



RAPPORT

DAGVATTENUTREDNING, DETALJPLAN FÖR JÄRNVÄGSTUNNEL OCH
BOSTÄDER VID SÄTERIGATAN, GÖTEBORGS STAD,
STADSBYGGNADSKONTORET

UPPRÄTTAD: 2015-08-21

REVIDERAD: 2016-05-31

Upprättad av

Lars Nilsson

Granskad av

Per-Håkan Sandström

Godkänd av

Lars Nilsson

Innehållsförteckning

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	5
3.3	Befintligt Va-system	5
4	Framtida förhållanden.....	6
4.1	Planförslag	6
4.2	Dimensionering	7
4.2.1	Förutsättningar för dagvattenhantering	7
4.2.2	Beräkning av dimensionerande regnintensitet	7
4.2.3	Beräkning av dimensionerande flöden.....	7
4.2.4	Beräkning av erforderligt behov av fördröjning	9
4.3	Förslag till utformning.....	9
4.4	Renings- och fördröjningsmetoder	12
4.4.1	Infiltrationsyta	12
4.4.2	Makadamfyllda dike och dagvattenkassetter	12
4.4.3	Skelettjordsanläggning med trädplantering	13
4.4.4	Växtbäddar.....	14
4.4.5	Öppna lösningar i tät bebyggelse.....	15
5	Investeringskostnad	16
6	Drift- och underhållskostnad	16
7	Slutsats	16
Bilaga 1	Situationsplan med befintligt mark- och ledningsförhållande	
Bilaga 2	Situationsplan med systemlösning för dagvattenhantering	
Bilaga 3	Fördröjningsberäkning	
Bilaga 4	Principskiss Skelettjordsanläggning, TK Stockholm Stad	
Bilaga 5	Kostnadsberäkning	

1 Sammanfattning

I samband med detaljplanearbetet för bostäder vid Säterigatan inom stadsdelen Sannegården, 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 nära källan med hjälp av infiltration, fördröjning, växtbäddar och jordskelettsanläggning. Fördröjningsmagasin ska anläggas som makadamfyllda infiltrationsstråk längs med gångbana och tunneln men även som slutna dagvattenkassetter.

Utredningen visar att ett fullständigt lokalt omhändertagande av dagvatten inte är möjligt. Dock kan en omfattande fördröjning samt infiltration av dagvattnet realiseras inom planområdet, så att vattenmängder som leds vidare till det allmänna avloppssystemet minimeras.

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 Sannegården, Göteborg, planeras en sammanhängande bebyggelse från Säterigatan i norr till Östra Eriksbergsgatan i söder genom att förlägga Hamnbanan i tunnel. Syftet med uppdraget är att utreda förutsättningar för lokalt omhändertagande av dagvatten, fördröjning och rening av dagvatten samt 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,
- Preliminär detaljplan (Koncept och illustrationsritning, dwg).

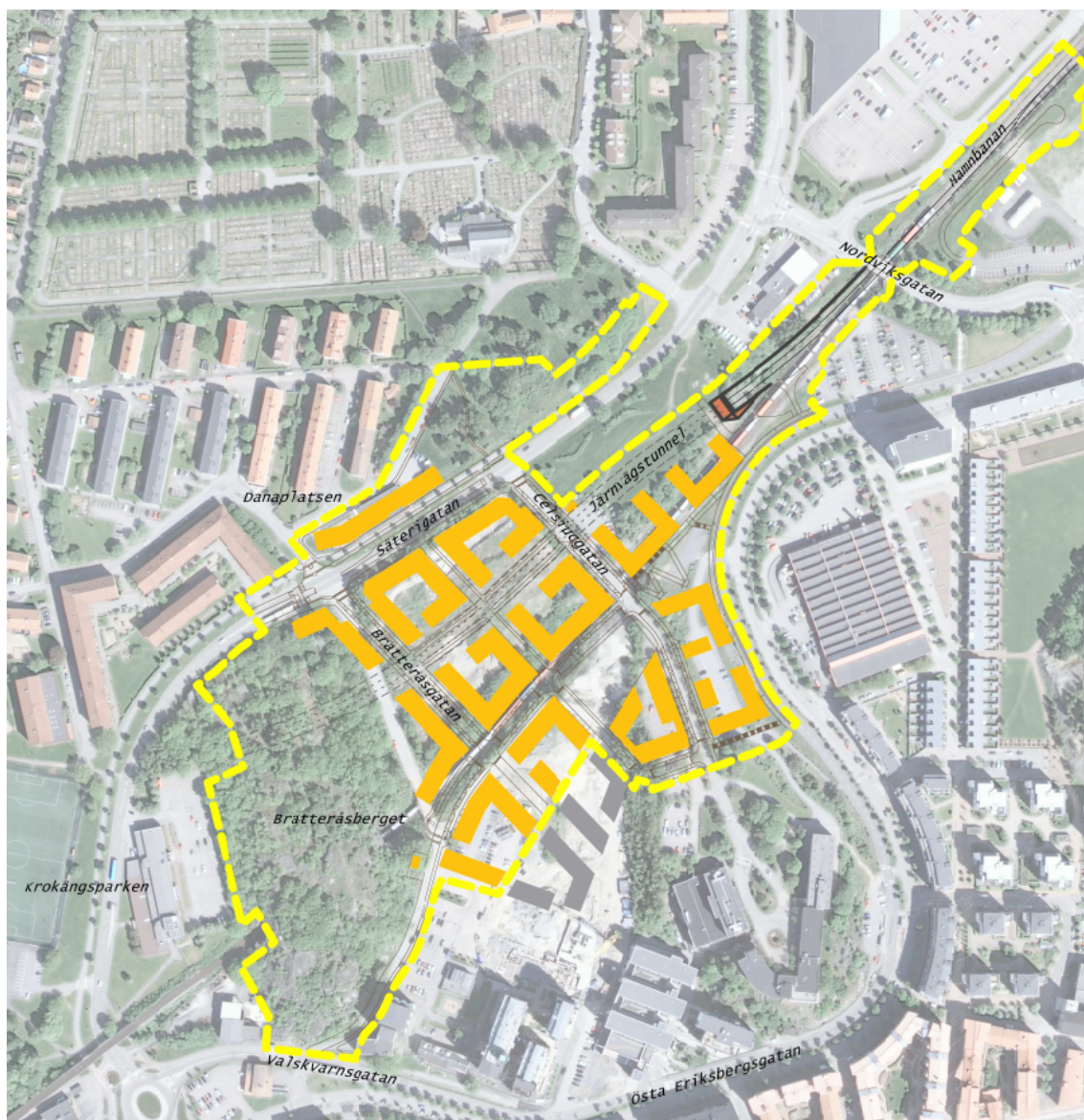
Ytterligare underlag som har ingått i utredningen är:

- Publikation P90, Svenskt Vatten 2004.
- Publikation P104, Svenskt Vatten 2011.
- Publikation P105, Svenskt Vatten 2011.

3 Befintliga förhållanden

3.1 Områdesbeskrivning

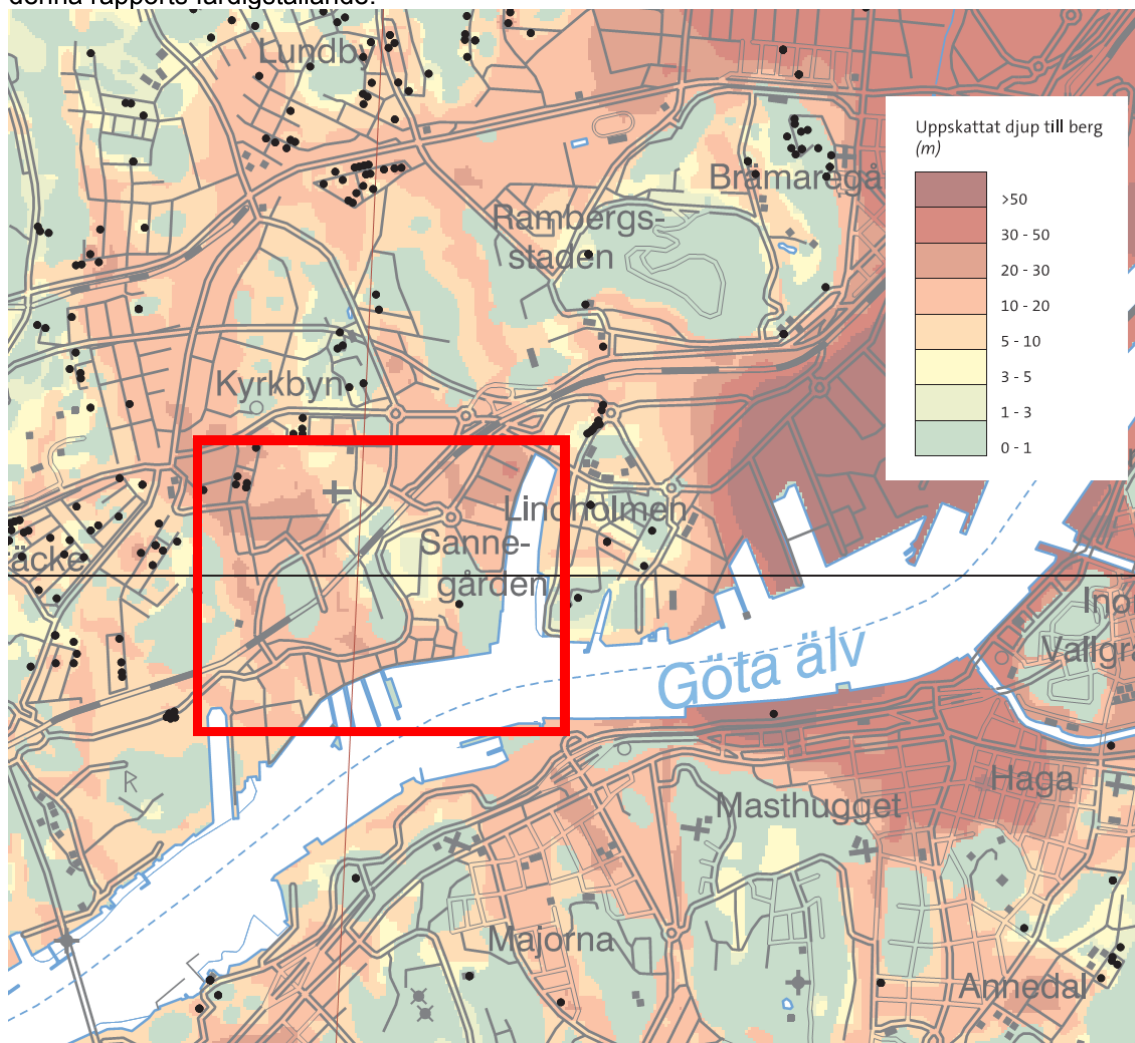
Planområdet är beläget vid Norra Älvstranden cirka 3 km väster om Göteborgs centrum. Det sträcker sig från Valskvarnsgatan i söder till Danaplatsen i norr och från Bratteråsberget i väster till Östra Eriksbergsgatan i öster. En flik av området når fram till bensinstationen, Statoil, i nordost och öster om Nordviksgatan. Planområdet omfattar cirka 10 hektar, är obebyggt och delar används som upplag. Hamnbanan som är en godstransportled, och även angiven som led för farligt gods, passerar genom planområdet i dagsläget. Det framgick vid ett platsbesök att byggnadsarbete pågår i den sydöstra delen av området respektive att det används som temporärt upplag av byggmaterial. Figuren nedan redovisar planområdets avgränsning samt en tidigare illustration av planförslaget. Allmänt lutar området norr om befintlig järnväg svagt åt nordöst medan planområdet söder om järnvägen lutar åt öster dvs. mot Östra Eriksbergsgatan.



Figur 1: Planområdets avgränsning (gul, streckad)

3.2 Geoteknik

Planområdets jorddjup enligt jorddjupskartan från Sveriges geologiska undersökning varierar mellan 0 till 20 m, se Figur 2. Bratteråsberget i sydvästra delen utgörs huvudsakligen av berg i dagen och skog. Mellan Bratteråsgatan och Celsiusgatan, norr och söder om järnvägen uppskattas jorddjupet vara större (3 till 20 meter). Norra planområdet utgörs av olika jordtäckningsgrader, från 0 till 20 meter. En geologisk utredning utförs men föreligger ej vid denna rapportens färdigställande.



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

3.3 Befintligt Va-system

I nuläget finns ett duplikat avloppssystem där spill- och dagvatten avleds i skilda ledningar längs med Bratteråsbacken, Valskvarnsgatan och Östra Eriksbergsgatan söder och öster om området. Öppna diken finns utmed Bratteråsbacken, Bratteråsgatan och Östra Eriksbergsgatan. Diket i Bratteråsgatan kommer inte att finnas till förfogande efter exploatering pga. omläggning av gatan. Diket i Bratteråsbacken är i bra skick och avleder ytvatten från intilliggande parkeringsplats och trottoar. Diket utmed Östra Eriksbergsgatan bedöms inte uppnå ursprungligt avsedd kapacitet pga. framskriden sedimentation och bristande skötsel. För att avleda dag- och dräneringsvattnet från planområdet, planeras ledningsnätet byggas ut i nya lokalator. Nya dagvattenledningar ansluts till befintliga ledningsnät i Säterigatan norr om

området. Tillkommande dagvatten söder om järnvägstunneln ansluts till nätet i Bratteråsbacken och Östra Eriksbergsgatan. Planområdet avvattnas slutligen till Göta älv som enligt vattenplan har lägsta klassen vad gäller prioritering av rening. Bilaga 1 redovisar befintliga ledningsförhållanden i planområdet och nuvarande lutningsförhållanden.

4 Framtida förhållanden

4.1 Planförslag

Planens syfte är att möjliggöra att Hamnbanan förläggs i tunnel och att en sammanhängande bebyggelse kan skapas från Säterigatan i norr till Östra Eriksbergsgatan i söder. Bebyggelse omfattar ca 1 000 bostäder, ca 2 000 m² verksamhetsyta, en förskola, parkområden och nya gator. Bebyggelsens höjd planeras till 5-8 våningar. Illustration av planförslaget redovisas i figur nedan.



Figur 3: Illustrationskarta (Göteborg Stad)

4.2 Dimensionering

4.2.1 Förutsättningar för dagvattenhantering

Förutsättningarna för dagvattenhantering är framtagna i samråd med Göteborgs Stad samt hämtade ur, P90 Dimensionering av allmänna avloppsledningar, P104 Nederbördsdata vid dimensionering och analys av avloppssystem, samt P105 Hållbar dag- och dränvattenhantering. Svenskt Vatten Publikation P104 rekommenderar att en säkerhetsfaktor för korttidsnederbörd används. För dimensionering i Västra Götaland ansätts en faktor mellan 1,2 och 1,3, för att ta hänsyn till framtida klimatförändringar och ökade regnmängder. Eftersom detta område ligger en bra bit högre än lägsta tillåtna golvnivå bedöms risken för dämning från recipienten vara låg. Säkerhetsfaktorn sätts då på 1,2 enligt Göteborg kretslopp och vattens rekommendation.

Göteborg kretslopp och vatten, ställer krav på att 10 mm regn som faller på hårdgjorda ytor skall fördröjas inom kvartersmark innan det avleds till det allmänna avloppssystemet. Systemen skall dessutom dimensioneras för korta respektive långa regn, i det här fallet väljs 10- resp. 30-minutersregn vid beräkning enl. ekvation (1). Återkomsttiden sätts till 10 år.

Göta älv har prioriteringsklass 4 enligt Göteborgs vattenplan. Dagvattnet från planområdet har klass 3. Matrisen över behandlingsbehov enligt åtgärdsplan anger "enkla behandling" vilket exemplifieras med lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), fördröjning, utjämningsmagasin, översilning eller avledning i öppet dike där det så är möjligt och lämpligt. Rening via oljeavskiljare krävs endast för dagvattenavledning från större parkeringsplatser som inte ingår i planförslaget.

En skyfallsmodellering har utförts av Göteborg Stad för att studera översvämningar för stadens utbyggnadsområden. Ett extremt regn innebär alltid en risk att lågpunkter och inestängda områden översvämmas. Eftersom planområdet är högt beläget påverkas det dock inte av varken ett så kallat 500-årsregn eller de förväntade höjda havsnivåerna.

4.2.2 Beräkning av dimensionerande regnintensitet

Beräkningar av dimensionerande regn sker enligt Svenskt Vatten publikation P104 med hjälp av Dahlströms ekvation 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]

Beräkningar utförs för både korta och långa regn och ger en regnintensitet på 228 l/s per ha vid 10-minutersregn. Ett 30-minutersregn 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. Avrinningsområdet i sydöstra delen räknas som delområde med blandad markanvändning (byggnadsarbete, upplag, grus och grönyta). Avrinningskoefficienten sätts därför på till som anses som rimligt medelvärde för detta område. För att kunna bedöma flödets förväntade förändring utförs beräkningar för både befintlig och planerad markanvändning. En översikt över dagens och framtida markanvändning redovisas i bilaga 1 och 2.

Tabell 1: Dagvattenflöden för planområdet innan exploatering

Ytor	A [ha]	ϕ	A _{red} [ha]	i [l/s*ha]	Q _{dim} [l/s]
Hårdgjord yta, asfalt och liknande	2,09	0,8	1,67	228,0	458,1
Järnvägsspår, grus	0,50	0,3	0,15	228,0	40,8
Blandad yta, under byggnation	0,67	0,3	0,20	228,0	54,7
Berg i lutning och bergig skogsmark	2,70	0,3	0,81	228,0	221,8
Gräsyta, park	4,41	0,1	0,44	228,0	120,7
Totalt	10,37		3,28		896,1

Tabell 2: Förväntade flöden för planområdet efter exploatering

Ytor	A [ha]	ϕ	A _{red} [ha]	i [l/s*ha]	Q _{dim} [l/s]
Tak	1,79	0,9	1,61	228,0	440,2
Hårdgjord yta, t.ex. gator	1,81	0,8	1,45	228,0	397,0
Järnvägsspår, grus	0,41	0,3	0,12	228,0	33,6
För-/innergårdsmark	2,97	0,5	1,48	228,0	405,7
Berg i lutning och bergig skogsmark	2,29	0,3	0,69	228,0	187,8
Gräsyta, park	1,11	0,1	0,11	228,0	30,3
Totalt	10,37		5,46		1 494,6

Beräkningen visar att dagvattenflödet i dagsläget ligger på ca 900 l/s. Eftersom planområdet till största delen är obebyggt medför exploatering en ökning av dagvattenflödet med 67 %, vilket innebär ca 1 500 l/s. En alternativ beräkning som förutsätter anläggande av gröna tak på alla nyanlagda takytor gör att totalflödet kan reduceras till ca 1 300 l/s. Det motsvarar en ökning med ca 45 % jämfört med det ursprungliga flödet på tomten.

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 magasinvolym tas fram enligt ekvation (3) med villkoren att inga gröna tak används.

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

V: magasinvolym [m³]

A: summa hårdgjorda ytor [m²]

Andelen hårdgjorda ytor vid framtida förhållande är ca 3,60 ha (tak och gator) vilket ger en magasinvolym på ca 360 m³. Anläggningen av gröna tak vid nybyggnation halverar erforderligt fördröjningsvolym till 180 m³. Anläggning av ett enda magasin i planområdet anses dock inte lämpligt med avseende på utformningskrav. Se nästa kapitel.

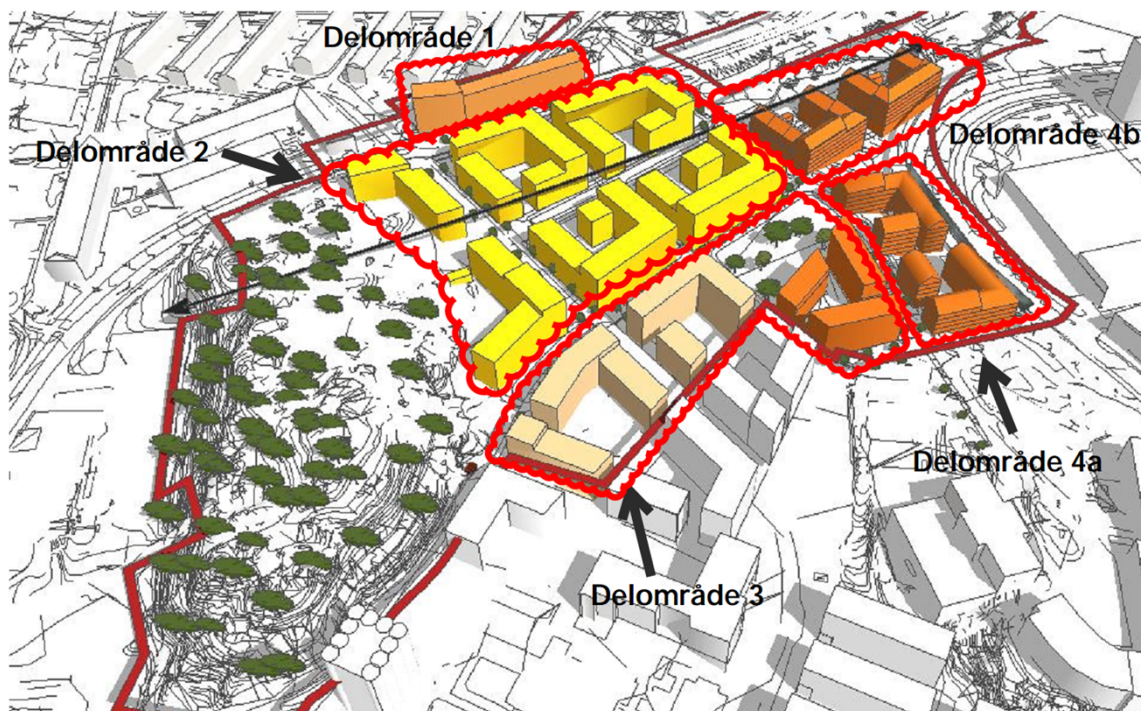
4.3 Förslag till utformning

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

Enligt kretslopp och vattens samrådsyttrande, förfrågan och SBK:s detaljplan ska dessutom beaktas att;

- förbindelsepunkter för dagvatten kan upprättas vid Säterigatan, Bratteråsbacken, Östra Eriksbergsgatan och lokalgator.
- ingreppet på befintlig dagvattenavrinning inom fastigheten minimeras, dvs bibehållande av naturliga avrinningsområden och naturlig reningsförmåga hos vegetation och sediment där det är möjligt och lämpligt.
- fördröjning bör ske så nära källan som möjligt,
- olika typer av öppna lösningar (t.ex. befintliga diken) vid dagvattenhantering bör utnyttjas i första hand

För att kunna utveckla en systemlösning för dagvattenhantering behöver planområdet delas upp i enskilda delområden, figur 4. Vid indelning tas hänsyn till ovanstående ändamål, förväntade mark- och lutningsförhållande samt planerade anslutningspunkter. Som övergripande åtgärd föreslås anläggning av s.k. skelettjord med trädplantering längs med lokalgator för att fördröja dagvatten från asfalterade ytor där det är möjligt. De olika hanteringsmetoderna för dagvatten beskrivs utförligt i kapitel 4.4. Översiktliga fördröjningsberäkningar redovisas i bilaga 3.



Figur 4: Indelning i delområden

Delområde 1

Nordöst om planerad bebyggelse i detta delområde finns en lokal lågpunkt som används som gräs- respektive parkyta i dagsläget. Ytan kan dock inte användas för infiltration då det är fornlämningsområde. Dagvatten från nyanlagda takytor rekommenderas därför att ledas till växtbäddar resp. regnbäddar. Beroende på taklutning kan dem placeras norr eller söder om planerade byggnader. Växtbäddarna skulle förses med översvämningsskydd (20 cm), sandinblandad matjordlager (30 cm) och dränlager (20 cm) med dränledning som kan vara kopplade till va-nätet. Detta för att säkerställa funktionen och möta regntillfälle större än dimensionerade. Växtbäddarna är 0,7 m höga och kan utföras som nedsänkt eller upphöjd.

Delområde 2

Som delområde 2 räknas planerad bebyggelse mellan Säterigatan, Celsiusgatan, Bratteråsgatan och tillkommande lokalgata enligt figur 4. Kvarteretsmark norr om planerad järnvägstunneln föreslås kopplas på va-nätet i Säterigatan. Söder om tunneln ansluts byggnader till ny lokalgata resp. Celsiusgatan. Enligt illustrationsritningen anläggs gångväg ovanpå järnvägstunneln. Utmed alla nämnda gator och gångvägen i delområdet finns dessutom utrymme för trädplantering.

Tillkommande takyta i detta delområde uppskattas till ca 8 500 m². För att ta hand om dagvatten så nära källan som möjligt rekommenderas anläggning av ett mjukskalade infiltrationsstråk som är försett med gräs, makadam, dräneringsledning och dagvattenintag vid kraftigare regn. Sträckningen föreslås anläggas längs med gångvägar mellan byggnader och utmed tunneln. Det erforderliga djupet på sammanlagd ca 370 m diket har beräknats till 0,5 m. Vatten från innergårdsmark föreslås i första hand tas hand om på plats genom vegetationsbäddar. Överskottsvatten föreslås ledas till infiltrationsstråk.

Delområde 3

Delområde 3 avser planerade byggnader och parken sydöst om Bratteråsgatan fram till Celsiusgatan inklusive bebyggelse sydöst om parken och sydväst om Celsiusgatan (ev. förskola). Tillkommande takyta uppskattas till ca 4 000 m². Här föreslås dagvattnet fördröjas och infiltrera till ett mjukskålade infiltrationsstråk utmed gångvägen mellan byggnaderna (förlängning av sydöstgående del av Bratteråsgatan). Erforderligt djup på diket i delområdet har beräknats till ca 1 m. Vatten från hårdgjorda ytor väster om Celsiusgatan i detta område (dvs. förskola) kan med fördel tas omhand på kvarteret genom infiltration till vegetationsbäddar eller fördröjning i dagvattenkassetter. Erforderligt anläggningsdjup på kassetter på kvarteret uppskattas till ca 1 m. Bräddning bör ske till allmänt nät via ledning som behöver dras antingen genom huskroppen eller parken norr om kvarteret. För att skapa ett rekreativt och pedagogiskt mervärde i förskolans innergårdsmark kan avledning av takvatten till anläggningar med fördel ske i öppna lösningar som t.ex. rännor och vattenspel.

Delområde 4a

Delområde 4a omfattar planerade byggnation mellan Celsiusgatan och Östra Eriksbergsgatan söder om gamla järnvägen. Takytan omfattar ca 1 800 m². Planerad marknivå på Celsiusgatan uppskattas till ca +15,2 m alltmedan Östra Eriksbergsgatan ligger på ca +6,9 m vilket ger en avsevärd höjdskillnad i detta område. För att fördröja avledande flöde rekommenderas att ett magasinsutrymme anläggs innan koppling till nätet. Här kan det också vara lämpligt med öppna lösningar. För att klara den stora höjdskillnaden mellan innergårdsmark och Östra Eriksbergsgatan föreslås anläggande av t.ex. vattentrappor eller små vattenfall vilket samtidigt kan öka trivselen i området. Ett noggrannare förslag till utformning presenteras inte då markförhållande med avseende på gestaltning och lutning är högst oklart. Eventuell fördröjningsvolym för detta område uppskattas till ca 18 m³ som kan realiseras med dagvattenkassetter t.ex. Wavin aqua cell. Magasinsdjupet uppskattas till ca 1,5 m (överbyggnad, två lager kassetter, fyllning). Vatten från innergårdsmark kan i första hand tas omhand på plats genom vegetationsbäddar. Bara överskottsvatten föreslås avledas till ett magasin.

Delområde 4b

Med detta delområde avses byggnader nordöst om Celsiusgatan. Höjdskillnaden är ungefär lika stor som i förgående delområde. Exakta markförhållande är oklara. Därav följer att det är svårt att bestämma utformning av öppna lösningar med rekreativt mervärde som t.ex. vattentrappor eller vattenspel. Väljer man bara att fördröja dagvatten i området skulle det behövas en magasinsvolym på ca 19 m³ (motsv. 1 900 m³ ny takyta) för att uppnå fördröjningskravet. Utformning rekommenderas som makadamdike eller dagvattenkassetter som kan placeras i släppet mellan husen. Anläggningsdjupet uppskattas till ca 1 m vid val av makadamdike eller 1,5 m vid val av kassetter.

Dagvatten från allmän platsmark (parkområde) mellan delområden 4a och 4b kan med fördel tas omhand på plats genom ytlig avledning och infiltration i växtbäddar eller fördröjning i diken.

För att säkerställa god avrinning och minskad risk för uppdämning av dag- och dräneringsvatten i delområdena bör lägsta golvnivå sättas med hänsyn till lutning av intilliggande mark så att lokala lågpunkter, i vilka dagvatten kan ansamlas, undviks. Lägsta golvnivå ska vara högre än gatunivå vid förbindelsepunkt för dagvatten för att en tillfredsställande avledning av dag- och dräneringsvatten ska kunna erhållas. Föreliggande detaljplan uppfyller detta krav.

Övrigt

Planområdet som hanteras i dagvattenutredningen innefattar en flik längst i nordöst där en lokalgata utmed järnvägen planeras att anläggas. Befintliga markförhållanden bedöms vara lämpliga för att infiltrera dagvatten på plats. Inga ytterligare åtgärder krävs.

Sekundära avrinningsvägar kan uppstå när avsedda primära avrinningsvägar som diken eller stråk är överbelastade. Utredningen visar att i detta fall kommer vattnet tvingas att rinna av på ytan utmed de nämnda lokal- och huvudgatorna som bildar lokala lågstråk. Norr om den planerade järnvägstunneln kommer dagvatten att rinna ner mot Säterigatan, främst mot nordost. I det södra avrinningsområdet, söder om järnvägstunneln, kommer dagvatten att rinna ned till Östra Eriksbergsgatan respektive Valskvarngatan. Därefter kommer det att rinna ut i älven. Dagvattnet bedöms inte bli stående så att byggnader tar skada.

4.4 Renings- och fördröjningsmetoder

4.4.1 Infiltrationsyta

Ett mycket hållbart och effektivt sätt att hantera ytvatten är att tillämpa infiltration så nära källan som möjligt. Förutsättningarna är att grundvatten ligger på betryggande djup och underliggande marklager är tillräckligt genomsläppliga. I områden med täta jordlager, t.ex. lera, kan infiltration dock motverka uttorkning och risken för sättningar. För att hindra yt- eller dagvatten att rinna in mot en byggnad måste marken ges en ordentlig lutning ut från byggnaden (minst 1:20 på första 3m). För att undvika stående vatten på viss nivå vid t.ex. stora regntillfälle och för att visa om marklager satts igen rekommenderas att ytan förses med dagvattenintag enligt figur nedan. Brunnen i sin tur måste kopplas till närmaste anslutningspunkt.

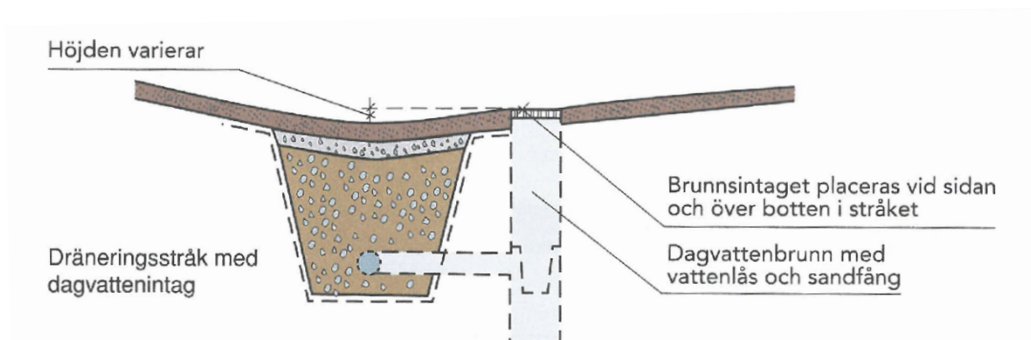


Figur 5: Dagvattenintag med viss uppdamningsnivå

4.4.2 Makadamfyllda dike och dagvattenkassetter

Makadamdike ger möjlighet att avleda dagvatten från hårdgjorda ytor ytligt och hållbart. Vatten samlas i ett gräsförsett dräneringsstråk. Överytan utförs med sandinblandad matjord med en tjocklek av ca 15 cm. Under denna läggs ett grusskikt med samma tjocklek. Fördröjande funktion erhålls genom makadamfyllning med dränledning i botten av diket. En geotextil skyddar angränsande jordlager vid behov. Fördelen med öppna diken är att dagvattnet renas till viss del, hastigheten på vattnet reduceras och att det är ett trevligt inslag med kombinationen vatten och grönyta i området. För att kunna klara av stora regntillfälle skall diken vara försedda med dagvattenbrunnar. Deras intag bör dock ligga högre än stråkets bottenskål. Härmed nyttjas både stråkets avrinningsvolym och makadamvolym, se figur 6.

Den fria volymen, dvs. magasinerings- eller utjämningsvolymen, i magasinet utgörs av porvolymen i fyllningsmassorna, vanligtvis ca 25-30 %. Nackdelen med makadamdiken är att de normalt behöver grävas om efter ca tio till femton år, eftersom den hydrauliska kapaciteten kan avta.



Figur 6: Makadamfyllt infiltrationsstråk med dagvattenintag, Svenskt Vatten Publikation P105

Där öppen 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 knutna och läggs fast. 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

4.4.3 Skelettjordsanläggning med trädplantering

Skelettjord 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 rotutrymme 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 4. För att klara av regntillfällena 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.

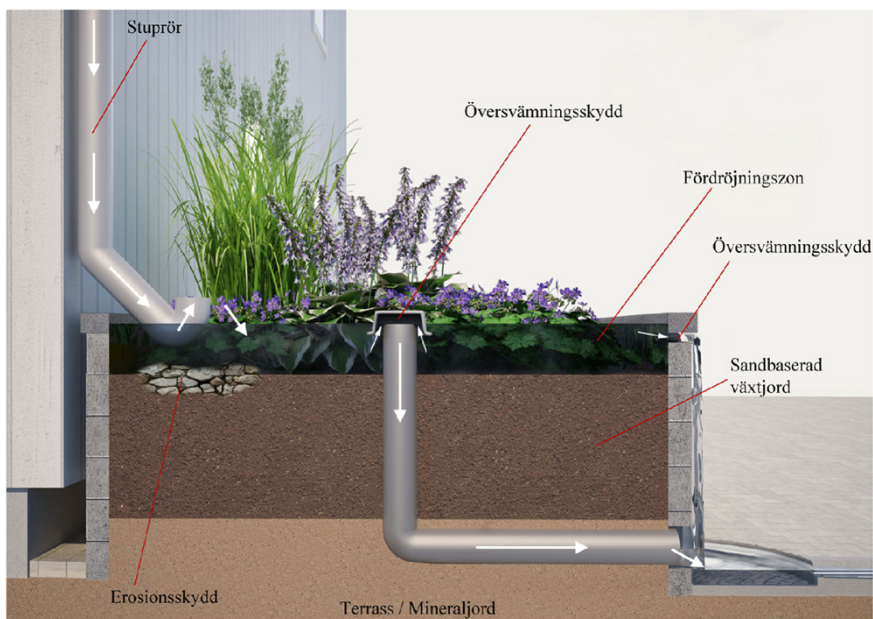


Figur 8: Makadamlager och utplacering av trädgallerram, foton: Björn Embrén, Anders Ohlsson Sjöberg

4.4.4 Växtbäddar

Växtbäddar används för att infiltrera dagvatten från närliggande ytor som vägar, parkeringar eller hus. Det ställs krav på att växterna ska klara perioder av både torka och höga vattennivåer då växtbädden inte har någon permanent vattenspiegel. Med en välkomponerad vegetations- och jordmix får man 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 skall kunna magasineras och infiltreras effektivt inom ett dygn efter nederbördstillfället. Bara under korta perioder i samband med kraftiga regn kommer en växtbädd att ha någon synlig vattenyta. 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 9: Typritning regnbädd, Movium Fakta 2015

4.4.5 Öppna lösningar i tät bebyggelse

Öppna rännor kan ge fördrojning då vattenytan tillåts variera i höjdlä. Utflödet, till exempel ett konventionellt ledningssystem eller fördrojningsanläggning, 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 Investeringskostnad

Med utgångspunkt från systemlösningen och erfarenheter från tidigare likvärdiga projekt har investeringskostnader bedömts. Kostnaderna ska ses som grova uppskattningar i detta tidiga skede. Detaljutformning av området och val av metoder påverkar dem slutgiltiga kostnaderna.

Totalkostnader för systemlösningen ligger på ca 4,4 Mkr, se bilaga 5. Priset är dock bara en grov uppskattning och kan såväl minska som öka genom slutgiltigt val av metoder, material och detaljutformning. Särskild hänsyn måste tas till eventuell bergschakt. Omfattningen är osäker då exakta djupet till berg är okänt i vissa delar av området.

Vid anläggning av gröna tak halveras visserligen erforderlig fördröjningsvolym. Men extrakostnaden för gröna tak på nya byggnader uppskattas till ca 6,7 Mkr (380 kr/m² för 17 600 m² låglutande tak). Totalkostnaden skulle därmed öka avsevärt varför anläggningen inte föreslås i denna utredning.

6 Drift- och underhållskostnad

För att bibehålla anläggningars infiltrations-, fördröjnings- och reningskapacitet krävs regelbundet underhåll. Man utgår från att kostnad för skötsel årligen uppgår 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. Det rekommenderas att gräset klipps eller att vegetationen på annat sätt skördas för att få bort de näringsämnen det har tagit upp samt så att ett uniformt flöde kan bibehållas i respektive dike. Där marken blir mättad med föroreningar och sediment tappar den markant i renings- och fördröjningseffekt. För att återställa hydrauliska och rengörande egenskaper behöver makadamdiken grävas om efter ca 10- 15 år. Underhåll för dagvattenkassetter innebär framför allt regelbunden slam- och sandtömning.

7 Slutsats

I stadsdelen Sannegården, Göteborg, planeras en sammanhängande bebyggelse från Säterigatan i norr till Östra Eriksbergsgatan i söder genom att förlägga Hamnbanan i tunnel. Planerade byggnationer medför en ökning av dagvattenflöde med ca 67 %. För att hantera tillkommande vattenmängder rekommenderas ett lokalt omhändertagande på exploateringsområdet enligt Göteborgs dagvattenplan.

Förutsättningar för fullständigt LOD inom planområdet är dock begränsat på grund av tät bebyggelse, brist på infiltrationsyta och det stora dagvattenflödet. Dagvattnet föreslås istället renas och fördröjas lokalt före avledning till recipient via det kommunala dagvattenledningsnätet. Fördröjning kan med fördel ske via makadamfyllt infiltrationstråk eller dagvattenkassetter i respektive delområde. Asfalterade ytor kan avvattnas via skelettjordsanläggning vid nyanläggning av lokal- och huvudgator. Som kompletterande och trivselskapande åtgärder föreslås växtbäddar på innergårdsmark och öppna avrinningselement där det är lämpligt (t.ex. förskola). Nya anslutningspunkter för dagvatten behövs skapas i Säterigatan, Östra Eriksbergsgatan och Bratteråsbacken.

Investeringskostnader för föreslagen systemlösning uppskattas till ca 4,4 Mkr.



FÖRKLARINGAR

- ARBETSOMRÅDE
- BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING
- BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING
- BEFINTLIG VATTENLEDNING
- BEFINTLIG NEDSTIGNINGSBRUNN
- BEFINTLIG RÄNNSTENSBRUNN
- BEFINTLIGT DIKE
- LUTNINGSPIL
- HÄRDEGJORD YTA, ASFALT
- JÄRNVAGSSPÅR, GRUS
- BERGIG SKOGSMARK
- GRÄSYTA ELLER LIKANDE
- BLANDAD YTA

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

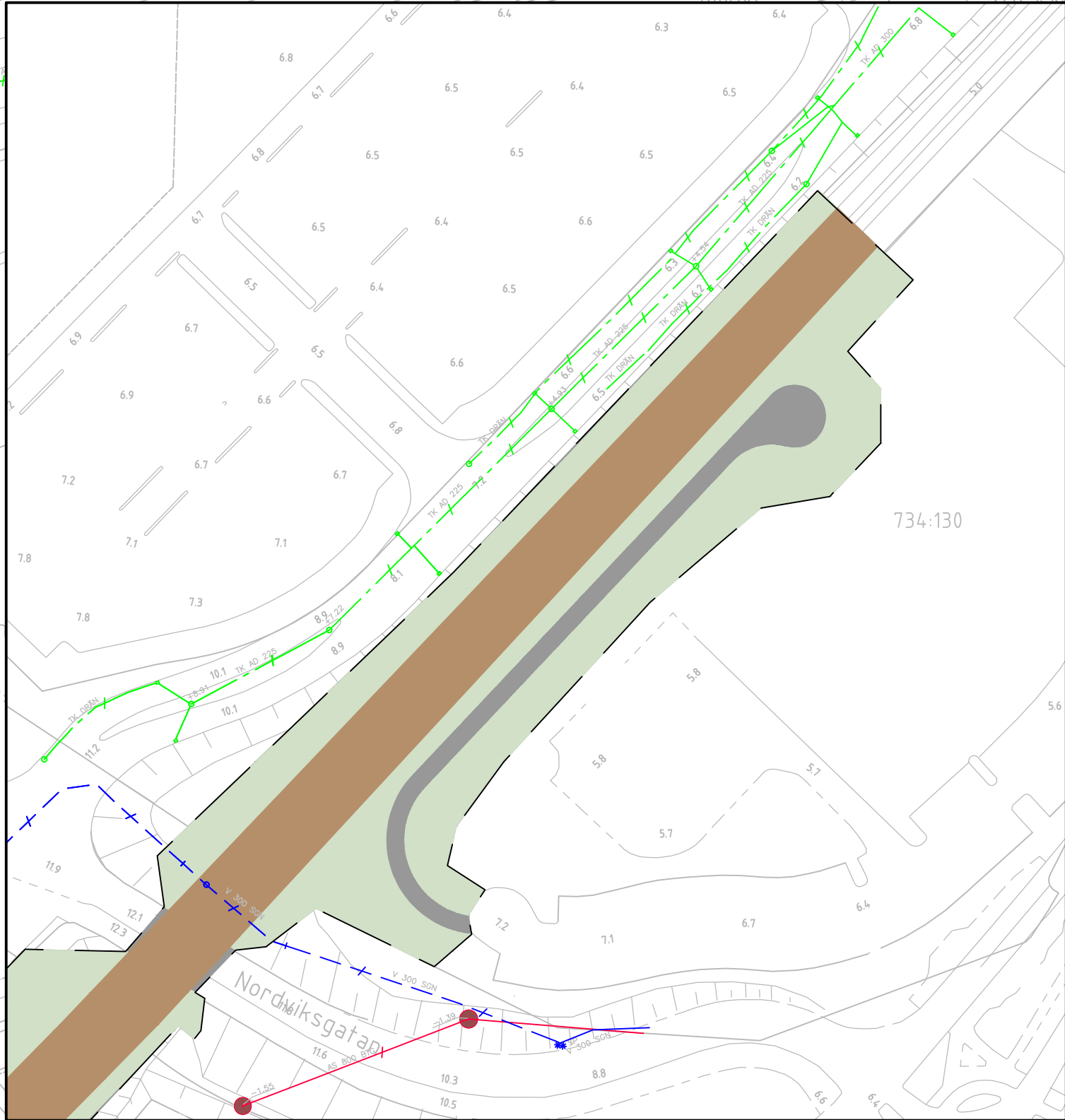
BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER	DATUM	SIGN
-----	-----	-----------	-------	-------	------



UPPRÄD NR 74374	RITAD/KONSTRUERAD AV P. LÖRBER	GRANSKAD AV
DATUM 2015-08-01	ANSVARIG LARS NILSSON	

DAGVATTENUTREDNING
SÄTERIGATAN
VA-TEKNIK
BEFINTLIGT FÖRHÅLLANDE

SKALA A1: 1:1000	NUMMER R-51-1-001	BET
---------------------	----------------------	-----



FÖRKLARINGAR

ARBETSMÖRÅDE

BEFINTLIG DAGVATTENLEDNING

BEFINTLIG SPILLVATTENLEDNING

BEFINTLIG VATTENLEDNING

BEFINTLIG NEDSTIGNINGSBRUNN

BEFINTLIG RÄNNSTENSBRUNN

HÅRDGJORD YTA, ASFALT

JÄRNVÄGSSPÅR, GRUS

BERGIG SKOGSMARK

GRÄSYTA, PARK

FÖR-/INNERGÅRDSMARK

TAKYTA

PLANERAD DAGVATTENLEDNING

PLANERAD DAGVATTENBRUNN

FÖRSLAG PÅ YTIG AVLEDNING

FÖRSLAG PÅ FÖRDRÖJNING

ANMÄRKNINGAR

KOORDINATSYSTEM

PLAN: SWEREF 99 12 00
HÖJD: RH 2000

A	REVIDERING EFTER GRANSKNING	2016-04-15	PL
BET	ANT	ÄNDRINGEN	AVSER
		DATUM	SIGN



Göteborgs Stad
Kretslopp och vatten



Sigma
Civil

UPPDRAG NR
74374

DATUM
2016-05-31

RITAD/KONSTRUERAD AV
P. LÖRBER

ANSVARS
LARS NILSSON

GRANSKAD AV

DAGVATTENUTREDNING

SÄTERIGATAN
VA-TEKNIK
SYSTEMLÖSNING

SKALA
A1: 1:1000

NUMMER
R-51-1-002

BET
A

Ritning Uppdrags 74374-05, Teknisk Ritning R-51-1-002, Dag, Skapad av: Philip Lörber 2016-05-31 16:22

BILAGA 3: FÖRDRÖJNINGSBERÄKNING

Anläggningsplacering redovisas i bilaga 2.

Delområde 1		
takyta	m2	1400
krav på fördröjningsvolym, V	m3	14
fördröjningskapacitet växtbäddar, f	m3/m2	0,35
höjd på växtbädd	m	0,7
erforderlig yta växtbädd, A	m2	40,0

$$A=V/f$$

Delområde 2		
takyta	m2	8500
krav på fördröjningsvolym, V	m3	85
hålrum i fyllning (makadam), f	%	25
längd infiltrations/dräneringsstråk, l	m	368
bredd, b	m	2
erforderligt djup makadam, d	m	0,5

$$d=V/(l*b*f)$$

Delområde 3		
takyta	m2	4000
krav på fördröjningsvolym, V	m3	40
hålrum i fyllning (makadam), f	%	25
längd infiltrations/dräneringsstråk, l	m	80
bredd, b	m	2
erforderligt djup makadam, d	m	1,0

$$d=V/(l*b*f)$$

Delområde 4a, dagvattenkassetter		
takyta	m2	1800
krav på fördröjningsvolym, V	m3	18
hålrum i fyllning (kassetter), f	%	90
längd dagvattenkassetter, l	m	10
bredd, b	m	5
erforderligt djup magasin, d	m	0,4

$$d=V/(l*b*f)$$

Delområde 4b		
takyta	m2	1900
krav på fördröjningsvolym, V	m3	19
hålrum i fyllning (kassetter), f	%	90
längd dagvattenkassetter, l	m	6
bredd, b	m	4
erforderligt djup magasin, d	m	0,9

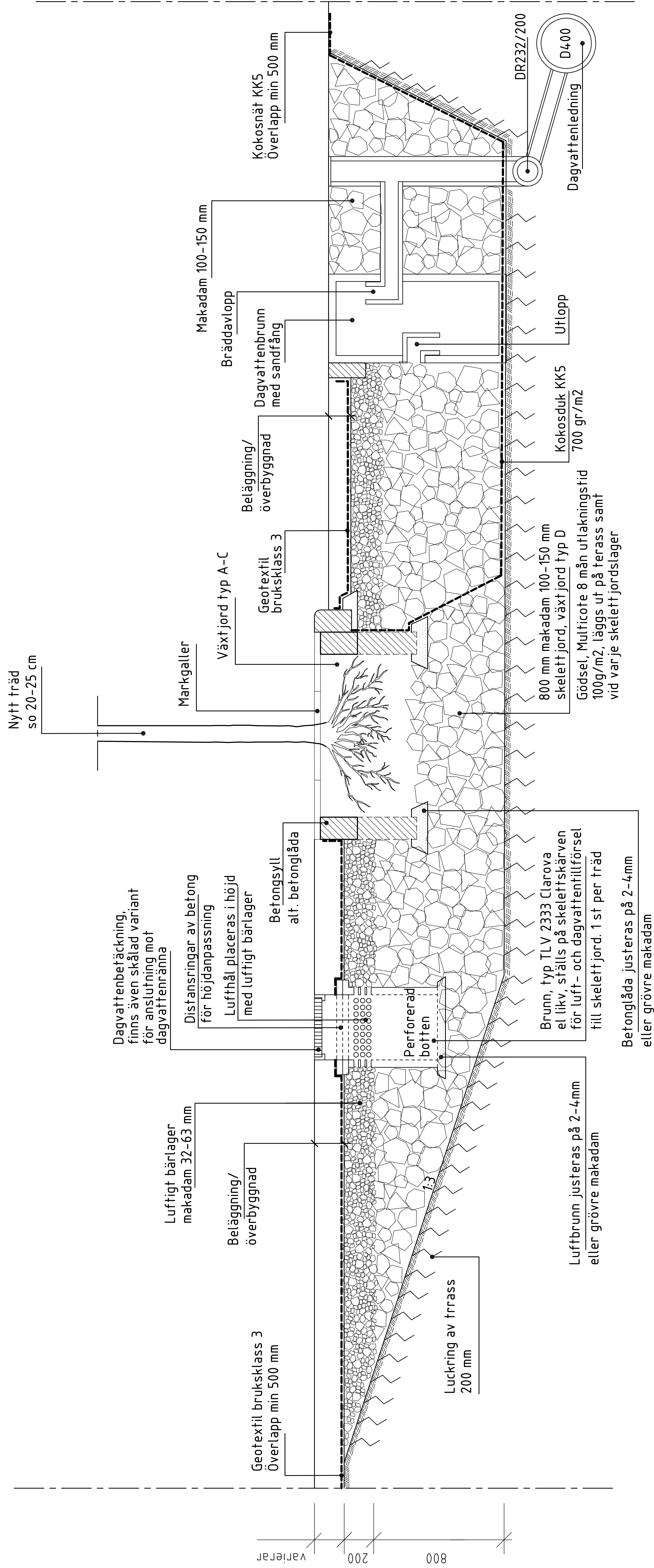
$$d=V/(l*b*f)$$

Asfaltyta med jordskelettsanläggning		
asfaltyta	m2	18140
krav på fördröjningsvolym, V	m3	181,4
hålrum i fyllning (makadam), f	%	25
längd asfalterade vägar, l	m	700
bredd, b	m	10
erforderligt djup makadam, d	m	0,1

$$d=V/(l*b*f)$$

Geometrin på makadamdiken (längd, bredd, djup) är ett förslag och kan anpassas i detaljprojekteringsskede. Målsättningen är att minska totaldjupet av anläggningar.

Skelettjordsanläggning (bredd och djup) ska anpassas till typsektion för lokalgator i detaljprojekteringsskede. Här redovisas bara den principiella förmågan att en makadamfylld underbyggnad kan uppta dagvatten från asfalterade vägar i planområdet.



LOD - TRÄD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD

Principsektion

SKALA 1:20 (A2), 1:40 (A4)

ANMÄRKNING

Markutrustning som markgaller, stamskydd, trädstöd anpassas specifikt efter projekt.

Status	2009-002-23
TH-TYPRITNING	Goddkind BEMBRÉN
 TRAFFIKKONTORET Box 8311, 104 20 Stockholm, Tel 08-508 27 200	
LÖD - TRÄD I HÅRDGJORD YTA MED SKELETTJORD	
SEKTION	
Skala	1:20(A2)/1:40(A4)
Ritningsnr	THVB006
Foto	Reg.

BILAGA 5: KOSTNADSBERÄKNING

	Enhet	Mängd	å-Pris	Belopp
Dagvattenledning				
<i>material, schakt, fyllnad, geotextil</i>	<i>m</i>	<i>900</i>	<i>1 000,00 kr</i>	<i>900 000,00 kr</i>
Underjordiskt magasin				
<i>dagvattenkassetter inkl. schakt, brunn, geotextil</i>	<i>stk</i>	<i>250</i>	<i>700,00 kr</i>	<i>175 000,00 kr</i>
<i>kringfyllnad</i>				
Makadamfyllt dike				
<i>schakt, dränledning, fyllnad, geotextil, gräs</i>	<i>m³</i>	<i>900</i>	<i>1 500,00 kr</i>	<i>1 350 000,00 kr</i>
<i>bredd 2m, ung djup 1m</i>				
Växtbäddar				
<i>växter, grässådd, fyllnad, geotextil</i>	<i>m²</i>	<i>1800</i>	<i>800,00 kr</i>	<i>1 440 000,00 kr</i>
Skelettjordsanläggning *				
<i>makadam och växtjord</i>	<i>m³</i>	<i>500</i>	<i>1 000,00 kr</i>	<i>500 000,00 kr</i>
TOTAL				4 365 000,00 kr

*)

Här redovisas bara en grov uppskattning över andelen ytterligare åtgärder dvs makadamfyllnad och växtjord jämfört med anläggning av enkla lokalgator.