

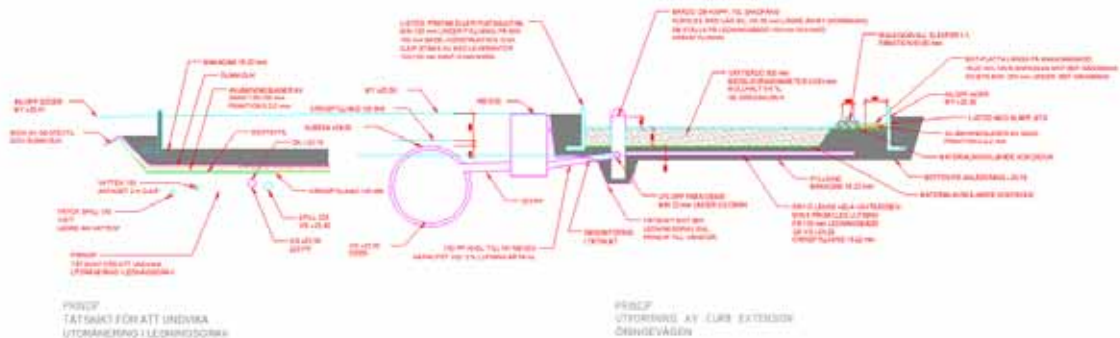
PM

UPPDRAG CURVES DAGVATTENÅTGÄRDER	UPPDRAGSLEDARE Thomas Larm	DATUM 2012-08-13
UPPDRAGSNUMMER 1143512000	UPPRÄTTAD AV Agata Banach och Thomas Larm	

Design av Curb extensions i Tyresö



Detta PM sammanställer rekommendationer kring utformning och dimensionering av nedsänkta växtbäddar i gatumiljö för utjämning och rening av dagvatten i Tyresö, se figuren ovan från en anläggning i Portland i USA och figuren nedan som visar projekterad lösning för Öringevägen i Tyresö. Varje plats där denna typ av lösningar skall anläggas är unik med platsspecifika förutsättningar såsom önskad typ av planterade växter (örtplugg, maxiplugg, buskar eller träd), omgivande marktyp (lera eller genomsläpplig mark) och läge och djup av dagvattenledningar som anslutning skall ske till liksom andra ledningar och marknivåer att ta hänsyn till. Kravet på utjämning och rening kan också vara unik för olika platser, vilket påverkar erforderliga areor och utjämningsvolym, vilket i sin tur påverkar materialens djup. Andra djup på materiallager och annan typ av anslutning, liksom att rännor kan anläggas istället för ledningar för delar av anläggningarna, kommer att kunna bli aktuella på andra platser så figuren nedan visar bara hur lösningen blev projekterad i Öringevägen. Senare i PMet visas exempel på olika djup av material m.m.



Brunnar, ledningar och dräneringsrör

Det dagvatten som inte avdunstar eller tas upp av vegetationen kommer att avledas via dräneringsledning i anläggningens botten alternativt brädda över i kupolbrunn med en låg kupolsil. Brunnen utgörs av en dagvattenbrunn 400 PP dit även dränledningen är ansluten. En dräneringsledning i anläggningens botten fordras då kringliggande jord består av lera.

I de fall då friktionsjord förekommer erfordras ingen dräneringsledning för avledning utan vattnet tillåts perkolera ner till grundvattnet. Inom exempelvis vattenskyddsområden där infiltration av trafikdagvatten inte är lämplig kan anläggningarna utformas med tätskikt och dränledning som sedan ansluter till dagvattennät. Uppbyggnaden av tätskiktsslager beskrivs nedan.

Dräneringsledningen som blir av dimension 110 mm läggs med 5 promilles lutning, på en 100-150 mm tjock ledningsbädd och kringfylls med makadam av fraktion 16-22 mm. En mer grovkornig jordblandning med vassa kanter kan skada dräneringsröret. Om materialet är rundat kan fraktion 16-32 mm användas. Makadamlagrets totala tjocklek blir 350 mm i områden med lera och då inga specifika krav på kraftig utjämning av flöden föreligger, såsom var fallet i Öringevägen..

Den tillgängliga fördröjningsvolymen i anläggningen kan ökas genom att makadamlagret görs upp till 600 mm mäktigt. Förutsättningen för detta är att det inte finns några ledningar i mark som kan komma i konflikt med anläggningen. Vidare behöver anslutningen till befintliga dagvattenledningar fungera nivåmässigt. Utgörs kringliggande mark av friktionsjord erfordras ändå ett makadamlager på minst 300 mm för att öka infiltrationen så att vattnet inte blir stående längre än 48 h på anläggningens yta.

Porvolymen, dvs den effektiva volymen som blir tillgänglig för fördröjning av dagvatten i makadamlagret blir 30 %. Det är viktigt att inte använda en för liten makadamfraktion eller att spannet i kornstoleken inte blir för stort då detta minskar fördröjningskapaciteten i makadamlagret. Vid spann så som 8-16, 16-32, 32-60, 63-90 erhålls 30 % hålrumsvolym.

Från dagvattenbrunnen går sedan en 160 mm PP utloppsledning som ansluter antingen direkt till befintligt ledningsnät eller till en nedstigningsbrunn NB1000 PP där flödesproportionell provtagning av utgående vatten kan ske.

Nedan visas en dagvattenbrunn, nedstigningsbrunn samt kupolsil från Uponor.

2 (15)

PM
2012-08



Kantsten

Kantstenen som avgränsar anläggningen mot omgivande mark utformas som ett L-stöd i betong. L-stödet utformas med prefabricerade element alternativt platsgjuts. L-stöd på Öringevägen platsgjuts och utformas med armering. För anläggande av prefabricerade element se anläggningsanvisning och standarddimensioner nedan.

Kantstenen mot körbanan utformas med normal kantstenshöjd. Mot gångbanan ligger kantstenen bara som en markering, dvs i samma höjd som gångbanan. Från gångbanan släntas marken ner mot anläggningens botten i en slänt 1:1. Släntningen görs med växtbäddsjorden.

L-stöd 300-1400 mm tillhandahålls av bl a Liljeholmens cementgjuteri och kan användas som stödmurar, sandfickor och växtlådor och utgörs av betongelement. Stöden har synliga ytor av kvastad betong men kan även utföras med andra ytbeläggningar, så som frilagd ballast (ärtekross), frilagd marmorkross, dansk sjösten, röd porfyr m m. Kvadratiska eller rektangulära växtlådor kan byggas upp som i hörnen byggs upp av hörnelementen. På beställning kan element för lådor med annan form levereras.

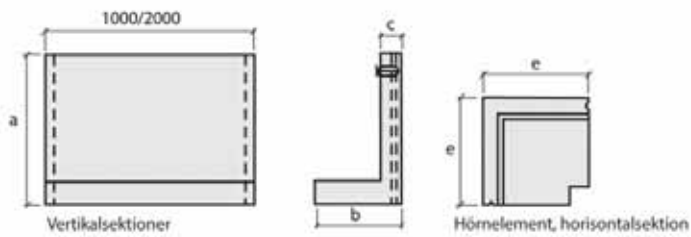


Fig 1. Element för stödmurar, sandfickor och växtlådor mm. Höjd = 300 — 800 mm

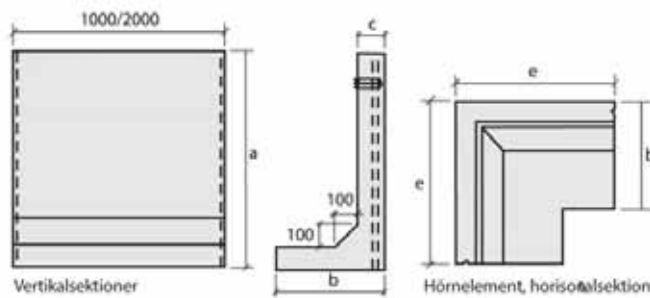
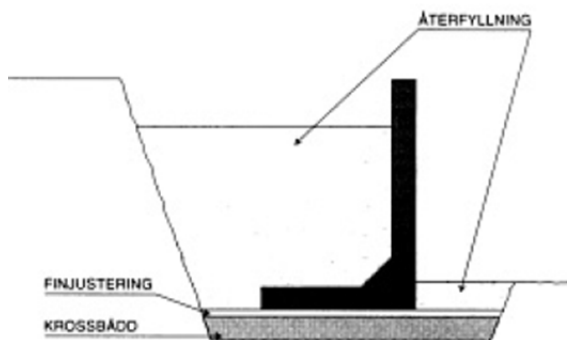


Fig 2. Element för stödmurar, sandfickor och växtlådor mm. Höjd = 1000 — 1400 mm

Mått i mm					Vikt
A	B	C	D	E	Kg/Lm
300	300	80	100	500	100
400	300	80	100	500	120
500	300	80	100	500	140
600	350	80	100	500	182
700	400	80	100	500	214
800	450	80	100	500	233
1000	650	100	100	1000	377
1200	850	100	100	1000	520
1400	850	100	100	1000	573



Anläggningsanvisning för stödmursegment

- Grundläggning skall utföras med en minst 0,15 m tjock bädd av väl-dränerade krossmaterial enligt Tabell CE/1, Anläggnings AMA 98.
- Uppfyllnad efter uppschaktning utföres med materialtyp 1 (Bergtyp 1) och 2 enligt Tabell CE/1, Anläggnings AMA 98. Fyllning resp. packning utföres enligt Tabell CE/4, Anläggnings AMA 98.
- Vid dåligt dränerande egenskaper hos kringliggande mark eller vid extra tillskott på grundvatten skall dräneringsledning, som avleder vattnet från stödmurens grundläggning, monteras.
- Återfyllning framför stödmursegmenten skall utföras så att en horisontell yta erhålls på minst 0,1 m över stödmurens undersida.
- Återfyllning bakom stödmursegmenten utföres till överkant murkrön eller till annan angiven nivå. Återfyllning pålägges i lämpliga lager som packas vid behov, varvid hänsyn tas till att stödmursegmentens tillåtna belastning ej överskrids.
- Återfyllning utföres med materialtyp 2 enligt Tabell CE/1 och utföres enligt CEB.52, anläggnings AMA 98.

Tätskikt

Där anläggningen hamnar i ansutning till eller direkt ovanpå en ledningsgrav utformas anläggningen med tätskikt och dräneringsledning för att undvika att utdränering av vattnet sker.

Längst ner mot omgivande mark/ledningsgrav läggs ett lager av geotextil som får fungera som materialavskiljande lager mot makadamen i ledningsgraven. Ovanpå geotextilen läggs ett ca 100 mm tjockt avjämningslager av sand som blir av fraktionen 0,2-2 mm. Detta för att grunden för gummiduken av EPDM ska bli så jämn så att duken inte skadas. Ovanpå gummiduken hamnar anläggningens makadamlager i fraktion 16-22 mm.

Vid användning av grövre makadamfraktion fordras ett skyddslager av sand ovanpå gummiduk och därefter en ytterligare geotextil för materialavskiljning för att inte riskera att vassa makadamkanter punkterar duken.

Växtval

Nedan visas de växter som föreslagits för dagvattenanläggningen i Öringevägen. Dessa arter behöver ses över i de fall då dagvattnet inte innehåller något salt eller då halkbekämpningen sker med en ren saltblandning som ger en högre salthalt.

Aster tripolium Strandaster

Carex sp Starr

Juncus gerardii Salttåg

Juncus effuses Veketåg

Lysimachia vulgaris Strandlysing

Lythrum salicaria Fackelblomster

Veronika longifolia Strandveronika



Aster tripolium



Carex sp



Lythrum salicaria



Veronika longifolia



Juncus gerardii



Juncus effusus



Lysimachia vulgaris

Samtliga föreslagna växter, som består av örter och halvgräs, växer naturligt nära kusten i Sverige. Dessa arter är både tork- och fukttåliga samt tål en lägre koncentration av salt. På Öringevägen sker halkbekämpning med saltinblandat grus, vilket ger en lägre salthalt jämfört med en ren saltblandning.

Det föreslås att 6-9 st maxipluggplantor eller 12-20 st örtpluggplantor planteras per kvadratmeter i den här typen av anläggningar. Maxipluggplantor har en rotvolym på 1-1,3 liter och är bättre anpassade för

6 (15)

PM
2012-08

etablering i tuffa miljöer. De stora maxipluggplantorna har ett välutvecklat rotsystem och klarar sig en kortare period av uttorkning. För en mindre pluggplanta finns risk att den inte överlever en kortare period med uttorkning eller för högt vattenstånd. Maxipluggplantor odlas i kokosfiber och det finns således ingen jord som kan spolats bort vid planteringen.

Växtbädd, slänt och kokosduk

Nedan visas en gränskurva som är speciellt framtagen för att möta valda växters behov på vatten och syre. I denna PM kallas jordblandningen för en "Tyresöjord". Växtbädden i Öringevägen blir 500 mm mäktig (vilket även är minsta rekommenderade mäktighet) och erfordrar en mullhalt på 5-6 %. Växtbädden hamnar ovanpå en materialavskiljande kokosduk ovanpå makadamlagret. Vid plantering av buskar och träd behöver jordtjockleken bli större (min 1000 mm för träd) och mullhalten kommer att variera beroende på växtval.

Från gångbanan släntas växtbädden ner mot anläggningens botten i en lutning 1:1. I slänten planteras högväxande (gräs)arter för att markera och avgränsa anläggningen mot gångbanan. Vegetationen i slänten kan med fördel vara upprätt och synlig även vintertid fram till första snöplogningen. Med hjälp av vegetationen i slänten binds jorden bättre och blir därmed mindre känslig för erosion då vatten från gångbanan översilar slänten.

Tyresöjordens porositet är beräknad till 12 %, vilket är den tillgängliga utjämningsvolymen i detta lager. Växtbädden kommer att ha en genomsläpplighet på 7 mm/timme. Medelkorndiametern på denna jord är 0,063 mm, vilket innebär att om anläggningen fylls upp med 300 mm vatten (i värsta fall) så kommer det att ta 42 h att dränera undan vattnet. Om växtbäddsytan fylls upp med 100 mm vatten kommer det att ta 14 h att dränera undan vattnet.

Tyresöjorden kan tillhandahållas av bl a Hasselfors.

Mullhalt i olika växtbäddar :

Tyresöjord, 5-6 %

Gräsjord, 3-5 %

Buskar och träd, 5-8 %



Alternativ uppbyggnad av anläggning

Översta tomvolymen, ovan växtbädd; 300 mm. (200-500 mm)

Wäxtbädd; 500 mm (500-1000 mm), min 1000 för träd alt "Tyresöjord" eller pimpstensjord.

Makadamlager; 350 (300-600 mm)

Erosionsskydd och makadamvall vid inloppen

I anläggningen vid Öringevägen föreslås en 0,6 m bred betongplatta vid inloppet som avgränsas mot övrig del av anläggningen med en makadamvall. Vallen görs 300 mm hög, med slänter 1:1 i makadamfraktion 63-90 mm. Vid ras och sättningar efter skyfall kan vallen behöva byggas på med ytterligare makadam för kunna behålla angiven höjd.

Syftet med denna avgränsning är att den ska fungera som en fördamm där flödesbromsning och försedimentering sker. Betongplattan får läggas 22-26 cm (av Tyresö kommun bedömd höjd med hänsyn till säkerhet) under gångbana och på denna sträcka anläggs ingen jordslänt. Betongplattan läggs på ett avjämningslager av sand som materialavskiljs med hjälp av kokosduk mot underliggande makadamlager.

Nedan visas exempel på utformning av inlopp med betongplatta respektive makadam som erosionsskydd.

8 (15)

PM
2012-08



Dimensionering

Det finns ännu inte någon vedertagen dimensioneringsmetod för denna typ av anläggning, men det finns generella riktlinjer för likande anläggningar från Portland i USA, se Ekv. (1) och Ekv. (2). En dimensioneringsmetod för denna typ av anläggning ska tas fram av Sweco inom ett utvecklingsprojekt om grön-grå design som startar september 2012 och som ska avslutas 2014.

Anläggningen kan dimensioneras generellt efter areasamband enligt ovan nämnda generella riktlinjer som ger erforderlig min- och maxarea ($A_{STF, min}$ respektive $A_{STF, max}$) uttryckt som en andel av tillrinningsområdets hårdgjorda yta (A_{imp}), se Ekv. (1) –(2).

$$A_{STF, \min} = 0,03 * A_{imp} \quad (1)$$

$$A_{STF, \max} = 0,05 * A_{imp} \quad (2)$$

, där:

A_{STF} Anläggningsyta (m^2), STF = Stormwater Treatment Facility

A_{imp} Tillrinningsrådets hårdgjorda yta (m^2), IMP = Impermeable

Utifrån tillgänglig yta och då inga specifika utjämningskrav erfordrades i planerad anläggning i Öringevägen, Tyresö, så erhöles en mindre ASTF, se Ekv. (3).

$$A_{STF, \min} = 0,016 * A_{imp} \quad (3)$$

Denna yta och anläggningsvolym som kunde skapas beräknades även kunna ge en stor reduktion av toppflöden, med utflöden som beräknas bli endast något högre än motsvarande avrinning från naturmark från området. Efter provtagning och flödesmätning samt uppskattning av renings- och utjämnings effekter i anläggningen kan dessa siffror bli uppdaterade, men Ekv. (3) föreslås gälla tills vidare för fall då inga specifika krav på utjämnning och rening föreligger. Förslagsvis så väljs en yta med andel impermeabel yta närmare max (0,05) om större renings- och/eller utjämningsbehov föreligger.

Ytbehovet för svenska förhållanden bedöms generellt bli 1,6-5% av områdets hårdgjorda yta, i enlighet med ovanstående ekvationer och resonemang.

Om specifika utjämningskrav föreligger så är det utjämningsvolymen snarare än ytan som är viktig att dimensionera. Denna är mer komplex att beräkna för hand, men beräknas relativt enkelt med StormTac, se följande beskrivning av metodiken som denna modell använder. Först följer dock en kort beskrivning av beräkningsgång av den "tomma" (hålrum) utjämningsvolymen som blir dimensionerande och som kan skapas i utformad yta. Det är alltså inte den totala volymen som är dimensionerande utan den hålrumsvolym som finns tillgänglig för vattnet att tillfälligt lagras i. Vi betecknar den motsvarande tomma utjämningsvolymen för V_d och denna beror på materialens egenskaper, deras andelar (x) av hålrum, se Ekv. (4).

$$V_d = V_{d1} * x_1 + V_{d2} * x_2 + V_{d3} * x_3 \quad (4)$$

där:

V_d Utjämningsvolym (m^3)

x Andel hålrum i V_d (0-1), där $x_1 = 1,0$ (hela övre volymen är tillgänglig)

Exempel på värden som användes i planerad anläggning i Öringevägen, Tyresö, för x_2 är 0,12 (växtbädd och slänt) och för x_3 är 0,3 (makadamvall och makadamlager kring dräneringsledning).

Anläggningar kan behöva utformas med en volym för fördröjning av större och mer intensiva flödet som behöver utjämnas av kapacitetsskäl för transportsystemet nedströms och för att förhindra

10 (15)

PM
2012-08

översvämningar. Utjämningsvolymen (V_d) kan dimensioneras för att uppehålla och minska ett toppflöde från ett regn med en viss återkomsttid (N), t. ex. 10 år (1-100) år (Larm, 2011a). Vanligt är även att räkna upp volymen med en klimatfaktor (f_c) inför kommande prognosticerade klimatförändringar och då för svenska förhållanden justera med en faktor 1,05-1,3, enligt Svenskt Vatten (2011a) och StormTac (2012-04).

Dimensionerande avtappning (utflöde, Q_{out}) från ett utjämningsmagasin styr erforderlig utjämningsvolym, som blir den maximala volymen mellan dimensionerande inflöde (Q_{dim}) och utflöde vid den regnvaraktighet (t_r) som ger maximal volym (V_{dmax}) vid dimensionerande återkomsttid. Generellt ger både mindre utflöde och längre återkomsttid en längre dimensionerande varaktighet, se Ekv. (5).

Utgjämningsvolymen (V_d) dimensioneras för att utjämna flödet vid ett regn med dimensionerande återkomsttid, t.ex. 10 år, ner till önskat utflöde, med hänsyn till flödeskapaciteten nedströms. Maximalt angivet utflöde endast kan uppnås vid maximal vattennivå (tryckhöjd) i utjämningsanläggningen. Det rekommenderas att beräkna utjämningsvolymen med ett mindre utflöde än vad som maximalt kan uppkomma och än vad som maximalt får släppas ut från anläggningen, se Ekv. (5).

$$V_{dmax} = 60 * t_r * (Q_{dim} - Q_{out,ave}), \text{ där:} \quad (5)$$

$$Q_{dim} = Q_{dim+} + f_c * i * \phi_s * A_s \quad (6)$$

V_{dmax}	Maximalt erforderlig utjämningsvolym (m^3)
t_r	Regnvaraktighet (min)
Q_{dim}	Dimensionerande inflöde (l/s)
$Q_{out,ave}$	Dimensionerande medelutflöde (l/s)
Q_{dim+}	Adderat inflöde till Q_{dim} i fall med flöde från utjämningsanläggning uppströms eller i fall med annat konstant (t.ex. pumpat) inflöde
f_c	Klimatfaktor (1,05-1,3)
i	Regnintensitet (l/s/ha) vid visst t_r
ϕ_s	Dimensionerande avrinningskoefficient enligt svenskt Vattens publikation P90
A_s	Dimensionerande specifik avrinningsyta (ha)

Enligt P90 används ett genomsnittligt utflöde vilket antas vara 2/3 av maximalt utflöde, se Ekv. (7):

$$Q_{out,ave} = Q_{out,max} * 2/3 \quad (7)$$

I den senaste utgivna P104 (senare utgåvor gäller före tidigare) ansätts utflödet som avtappningen från ett till hälften fyllt magasin, liksom för P46. Enligt P104 rekommenderas dock användningen av Dahlströms regndata från 2010. Ekvationer för beräkning av

utjämningsvolymen för dessa regndata togs inte fram i samband med P104, men dessa finns inarbetade i StormTac.

Helt eller delvis materialfyllda magasin

Erforderlig utjämningsvolym behöver ökas för att kompensera för mindre effektiv volym i helt eller delvis fyllda magasin med olika material. En överslagsmässig bedömning är att öka utjämningsvolymen med en faktor enligt följande:

Makadamfyllda magasin	3,0
Skelettjordfyllda magasin	8,6

Hänsyn till exfiltration

Om grundvattennivån bedöms hamna minst 0,5 meter under magasinbotten kan man räkna med ökat utflöde via exfiltration genom magasinets sidoytor (och vidare perkolations till grundvattnet), förutsatt att omgivande mark inte är helt tät. Detta kan ge minskad magasinets storlek. Vid höge grundvattennivå bör magasinerna tätas mot omtilliggande mark så att hela magasinets volym kan utnyttjas. Då blir det ingen exfiltration att räkna med. På grund av en med tiden ackumulerad avsättning av partiklar bör man inte dimensionera för någon exfiltration genom bottenytan. Endast halva sidoytan rekommenderas att medräknas enligt svenskt Vattens publikationer. Dessutom rekommenderas att räkna med halva den bedömda eller uppmätta perkolationshastigheten (K-värdet). Detta eftersom marken inte är homogen. Totalt dimensionerande utflöde blir alltså utflödet via ledning plus medräknat utflöde via exfiltration. Utflödet genom exfiltration kan beräknas enligt Ekv. (8):

$$Q_{\text{exf}} = A_{\text{sida}} * 0,5 * K * 0,5 * 1000 \quad (8)$$

Q_{exf}	Utflöde genom exfiltration (l/s)
A_{sida}	Magasinets sidoyta (m ²)
K	Exfiltrationshastighet genom magasinets sidoyta (m/s)

Kontakter

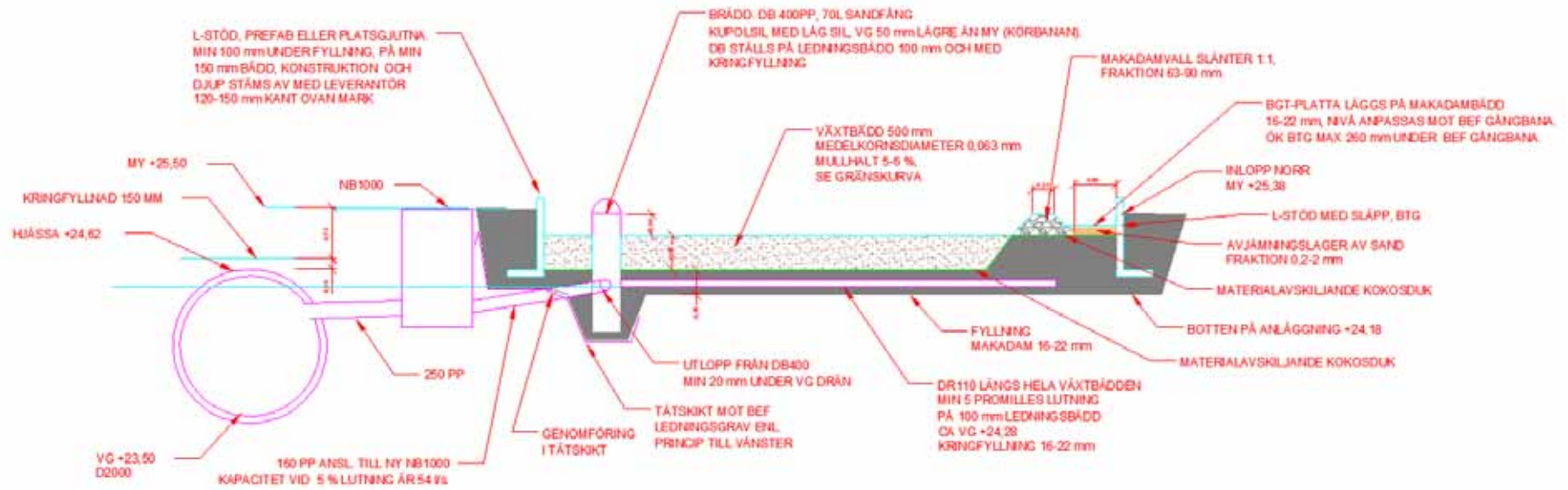
Agata Banach, utformning och projektering, dagvatten
Thomas Larm, dimensionering och specialist, dagvatten

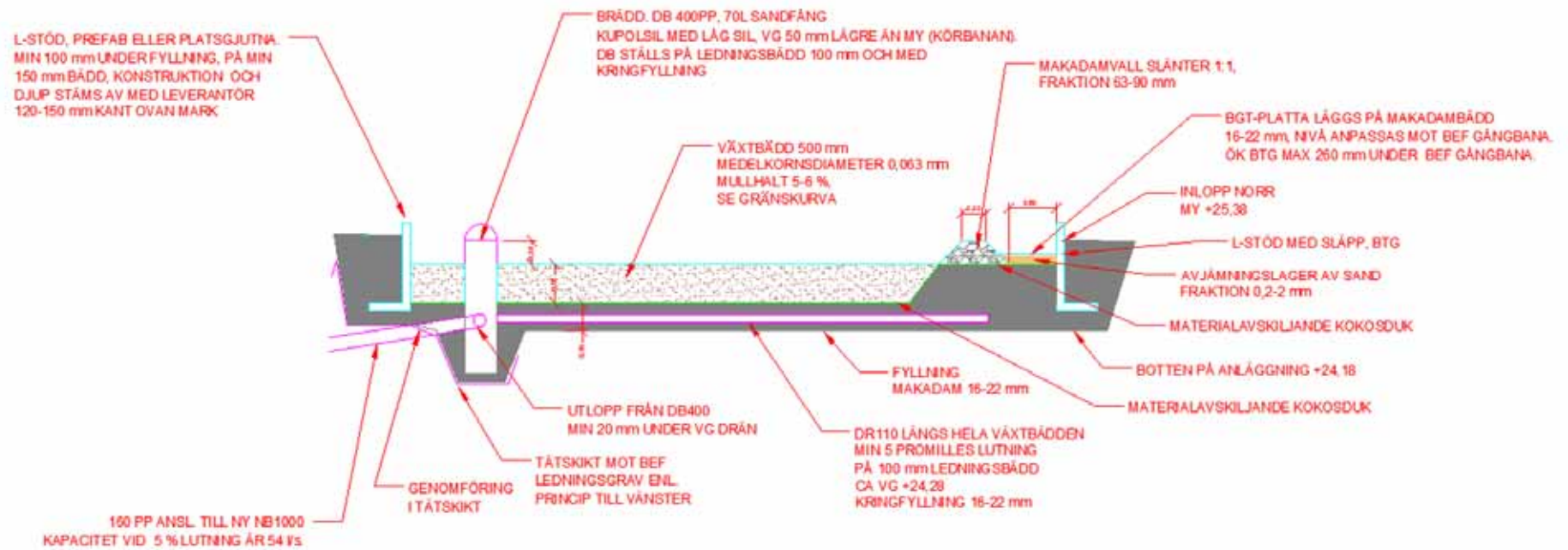
Till övriga involverade personer som har bistått med betydelsefull information hör:

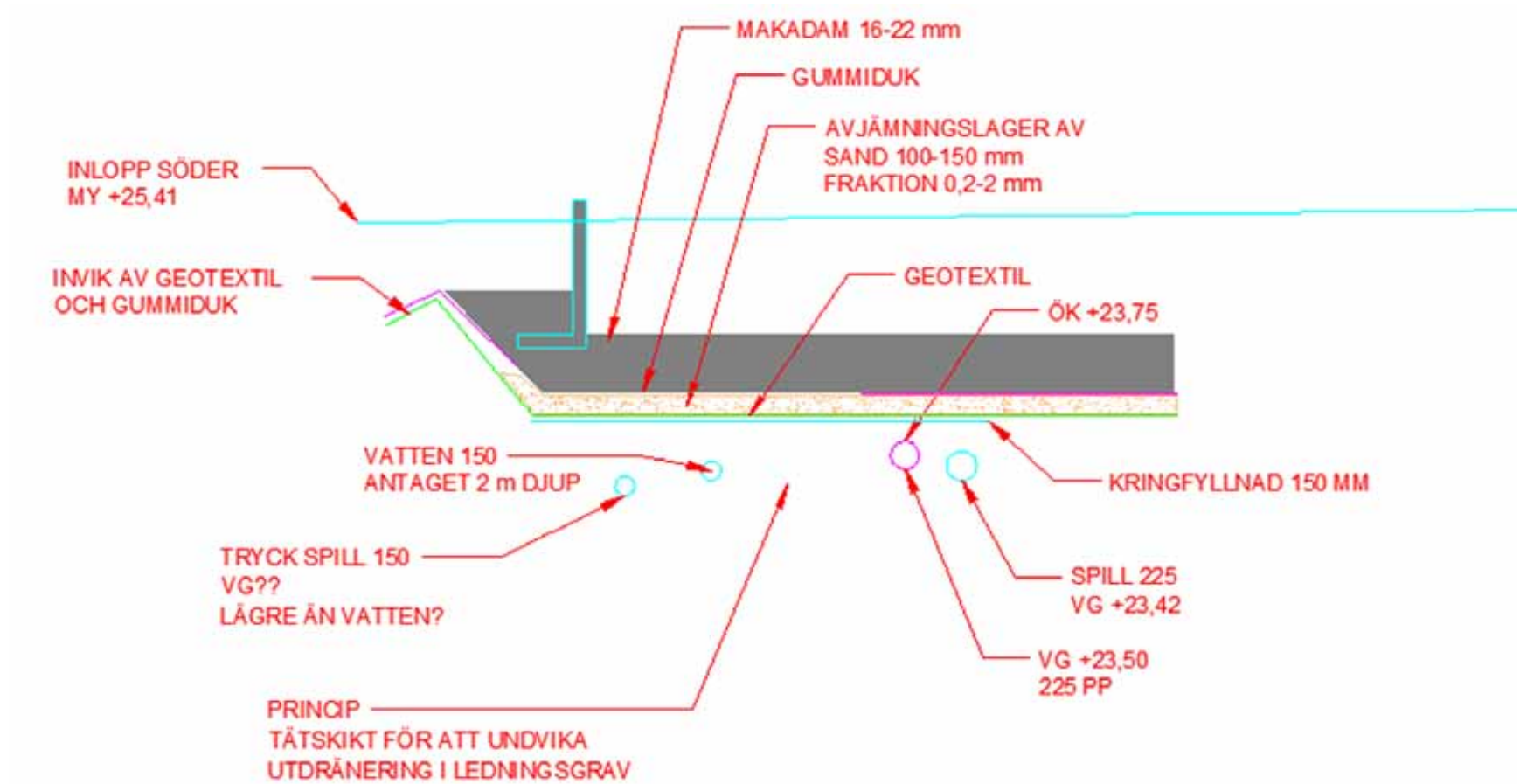
Anna Pettersson Skog, Hortonom, Sweco Environment
Shira Jacobs, Landskapsarkitekt, Sweco Architects
Ingela Holm, Landskapsarkitekt, Sweco Infrastructure
Dragan Skocic, Trafikdesigner, Sweco Infrastructure
Jonas Jonsson, VA-projektör, Sweco Environment

12 (15)

PM
2012-08







15 (15)