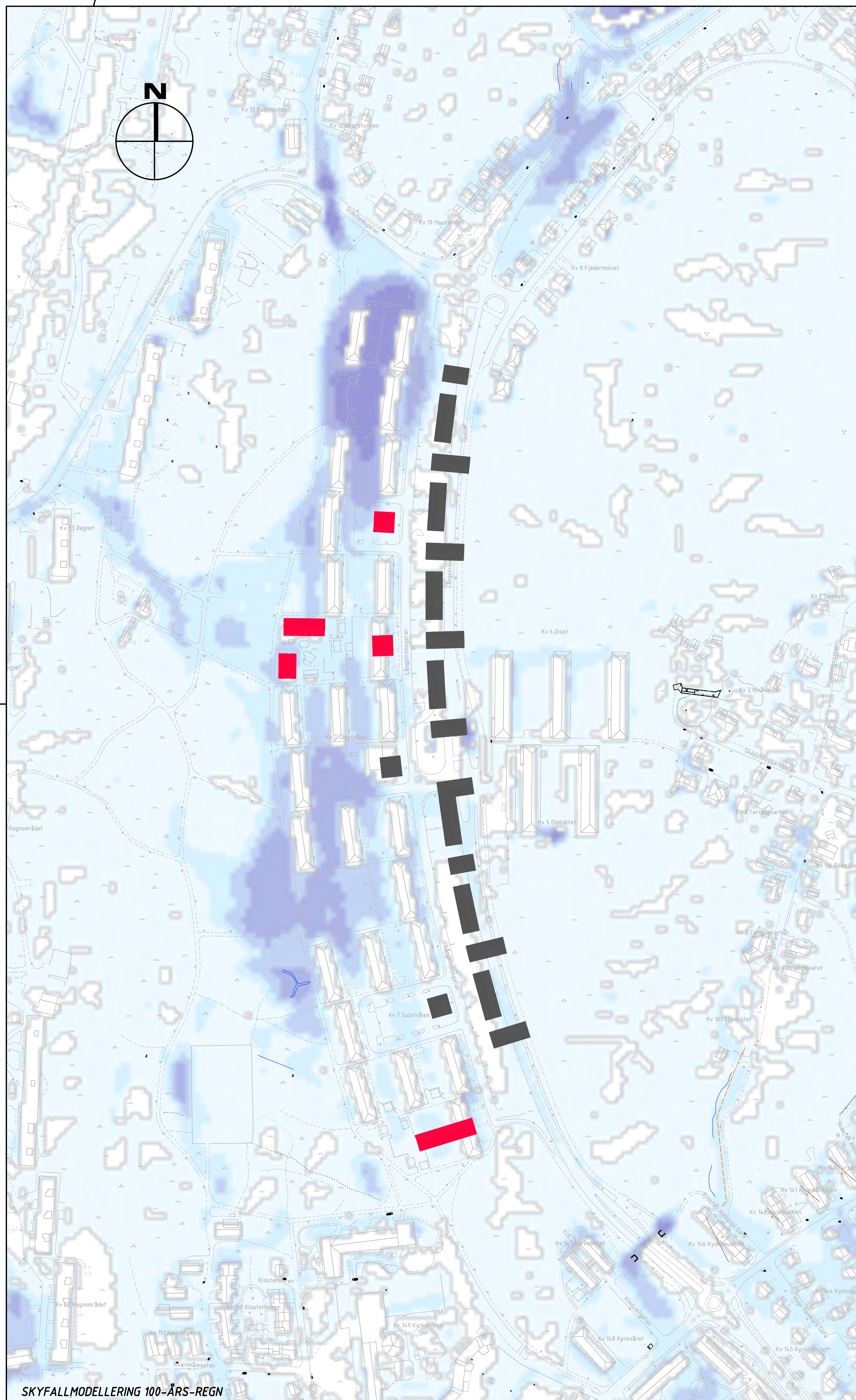
DAGVATTENUTREDNING
LÅNGSTRÖMSGATAN
VA-TEKNIK, SYSTEMÖSNING DAGVATTEN
ALTERNATIV 2

SKALA A1: 1:1000	NUMMER BILAGA 2, NORRA DEL	BET
---------------------	-------------------------------	-----



SKALA	NUMMER	BET
A1: 1:1000	BILAGA 2, SÖDRA DEL	

Ritning: C:\Users\PHLO820\Desktop\LOKAL TEMP\CAD UNDERLAG\Usgavertennredning Långströmsgrän\05 teknik\1\1\Hittet\18-51-1-002__Alt2.dwg Skapad av: Philipp Lorber 2016.3.16 09:58



FÖRKLARINGAR

	PLANERADE HUSKROPPAR
	PLANERADE HUSKROPPAR
	PÅVERKADE AV 100- OCH 500-ÅRS- REGN MED MER ÄN 0,3 M VATTENDJUP

Maximalt vattendjup (m)

	0,1 - 0,3
	0,3 - 0,5
	0,5 - 1,0
	> 1,0

ANMÄRKNINGAR

COORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------------	-------	------



WWW.SIGMAGIVIL.SE, INFO@SIGMAGIVIL.SE		
UPPDRAG NR 91127	RITAD./KONSTRUERAD AV P. LÖRBER	GRANSKAD AV L.NILSSON
DATUM 2016-03-14	ANSVARIG OGUZ ACIKGÖZ	

DAGVATTENUTREDNING
LÅNGSTRÖMSGATAN
VA-TEKNIK, SYSTEMLÖSNING DAGVATTEN
PÅVERKAN SKYFALL

SKALA	NUMER
A1: 1:1000	BILAGA 3

BILAGA 4.1: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Ingångsvärden

Område	Väster om Nya Långströmsgatan	Nya Långströmsgatan
	<i>Ny kvartersmark</i>	<i>Nytt vägområde</i>
Avrinning	m ³ /år	m ³ /år
före	44753	12750
efter	28050	12750
Årsnederbörd	850	mm/m ² år

Riktvärden i utsläppspunkt enligt Miljöförvaltnings riktlinjer	
	µg/l
Fosfor, P	50
Kväve, N	1250
Bly, Pb	14
Koppar, Cu	10
Zink, Zn	30
Kadmium, Cd	0,4
Krom, Cr	15
Nickel, Ni	40
Kvicksilver, Hg	0,05
Partiklar, SS	25000
Olja	1000

Föroreningshalter StormTac version 2015-12		
[mg/l]	Flerfamiljhusområde	Väg/Parkering
Fosfor, P	0,3	0,14
Kväve, N	1,6	1,7
Bly, Pb	0,015	0,03
Koppar, Cu	0,03	0,04
Zink, Zn	1	0,14
Kadmium, Cd	0,0007	0,00045
Krom, Cr	0,012	0,015
Nickel, Ni	0,009	0,004
Kvicksilver, Hg	0,000025	0,00006
Partiklar, SS	70	140
Olja	0,7	0,8

Reningseffekter enligt Stormtac och egen uppskattning			
%	Växtbäddar	Skelettjord	Magasin
Fosfor, P	65	55	35
Kväve, N	40	48	20
Bly, Pb	80	83	55
Koppar, Cu	65	75	50
Zink, Zn	85	80	50
Kadmium, Cd	85	85	30
Krom, Cr	25	70	0
Nickel, Ni	75	83	0
Kvicksilver, Hg	50	50	0
Partiklar, SS	80	85	70
Olja	60	75	0

BILAGA 4.2: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Resultat I

Väster om Nya Långströmsgatan (Ny Kvartersmark)	Medelhalt före	Medelhalt efter	Medelhalt efter	Medelhalt efter
		Nollalternativ	Alternativ 1	Alternativ 2
	µg/l	µg/l	µg/l	µg/l
Fosfor, P	140	300	105	195
Kväve, N	1700	1600	960	1280
Bly, Pb	30	15	3	6,75
Koppar, Cu	40	30	10,5	15
Zink, Zn	140	1000	150	500
Kadmium, Cd	0,45	0,7	0,105	0,49
Krom, Cr	15	12	9	12
Nickel, Ni	4	9	2,25	9
Kvikksilver, Hg	0,06	0,025	0,0125	0,025
Partiklar, SS	140000	70000	14000	21000
Olja	800	700	280	700

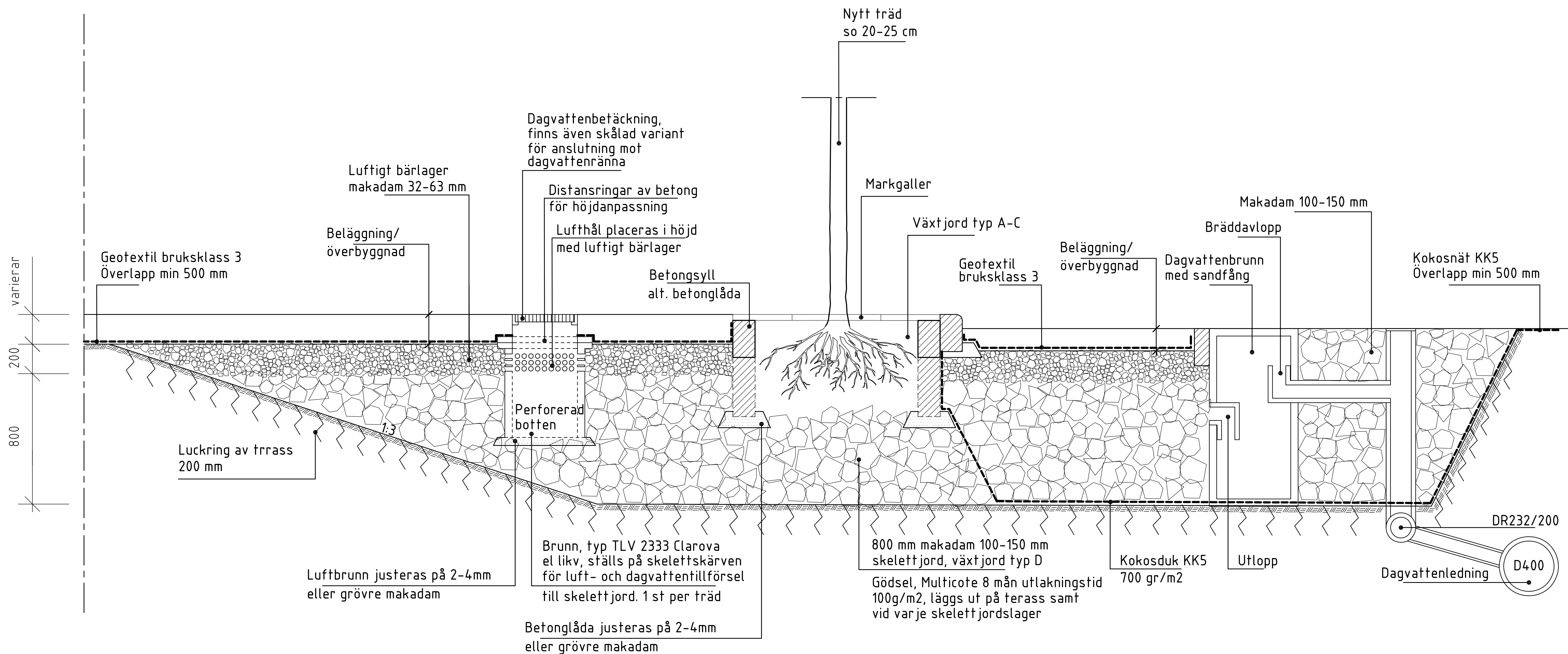
Väster om Nya Långströmsgatan (Ny Kvartersmark)	Mängd före	Mängd efter	Mängd efter	Mängd efter
		Nollalternativ	Alternativ 1	Alternativ 2
	kg/år	kg/år	kg/år	kg/år
Fosfor, P	6,27	8,42	2,95	5,47
Kväve, N	76,08	44,88	26,93	35,90
Bly, Pb	1,34	0,42	0,08	0,19
Koppar, Cu	1,79	0,84	0,29	0,42
Zink, Zn	6,27	28,05	4,21	14,03
Kadmium, Cd	0,02	0,02	0,00	0,01
Krom, Cr	0,67	0,34	0,25	0,34
Nickel, Ni	0,18	0,25	0,06	0,25
Kvikksilver, Hg	0,00	0,00	0,00	0,00
Partiklar, SS	6265,35	1963,50	392,70	589,05
Olja	35,80	19,64	7,85	19,64

BILAGA 4.3: FÖRORENINGSBERÄKNINGAR

Resultat II

Nya Långströmsgatan (Ny vägområde)	Medelhalt före	Medelhalt efter	Medelhalt efter
		Nollalternativ	Alternativ 1/2
	µg/l	µg/l	µg/l
Fosfor, P	140	140	63
Kväve, N	1700	1700	884
Bly, Pb	30	30	5,1
Koppar, Cu	40	40	10
Zink, Zn	140	140	28
Kadmium, Cd	0,45	0,45	0,0675
Krom, Cr	15	15	4,5
Nickel, Ni	4	4	0,68
Kvicksilver, Hg	0,06	0,06	0,03
Partiklar, SS	140000	140000	21000
Olja	800	800	200

Nya Långströmsgatan (Ny vägområde)	Mängd före	Mängd efter	Mängd efter
		Nollalternativ	Alternativ 1/2
	kg/år	kg/år	kg/år
Fosfor, P	1,79	1,79	0,80
Kväve, N	21,68	21,68	11,27
Bly, Pb	0,38	0,38	0,07
Koppar, Cu	0,51	0,51	0,13
Zink, Zn	1,79	1,79	0,36
Kadmium, Cd	0,01	0,01	0,00
Krom, Cr	0,19	0,19	0,06
Nickel, Ni	0,05	0,05	0,01
Kvicksilver, Hg	0,00	0,00	0,00
Partiklar, SS	1785,00	1785,00	267,75
Olja	10,20	10,20	2,55



LOD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD
Principsektion
SKALA 1:20 (A2), 1:40 (A4)

ANMÄRKNING
Alla mått i mm om ej annat anges

ANMÄRKNING
Markutrustning som markgaller, stamskydd, trädstöd anpassas specifikt efter projekt. Samkross skall ej användas i skelettjordsprofilen, som t ex vid finjustering av luftbrunn el betonglåda.

Status	TH-TYPRITNING		Datum	2009-002-23	
			Godkänd	B.EMBRÉN	
TRAFIKKONTORET Box 8311, 104 20 Stockholm, Tel 08-508 27 200					
LOD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD					
SEKTION					
Skala	1:20(A2)/1:40(A4)		Ritningsnr	THVB006	
			Foto		
			Reg.		

