

# Tekniskt PM åtgärdsförslag dagvatten

**Urbio/Sundbyberg stad**

Slutversion, 2022-12-20

TITEL	Tekniskt PM åtgärdsförslag dagvatten
RAPPORTNUMMER	2022-1760-A
BESTÄLLARE	Urbio/Sundbyberg Stad
UPPDRAGSANSVARIG	Jonathan Arnlund
FÖRFATTARE	Jonathan Arnlund, Peter Ridderstolpe, WRS I samarbete med Erik Arnér (geoteknik), Iterio, Daniel Ericsson och Mattias Gustafsson, (ritningar), Urbio
GRANSKNING	Dimitry Van der Nat, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion 1.0
DATUM	2022-12-20
OMSLAGSBILD	Urbio, skiss åtgärdsförslag Annedalsbron och Bällstabro

## Sammanfattning

På uppdrag åt Sundbyberg stad har WRS tillsammans med Urbio och Iterio fått i uppdrag att ta fram ett funktions- och gestaltungsprogram för Bällstavikens norra strand- och vattenzon mellan Bällsta bro och Annedalsbron. Denna rapport syftar till att visa på den tekniska genomförbarheten att omhänderta maximala dagvattenflöden i framtiden till följd av planerna för *Sundbybergs nya stadskärna* samt den separering av spill- och dagvatten som väntas ske på sikt. Frågan om åtgärdernas tekniska genomförbarhet innan, under och efter byggnation ska redovisas samt frågan om tillgänglighet för drift och underhåll av anläggningarna ska besvaras. Målsättningarna för åtgärdsförslagen har förutom att hantera de stora dagvattenflödena varit att samordna förslagen med gestaltning och rekreationsintressen vid Strandpromenaden och aktivitetsparken. Bedömning av påverkan på olika kvalitetsnormer för recipienten Bällstaviken och Ulvsundasjön beskrivs inte i detta PM, utan beskrivs i *PM Limnologi* (WRS AB, 2022 pågående arbete).

För utloppet vid Bällsta bro föreslås en ”mottagningskassun” under befintlig gångväg för att främst minska vattenhastigheten vid maximala flöden men även för att förhindra skräp- och oljerester från att nå Bällstaviken. Vid Ågatan och Annedalsbron föreslås mottagningsanordningar i form av spontade lådor med samma funktioner som anläggningen vid Bällsta bro under ett överliggande bryggdäck. Åtgärdsförslagen har dimensionerats efter de maximala flödena som kan uppstå i utloppsledningarna. Överfallskanten i anläggningarna föreslås läggas minst 30 centimeter ovan medelvattenytan i Bällstaviken, det vill säga på nivå +1,17, för att säkerställa fritt fall för vattnet. Dimensioneringen tar även hänsyn till nya nivåer på Mälaren efter ombyggnation av nya slussen som förväntas ligga på +0,87 i framtiden (RH2000).

Med föreslagen utformning för kassunen vid Bällsta bro, kommer denna rymma cirka 60 m<sup>3</sup> slam, innan tömning kan komma att krävas. Med antagen sedimentackumulation innebär det att slamtömning troligen krävs ungefär med ett intervall om 40–60 år. Avlägsning av skräp och tillsyn kommer krävas med jämna mellanrum. Möjlighet för in situ avvattning av slammet är viktig att säkerställa, för att minska kostnader för underhåll i framtiden.

Med föreslagen utformning för anläggningarna vid Ågatan och Annedalsbron, väntas cirka 40 m<sup>3</sup> respektive 80 m<sup>3</sup> massor behöva grävas ur under anläggningsskedet, för att skapa åtkomst till dagvattenutloppet och tillgodose en volym för ackumulation av eventuella sediment. En noggrannare lodning av botten och sediment bör göras för att kartlägga behovet av sedimenthantering vid anläggningsfasen. Då arbete kommer ske i ett vattenområde kommer tillstånd att krävas och en tillståndsprocess bör därför inledas i god tid innan åtgärder påbörjas.

Rensningsbehovet av sediment i anläggningarna i framtiden (för att inte riskera att sediment spolats ut i Bällstaviken), kommer troligtvis vara försumbar så länge anläggningarna är i drift. Ett rensningsbehov kan dock vara aktuellt precis vid utloppet från dagvattenledningarna, i underhållssyfte för ledningssystemet.

På grund av det nya dagvattensystemets omfattning, osäkerheter i separeringsstrategin och kostnader för föreslagna åtgärder, rekommenderas kommunen att upprätta en dynamisk hydraulisk modell över systemet i nästa skede. Med en sådan kan översvämningensrisiker analyseras och åtgärder preciseras.

# Innehåll

Sammanfattning .....	3
1 Inledning .....	5
1.1 Syfte.....	5
1.2 Avgränsningar.....	5
2 Bakgrund .....	5
2.1 Separering av spill- och dagvatten .....	6
2.2 Teoretiska maxflöden .....	10
2.2.1 Annedalsbron.....	11
2.2.2 Ågatan .....	12
2.2.3 Bällsta bro.....	12
2.3 Dimensionerande vattennivåer i Bällstaviken.....	13
3 Åtgärdsförslag .....	14
3.1 Målsättningar .....	14
3.2 Utlopp vid Bällsta bro .....	15
3.2.1 Dimensionering .....	16
3.2.2 Utformning .....	18
3.2.3 Anläggningsskede.....	19
3.2.4 Drift och underhåll.....	19
3.3 Utlopp vid Ågatan .....	22
3.3.1 Dimensionering .....	23
3.3.2 Utformning .....	24
3.3.3 Anläggningsskede.....	25
3.3.4 Drift och underhåll.....	26
3.4 Utlopp vid Annedalsbron.....	26
3.4.1 Dimensionering .....	27
3.4.2 Utformning .....	28
3.4.3 Anläggningsskede.....	30
3.4.4 Drift och underhåll.....	31
4 Förslag på vidare utredning .....	32
5 Slutsatser .....	33
Referenser .....	35
Bilaga 1. Skisser på åtgärdsförslag i plan och sektion	
Bilaga 2. Principskiss för utlopp Annedalsbron, grundläggning av bassäng	

# 1 Inledning

På uppdrag åt Sundbyberg stad har WRS tillsammans med Urbio och Iterio fått i uppdrag att ta fram ett funktions- och gestaltungsprogram för Bällstavikens norra strand- och vattenzon mellan Bällsta bro och Annedalsbron. Arbetet sker inom detaljplanarbetet för *SNS-Södra delen mot Bällstaviken* där förbättringar av vattenkvaliteten och hydromorfologiska faktorer i Bällstaviken är centrala frågor i projektet.

För WRS har Jonathan Arnlund varit uppdragsledare och handläggare, Peter Ridderstolpe har varit expert, Hannes Öckerman har utfört flödesberäkningar och rapporten har granskats av Dimitry van der Nat. Arbetet har skett i nära samarbete med Urbio AB där Mattias Gustafsson har varit uppdragsledare och Daniel Ericsson handläggare och ansvarig för ritningar. Även Erik Arnér på Iterio har bidragit med kunskap om geoteknik och utformning. Täta avstämningar har även skett med beställare från Sundbyberg stad, SAVAB samt Sweco och Bjerking från det parallella projektet *Teknisk förstudie Sundbybergs nya stadskärna*.

## 1.1 Syfte

Detta PM avser att besvara frågorna om den tekniska genomförbarheten att omhänderta maximala dagvattenflöden i framtiden till följd av planerna för *Sundbybergs nya stadskärna* samt den separering av spill- och dagvatten som väntas ske på sikt. Denna information behöver Sundbyberg stad och Sundbyberg Vatten och Avfall AB för att kunna ta beslut om detaljplaners genomförbarhet, som ligger uppströms själva utloppspunkterna. Frågan om åtgärdernas tekniska genomförbarhet innan, under och efter byggnation ska redovisas samt frågan om tillgänglighet för drift och underhåll av anläggningarna ska besvaras.

## 1.2 Avgränsningar

Detta PM besvarar inte frågor om de nya dagvattenflödenas kvalitet eller kvantitet, utan utgår ifrån maxflöden erhållna från Bjerking i maj 2022, inom projektet *Teknisk förstudie för Sundbybergs nya stadskärna* (Teknisk förstudie SNS) och utifrån Swecos dagvattenutredning för Sundbybergs nya stadskärna (Sweco Environment AB, 2022). Bedömning av påverkan på olika kvalitetsnormer för recipienten Bällstaviken och Ulvsundasjön beskrivs heller inte i detta PM, utan beskrivs i *PM Limnologi* (WRS AB, 2022 pågående arbete).

# 2 Bakgrund

I Sundbybergs stad pågår ett omfattande arbete med att ta fram detaljplaner för Sundbybergs Nya Stadskärna (Figur 1). En omfattande ombyggnation av stadskärnan är planerad vilket bland annat möjliggörs genom att en lång sträcka av järnvägen överdäckas. Överdäckningen, som kommer sträcka sig från det nya stationshuset i öster till och förbi Marabouparken i väster, kommer att skapa förutsättningar för en utveckling av den offentliga miljön. En av de största förändringarna i det urbana nätet kommer bli att den, av järnvägen sedan 150 år, åtskilda staden binds samman och man slipper barriären mellan stadens norra och södra delar. I stället kan det skapas ett gemensamt och identitetsstärkande stråk "Järnvägs promenaden" med det nya resecentrumet och Sundbybergs torg som stadskärnans starkaste urbana mötesplats. Ny bebyggelse möjliggörs längs med och i anslutning till det överdäckade området.

Kommunens ambition är också att förnya stadens grönstrukturer och bebyggelse. Flera nya detaljplaner har därför initierats. Bällstaån och Bällstaviken som anger gräns för staden i väster är en viktig miljö för kommunens innevånare och särskilda projekt har startats för att tillvarata

och utveckla dessa kvalitéer. Den del som beskrivs i detta PM rör strandpromenaden för detaljplanen för *Södra delen mot Bällstaviken*.

I utredningar som pågår planeras också separering av det befintliga dag- och spillvattennätet. Detta innebär att nya utlopp för dagvatten kommer läggas ut i Bällstaviken. För att minimera risk för översvämningar och påverkan på vattenrecipienter, planeras långtgående åtgärder för lokalt omhändertagande av regn och snösmältningsvatten för den nya stadsbebyggelsen (Sweco Environment AB, 2022).

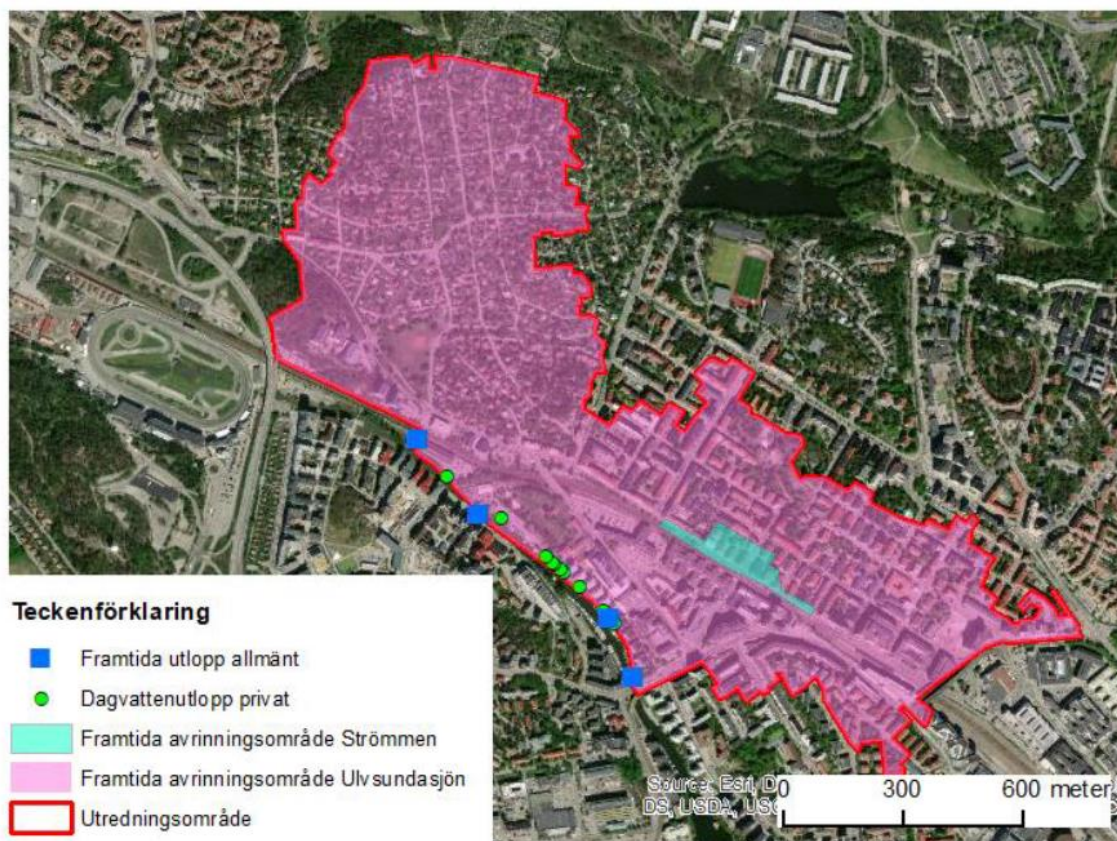


Figur 1. Pågående detaljplaner inom projektet Sundbybergs nya stadskärna. Röd markering visar utredningsområdet inom dagvattenutredningen. (Sweco Environment AB, 2022)

## 2.1 Separering av spill- och dagvatten

I arbetet med *Teknisk förstudie SNS*, har områden identifierats som i framtiden är möjliga att separera. I Figur 2 visas tekniska avrinningsområden till Ulvsundsjön (Bällstaviken) och Strömmen (via spillvattensystemet) idag och i Figur 3 visas framtida avrinningsområden efter separering av spill- och dagvattenledningsnät.

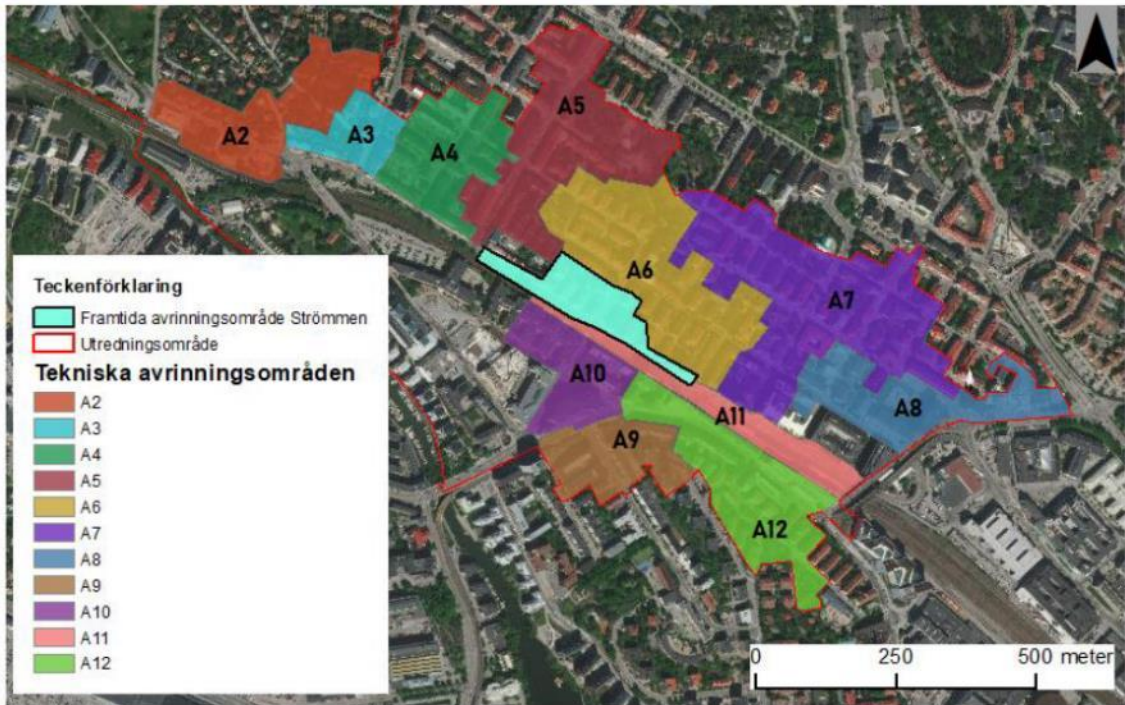




Figur 3. Planerade framtida tekniska avrinningsområden och utlopp Mälaren-Ulvsundasjön och avrinningsområde för Strömmen. (Sweco Environment AB, 2022)

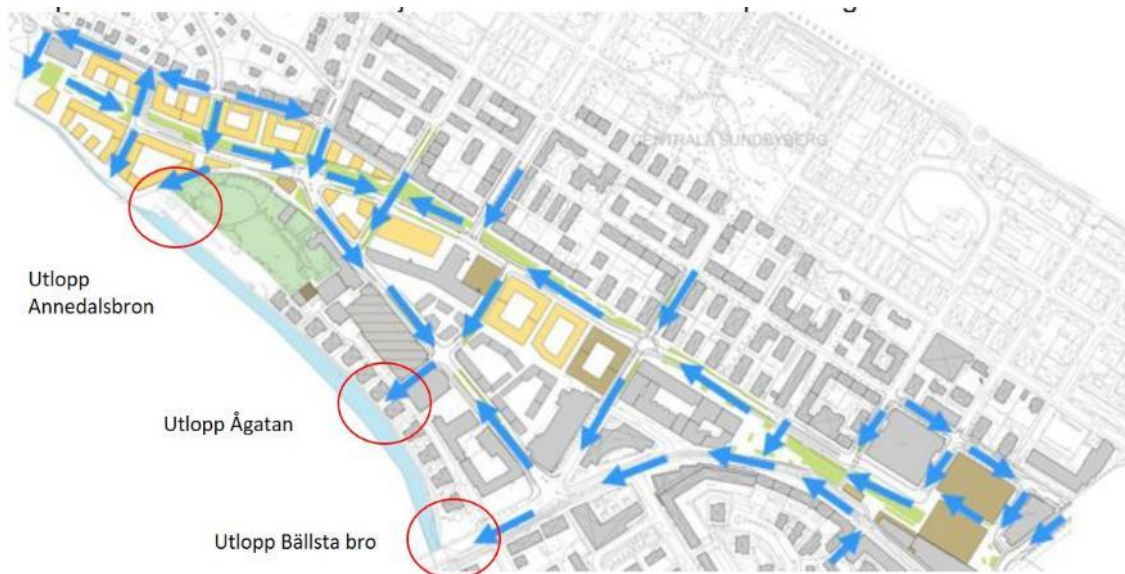
I Figur 4 visas de tillkommande tekniska delavrinningsområdena som i framtiden planeras att ledas mot Bällstaviken, enligt SAVAB:s separeringsstrategi. De områden som idag har ett kombinerat system och är aktuella för framtida separering är samtliga områden utom A11 (Bjerking AB och Sweco, 2022).

Separeringsstrategin innebär att det tekniska avrinningsområdet till Mälaren-Ulvsundasjön kommer att öka med cirka 40 ha, och därmed även behovet av dagvattenrening inom utredningsområdet. Separeringsstrategin är ett omfattande projekt som kommer genomföras stegvis under en lång tid framöver. En stor utmaning är de trånga gatusektionerna i Sundbybergs stadskärna (Sweco Environment AB, 2022).



Figur 4. Tillkommande tekniska avrinningsområden efter separering, markerat i olika färger. De delar av utredningsområdet (röd linje) som inte markerats i figuren är redan separerade och leds idag till Bällstaviken. (Sweco Environment AB, 2022)

I Figur 5 visas framtida flödesriktningar och dagvattenutloppen som planeras inom detaljplan Södra delen mot Bällstaviken.



Figur 5. Översiktliga flödesvägar för projekterat dagvattensystem i Sundbybergs nya stadskärna. De nya utloppen vid Annedalsbron (norr om Marabouparken), Ågatan och Bällsta bro är markerade med röda ringar.

## 2.2 Teoretiska maxflöden

De vattenmängder som de tre nya dagvattenutsläppen kommer leda ut till Bällstaviken har diskuterats under projektets gång. På möte (Axelsson, 2022) bestämdes att dimensionering skall göras utifrån "worst case", det vill säga när 100% separering av dagvatten och spillvatten har genomförts och vid en situation då ledningarna är helt fyllda med vatten.

Det nya dagvattensystemet har enligt *Teknisk förstudie för SNS* dimensionerats efter ett 10-årsregn vid fylld ledning som gäller för centrumområden- och affärsområden enligt Svenskt Vattens publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019; Axelsson, 2022; muntl. ref.). Ledningsnätet dimensioneras dock upp något utifrån standardiserade ledningsdimensioner. Nedan har en jämförelse mellan (1) teoretiska maxflöden i ledningarna vid utloppen (Lundkvist, 2022) och (2) dimensionerande 10-årsregn från utloppens respektive tekniska avrinningsområden gjorts.

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts (Ekvation 1) enligt branschstandard i publikation 110 (Svenskt Vatten, 2016).

Rationella metoden är en överslagsmetod som lämpar sig för mindre områden (upp till cirka 20 hektar) med liknande rinntider inom området.

### Ekvation 1. Rationella metoden, beräkning av dimensionerande flöde.

$Q_{dim}$  = dimensionerande flöde [l/s]

$A$  = avrinningsområdets area [ha]

$\varphi$  = avrinningskoefficient [-]

$i(t_r)$  = dimensionerande nederbördsintensitet [l/s ha], beror på regnets återkomsttid ( $T$ ) och dimensionerande varaktighet ( $t_r$ )

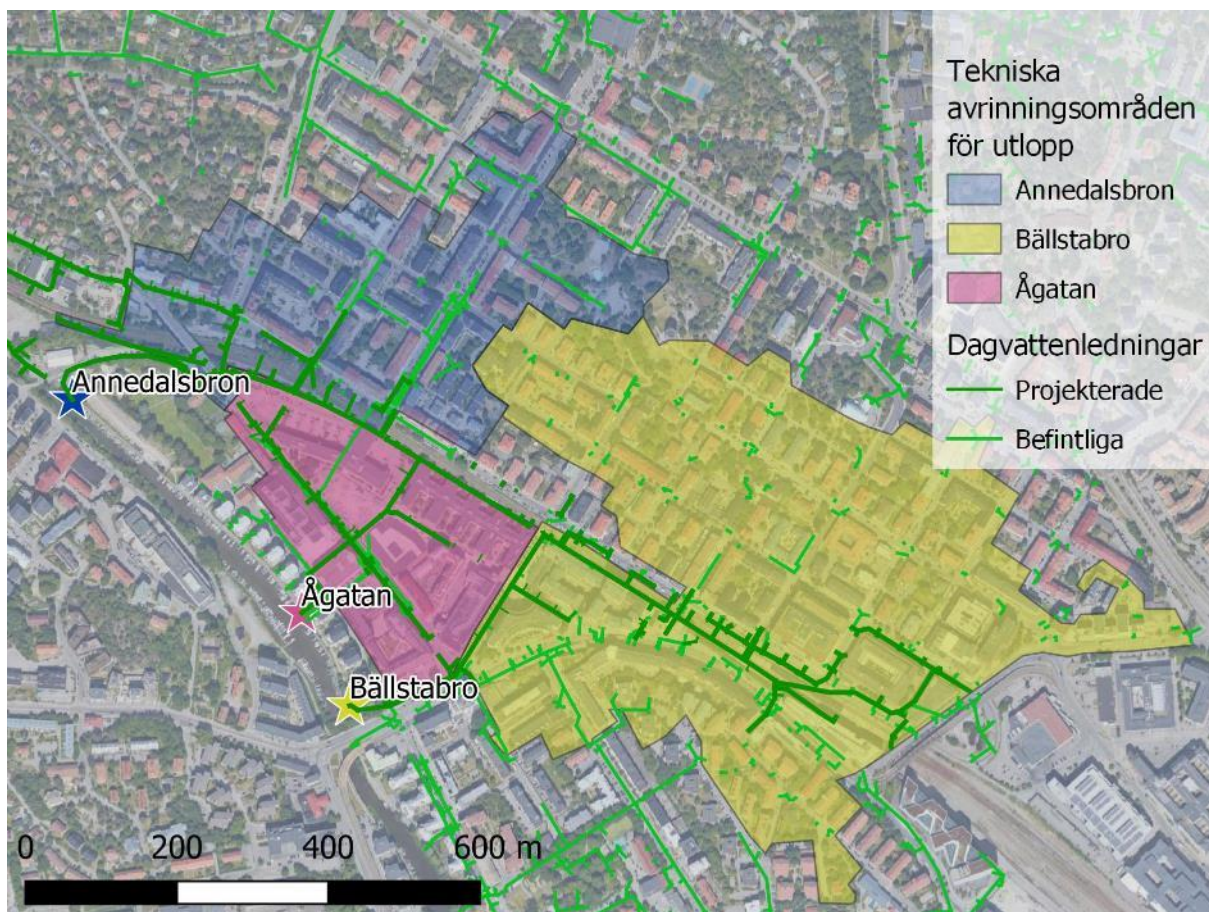
$k_f$  = klimatfaktor [-]

$$Q_{dim} = A \cdot \varphi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

I beräkningarna nedan finns två avrinningsområden (Annedalsbron och Bällsta bro) för vilka en tillämpning av rationella metoden, den så kallade tid-area metoden, rekommenderas. Detta då de anses ha olikartade rinntider inom området. På grund av osäkerheter i framtida ledningsnät och tekniska avrinningsområden, har inom arbetet med detta PM endast den rationella metoden tillämpats för alla tre avrinningsområdena. Den rationella metoden kommer att överskatta det verkliga dimensionerande flödet och en tid-area-beräkning rekommenderas framöver för utloppen vid Annedalsbron och Bällsta bro. Alternativt kan en hydraulisk modellering genomföras av ledningsnätet för att få fram mer korrekta dimensionerande flöden.

Eftersom framräknade dimensionerande flöden har stor inverkan på dimensioneringen av åtgärdsförslagen för utloppen, kan det vara så att åtgärdernas dimensioner och kostnaden för dem kan minskas i framtiden. Dessutom bör detta ses som en ansvarsfråga där VA-huvudmannen enligt branschstandard (Svenskt Vatten, 2019) har ansvar att dimensionera ledningssystemet i tätbebyggda urbana områden för ett dimensionerande 10-årsregn vid fylld ledning. Här är ledningarna och därmed även åtgärdsförslagen dimensionerade för en högre återkomsttid utifrån nedan överslagsberäkningar.

I Figur 6 visas utloppen med respektive (ungefärliga) tekniska avrinningsområden som har utgjort underlag för beräkningar av dimensionerande dagvattenflöden. Avrinningsområdena har tagits fram utifrån erhållna underlag inom *Teknisk förstudie för Sundbybergs nya stadskärna* (Sweco Environment AB, 2022). Beräknade flöden presenteras för respektive utlopp nedan, från norr till söder.



Figur 6. Tekniska avrinningsområden (ungefärliga) för respektive dagvattenutlopp, efter separering av spill- och dagvattennät.

### 2.2.1 Annedalsbron

(1) Teoretiskt maxflöde, ledning  $\varnothing 1200$ : **4 100 l/s**

(2) Dimensionerande 10-årsflöde med nedan beräkningsförutsättningar: **1 700 l/s**

- Area tekniskt avrinningsområde: 15,7 ha
- Antagen avrinningskoefficient: 0,6
- Reducerad area: 9,4 ha<sub>red</sub>
- Sträcka och rinntid mark (0,1 m/s): 25 m, 250 s
- Sträcka och rinntid ledning (1,0 m/s): 1 000 m, 1 000 s
- Total rinntid (dimensionerande varaktighet): 1 250 s = 21 min
- Klimatfaktor: 1,25

De avrinningsområden som leds till Annedalsbron antas vara A3-A5, samt delar av den nya stadskärnan, enligt dagvattenutredningen för SNS (Sweco Environment AB, 2022). Dagvatten från områdena A3 och A5 kommer helt eller delvis att omhändertas enligt åtgärdsnivån, att avrinning motsvarande 20 mm regn renas och fördröjs i lokala dagvattenanläggningar. Det dimensionerande 10-årsflöden på 1 700 l/s kommer alltså i verkligheten troligen bli ännu lägre på grund av ökade rinntider, samt vid en tid-area beräkning. Ändå är det endast cirka 41 % av det teoretiska maxflödet i utloppsledningen (4 100 l/s).

## 2.2.2 Ågatan

(1) Teoretiskt maxflöde, ledning  $\varnothing 1200$ : **4 300 l/s**

(2) Dimensionerande 10-årsflöde med nedan beräkningsförutsättningar: **1 400 l/s**

- Area tekniskt avrinningsområde: 8,6 ha
- Antagen avrinningskoefficient: 0,6
- Reducerad area: 5,1 ha<sub>red</sub>
- Sträcka och rinntid mark (0,1 m/s): 20 m, 200 s
- Sträcka och rinntid ledning (1,0 m/s): 460 m, 460 s
- Total rinntid (dimensionerande varaktighet): 660 s = 11 min
- Klimatfaktor: 1,25

Det dimensionerande 10-årsflöden är endast cirka 33 % av teoretiskt maxflöde i utloppsledningen. Inte mycket är ännu klarlagt gällande det tekniska avrinningsområdet till Ågatans utlopp och områdets area bör ses som ungefärlig. Det fanns vid tillfället för denna beräkning heller ingen information om framtida lokala dagvattenåtgärder är tänkta att genomföras inom området.

## 2.2.3 Bällsta bro

(1) Teoretiskt maxflöde, ledning  $\varnothing 1600$ : **7 700 l/s**

(2) Dimensionerande 10-årsflöde med nedan beräkningsförutsättningar: **3 200 l/s**

- Area tekniskt avrinningsområde: 34,8 ha
- Antagen avrinningskoefficient: 0,6
- Reducerad area: 20,9 ha<sub>red</sub>
- Sträcka och rinntid mark (0,1 m/s): 25 m, 250 s
- Sträcka och rinntid ledning (1,0 m/s): 1 340 m, 1 340 s
- Total rinntid (dimensionerande varaktighet): 1 590 s = 27 min
- Klimatfaktor: 1,25

De avrinningsområden som leds till Bällsta bro är A6-A12 enligt dagvattenutredningen för SNS (Sweco Environment AB, 2022). Dagvatten från område A7 kommer helt eller delvis att omhändertas enligt åtgärdsnivån 20 mm. I områdena A9 och A12 finns däremot inga identifierade möjligheter att införa lokalt omhändertagande av dagvattnet. För de andra avrinningsområdena saknas i dagsläget information om framtida utformning. Det dimensionerande 10-årsflöden på 3 200 l/s kommer ändå troligen bli lägre i verkligheten med tanke på visst införande av LOD-åtgärder, samt hänsyn till olika rinntider vid en tid-area beräkning. Ändå är det endast cirka 42 % av det teoretiska maxflödet i utloppsledningen (7 700 l/s).

## 2.3 Dimensionerande vattennivåer i Bällstaviken

Det pågående projektet ”Nya Slussen” innebär att avtappningskapaciteten av Mälaren kommer bli mer än fem gånger högre i framtiden jämfört med idag. Syftet med projektet är att minska översvämningsriskerna runt Mälaren och under 2024 beräknas den nya regleringen av Mälaren vara färdigställd (Stockholms stad, 2022). Detta innebär att vattennivån i Mälaren (och därmed även Bällstaviken) kommer att vara mindre känslig för höga flöden i tillrinningsområdet i framtiden. Enligt modellresultat från SMHI (2011a) kommer det högsta vattenståndet med en återkomsttid på 50 år i framtiden vara +1,24 meter istället för +1,47 meter som gäller i dagsläget. Medelhögvattenståndet och medelvattenståndet kommer även minska med två respektive en centimeter (

Tabell 1).

Tabell 1. Plushöjder (RH2000) innan byggnation av Nya Slussen (nollalternativ) och efter byggnation (huvudalternativ) enligt SMHI:s modellering (SMHI, 2011a).

	Nollalternativ	Huvudalternativ
<b>Högsta Högvattenstånd (HHW)*</b>	1,47	1,24
<b>Medelhögvattenstånd (MHW)**</b>	1,14	1,12
<b>Medelvattenstånd (MW)</b>	0,88	0,87

\* Högsta av årens högsta vattenstånd

\*\* Medel av årens högsta vattenstånd

Då föreslagna dagvattenanläggningar ska fungera under en lång tid framöver, har de framtida nivåerna på Mälaren/Bällstaviken efter ombyggnation av Slussen använts som förutsättning vid dimensionering i denna utredning. Enligt Stockholm Vattens hydrauliska modell har Bällstaviken i princip samma nivå som Mälaren nedströms Annedalsbron, varför nivåer för Mälaren antas motsvara dem för Bällstaviken (Särnefält, 2021; mailkonversation).

I projektet *Teknisk förstudie SNS* har höjdsättningen av dagvattensystemet valts med ambitionen att nivån i Bällstaviken inte ska dämna upp bakåt i dagvattensystemet mer än högst en gång per år, för att inte riskera att funktionen för planerade reningsmagasin för dagvatten (Axelsson, 2021; muntl. kom.).

### 3 Åtgärdsförslag

De nya dagvattenutsläppen kan innebära en risk för påverkan av både vattenkvalitet och den fysiska miljön i Bällstaviken. De stora flödena som kan uppstå i samband med häftiga regn får inte äventyra möjligheterna för säker uppankring av båtar eller skapa sådana strömmar som ger erosion av bottensediment eller av ständerna på motsatta sidan av utloppen. De stora ledningstrummorna utgör fysiska element som måste integreras på ett bra sätt i utformningen av den nya strandpromenaden. Utloppen får inte upplevas som förfulande eller på annat sätt göra stranden mindre attraktiv för promenad och vistelse. De förslag som tagits fram för utformning av utloppen har tagit hänsyn till alla dessa faktorer.

En utgångspunkt för den framtida dagvattenhantering har från kommunens sida varit att skyddsåtgärder skall vidtas så att inte möjligheterna att nå god ekologisk status försvåras. Omfattande och detaljerade utredningar har utförts som beskriver åtgärder för att minska föroreningstransporter från bebyggelseområden till dagvatten som förs ut till Bällstaviken. I SWECO:s dagvattenutredning (Sweco Environment AB, 2022) beskrivs en mängd platsspecifika åtgärder för fördröjning och kvarhållning av vatten och föroreningar innan bortledning i ledningssystem, i form av till exempel gröna tak, regnbäddar och infiltrationsstråk. Man föreslår dessutom ett antal stora filtermagasin för att avskilja föroreningar ur det vatten som rinner i ledningssystemen. I projekteringen av ledningssystemet har två sådana filtermagasin planerats (utsläppen vid Bällsta bron och Annedalsbron). Dessa åtgärder innebär sammantaget, enligt utredningarna, att möjligheterna att nå god ekologisk och kemisk status i Bällstaviken-Ulvsundasjön inte äventyras. Tvärtom kommer gödande och miljöskadliga ämnen till vatten att minska jämfört med dagens situation.

#### 3.1 Målsättningar

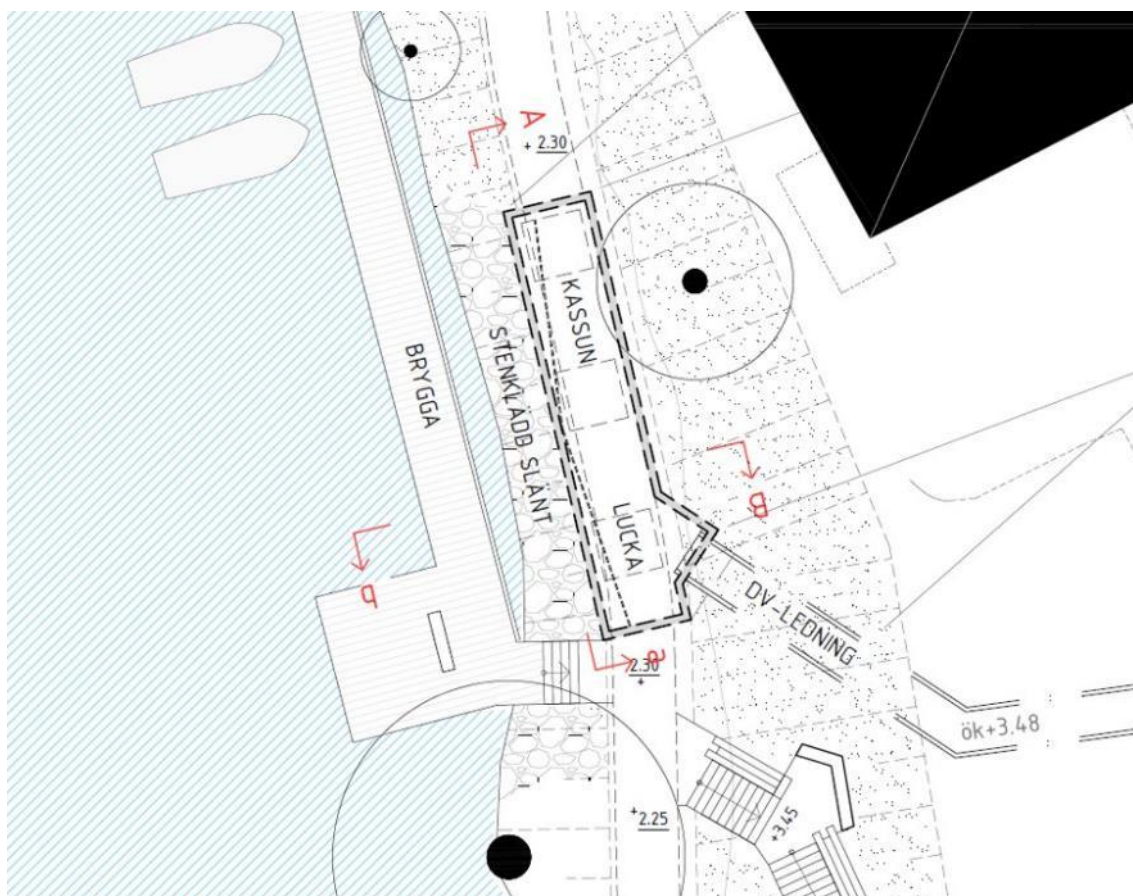
De frågor som diskuterats i samband med utformning av strandpromenaden har framförallt rört hur de stora flödena skall kunna tas emot i dagvattenkulvertarnas mynningar för att inte riskera problem med uppankring av båtar, erosion och uppgrumling av vattnet samt hur utloppen skall utformas för att kunna samordnas med gestaltning och rekreationsintressen. De målsättningar som satts upp för skyddsåtgärder vid kulvertmynningarna har varit att:

- Flödes hastigheten ut till ån får uppgå till maximalt 1–1,5 meter per sekund ("worst case").
- Att utgående flöden skall riktas så att uppankring av båtar inte försvåras och så att risk för erosion av bottensediment minimeras.
- Anläggningar skall utformas så att antalet båtplatser i så stor utsträckning som möjligt inte påverkas.
- Anläggningar skall harmoniera med strandpromenadens målsättning att skapa attraktiva gångstråk och vistelseytor.
- Anläggningar skall om möjligt förbättra hydromorfologisk status för Bällstaån.
- Anläggningar ska vara praktiskt genomförbara och ekonomiskt försvarbara. Konstruktioner skall ha lång livslängd och medge möjlighet för enkelt underhåll och skötsel.

### 3.2 Utlopp vid Bällsta bro

Vid det nya dagvattenutloppet vid Bällsta bro (D1600 enligt Bjerking's projektering i *Teknisk förstudie SNS*), föreslås en "mottagningskassun" för att främst minska vattenhastigheten vid maximala flöden men även för att förhindra skräp- och oljerester från att nå Bällstaviken. När flödet sprids ut över en större yta kommer vattenhastigheten att minska och erosion av strand- och bottenmiljöer i viken kan därmed förhindras.

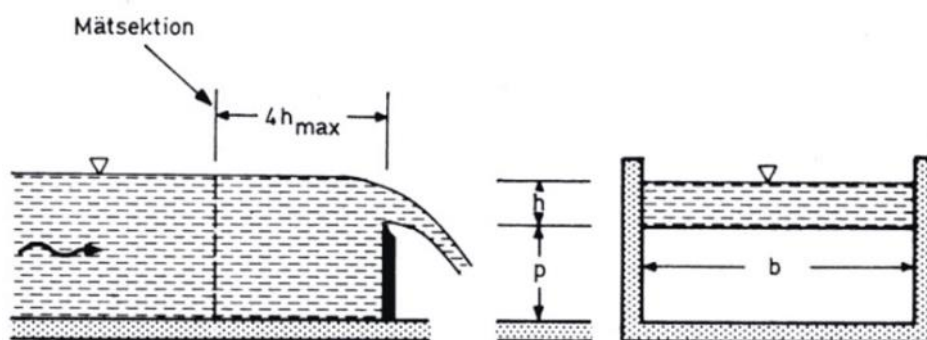
Kassunen placeras under befintlig gångväg. Mellan kassunen och vattnet kommer stranden förstärkas med stenar. Vid lågflöden kommer vattnet rinna som en liten porlande bäck från en öppning i kassunen ned mot viken. Vid höga flöden kommer utströmmande vatten kunna breddas ut över en lång erosionskyddad strandlinje. För att ytterligare dämpa vattenhastigheter har en fri vattenyta lämnats mellan strand och båtbyggan, se Figur 7.



Figur 7. Planritning för åtgärdsförslag vid Bällsta bro. (Urbio AB, 2022a)

### 3.2.1 Dimensionering

I dimensioneringen av kassunen har formeln för ett rektangulärt skibord utan sidokontraktion använts. Principformningen för ett sådant skibord visas Figur 8.



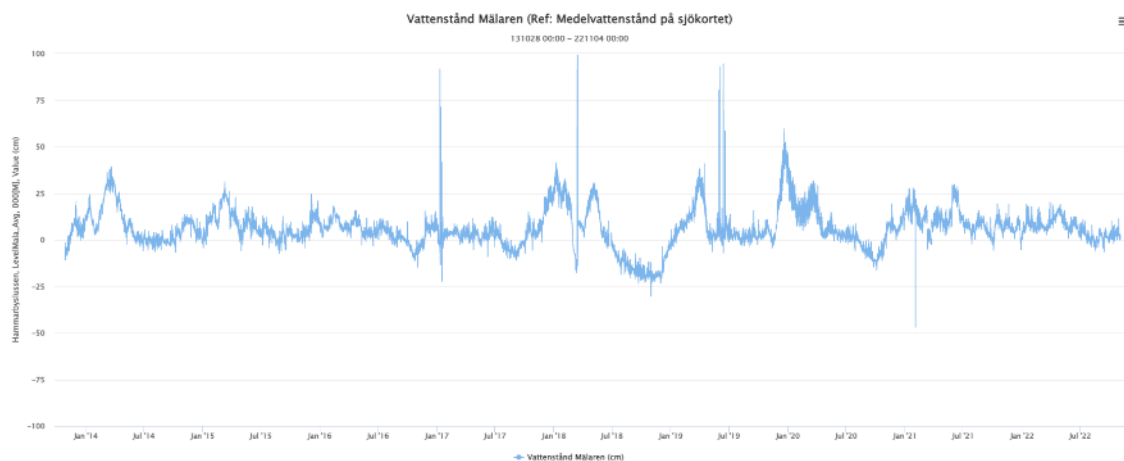
Figur 8. Principfigur för rektangulärt skibord utan sidokontraktion. (Persson m.fl., 2014)

Formeln gäller om:

- $p$  är minst 30 cm
- $b$  är minst 30 cm
- $h$  är minst 3 cm och högst 75 cm
- $h/p$  får inte vara större än 1

Därmed bör överfallets underkant vara minst 30 centimeter ovan medelvattenytan i Bällstaviken, det vill säga på nivå +1,17, för att säkerställa fritt fall för vattnet. Nivån i Bällstaviken har de senaste 10 åren legat över denna nivå vid fyra tillfällen, som infallit antingen vintertid eller tidig vår (Figur 9) (Stockholms Hamnar, 2022). Eftersom höga nivåer väntas förekomma när risken för kraftiga regn är som lägst, bedöms därmed 30 centimeter ovan medelvattenytan vara en tillräcklig nivå på överfallskanten.

Ytterligare en situation som ger höga nivåer i Mälaren och därmed Bällstaviken är vid en storm med västliga vindar där en vindsnedställning momentant kan höja vattenytan ytterligare med 2-3 decimeter (SMHI, 2011b). Detta har förekommit ett par gånger under 2000-talet och då det är osannolikt att detta sker samtidigt som ett dimensionerande regn, förändrar inte detta bedömningen ovan om nivå på överfallskanten.



Figur 9. Vattenstånd vid Hammarbyslussen i förhållande till medelvattenstånd för perioden 2013-2022. (Stockholms Hamnar, 2022)

Den matematiska formeln som beskriver flödet som funktion av höjden (h) visas i ekvation 1.

**Ekvation 1. Rektangulärt skibord utan sidokontraktion**

$Q = \text{flödet [m}^3/\text{s]}$

$C = 0,602 + 0,083 h/p$

$h = \text{vattenhöjden över överfallet [m]}$

$b = \text{bredd på överfallet [m]}$

$$Q = C \frac{2}{3} \sqrt{2g} (h)^{1,5} b$$

I formeln kan ses att flödet är direkt proportionellt mot bredden på överfallet. Det vill säga om det flöde som ska uppnås till exempel minskas till hälften, kan även bredden på överfallet minskas till hälften.

För kassunen vid Bällsta bro har en bredd (b) på 17 meter och en höjd (h) på 0,4 meter valts (Tabell 2).

Tabell 2. Valda ingångsparametrar till ekvation 1 för dagvattenåtgärd vid Bällsta bro.

Parameter	Värde	Enhet
Bredd (b)	17	m
Höjd (h)	0,4	m
Höjd från botten till kant på överfall (p)	2	m
Allmänna gravitationskonstanten (g)	9,81	m/s <sup>2</sup>

Med valda parametrar enligt Tabell 2 blir flödet 7,8 m<sup>3</sup>/s och vattenhastigheten 1,2 m/s. Detta bedöms vara tillräckligt för att motverka erosionsrisker vid maximala flöden. I det fall att större inkommande flöden skulle uppstå och nivån över överfallskanten skulle stiga till maximalt 50 centimeter (vilket är höjden på öppningen), skulle ett flöde på cirka 11 m<sup>3</sup>/s och vattenhastigheten 1,3 m/s uppstå. Som beskrivs i avsnitt 2.2, kommer dock det dimensionerande dagvattenflödet i verkligheten vara mindre än 3,2 m<sup>3</sup>/s vid utloppet, vilket visar att nuvarande dimensionering är väl tilltagen.

Det bör även poängteras att bakomliggande beräkning för överfallet är en förenkling, då det utgår ifrån ett skarpkantat överfall, en stillastående vattenyta i kassunen och ett fritt fall på nedsidan. En detaljerad beräkning med verkliga förutsättningar ger troligtvis ett något lägre flöde för en bestämd överfallshöjd.

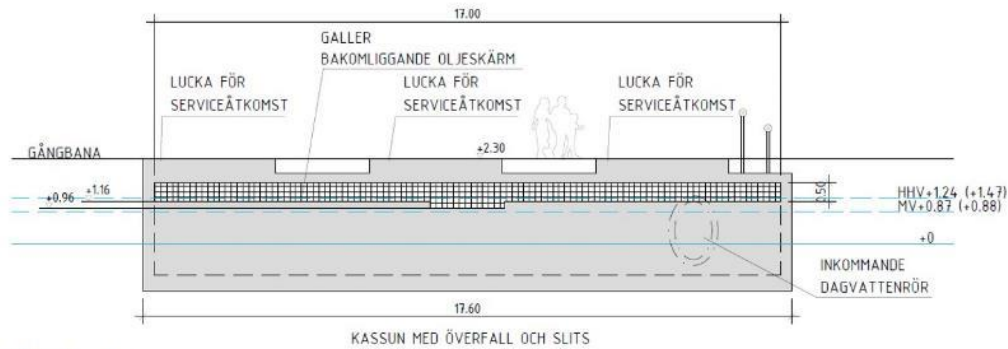
### 3.2.2 Utformning

Som förklarats inledningsvis i detta avsnitt är huvudsyftet med kassunen att dämpa häftiga flöden genom att sprida utströmmande vatten från dagvattenkylverten över ett långt överfall ut mot viken. Överfallet utformas som en 17 meter lång öppning med höjden 0,5 meter, enligt de beräkningar som redovisats i föregående avsnitt, se Figur 10 (sektion A-a). Öppningen förses med galler för att hindra större djur (och även människor) att komma in i kassunen. I Figur 10 illustreras också det ”jack” i spaltöppningen som vid lågflöden leder ut dagvattnet till ”den porlande bäcken”.

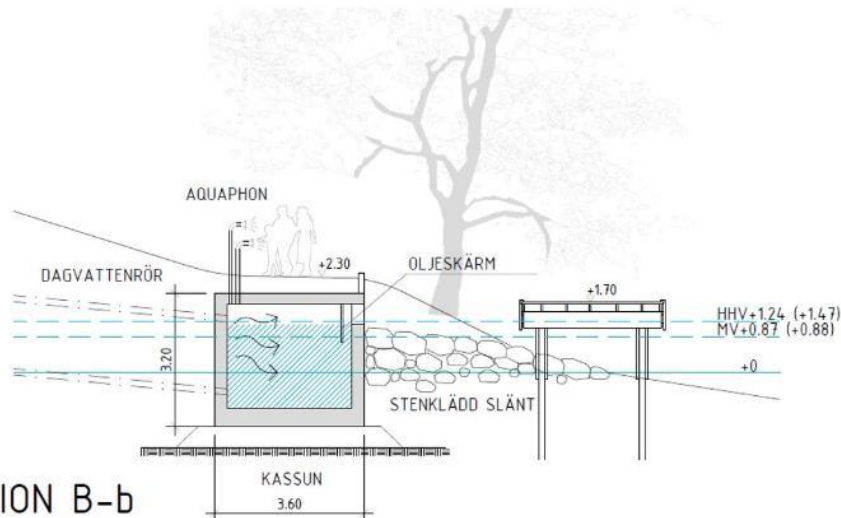
Förutom att dämpa flöden är ett syfte med konstruktionen även att kunna avskilja och sedimentera större partiklar som sand och grus, men också flytande skräp och oljerester. Kassunen är därför försedd med en relativt stor volym för slamlagring och en skärm för att hålla kvar flytande partiklar, se vidare 3.2.4. Större flytande skräp som ansamlas på ytan kommer att fastna i gallret, varvid detta kommer behöva plockas bort med jämna mellanrum, se vidare i avsnitt 3.2.4. Oljeskärmens funktion är att fungera som katastrofskydd vid eventuella större utsläpp av olje- och bränsleprodukter i avrinningsområdet, då tanken är att räddningstjänsten ska kunna suga upp eller sätta ut absorbent för att undvika att oljan rinner vidare ut i Bällstaviken.

Inkommande ledning föreslås ledas in snett in i kassunen för att få en så lugn inströmning av vatten som möjligt. Detta är viktigt för att begränsa vågbildning och resuspension av slam vid höga flöden.

I Figur 7 visas placering och utformning av mottagningskassunen i plan och i Figur 10 visas sektionerna A och B. Samtliga ritningar återfinns i Bilaga 1.



SEKTION A-a



SEKTION B-b

Figur 10. Sektioner för åtgärdsförslag vid Bällsta bro. (Urbio AB, 2022a)

### 3.2.3 Anläggningsskede

Anläggningen föreslås byggas inom täta sponter, vilket innebär att hantering av länshållningsvatten undviks. Platsens geotekniska förutsättningar håller i skrivande stund på att utredas och därefter kommer ytterligare förslag på konstruktionsprinciper att tas fram.

### 3.2.4 Drift och underhåll

I Figur 7 och Figur 10 illustreras en service-lucka i den södra änden av kassunen, för att möjliggöra för underhåll av kassunen och dagvattenledningen. Om ytan ska vara körbar för tunga fordon kan till exempel Elkington-lock anläggas.

#### Sediment

Akkumuleringen av sediment i kassunen är svår att uppskatta på grund av de långtgående LOD-åtgärder som planeras uppströms i avrinningsområdet, som kommer minska mängden föroreningar och partiklar som når utloppet i framtiden (Sweco Environment AB, 2022). För ett filtermagasin som planeras att anläggas strax uppströms dagvattenutloppet, räknar man med att cirka 5000 kg suspenderat material kommer nå magasinet per år. Av detta kommer enligt beräkningar cirka 90 % avsättas i magasinet, vilket innebär att cirka 500 kg suspenderat material per år kommer förbiledas filtermagasinet och nå kassunen. Med en antagen TS-halt på 30 % och densitet på sedimentet på 1400 kg/m<sup>3</sup>, blir sedimentackumuleringen i kassunen cirka 1,2 m<sup>3</sup> per år. Slamnivån i kassunen väntas kunna bli cirka 1 meter innan slamflykt sker, vilket innebär att

kassunen rymmer cirka 60 m<sup>3</sup> slam, innan tömning kan komma att krävas. Med antagen sedimentackumulation innebär det att slamtömning troligen krävs ungefär på ett intervall om 40–60 år. Då sediment kommer ackumuleras snabbare i närheten av dagvattenutloppet, kan rensning av slam i denna del av kassunen komma att krävas med tätare intervall, till exempel var 10–20 år.

#### Tömning av slam – konventionell sugbil

Med en konventionell sugbil (modell ”Fullkombi”) kan cirka 12 m<sup>3</sup> slam transporteras åt gången. Slanglängder på sugbilar är vanligen 40–50 meter men dessa går även att förlänga. Detta möjliggör tömning på Strandpromenaden via Hamngatan, där avståndet är cirka 70 meter till kassunen (åtkomst via Hamngatan illustreras med en pil i Figur 11). Sughöjden kan för vissa fordon maximalt vara cirka 8–10 meter, vilket är tillräckligt för att möjliggöra tömning via Bällsta bro där höjdskillnaden är cirka 6-7 meter (Swoosh AB, 2022; muntl. ref.).



Figur 11. Alternativ för uppställning av slamtömningsbil och åtkomst med servicefordon för mottagningskassun vid Bällsta bro. Bakgrundskarta: Flygfoto med fastighetsgränser © Lantmäteriet

Det finns även lägre så kallade ”garagebilar” som är 2,1 m höga och har slanglängder på 50 meter (Ragn-Sells AB, 2022; muntl. ref.). En sådan sugbil skulle kunna angöra intill kassunen genom infart från cykelvägen under Bällsta bro, via Hamngatan. Frihöjd är här cirka 2,8 meter under spårbron (Lind Grönberg, 2022). Dessa sugbilar har dock endast en kapacitet på cirka 3 m<sup>3</sup> slam, vilket skulle innebära många transporter om syftet är att tömma maximal slamvolym i kassunen.

### **Tömning av slam – in situ avvattning**

Om volymen av slam som ska tömmas överstiger 50 m<sup>3</sup>, rekommenderas in situ avvattning med avvattningscontainer (Tecomatic AB, 2022; muntl. ref.). Detta minskar påverkar på miljön på grund av minskade transporter. Slam med en totalvolym på cirka 90 m<sup>3</sup> kan genom avvattning minskas till cirka 15–18 m<sup>3</sup>, som behöver transporteras till återvinningsanläggning. En sådan containeranläggning kräver en yta på cirka 6 x 2 meter (Tecomatic AB, 2022; muntl. ref.) och skulle kunna få plats på kommunal mark intill korsningen Bällsta bro/Hamngatan, alternativt genom att ett körfält stängs av provisoriskt på Bällsta bro. Ytterligare ett alternativ skulle kunna vara via en arbetsplattform i Bällstaviken, men detta kan kräva mer omfattande åtgärder.

Om slammet som ska tömmas är hårt packat finns det även en risk att slamtömning med hjälp av vanlig sugbil kan kräva spolning och utspädning, för att möjliggöra slamsugning. Detta kan resultera i att volymen som behöver transporteras mer än fördubblas i slutänden. Av denna anledning kan även möjlighet för in situ avvattning av slammet vara viktig att säkerställa, för att minska kostnader för underhåll i framtiden.

### **Ansamling av skräp och oljerester**

Den skärm som illustreras i Figur 10, sektion B-b, är tänkt att motverka att oljerester och flytande skräp når Bällstaviken. Vid ett större oljeutsläpp uppströms i avrinningsområdet, kan räddningstjänsten suga upp olja på ytan innanför skärmen i kassunen. Skärmen är således inte tänkt att avskilja all olja som kan förekomma, utan fungerar snarare som ett katastrofskydd.

Det mesta av eventuellt skräp som är flytande kommer ansamlas innanför oljeskärmen, och bör rensas bort med jämna mellanrum, till exempel varannan eller var tredje månad. En del skräp kan även vid större flöden som skapar mycket turbulens, hamna nedströms skärmen men kan då (beroende på val av maskstorlek på galler och dimension på skräpet) avskiljas vid gallret (se Figur 10, sektion A-a). Detta kommer därmed också behöva rensas från skräp med jämna mellanrum. Gallret kan till exempel sektioneras och ha gångjärn som gör det öppningsbart för att underlätta för drift och underhåll.

### **Vinterförhållanden**

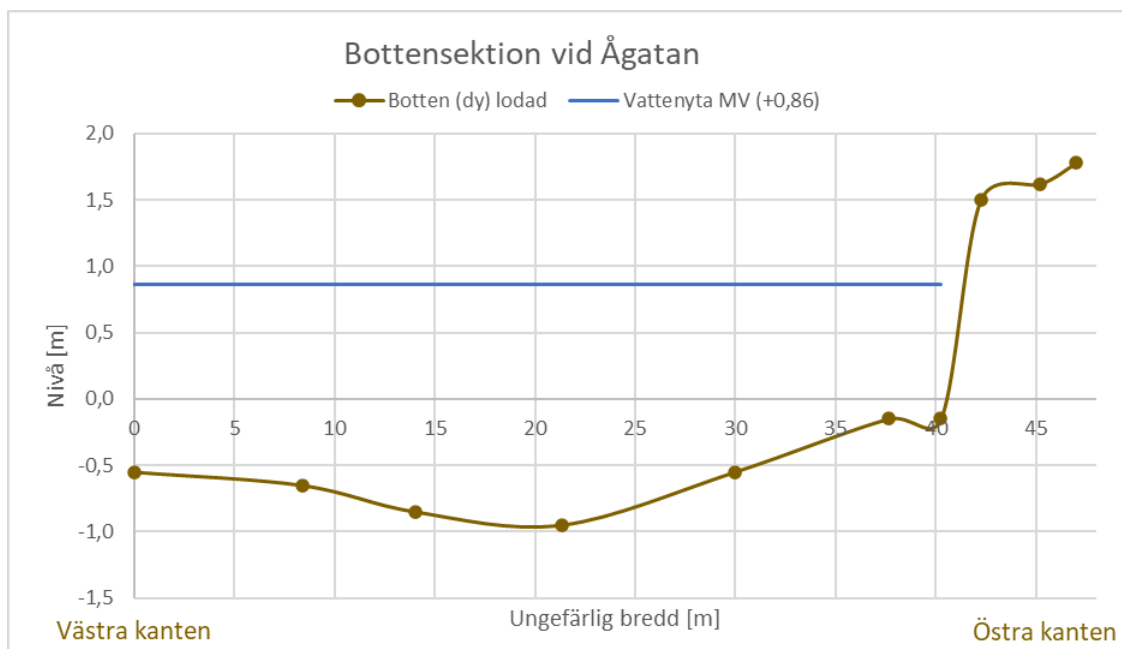
Vid långa perioder med minusgrader vintertid kan isbildning komma att ske vid kassunens öppning. Med den föreslagna öppningen på 50 centimeter bör dock dagvattnet leta sig fram vid töväder. I en drift och underhållsplan bör det dock säkerställas att inspektioner sker regelbundet och att eventuella tjockare lager av is, som kan förhindra genomströmningen, knackas bort.

### **Tillgänglighet för arbetsfordon**

På grund av kassunens placering, kommer servicefordon behöva ta sig till kassunen söderifrån, via Hamngatan och under Bällsta bro (se svart pil i Figur 11). Härifrån kommer fordonet behöva backa tillbaka till Hamngatan, då släntstabiliteten norr om kassunen längs med Bällstaviken inte är tillfredsställande för att hantera fordonslast (Rask, 2022; muntl. kom.). Anläggandet av en vändplan vid kassunen är svårt att tillskapa, på grund av stora höjdskillnader och det faktum att utloppet ligger på privat mark.

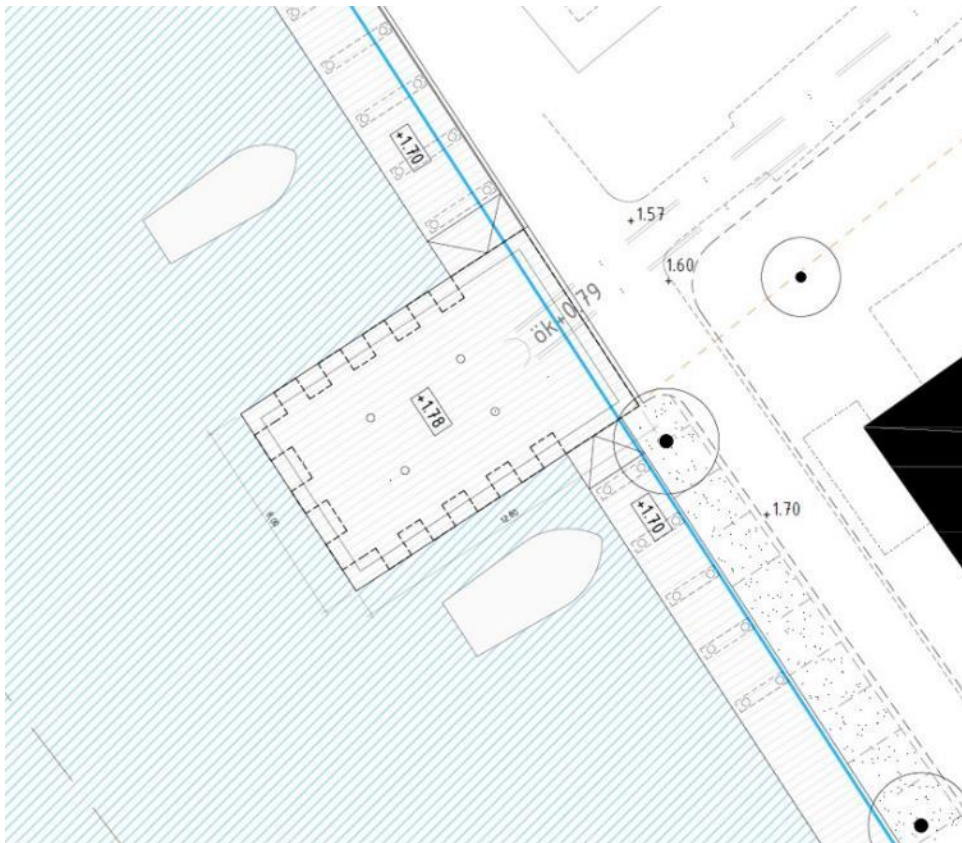
### 3.3 Utlopp vid Ågatan

Vid det nya dagvattenutloppet mellan Eken 9 och Eken 11 har det projekterats en dagvattenledning med dimension 1200 mm (Axelsson, 2022). Utloppsledningen kommer läggas ut i viken under bryggan, på en planerad nivå (vattengång) på -0,41 (RH2000). Enligt en lodning av Golder Associates AB 2021 är bottennivån (nivån för dyn som ligger ovan fast lerbotten) ungefär på -0,1 i denna punkt (RH2000) (Golder Associates AB, 2022). Detta innebär att utloppsledningen kommer behöva grävas ner under den befintliga botten och därmed riskerar stora mängder sediment i viken att eroderas bort. Bottenprofilen i förhållande till medelvattenytan visas i Figur 12.



Figur 12. Lodad bottensektion 9 (bruna punkter) vid Ågatan några meter nedströms det nya planerade dagvattenutloppet. Lodning utförd av Golder Associates AB (2022) under oktober-november 2021. Notera att lodning motsvarar dybotten som anges vara mellan 1–2 meter djup innan fastare botten. Nivå anges i RH2000 och medelvattenyta (MV) motsvarar +0,86 m (Stockholms Hamnar, 2022).

För att förhindra erosion, dämpa flöden och möjliggöra sedimentation av slam och avskiljning av oljerester föreslås här en mottagningsanordning i form av en spontad låda med ett överliggande bryggdäck. Förslaget innebär att överfall för flödesutjämning och volymer för slam skapas under bryggdäcket som ger utrymme för sittplatser och vistelse (Figur 13).



Figur 13. Planritning för åtgärdsförslag vid Ågatan. (Urbio AB, 2022a)

### 3.3.1 Dimensionering

Samma tillvägagångssätt har använts vid dimensionering av spontöppningarna och överfallet vid Ågatan som för Bällsta bro, se avsnitt 3.2.1. Förutsättningarna är de samma, nämligen att höjden på kanten av överfallet behöver vara minst 30 centimeter ovan medelvattenytan.

För kassunen vid Ågatan har en bredd (b) av överfallet på totalt 16 meter och en höjd (h) på 0,3 meter valts (Tabell 3).

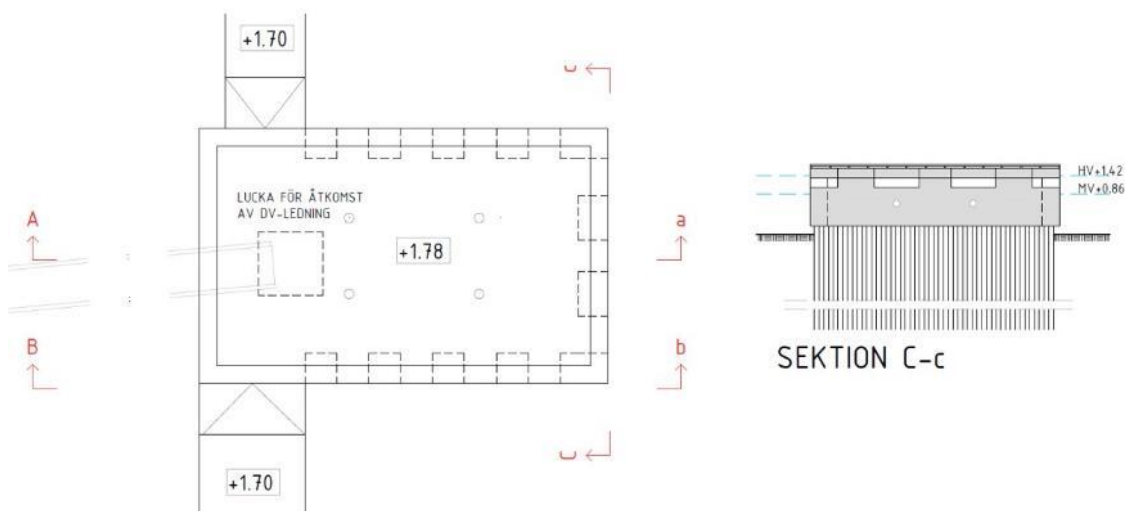
Tabell 3. Valda ingångsparametrar till ekvation 1 för dagvattenåtgärd vid Ågatan.

Parameter	Värde	Enhet
Bredd (b)	16	m
Höjd (h)	0,3	m
Höjd från botten till kant på överfall (p)	1,5	m
Allmänna gravitationskonstanten (g)	9,81	m/s <sup>2</sup>

Med valda parametrar enligt Tabell 3 blir flödet 4,8 m<sup>3</sup>/s och vattenhastigheten 1,0 m/s. Detta bedöms vara mer än tillräckligt för att motverka erosionsrisker vid maximala flöden. Om höjden på vattenytan ovan överfallskanten tillåts stiga till 50 cm (vilket är föreslagen höjd på öppningen), blir flödet 10,3 m<sup>3</sup>/s och vattenhastigheten 1,3 m/s. Det finns alltså marginaler i utformningen av överfallskanten/stålsponten.

### 3.3.2 Utformning

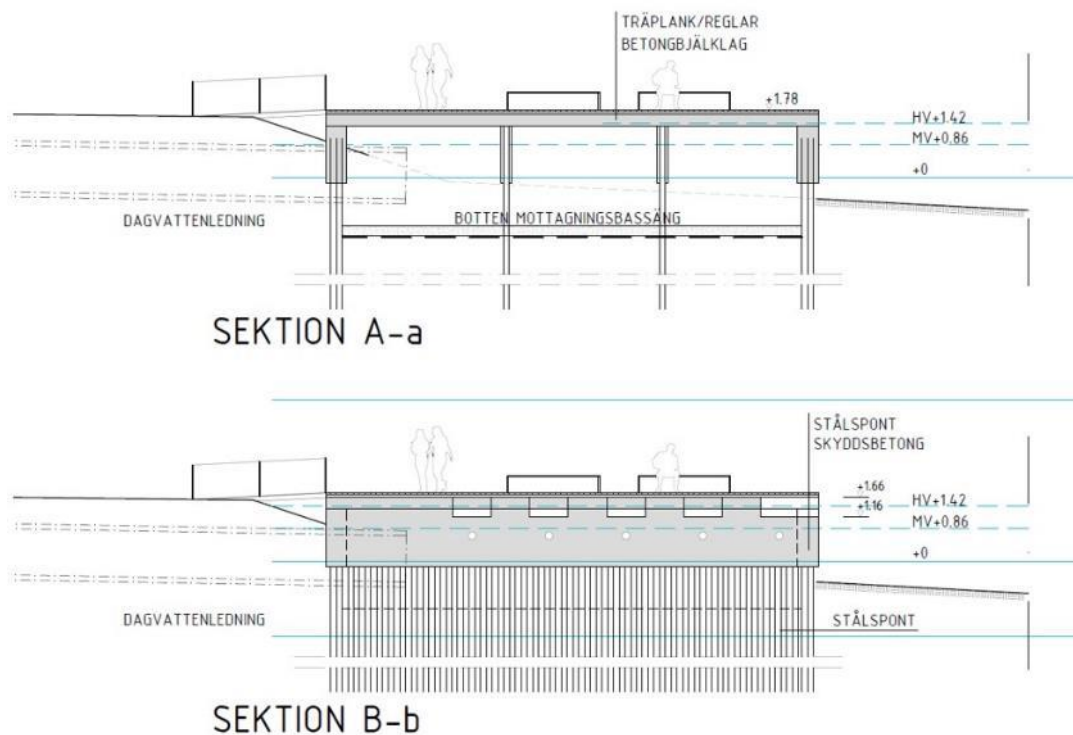
Bryggdäcket har i förslaget getts en rektangulär utformning med måtten 8 x 12,8 meter. Däcket vilar på en konstruktion av stålspont där bärande reglar (alternativt betongplatta) skapar de öppningar som behövs för att erhålla tillräcklig längd och area för flödesutjämning vid flödestoppar. Vid låga flöden kommer vatten kunna strömma ut (och in) genom mindre hål placerade under medelvattennivån i Bällstaviken (Figur 14 och Figur 15). Detta kommer minska risken för stillastående vatten innanför sponten vid torrperioder. För att tillskapa tillräcklig höjd för flödesutjämningen kommer en cirka 8 centimeter hög ramp krävas från omgivande bryggor (Figur 14 och Figur 15).



Figur 14. Plan och sektion C-c för mottagningsbassäng vid Ågatan. Fullstora ritningar kan ses i Bilaga 1. (Urbio AB, 2022a)

På botten innanför sponten föreslås att grovbetong gjuts ovan geotextil, för att separera och förhindra gammalt sediment att frigöras vid höga flöden. Botten i form av grovbetong innebär också ett enklare underhåll i framtiden och underlättar även själva anläggandet. Djupet på botten innanför sponten är inte utrett i detalj, men bör vara minst 1,5 meter upp till överfallskanten, för att möjliggöra lagring av eventuellt inkommande sand, grus och sediment. Utformningen av botten på anläggningen bestäms av förutsättningarna på platsen, vilka är osäkra i dagsläget. Aspekter som arbetsutrymme kan av arbetsmiljöskäl också komma att styra utformningen av anläggningen.

Om högre flöden skulle uppstå än de maxflöden som anläggningen dimensionerats efter, kan vattnet rinna över stålsponten i de "gluggar" i betongbjälklaget som kan ses i Figur 13 och Figur 14. Principen och funktionen för dessa beskrivs närmare i avsnitt 3.4.2.



Figur 15. Sektion A-a och sektion B-b för åtgärdsförslaget vid Ågatan<sup>1</sup>. (Urbio AB, 2022a)

### 3.3.3 Anläggningskedde

Då den projekterade utloppsledningen är lagd på en nivå på -0,41 meter, kommer botten innanför stålsponten behöva ligga minst cirka 20 centimeter under denna nivå. Det är viktigt att utloppsledningen inte slammar igen och att åtkomst till ledningen är möjlig. Detta innebär att cirka 40 m<sup>3</sup> sediment kommer behöva grävas ur, förutsatt att sediment och/eller botten behöver sänkas med 0,4 meter. En noggrannare lodning av botten och sediment bör göras för att kartlägga behovet av sedimenthantering vid anläggningsfasen.

Sediment som grävs ur kan komma att behöva avvattnas, vilket kan ske via sedimentationscontainrar som beskrivs i avsnitt 3.2.4, eller genom avvattningsmedel till exempel geotuber (ATEK, 2022). Sedimentationscontainrar kan ställas upp utmed gångvägen mellan Ekern 9 och Ekern 11. Gångvägen kan komma att behöva förstärkas för att möjliggöra denna åtgärd. Det kan även vara så att arbetet kan utföras inom spont och att gropen som uppstår kan torrläggas innan schakt. I det fallet krävs inte avvattningsmedel av sediment.

När anläggningen byggs, kommer sponten fungera som en barriär vid schaktning av botten och sediment innanför sponten, så att eventuella föroreningar förhindras att nå Bällstaviken. Då arbete kommer ske i ett vattenområde kommer tillstånd att krävas och en tillståndprocess bör därför inledas i god tid innan åtgärden påbörjas. Sedimentens föroreningsinnehåll och fysiska egenskaper, så väl som erforderliga skyddsåtgärder vid schaktning behöver utredas vidare.

<sup>1</sup> Pålar som syns i Figur 15 kommer inte behövas, då bryggdäcken kommer kunna vila på stålsponten.

### 3.3.4 Drift och underhåll

I Figur 14 visas en servicelucka i bryggdäcket som möjliggör åtkomst till dagvattenledningen och utrymmet under bryggdäcket. En slamsugbil kan ställas upp på gångvägen mellan Ekern 9 och Ekern 11, sträckan härifrån till bryggdäcket är mellan 10–20 meter, vilket är tillräckligt för en vanlig sugbil (Swoosh AB, 2022; muntl. ref.). Eventuellt flytande skräp som fastnar innanför oljeskärmen kommer behöva avlägsnas med jämna mellanrum.

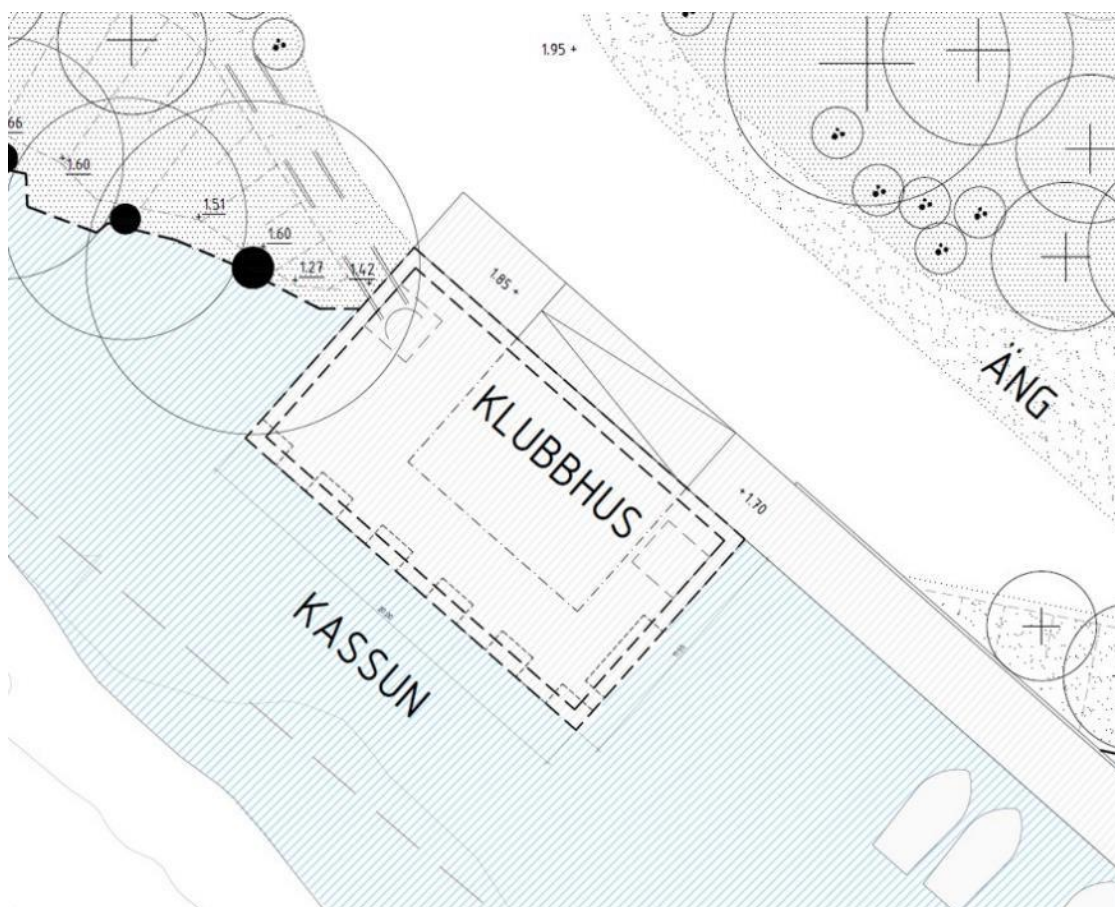
#### Sediment

Slamdjupet innanför sponten väntas kunna bli cirka 1 meter djupt innan slamflykt sker. Med detta antagande väntas cirka 100 m<sup>3</sup> sediment kunna ansamlas i anläggningen innan rensning krävs. Det är mycket svårt att uppskatta hur fort sedimenten kommer byggas upp i anläggningen i framtiden. Beroende på vilka LOD-åtgärder som införs inom avrinningsområdet, kan ackumuleringen av sediment bli mycket låg, som för utloppet vid Bällsta bro och Annedalsbron. Sedimenten kommer troligtvis mest bestå av grövre material som sand och grus som spolats bort med dagvattnet vid intensiva regn, då dagvattnet vid dessa tillfällen bräddar förbi LOD-anläggningar. Om en transport på 0,2 m<sup>3</sup> sediment per år till anläggningen antas (samma som för utloppet vid Annedalsbron, se avsnitt 3.4.4 nedan), kommer rensning att krävas efter cirka 500 år. Avrinningsområdet till utloppet vid Ågatan är dock cirka 50% mindre än det till utloppet vid Annedalsbron, vilket innebär att sedimenttransporten kan vara ännu lägre. Samtidigt finns det inget planerat filtermagasin innan utloppet som vid Annedalsbron och Bällsta bro, vilket gör jämförelsen osäker. Det kan dock konstateras att rensningsbehovet för anläggningen kommer troligtvis vara försumbart så länge anläggningen är i drift. När väl anläggningen är tagen i drift kan sedimenttjockleken mätas med jämna mellanrum innanför sponten, för att utvärdera rensningsbehovet och planera för framtida underhåll.

## 3.4 Utlopp vid Annedalsbron

Utloppsledningen vid Annedalsbron norr om Marabouparken är projekterad av Bjerking. Enligt *Teknisk förstudie SNS* är ledningen av betong med innerdiameter 1200 mm (Axelsson, 2022). Ledningen kommer vara riktad från nordväst snett ut mot Bällstaviken i en punkt där båtbyggnaden idag har sin nordligaste del. På samma sätt som för utloppet vid Bällsta bro och Ågatan behövs här en mottagningsanordning för att dämpa flöden, sedimentera slam och hålla kvar oljerester.

Platsen där utloppet är placerat markerar slutet på strandpromenaden i ett solläge skyddad med träd i norr och utgör därmed en naturlig plats för vistelse. Det förslag som tagits fram för utloppet vid Annedalsbron innebär att överfall för flödesutjämning och volymer för slam skapas under ett bryggdäck med sittplatser och plats för tex. ett klubbhus och café, se Figur 16.



Figur 16. Planritning för åtgärdsförslag vid Annedalsbron. (Urbio AB, 2022a)

### 3.4.1 Dimensionering

Samma tillvägagångssätt har använts vid dimensionering av spontöppningarna och överfallet vid Annedalsbron som för Bällsta bro och Ågatan, se avsnitt 3.2.1. Förutsättningarna är de samma, nämligen att höjden på kanten av överfallet behöver vara 30 centimeter ovan medelvattenytan.

För kassunen vid Annedalsbron har en bredd (b) av överfallet på totalt 20 meter och en höjd (h) på 0,3 meter valts (Tabell 4).

Tabell 4. Valda ingångsparametrar till ekvation 1 för dagvattenåtgärd vid Annedalsbron.

Parameter	Värde	Enhet
Bredd (b)	20	m
Höjd (h)	0,3	m
Höjd från botten till kant på överfall (p)	1,5	m
Allmänna gravitationskonstanten (g)	9,81	m/s <sup>2</sup>

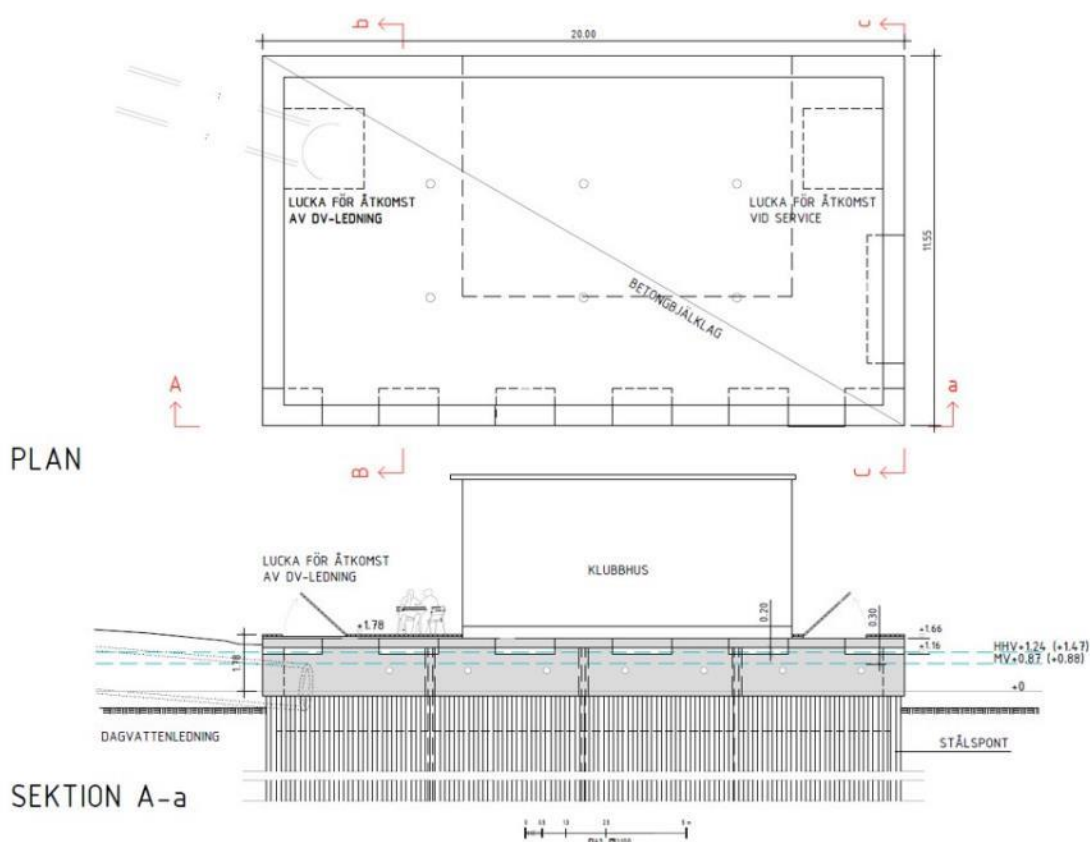
Med valda parametrar enligt Tabell 4 blir flödet 6,0 m<sup>3</sup>/s och vattenhastigheten 1,0 m/s. Detta bedöms vara mer än tillräckligt för att motverka erosionsrisker vid höga flöden. Om bredden på överfallskanten minskas till 15 meter, motsvarar detta ett flöde på 4,5 m<sup>3</sup>/s vilket motsvarar det

maximala flödet för utloppsledningen. Det finns alltså marginaler i utformningen av överfallskanten/stålsporten.

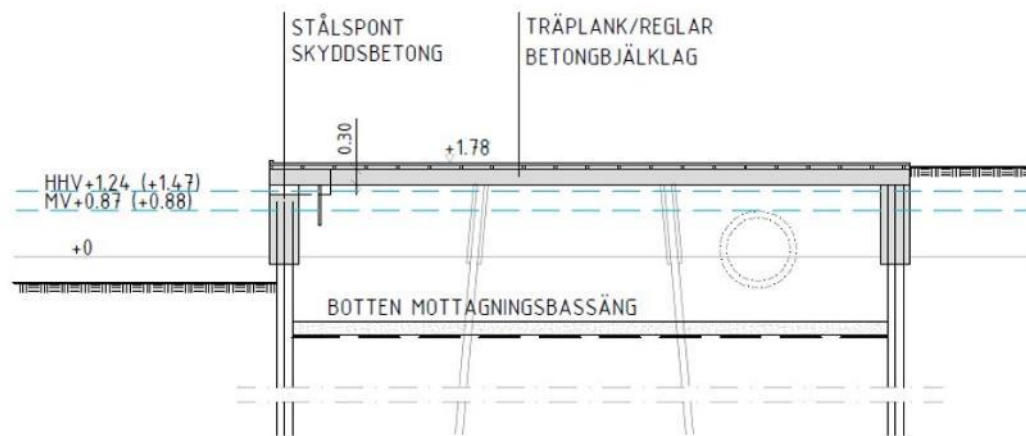
### 3.4.2 Utformning

Bryggdäcket har i förslaget getts en rektangulär utformning med måtten 20 m x 11,55 meter. Däcket vilar på en konstruktion av stålspånt där bärande reglar (alternativt betongplatta) skapar de öppningar som behövs för att erhålla tillräcklig längd och area för flödesutjämning vid flödestoppar. Vid låga flöden kommer vatten kunna strömma ut (och in) genom mindre hål placerade under medelvattennivån i Bällstaviken (Figur 17 och Figur 18). Detta kommer minska risken för stillastående vatten innanför sponten vid torrperioder.

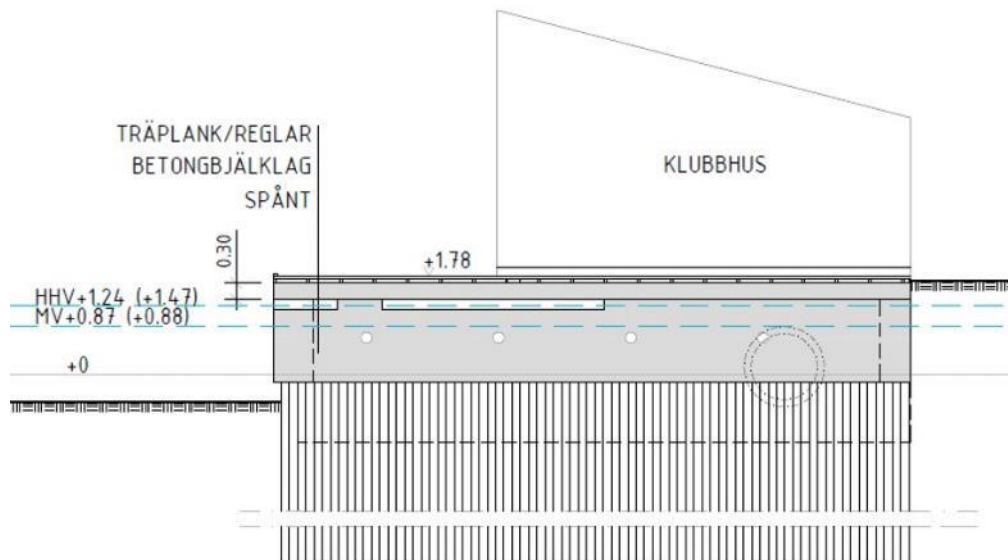
I Figur 18, sektion B-b, syns en oljeskärm som på liknande sätt som för anläggningen vid Bällsta bro ska avskilja olja (katastrofskydd) och eventuellt flytande skräp. På botten innanför sponten föreslås att grovbetong gjuts ovan geotextil, för att separera och förhindra gammalt sediment att frigöras vid höga flöden. Botten i form av betong innebär också ett enklare underhåll i framtiden. Djupet på botten innanför sponten är inte utrett i detalj, men bör vara minst 1,5 meter upp till överfallskanten, för att möjliggöra lagring av eventuellt inkommande sand, grus och sediment. Utformningen av botten på anläggningen bestäms av förutsättningarna på platsen, vilka är osäkra i dagsläget (se vidare i avsnitt 3.4.3). Aspekter som arbetsutrymme kan av arbetsmiljöskäl också komma att styra utformningen av anläggningen.



Figur 17. Plan och sektion A-a för mottagningsbassäng vid Annedalsbron. (Urbio AB, 2022a)



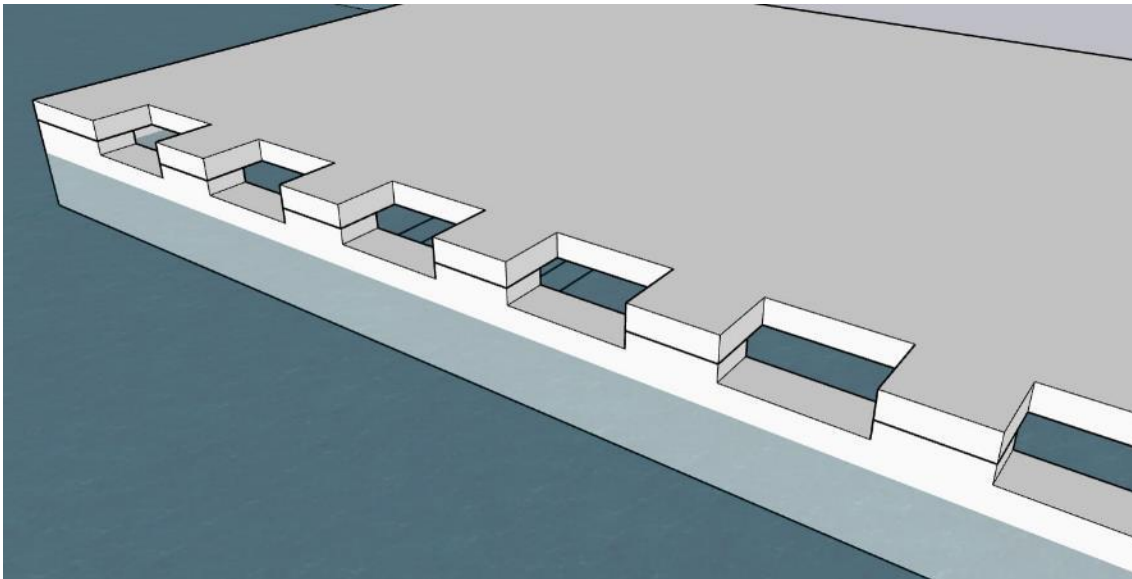
## SEKTION B-b



## SEKTION C-c

Figur 18. Sektion B-b och sektion C-c för åtgärdsförslaget vid Annedalsbron. (Urbio AB, 2022a)

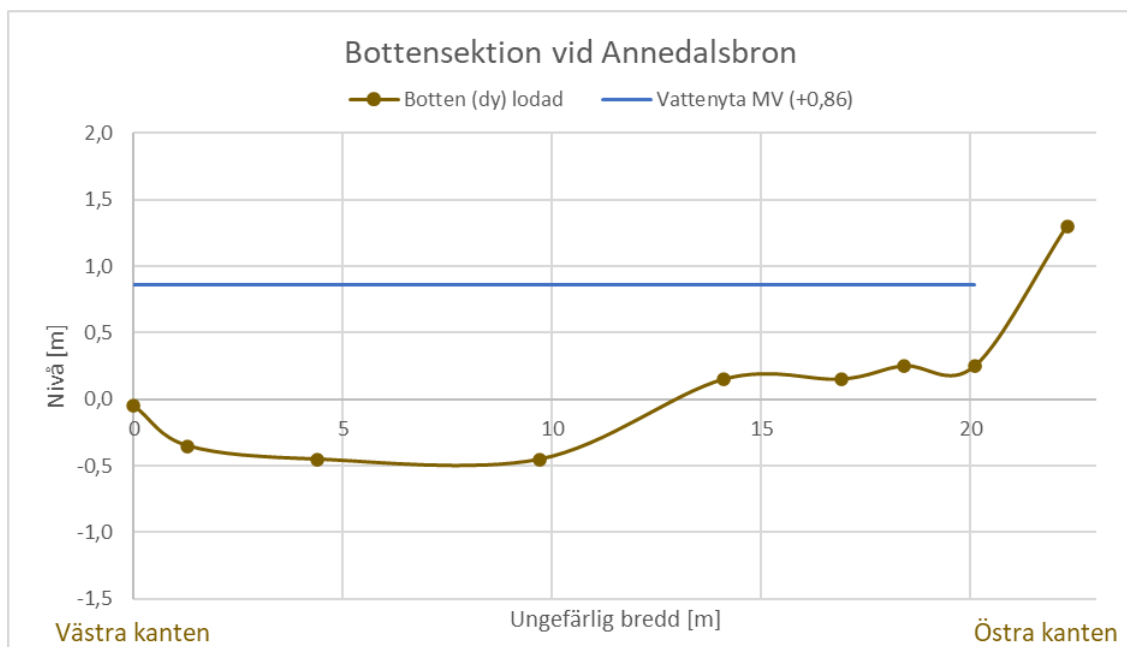
Vid högre flöden än maxflöden i utloppsledningen, eller om maxflödet av dagvatten mot förmodan skulle inträffa i samband med ett högt vattenstånd i Bällstaviken, riskerar bryggdäcket att översvämmas och ett vattentryck i vertikalled kan orsaka skador på konstruktionen. Ett utformningsförslag är därför att inte låta betongbjälklaget möta upp sponten ovan överfallskanterna, se illustration i Figur 19. De större öppningarna dämpar vertikalkrafter på bryggdäcket. Om dessutom ett betongbjälklag anläggs bedöms höga flöden inte påverka ovanliggande konstruktioner (Iterio AB, 2022a; muntl. ref.).



Figur 19. Illustration över alternativ för konstruktion vid Annedalsbron. (Urbio AB, 2022b)

### 3.4.3 Anläggningskede

Eftersom vattendjupet där traddäcket skall placeras är mycket lågt, kommer volymer för sedimentering och lagring av slam behöva tillskapas genom utgrävning av massor innanför stålsponten. Bottennivån i viken vid platsen är osäker, men en lodning av botten som utfördes i oktober till november 2021 visar att bottenprofilen cirka 25 meter nedströms det framtida utloppet varierar mellan +0,2 m närmast strandlinjen till max -0,45 m i mitten av viken (RH2000), det vill säga mellan cirka 0,6-1,3 meter under medelvattenytan (Golder Associates AB, 2022). En profil över lodningen för denna sektion visas i Figur 20.



Figur 20. Lodad bottensektion 1 (bruna punkter) vid Annedalsbron cirka 25 meter nedströms det nya planerade dagvattenutloppet vid Marabouparken. Lodning utförd av Golder Associates AB (2022a) under oktober-november 2021. Notera att lodning motsvarar dybotten som anges vara mellan 1–2 meter djup innan fastare botten. Nivå anges i RH2000 och medelvattenyta (MV) motsvarar +0,86 m (Stockholms Hamnar, 2022).

Botten består av ”dy” med varierande djup mellan 1–2 meter, innan fastare lerbotten tar vid enligt Golder Associates AB (2022). I fält observerade även WRS att djupet till lösa sediment vid tillfället var mycket lågt vid platsen, cirka 0,5–0,7 meter, i februari 2022. För att erhålla ett vattendjup om 1,5 m innanför sponten vid medelvattennivå behöver därför cirka 80 m<sup>3</sup> massor grävas ur, förutsatt att sediment och/eller botten behöver sänkas med 0,35 meter. En noggrannare lodning av botten och sediment bör göras för att kartlägga behovet av sedimenthantering vid anläggningsfasen.

Sediment som grävs ur kommer behöva avvattnas. Detta kan ske antingen via sedimentationscontainrar som beskrivs i avsnitt 3.2.4, eller genom avvattning med till exempel geotuber (ATEK, 2022). Då det handlar om stora volymer sediment som ska hanteras behöver man tidigt i processen planera för utrymme och tillvägagångssätt för åtgärden.

När anläggningen byggs, kommer spontar att slås ned till erforderligt djup. Eventuella KC-pelare kommer slås ned för att bära upp konstruktionen (Bilaga 2, Iterio AB, 2022). Sponten kommer under anläggningsskedet fungera som en barriär vid schaktning av botten och sediment innanför sponten, så att eventuella föroreningar förhindras att nå Bällstaviken. Då arbete kommer ske i ett vattenområde kommer tillstånd att krävas och en tillståndsprocess bör därför inledas i god tid innan åtgärden påbörjas. Sedimentens föroreningsinnehåll och fysiska egenskaper, så väl som erforderliga skyddsåtgärder vid schaktning behöver utredas vidare.

#### **3.4.4 Drift och underhåll**

I Figur 16 och Figur 17 visas serviceluckor i bryggdäcket i den norra respektive södra delen av konstruktionen, för att möjliggöra åtkomst till dagvattenledningen och utrymmet under bryggdäcket. En slamsugbil kan ställas upp norr om bryggdäcket vid en planerad hårdgjord yta, sträckan härifrån till bryggdäcket är mellan 15–30 meter, vilket är tillräckligt för en vanlig sugbil (Swoosh AB, 2022; muntl. ref.). Eventuellt flytande skräp som fastnar innanför oljeskärmen kommer behöva avlägsnas med jämna mellanrum.

##### **Sediment**

Akkumulationen av sediment i anläggningen är svår att uppskatta även här, på grund av de långtgående LOD-åtgärder som planeras uppströms i avrinningsområdet (Sweco Environment AB, 2022). En uppskattning av ackumulationshastigheten för sediment i anläggningen har gjorts på samma sätt som i avsnitt 3.2.4 för Bällsta bro.

För filtermagasinet som föreslagits vid Marabouparken, strax uppströms dagvattenutloppet, räknar man med att cirka 800 kg suspenderat material kommer nå magasinet per år. Av detta kommer enligt beräkningar cirka 90 % avsättas i magasinet, vilket innebär att cirka 80 kg suspenderat material per år kommer förbiledas filtermagasinet och nå anläggningen. Med en antagen TS-halt på 30 % och densitet på sedimentet på 1400 kg/m<sup>3</sup>, blir sedimentackumulationen i kassunen cirka 0,2 m<sup>3</sup> per år. Slamnivån i kassunen väntas kunna bli cirka 1 meter innan slamflykt sker, vilket innebär att kassunen rymmer cirka 230 m<sup>3</sup> slam, innan tömning kan komma att krävas. Med antagen sedimentackumulation innebär det att slamtömning troligen krävs ungefär på ett intervall om cirka 1100–1200 år. Beräkningen innehåller stora osäkerheter, men indikerar att slamtömning vid anläggningen väntas bli så gott som inaktuell under anläggningens livslängd, beroende på val av bottendjup i anläggningen. När anläggningen väl är tagen i drift kan sedimenttjockleken mätas med jämna mellanrum innanför sponten, för att utvärdera rensningsbehovet och planera för framtida underhåll.

## 4 Förslag på vidare utredning

De dimensionerande flödena vid respektive utlopp beräknas vara minst cirka 60–70 % mindre än maximala flöden i utloppsledningarna. Detta innebär att storleken på de föreslagna anläggningarna bör kunna minskas i samma storleksordning. Noggrannare beräkningar av dimensionerande flöden bör göras vid ett senare skede, till exempel med den så kallade tid-area metoden, som tar hänsyn till rinntider och fördröjning inom delavrinningsområden.

En avgörande fråga är även vilka flöden som ledningssystemet och anläggningarna som föreslås i detta PM ska kunna hantera i framtiden. Med en dynamisk hydraulisk modell över det framtida dagvattensystemet, kan regn med olika återkomsttider simuleras och systemets dynamik kan med större noggrannhet utvärderas. Olika scenarion med magasin, LOD-åtgärder och andra anläggningar kan utvärderas med mycket större noggrannhet, än vad som kan åstadkommas med enklare handberäkningar. Eventuella instängda områden och ytavrinningen som sker vid större regn kan också kopplas till en ledningsnätmodell. På grund av systemets omfattning, osäkerheter i separeringsstrategin och kostnader för föreslagna åtgärder, rekommenderar vi att kommunen upprättar en dynamisk hydraulisk modell över systemet i nästa skede. Med en sådan kan översvämningsrisker analyseras och åtgärder preciseras.

Djupen av sediment och kvalitén på dessa, samt erforderliga skyddsåtgärder vid schaktning behöver undersökas innan anläggandet av mottagningsbassänger vid Annedalsbron och Ågatan. Då arbete kommer ske i ett vattenområde behöver även en tillståndsprocess inledas i god tid innan åtgärder påbörjas.

En mer noggrann hydraulisk analys av flödet i kassunen vid Bällsta bro bör även göras i nästa skede.

## 5 Slutsatser

Detta PM visar att det finns tekniskt genomförbara åtgärdsförslag för att minska påverkan av nya dagvattenutlopp i Bällstaviken på grund av pågående projekt *Sundbybergs nya stadskärna*. Åtgärderna minskar risker för problem med uppankring av båtar och erosion och kan utformas så att gestaltning och rekreationsintressen inte försämras.

- Åtgärdsförslagen har dimensionerats främst för att minska vattenhastigheten vid maximala flöden, men även för att förhindra skräp- och oljerester att nå Bällstaviken. En kassun har föreslagits vid Bällsta bro och mottagningsbassäng med ovanliggande bryggdäck har föreslagits vid Ågatan och Annedalsbron. När flödet sprids ut över en större yta kommer vattenhastigheten att minska och erosion av strand- och bottenmiljöer i viken kan därmed förhindras.
- Överfallets underkant i anläggningarna bör vara minst 30 centimeter ovan medelvattenytan i Bällstaviken, det vill säga på nivå +1,17, för att säkerställa fritt fall för vattnet.
- Enligt dimensioneringsprincipen är flödet direkt proportionellt mot bredden på överfallet i anläggningarna. Det vill säga om det flöde som ska uppnås till exempel minskas till hälften, kan även bredden på överfallet minskas till hälften. De erhållna maximala flödena som beräkningarna bygger på, spelar därför stor roll för storleksordningen på anläggningarna.
- Kassun vid Bällsta bro:
  - Med föreslagen utformning kommer kassunen rymma cirka 60 m<sup>3</sup> slam, innan tömning kan komma att krävas. Med antagen sedimentackumulation innebär det att slamtömning troligen krävs ungefär på ett intervall om 40–60 år. Då sediment kommer ackumuleras snabbare i närheten av dagvattenutloppet, kan rensning av slam i denna del av kassunen komma att krävas med tätare intervall, till exempel var 10–20 år. Tillsyn och borttagning av skräp kommer att krävas med jämna intervall.
  - Möjlighet för in situ avvattning av slammet är viktig att säkerställa, för att minska kostnader för underhåll i framtiden.
  - En mer noggrann hydraulisk analys av flödet i kassunen vid Bällsta bro bör även göras i nästa skede.
- Mottagningsbassäng och bryggdäck vid Ågatan och Annedalsbron:
  - Med föreslagen utformning för anläggningarna väntas cirka 40 m<sup>3</sup> respektive 80 m<sup>3</sup> massor behöva grävas ur under anläggningsskedet för Ågatan respektive Annedalsbron, för att skapa åtkomst till dagvattenutloppet och tillgodose en volym för ackumulation av eventuella sediment. En noggrannare lodning av botten och sediment bör göras för att kartlägga behovet av sedimenthantering vid anläggningsfasen.
  - Rensningsbehovet av sediment i anläggningarna i framtiden (för att inte riskera att sediment spolats ut i Bällstaviken), kommer troligtvis vara försumbar så länge anläggningarna är i drift. Ett rensningsbehov kan dock vara aktuellt precis vid utloppet från dagvattenledningarna, i underhållssyfte för ledningssystemet.

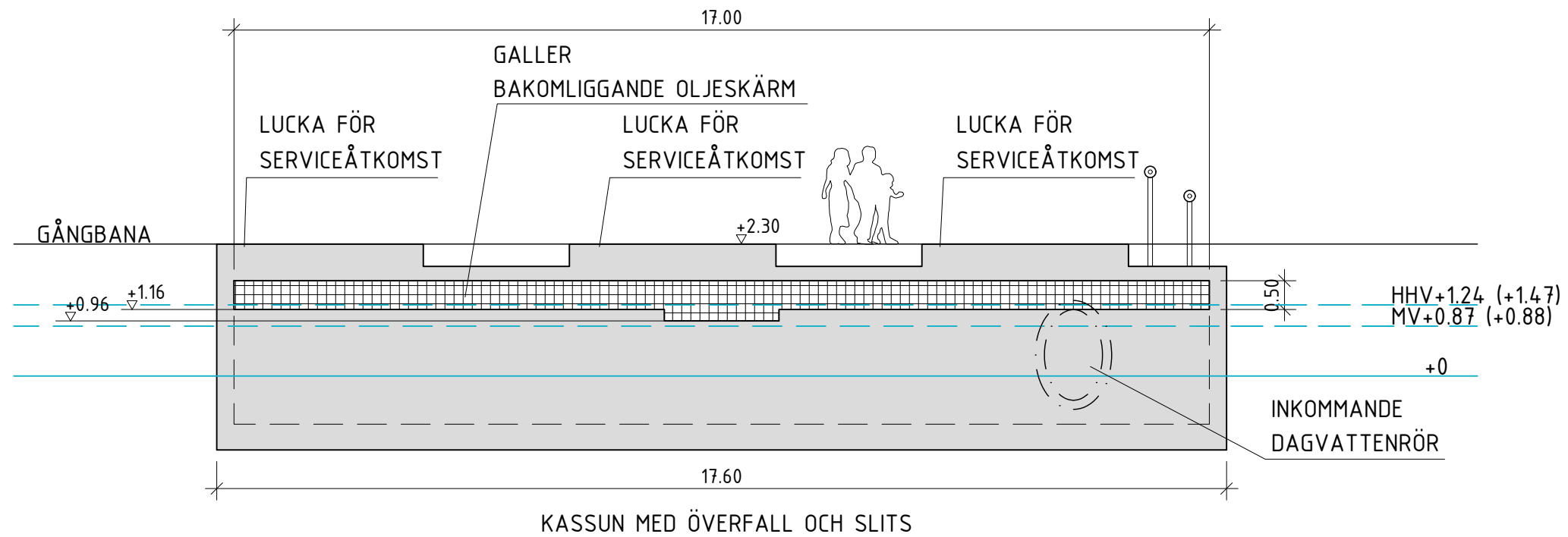
- Vid flöden som är högre än de dimensionerande, kan alternativet med större öppningar möjliggöra ett större utflöde för dagvattnet och därmed förhindras vertikalkrafter på bryggdäcket.
- Då arbete kommer ske i ett vattenområde kommer tillstånd att krävas och en tillståndsprocess bör därför inledas i god tid innan åtgärder påbörjas. Sedimentens föroreningsinnehåll och fysiska egenskaper, så väl som erforderliga skyddsåtgärder vid schaktning bör utredas vidare.
- På grund av systemets omfattning, osäkerheter i separeringsstrategin och kostnader för föreslagna åtgärder, rekommenderas kommunen att upprätta en dynamisk hydraulisk modell över systemet i nästa skede. Med en sådan kan översvänningsrisker analyseras och åtgärder preciseras.

## Referenser

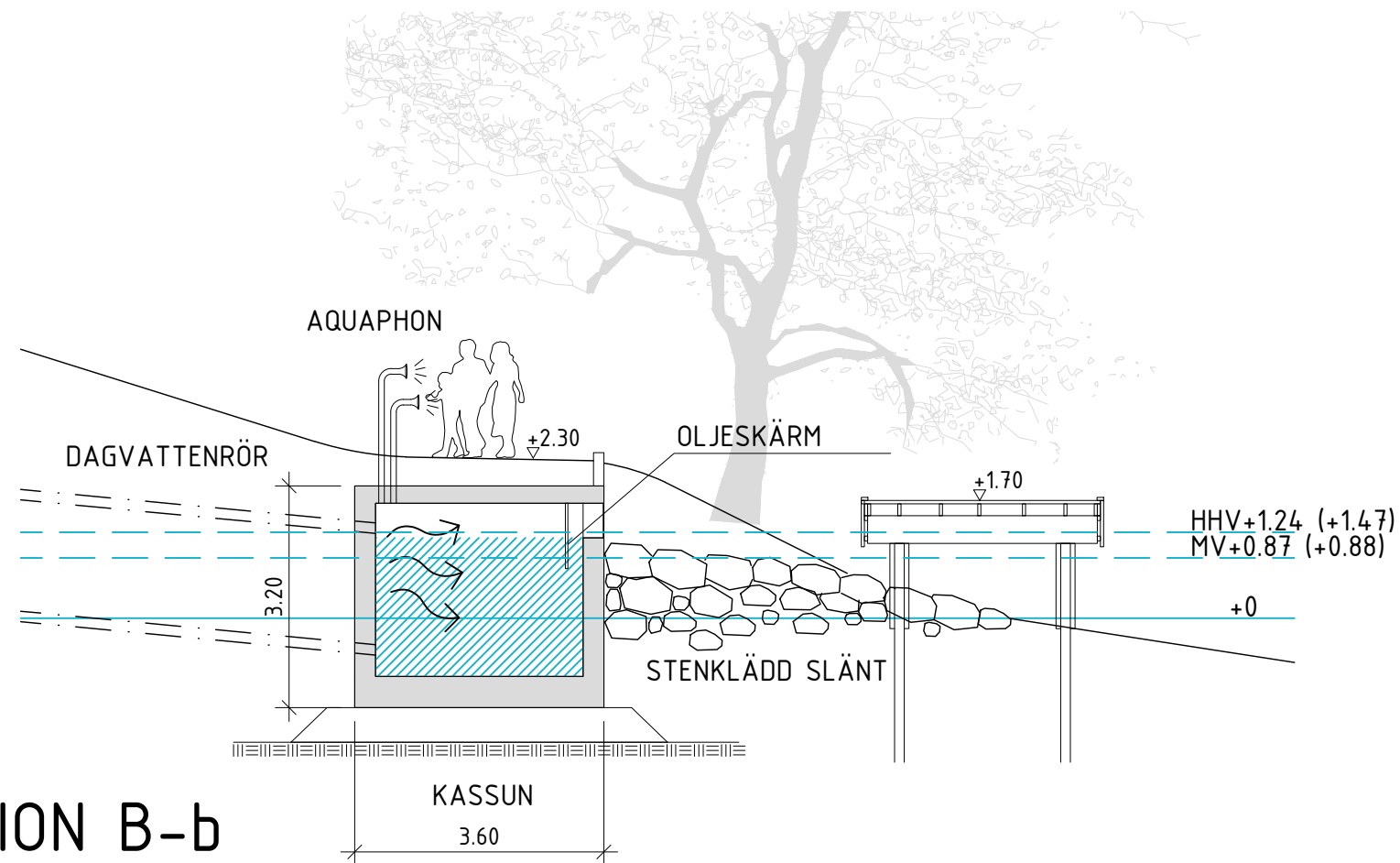
- ATEK, 2022. Avvattning med hjälp av geotuber - ATEK [internet]. *ATEK Avvattningsteknik AB*. Tillgängligt: <https://www.atek.nu/produkt/geotuber/> [Hämtad 2022-11-11].
- AXELSSON, J.-Å., 2021. Bällstaån vattenstånd. Konversation mellan Bjerking, Sweco och Stockholm Vatten om nivåer på Bällstaån och Bällstaviken.
- AXELSSON, J.-Å., 2022. Arbetsmöte dagvattenutlopp Bällstaviken med Bjerking, Sweco, Urbio och SAVAB.
- BJERKING AB och SWECO, 2022. *PM Teknisk Förstudie Sundbybergs nya stadskärna*.
- GOLDER ASSOCIATES AB, 2022. *Markteknisk undersökningsrapport (MUR), Geoteknik och Hydrogeologi, Sundbybergs Nya Stadskärna*. Nr. 20144987.
- ITERIO AB, 2022a. Sv: Möjlighet för slamtömning magasin Sundbyberg.
- ITERIO AB, 2022b. Principskiss för utlopp Annedalsbron, grundläggning av bassäng, sektio/plan.
- LIND GRÖNBERG, A., 2022. SNS DV-utlopp höjd Bällsta bro.
- LUNDKVIST, J., 2022. SNS Flöden utlopp Bällstan.
- PERSSON, J., FRIDELL, K., GUSTAFSSON, E.-L., och ENGLUND, J.-E., 2014. Att räkna på vatten – en formelsamling för landskapsingenjörer. Rapport 2014:17.
- RAGN-SELLS AB, 2022. Samtal med Tina Skagerfält, Ragn-Sells, om slamtömning och dimensioner på sugbilar.
- RASK, C., 2022. Arbetsmöte om föreslagna åtgärder för de nya dagvattenutloppen vid Strandpromenaden, möte nr 11 den 22 november 2022.
- SMHI, 2011a. Projekt Slussen - Förslag till ny reglering av Mälaren, rapport nr 2011-64 [internet]. Tillgängligt: <https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/Malaren/SMHI-Forslag-ny-reglering-Malaren-rapport-2011.pdf> [Hämtad 2022-11-25].
- SMHI, 2011b. Regional klimatsammanställning - Stockholms län, rapport nr 2010-78 [internet]. Tillgängligt: [https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/Regional\\_klimatsamma\\_nstallning\\_Stockholms\\_lan\\_SMHI\\_2010.pdf](https://miljobarometern.stockholm.se/content/docs/tema/klimat/Regional_klimatsamma_nstallning_Stockholms_lan_SMHI_2010.pdf) [Hämtad 2022-11-10].
- STOCKHOLMS HAMNAR, 2022. Vattenstånd i Mälaren [internet]. Tillgängligt: [https://www.airviro.com/cgi-bin/sthlm/apub.stncolmap2.cgi?page=ShowMapG&areaid=SS&gsize=450x370&stnshow=true&stngroup=0x40000000&backgroundimg=images/blank.gif&mappostop=0&mapposleft=0&infocgi=apub.infostn2.cgi&macropath=stn&infoframe=\\_blank&lefthtmlpage=&apptag=colorstn&nrdc=1&subs=TEMP&year=now&maxage=50000&gkey=AIzaSyBF-Ob8fIZILC2tcHARIUQ\\_9EYHPuSMwcs&stngroupHist=0x80000000](https://www.airviro.com/cgi-bin/sthlm/apub.stncolmap2.cgi?page=ShowMapG&areaid=SS&gsize=450x370&stnshow=true&stngroup=0x40000000&backgroundimg=images/blank.gif&mappostop=0&mapposleft=0&infocgi=apub.infostn2.cgi&macropath=stn&infoframe=_blank&lefthtmlpage=&apptag=colorstn&nrdc=1&subs=TEMP&year=now&maxage=50000&gkey=AIzaSyBF-Ob8fIZILC2tcHARIUQ_9EYHPuSMwcs&stngroupHist=0x80000000) [Hämtad 2022-11-3].
- STOCKHOLMS STAD, 2022. Nya Slussen - ökad avtappning från Mälaren - Stockholms miljöbarometer [internet]. Tillgängligt: <https://miljobarometern.stockholm.se/klimat/klimatanpassning/nya-slussen-okad-avtappning-fran-malaren/> [Hämtad 2022-11-25].
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. 2:a uppl.* Svenskt Vatten.
- SWECO ENVIRONMENT AB, 2022. *Dagvattenutredning för Sundbybergs nya stadskärna*. Stockholm: Elin Lindvall och Johanna Rennerfelt, Nr. 30010037.
- SWOOSH AB, 2022. Samtal med Hjalmar Sjödin, Swoosh Uppsala, om slamtömning med sugbil.
- SÄRNEFÄLT, H., 2021. SV: Bällstaån vattenstånd. Mailkonversation mellan Sweco och Stockholm Vatten om nivåer i Bällstaån och Bällstaviken.
- TECOMATIC AB, 2022. Samtal med Emil Eriksson, Tecomatic, om slamtömning och avvattning.
- URBIO AB, 2022a. Åtgärdsförslag dagvattenutlopp Strandpromenaden.
- URBIO AB, 2022b. Sv: Möjlighet för slamtömning magasin Sundbyberg.

WRS AB, 2022. *PM Limnologi, detaljplan södra delen mot Bällstaviken. Bedömning av planerad bebyggelses påverkan på vatten vid Bällstaviken och ekologisk status för Ulvsundasjön.* Uppsala, Granskningshandling.

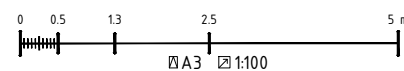


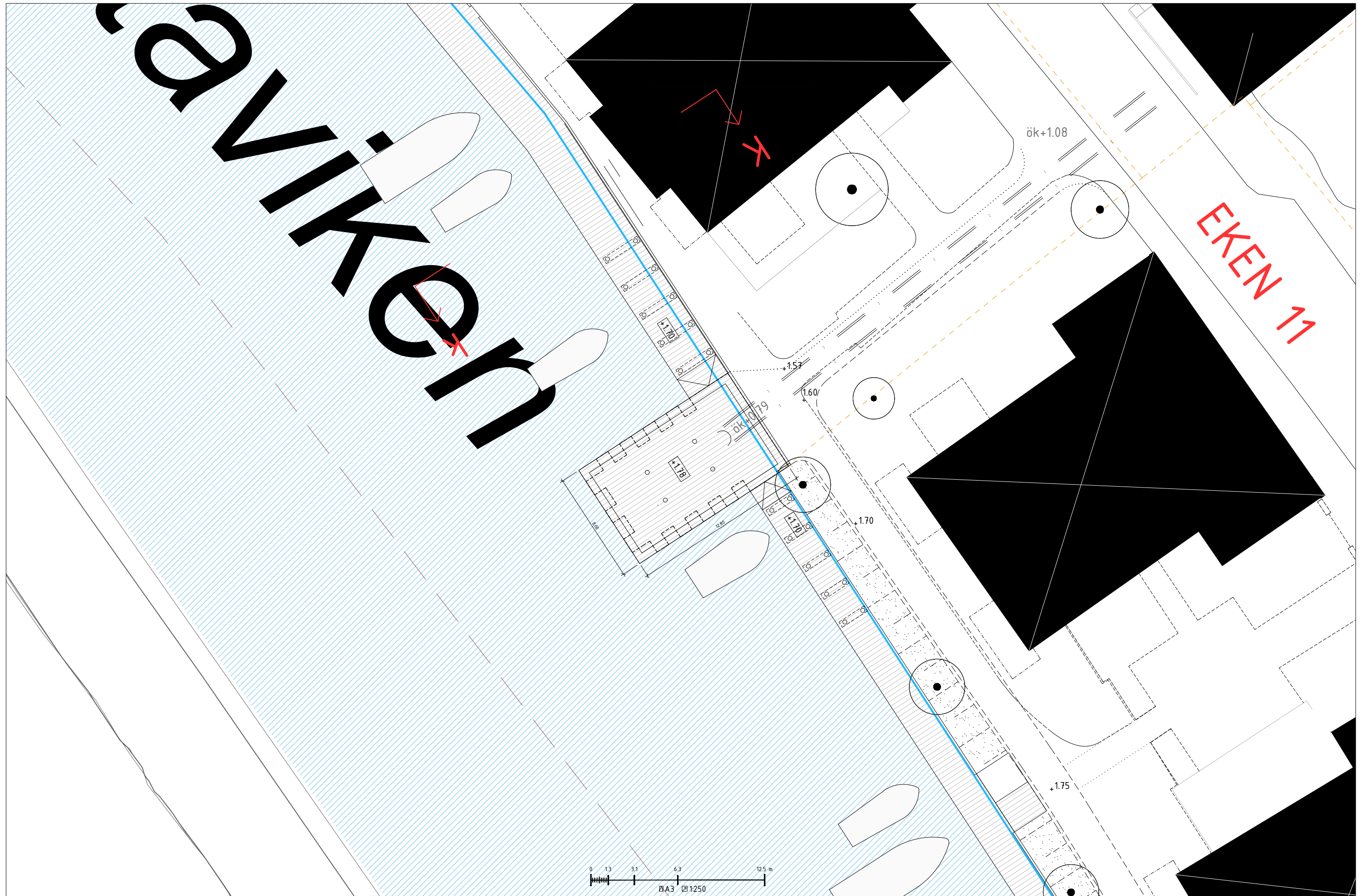


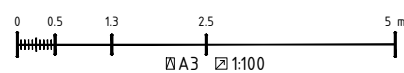
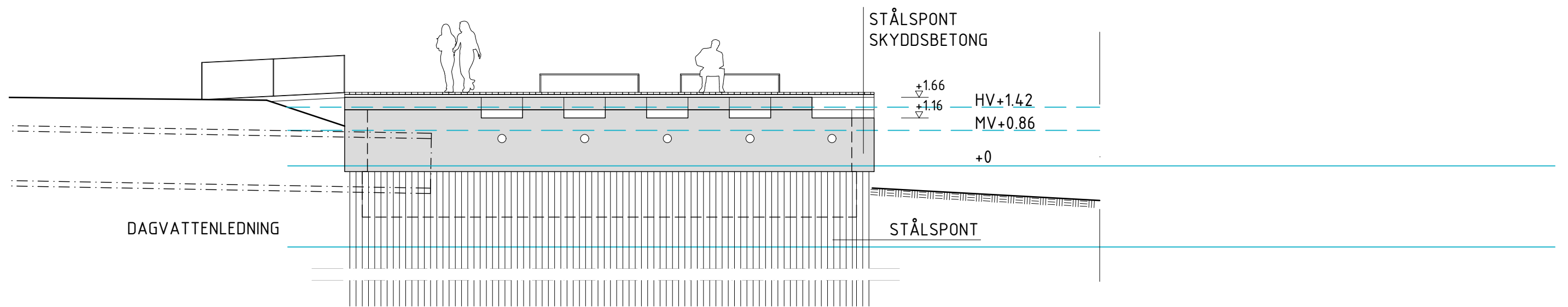
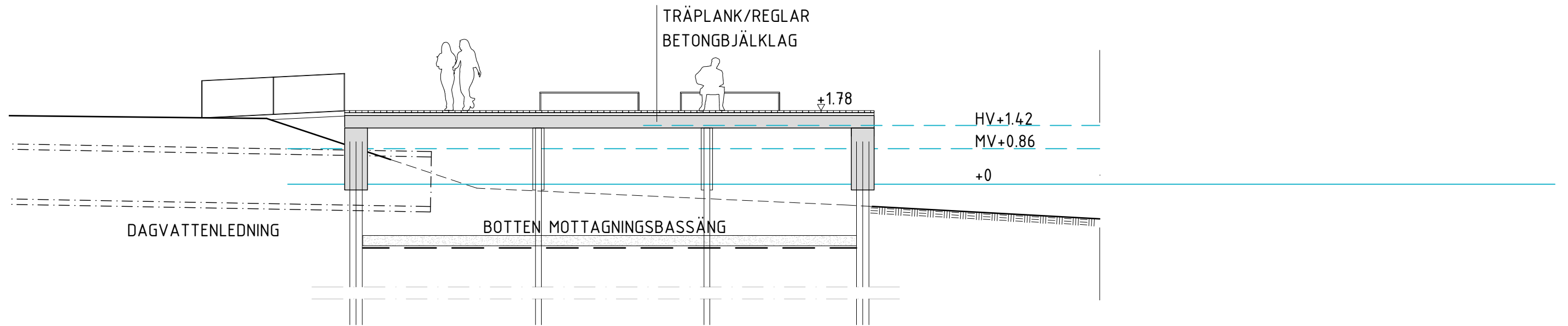
SEKTION A-a

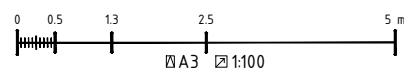
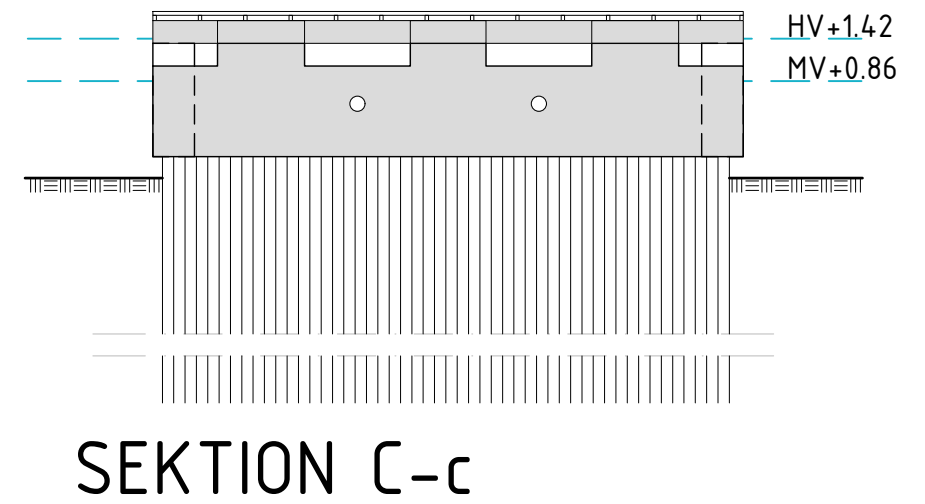
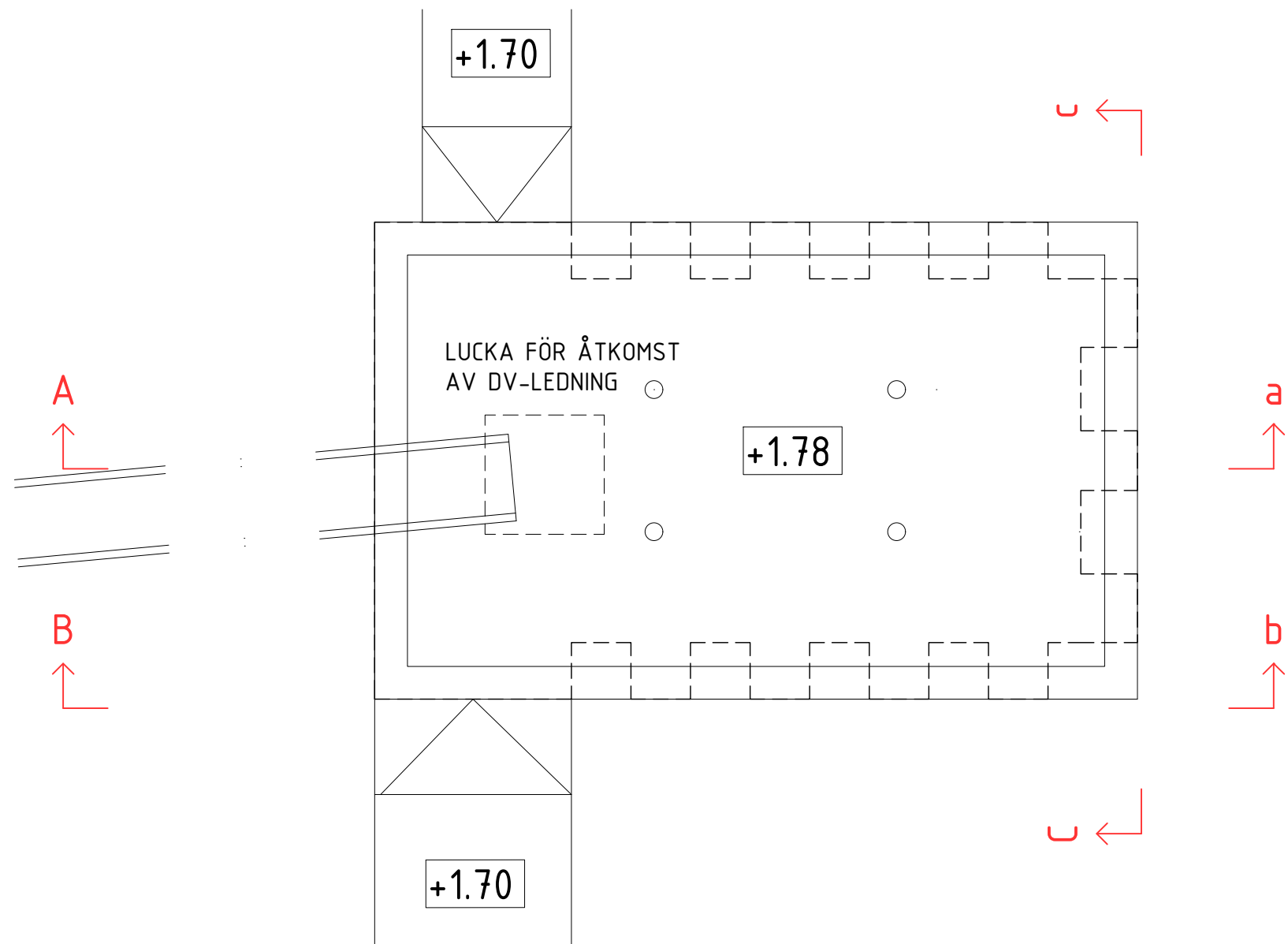


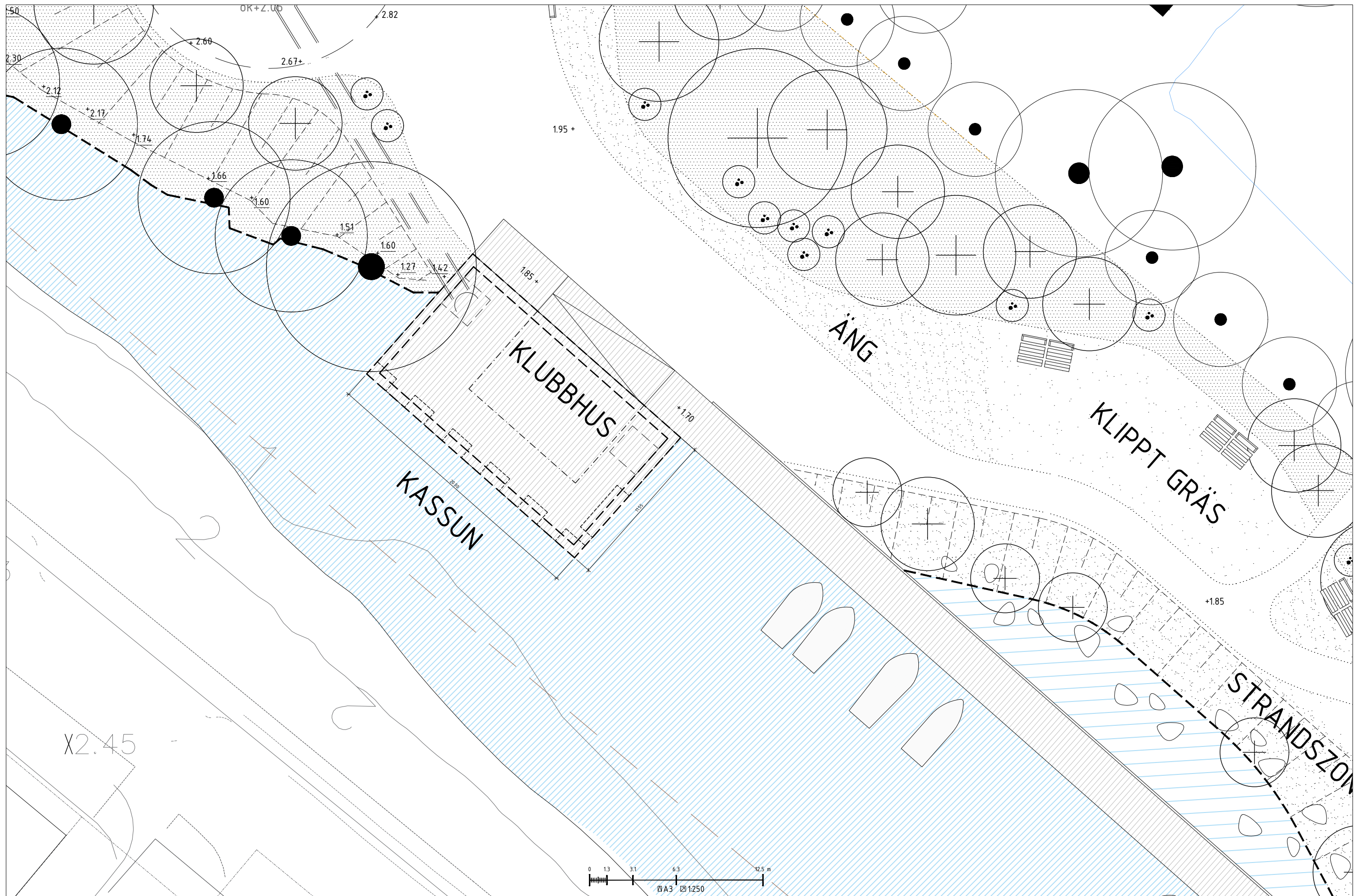
SEKTION B-b

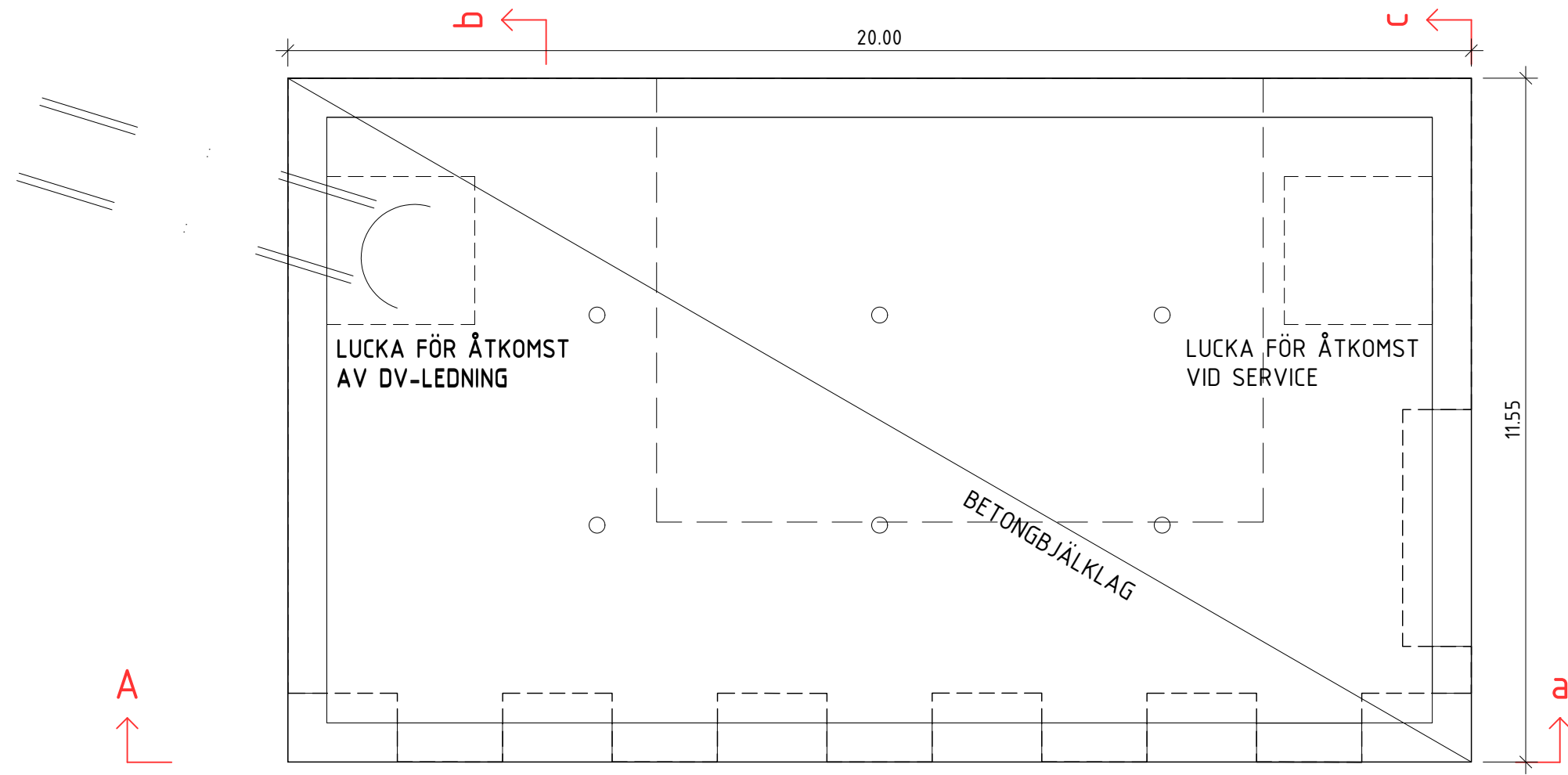




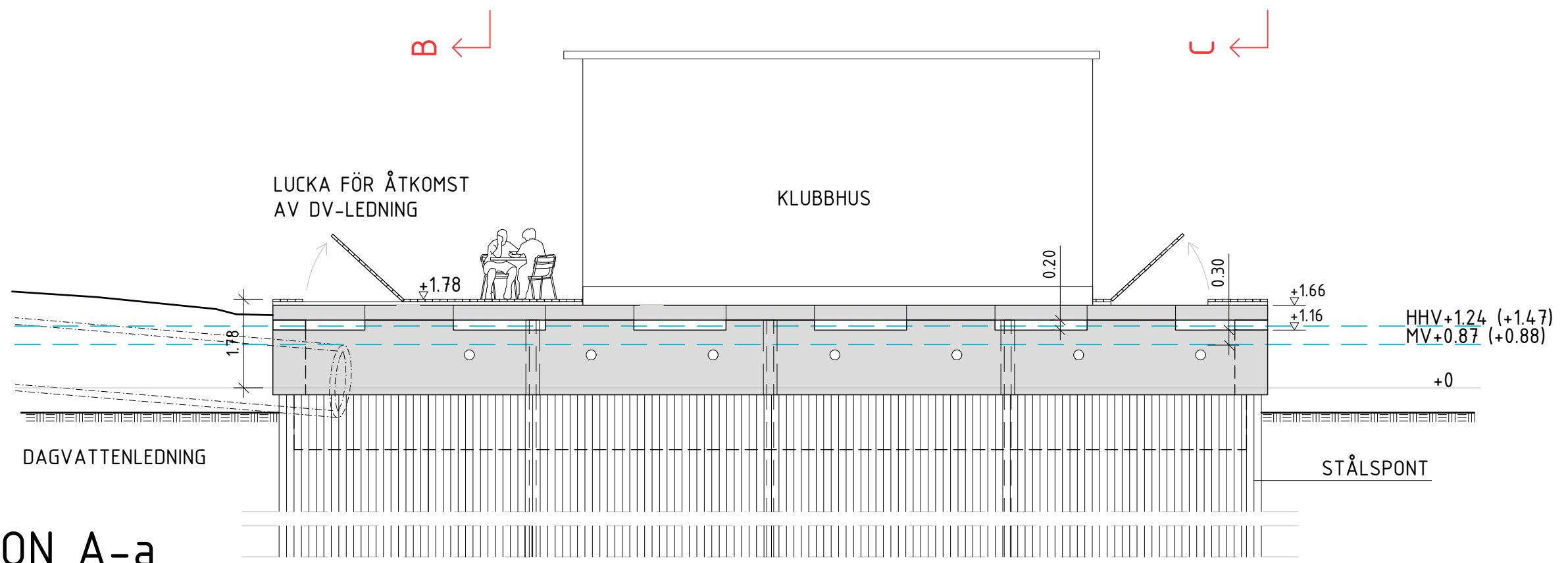




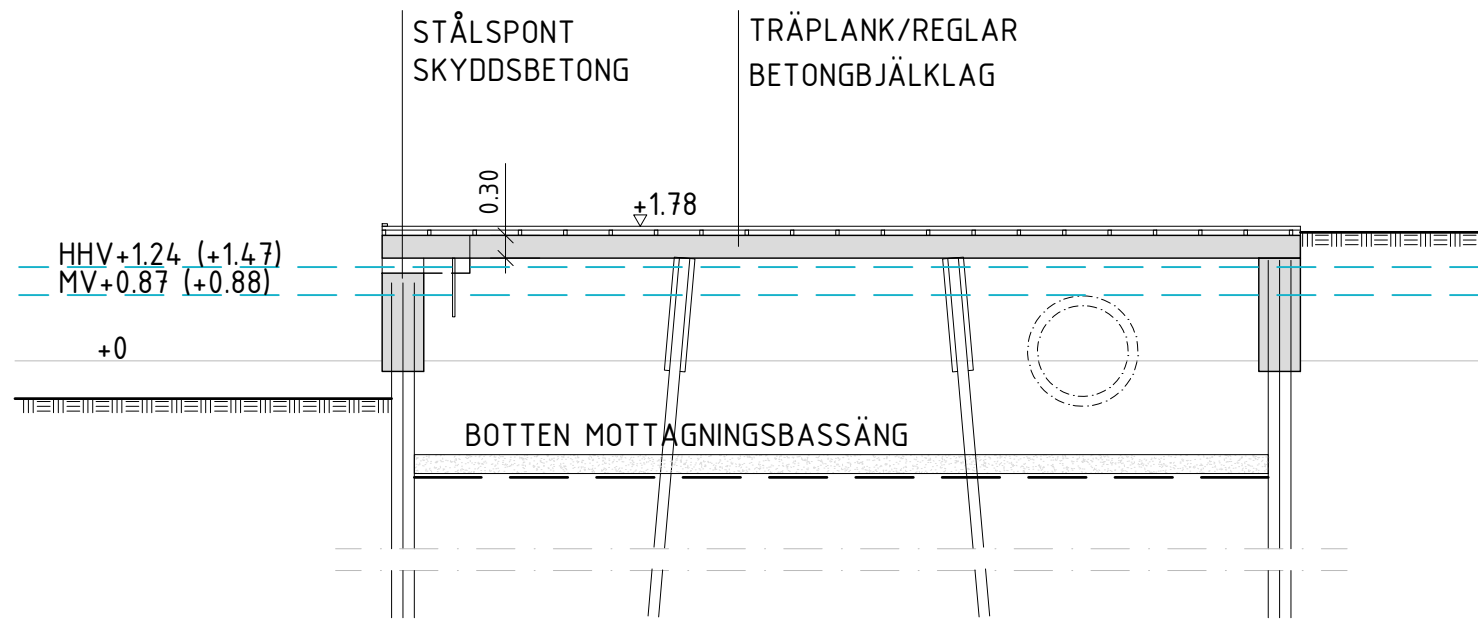




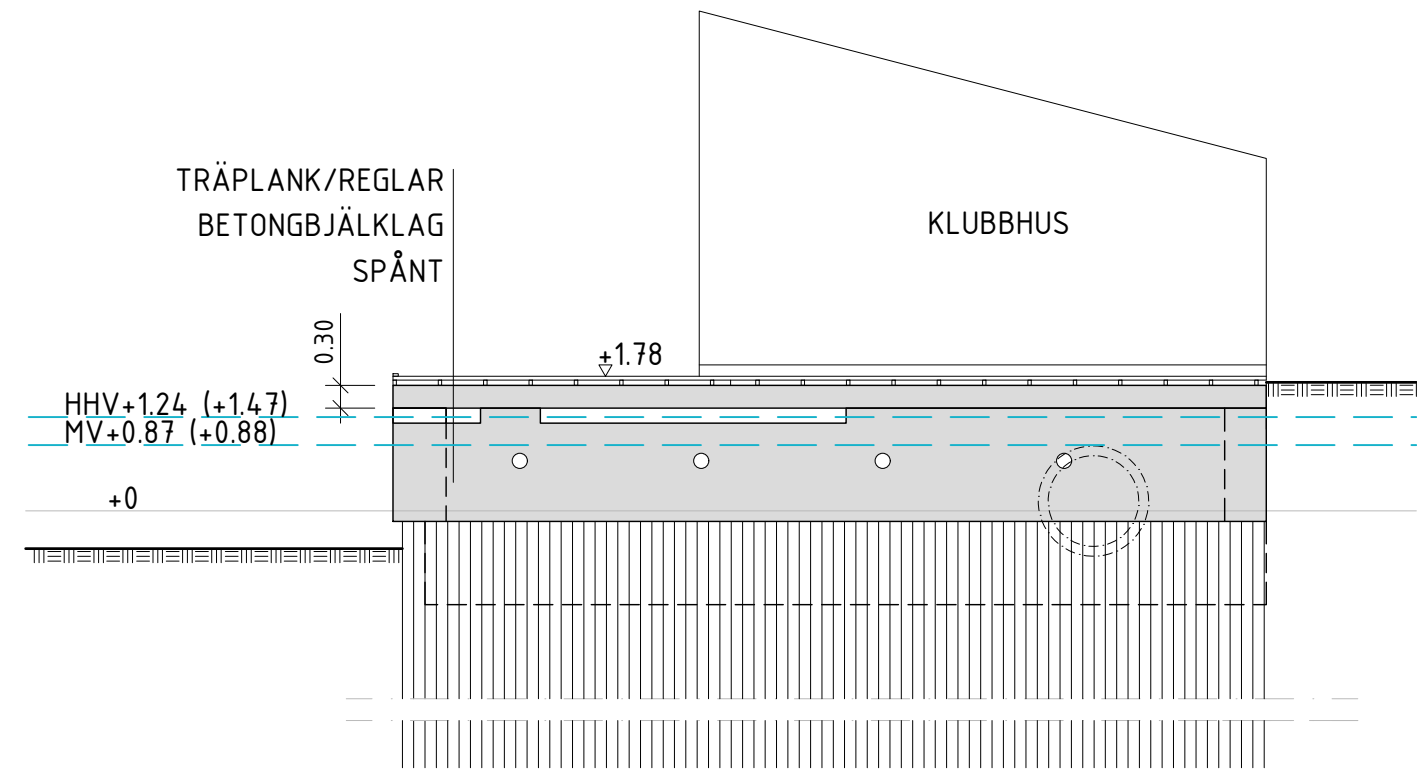
PLAN



SEKTION A-a



SEKTION B-b



SEKTION C-c



# KOORDINATSYSTEM

SYSTEM I HÖJD: RH 2000

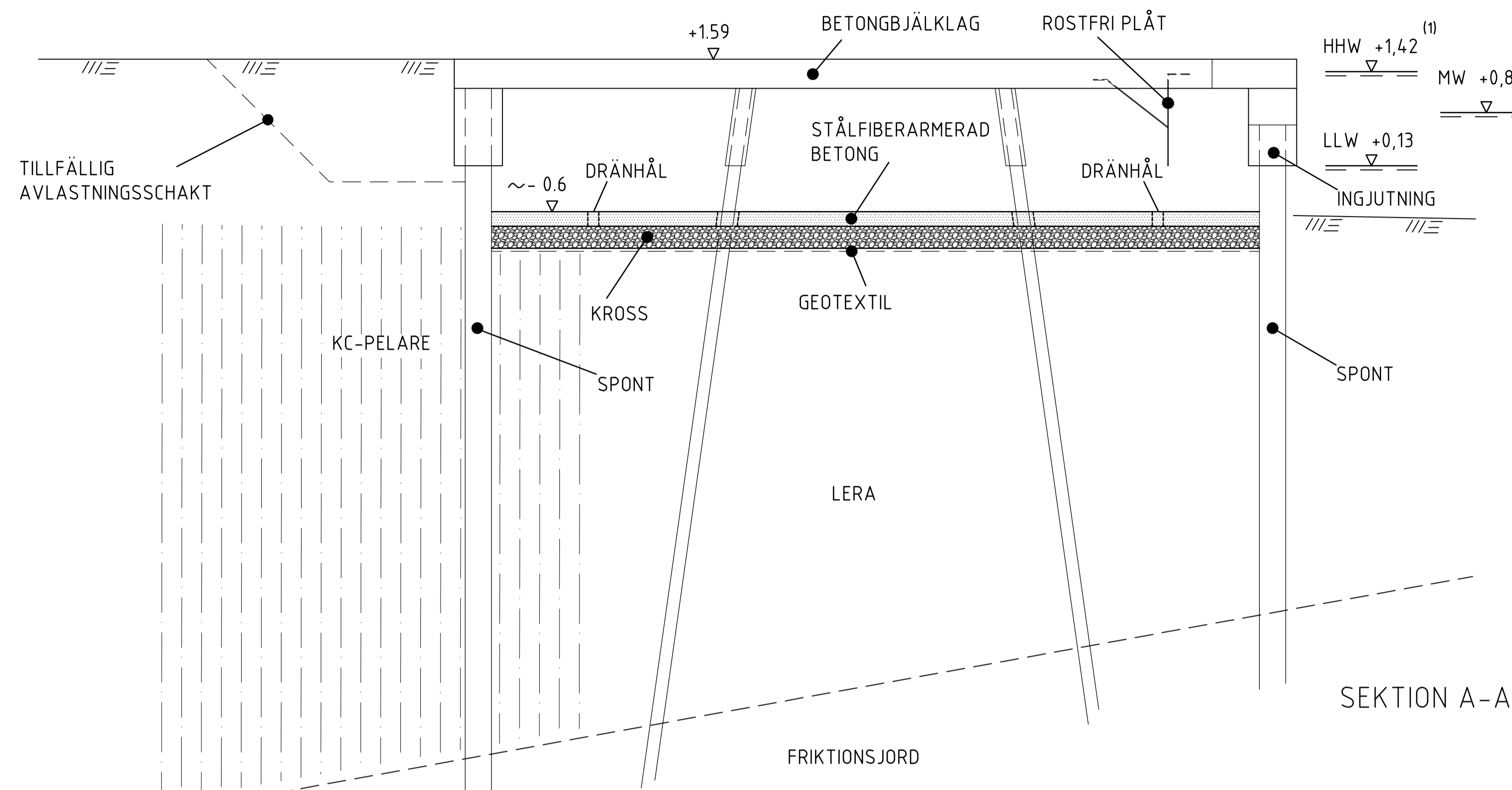
## FÖRKLARINGAR

RITNINGEN AVSER  
GRUNDLÄGGNINGSLÖSNINGAR.  
BETONGBJÄLKLAG ENDAST MED SOM  
ILLUSTRATION.

(1) HHW AVSER HÖGVATTEN I MÅLAREN.  
NIVÅN TAR INTE HÄNSYN TILL LÖSNING PÅ  
GRUND AV FLÖDE I BÄLLSTAÅN.

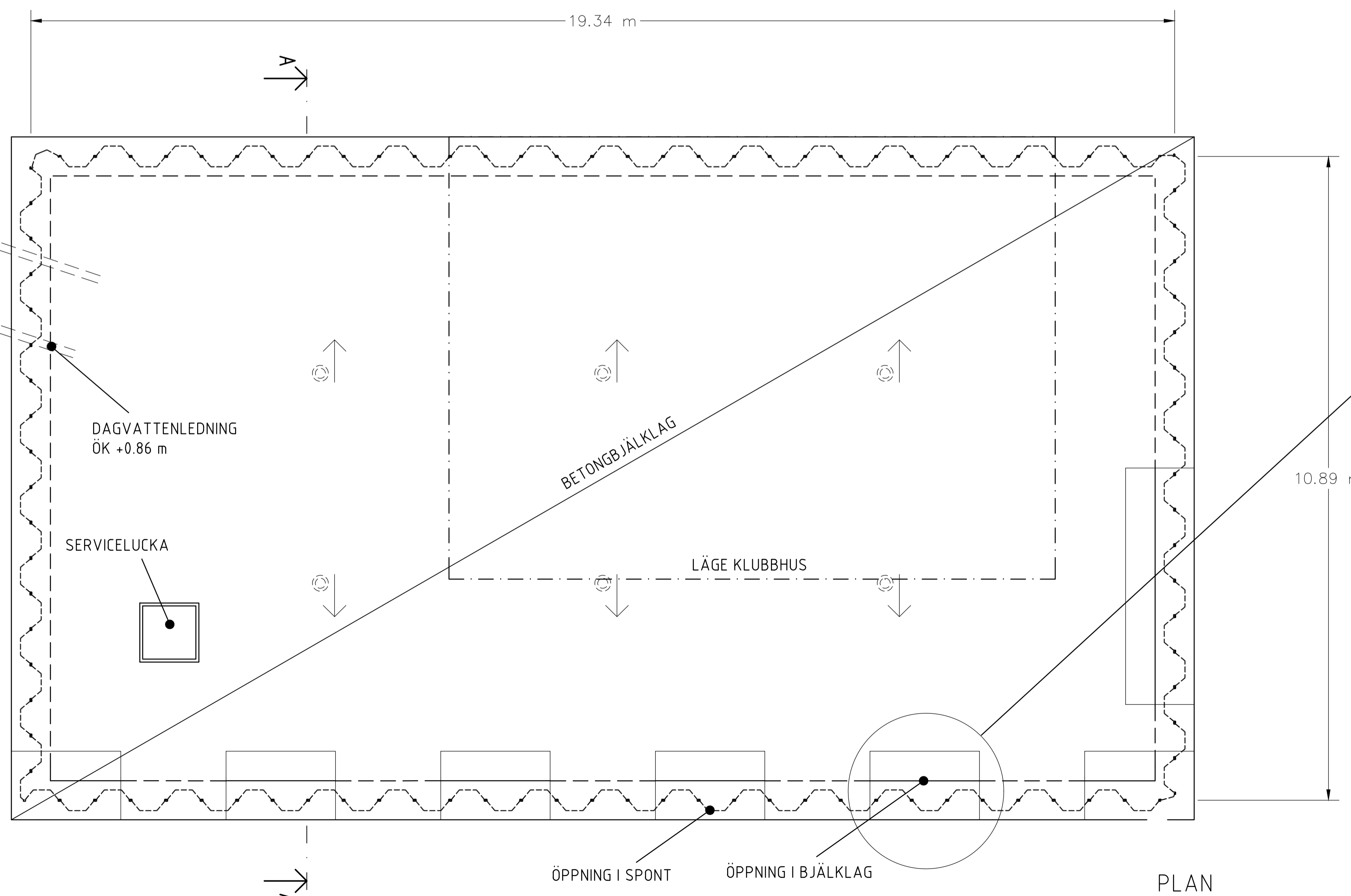
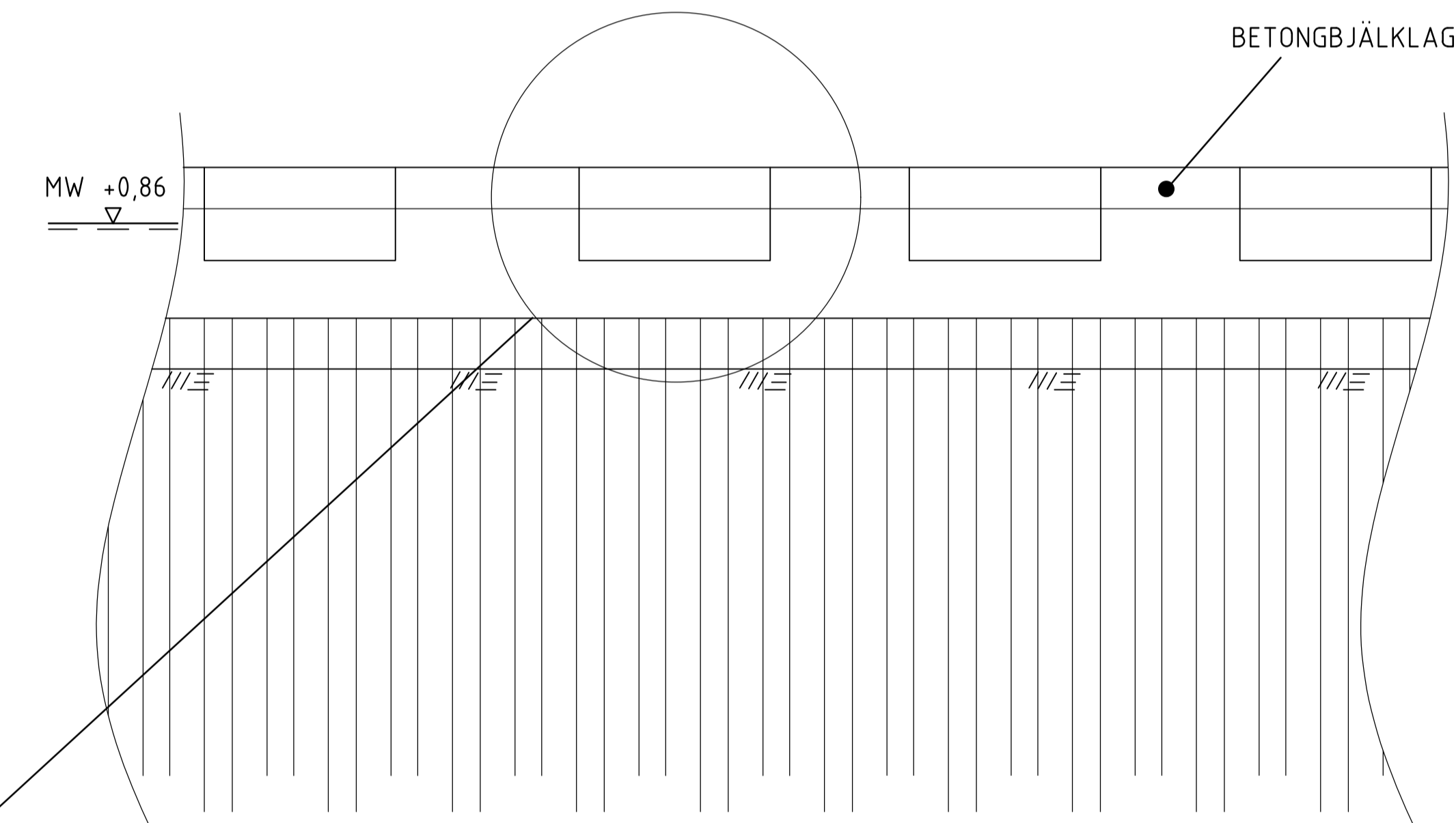
## PRINCIPELL ARBETSORDNING

1. KALKCEMENTPELARE INSTALLERAS (KAN EVENTUELLT UTGÅ).
2. SPONT DRIVS.
3. AVLASTNINGSSHAKT OCH SHAKT INOM SPONT UTFÖRS.
4. KROSSBÄDD FYLLS.
5. STÅLFIBERARMERAD BETONG GJUTS.
6. PÅLNING (KAN EVENTUELLT UTGÅ).
7. INGJUTNING AV SPONT NED TILL LLW DÄR DENNA INTE SKALL KAPAS.
8. GJUTNING BETONGBJÄLKLAG EXKLUSIVE BALKAR VID ÖPPNINGAR.
9. RIVNING AV STÄMP.
10. ÅTERFYLLNING AVLASTNINGSSHAKT.
11. KAPNING SPONT.
12. INGJUTNING SPONT PÅ KAPAD DEL.
13. GJUTNING AV BALKAR VID ÖPPNINGAR.
14. INKOPPLING DV-LEDNING OCH GJUTNING KRING GENOMFÖRNING.



SEKTION A-A

## DETALJ



PLAN

BET	ANT	ÄNDRINGEN AVSER	DATUM	SIGN
<b>UTREDNING</b>				
<b>STRANDPROMENAD BÄLLSTAVIKEN</b>				
UPPDRAG NR	6730	RITAD/KONSTR AV	P PERSSON	HANDLÄGGARE
		ANSVARIG	E ARNÉR	P PERSSON
DATUM	2022-11-09			
STRANDPROMENAD BÄLLSTAVIKEN PRINCIPSKISS FÖR UTLOPP ANNE DALSSBRON GRUNDLÄGGNING AV BASSÄNG. SEKTION/PLAN				
SKALA	1:50	NUMMER	G-10.2-02	BET

Principskiss Klubbhus SEKTION [...\Mod\Principskiss Klubbhus SEKTION.dwg]  
 Principskiss Klubbhus PLAN [...\Mod\Principskiss Klubbhus PLAN.dwg]  
 TEXT ARBETSORDNING [...\Mod\TEXT ARBETSORDNING.dwg]  
 Principskiss Klubbhus PLAN\_BTG b\_jätklag [...\Mod\Principskiss Klubbhus PLAN\_BTG b\_jätklag.dwg]  
 Principskiss Klubbhus SEKTION\_BTG b\_jätklag [...\Mod\Principskiss Klubbhus SEKTION\_BTG b\_jätklag.dwg] Nov 11, 2022

C:\Users\joep\iterio\AB\6730 Strandpromenad Bällstaviken - General\5 CAD\G\Ritdef\ G-10-2-02.dwg Nov 11, 2022 - 1:42pm