



Dagvattenutredning Saltsjöbanans upphöjning

Nacka kommun

TITEL	Dagvattenutredning Saltsjöbanans upphöjning
RAPPORTNUMMER	2023-1922-A
BESTÄLLARE	Nacka kommun
UPPDRAGSANSVARIG	Maja Granath, WRS
FÖRFATTARE	Preet C Hernefeldt och Maja Granath, WRS
GRANSKNING	Daniel Stråe, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2023-06-01 rev. 2023-08-31
OMSLAGSBILD	Maja Granath, WRS

Sammanfattning

I samband med planerad utbyggnad av programområdet Plania på Västra Sicklahalvön i Nacka kommun ska en upphöjning av Saltsjöbanan utföras vid Nacka station. Upphöjningen syftar till att minska Saltsjöbanans barriäreffekt genom att bland annat skapa förbindelser med Värmdövägen från Planiavägen och Simbagatan. Avrinningen från området sker söderut till Kyrkviken i Järlasjön som är Nackas största sjö.

Upphöjningens ramper och centrala del kommer utgöras av en konstruktion i betong, vilket innebär en ökad hårdgörning jämfört med dagens banvall och ett behov av flödesutjämning för att flödet inte ska öka från området.

Systemet för dagvattenhantering och avledning av dagvatten kommer fördelas på två delaavrinningsområden. Den västra delen av upphöjningen avvattnas till en ny planerad dagvattenledning som kommer att gå söderut i Planiavägen. Den östra delen av upphöjningen avvattnas österut och ansluter till befintligt dagvattenledningsnät som leder söderut mot Kyrkviken.

Krav på fördröjning och rening av dagvatten från området är att 10 mm nederbörd ska renas i en ytvolyms samt att flödet inte får öka vid ett 30-årsregn. För att nå en fördröjning av 10 mm nederbörd behövs en total utjämningskapacitet på 26 m³ för västra delen och 27 m³ för östra delen. För att flödet vid ett 30-årsregn inte ska öka krävs utjämningskapacitet på 61 m³ för hela upphöjningen (om flödesregulator inte används), 30 m³ för den östra delen och 31 m³ för den västra delen.

Innan dagvattnet lämnar upphöjningen passerar det ett makadamlager ovanpå betongkonstruktionen, vilket har en viss flödesutjämnande och renande funktion. Dagvattnet kommer ledas ner från brokonstruktionen med jämna mellanrum (vid varannan bropelare). Två alternativa dagvattenlösningar har föreslagits i form av rörmagasin eller makadammagasin. Längs med den västra rampen är det inte möjligt att placera magasin under rampen varför detta dagvatten antingen utjämnas och renas i längsgående magasin eller måste avledas till magasin under brokonstruktionen. Ett tredje alternativ beskrivs övergripande där dagvatten potentiellt skulle kunna utjämnas i växtbäddar under brokonstruktionen för att uppfylla kravet om ytlig utjämning och rening.

Resultaten av föroreningsberäkningarna för planerad situation efter exploatering med föreslagna åtgärder visar på att det inte går att fastställa vare sig en ökning eller minskning av föroreningsbelastningen efter upphöjningen. Upphöjningen kommer förmodligen alltså inte medföra negativ påverkan på möjligheten att nå god status för recipienten. För att säkerställa möjligheten att genomföra dagvattenåtgärder behöver det reserveras mark längs med upphöjningen för dagvattenanläggning och dagvattenledningar.

Innehåll

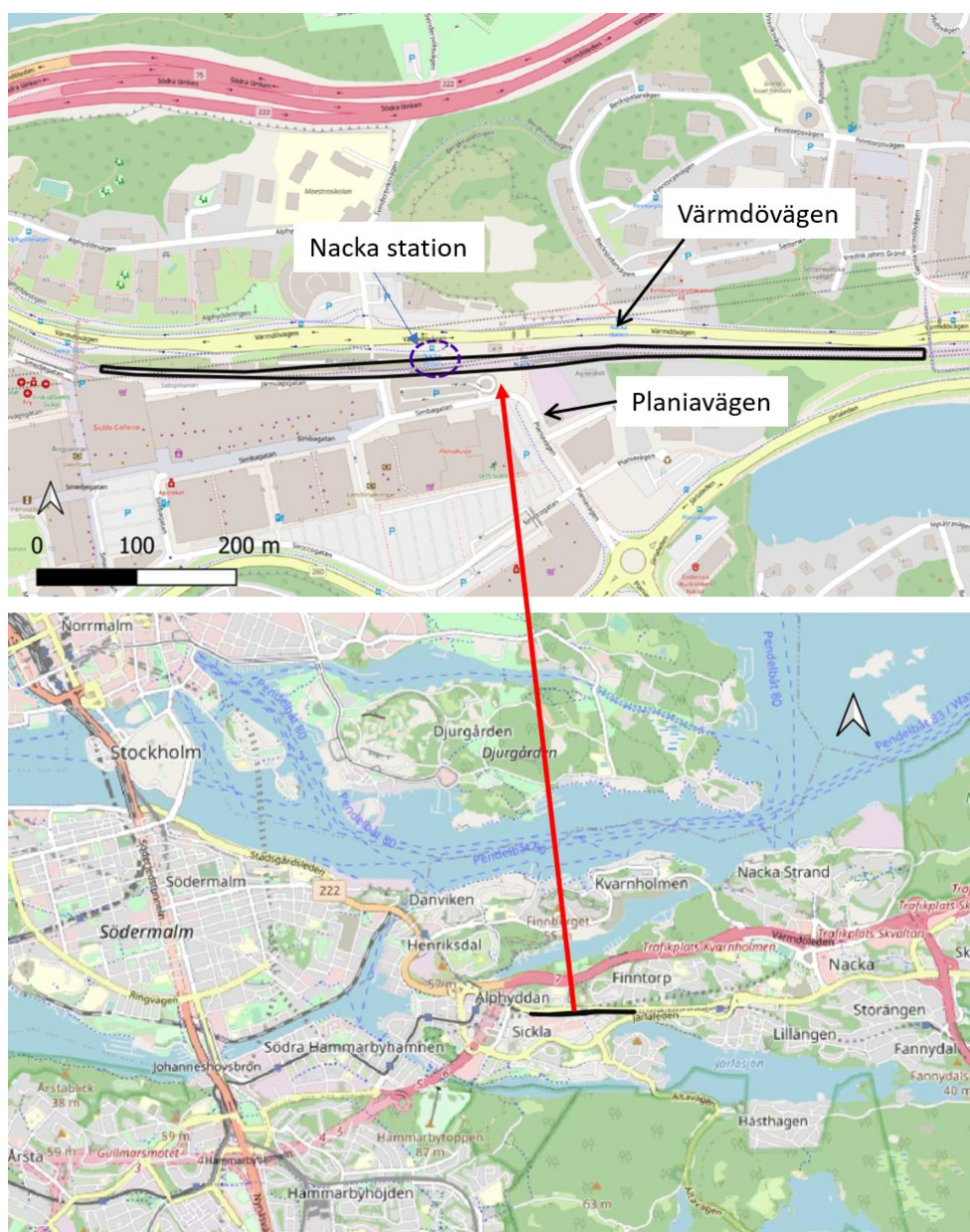
1	Inledning	5
1.1	Uppdrag och syfte	6
1.2	Rapportformalia	6
2	Förutsättningar	6
2.1	Underlag	6
2.2	Tidigare förslag på dagvattenhantering	6
2.3	Dagvattenhantering i Nacka	7
2.3.1	Vattendirektivet & Nackas lokala miljömål	7
2.3.2	Nackas dagvattenstrategi	7
2.3.3	Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats	8
2.3.4	Dimensionering	8
2.4	Områdesbeskrivning	9
2.4.1	Befintlig dagvattenhantering	9
2.4.2	Mark- och grundvattenförhållanden	9
2.5	Ytvattenrecipient	11
2.6	Grundvattenrecipient	11
3	Planerad exploatering	11
4	Flödes- och föroreningsberäkningar	13
4.1	Markanvändning	13
4.2	Flöden	15
4.3	Magasinsvolym	16
4.4	Föroreningar	18
5	Förslag dagvattenhantering	19
5.1	Hantering av dagvatten från brokonstruktionen och ramperna	20
5.1.1	Alternativ 1	20
5.1.2	Alternativ 2	22
5.1.3	Kompletterande dagvattenhantering	23
5.2	Avtappning och bortledning	24
5.3	Skyfallshantering	27
5.4	Kostnadsuppskattning	30
6	Bedömda effekter av föreslagna åtgärder	31
7	Slutsatser och slutliga rekommendationer	32
	Referenser	33
	Bilaga 1. Rapport Stormtac belastningsberäkningar nuvarande markanvändning	
	Bilaga 2. Rapport Stormtac belastningsberäkningar framtida markanvändning	
	Bilaga 3. Åtgärdsalternativ 1 i plan. (R-.51.1-01)	
	Bilaga 4. Åtgärdsalternativ 2 i plan inklusive principritning (R-.51.2-01)	
	Bilaga 5. Åtgärdsalternativ 1 och 2, längdsektioner (R-.51.2-01)	
	Bilaga 6. Belastningsresultaten redovisas med ett intervall	

1 Inledning

I samband med planerad utbyggnad av programområdet Plania på Västra Sicklahalvön i Nacka kommun ska en upphöjning av Saltsjöbanan utföras vid Nacka station. Upphöjningen syftar till att minska Saltsjöbanans barriäreffekt genom att bland annat skapa förbindelser med Värmdövägen från Planiavägen och Simbagatan.

Planområdet för den blivande järnvägsplanen för Saltsjöbanans upphöjning visas i Figur 1. Avrinningen från området sker söderut till Kyrkviken i Järlasjön som är Nackas största sjö.

Upphöjningens ramper och centrala del kommer utgöras av en konstruktion i betong, vilket innebär en ökad hårdgörning jämfört med dagens banvall. Det befintliga kommunala dagvattennätet på platsen är inte dimensionerat för dagens krav och det finns uppgifter om marköversvämningar nedströms planområdet (Jan Wennberg, 2023).



Figur 1. Järnvägsplanen vid Nacka station markeras med svart linje längs med Värmdövägen. Bakgrundskarta: openstreet map, u.å.

1.1 Uppdrag och syfte

Syftet med utredningen är att:

- Utredda förutsättningarna för en hållbar dagvattenhantering i utredningsområdet (brokonstruktionen).
- Beskriva vilka åtgärder som krävs för att inte försämra möjligheten att nå miljö kvalitetsnormer för recipienten. Målsättningen är att utgående dagvatten ska vara lika rent eller renare än före utbyggnad. Om det visar sig att det inte är möjligt att rena dagvattnet inom utredningsområdet redovisas behovet av kompensationsåtgärder utanför utredningsområdet efter dialog med kommunen.
- Visa vilka åtgärder som behövs för att fördröja dagvattnet så att flödena inte ökar efter exploatering samt så att kommunens anvisningar för dagvatten uppfylls.
- Visa hur skyfall upp till 100-årsregn med klimatfaktor 1,25 ska avledas ytligt till platser som är lämpliga att ta emot det, eller där det gör minst skada.

1.2 Rapportformalia

Nacka kommun vill att hänvisningar görs till den tidigare genomförda dagvattenutredningen i den mån det är möjligt. För vissa förutsättningar har vi lagt in samma information som redovisats i den tidigare utredningen (WRS AB, 2016).

Vi har inte använt Nacka kommuns mall för dagvattenutredningar men instruktionerna i mallen har följts och samtliga rubriker har lagts in i aktuellt dokument enligt instruktion i mallen.

2 Förutsättningar

2.1 Underlag

- Tidigare dagvattenutredning för området (WRS AB, 2016).
- Illustrationsplan för planerad exploatering
- Grundkarta/primärkarta med områdets marknivåer
- Kommunens övergripande skyfallsanalys
- Ledningsunderlag via Ledningskollen
- Nacka kommuns styrdokument som gäller dagvattenhantering

2.2 Tidigare förslag på dagvattenhantering

WRS genomförde en tidigare dagvattenutredning för området 2016. Då bedömdes att dagvattnet från hela brokonstruktionen kunde avledas österut i en ny dagvattenledning förutsatt att konflikter med andra underjordiska ändamål gick att lösa. Ett dagvattenmagasin föreslogs vid den östra broänden, på bronns norra sida, alternativt under den östra rampen. Dimensionerad magasinvolym klarade en utjämning och rening av avrinningen från ca 16 mm nederbörd utan avtappning, vilket i kombination med förväntad perkolation till grundvattnet bedömdes ge fullständig avskiljning av partiklar och viss avskiljning av lösta föroreningar.

2.3 Dagvattenhantering i Nacka

Nedan redovisas kortfattat vilka miljömål och styrdokument som påverkar dagvattenhanteringen i Nacka. Mer information, och alla styrdokument, går att finna på webbplatsen www.nacka.se/dagvatten

2.3.1 Vattendirektivet & Nackas lokala miljömål

År 2009 infördes miljö kvalitetsnormer (MKN) för Sveriges s.k. vattenförekomster som en följd av EU:s ramdirektiv för vatten. Dessa normer anger vilken ekologisk och kemisk kvalitet en vattenförekomst ska ha senast vid utgången av ett visst årtal. *Ingen försämring av vattenförekomsternas ekologiska eller kemiska status får ske*. Detaljplanering ska genomföras enligt plan- och bygglagen så att den bidrar till att MKN för vatten ska kunna följas.

Havs- och vattenmyndigheten gör följande bedömningar utifrån vad som framgår av EU-domstolens dom i den s.k. Weser- domen och efterföljande svenska domar:

- Det räcker med en försämring av en kvalitetsfaktor för att en försämring av status ska ha skett.
- Dagvattenutredningen måste innehålla en beskrivning av hur markanvändningen påverkar relevanta kvalitetsfaktorer.
- Miljö kvalitetsnormerna för ekologisk och kemisk status har samma rättsverkan.

Förutsatt att statusen för recipienten inte redan är god och inte riskerar att försämrats, så behöver varje projekt i Nacka se till att dagvattnet från planområdet blir lika rent eller renare efter exploatering.

Parallellt med utbyggnaden i Nacka tas även lokala åtgärdsprogram fram för att vattenförekomsterna ska uppnå God status i utsatt tid. Merparten av tillförseln av näringsämnen från land till vattenförekomsterna kommer via dagvattnet från den befintliga bebyggelsen. Därav kan åtgärder behövas även inom exploateringsområdet om en plats lämpar sig väl för reningsåtgärder för den befintliga bebyggelsen.

Av Nackas lokala miljömål påverkar dagvattenhanteringen särskilt målet om Rent vatten. Det anger bland annat att Nackas olika vatten ska förbättras över tid, exempelvis genom att fosfor- och kväveutsläpp till dessa minskas. Läs mer på <http://miljobarometern.nacka.se/Ytvattenrecipient>

2.3.2 Nackas dagvattenstrategi

Dagvattenstrategin sammanfattar kommunens och VA-huvudmannens inriktningar för att nå en hållbar dagvattenhantering och beslutades i kommunstyrelsen 2018-04-09. Den gäller för samtliga aktiviteter under kommunens översyn som berör dagvattenhantering, god vattenstatus och översvämningsskydd och kan sammanfattas övergripande i fem strategiska inriktningar:

1. Kommunen arbetar aktivt för att nå god kemisk och ekologisk status i sjöar och kustvatten.
2. Kommunen har en fullgod funktion i dagvattensystemen i hela kommunen.
3. Kommunen är ett enat team som ser till att det i bebyggelseplaneringen skapas förutsättningar för en hållbar dagvattenhantering och klimatanpassning.
4. Kommunen skapar funktionella, innovativa, gestaltade dagvattenlösningar, som får ta plats i det allmänna rummet.

5. Kommunen verkar för att byggherrar, fastighetsägare och verksamhetsutövare hanterar sitt dagvatten på ett hållbart sätt.

Läs hela dagvattenstrategin (4 sidor) på <https://www.nacka.se/49bfa3/globalassets/kommun-politik/dokument/strategier/dagvattenstrategi.pdf>

2.3.3 Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats

Dokumentet är en del av kommunens tekniska handbok och gäller även, utöver för allmän platshållare, för flerbostadshus och verksamheter i hela Nacka. Dagvattenhantering ska ske enligt principerna:

Begränsa avrinningen genom att minska andelen hårdgjorda ytor.

Rena första 10 mm avrinnande vatten i LOD-anläggning (växtbädd, regnbädd el. liknande).

Hårdgjorda arean x 10 mm = volymen dagvatten som behöver kunna fördröjas ytligt på en LOD-anläggning innan en infiltration kan ske.

Uppehåll vattnet i 6-12 h i attraktiv LOD-anläggning för rening innan vattnet kan dräneras vidare till dagvattenledning.

Större flöden än 10 mm kan bräddas direkt till dagvattenledning

Upprätta skötselplan och egenkontrollprogram för LOD-anläggningarna.

Avled extrema regn ytligt.

Läs hela dokumentet, särskilt kapitel 4 om ”Anvisningar och principer”, på https://www.nacka.se/49648e/globalassets/underwebbar/teknisk-handbok/dokument/vattenavlopp/anvisningar-for-dagvattenhantering_180322.pdf

2.3.4 Dimensionering

Dimensionering sker i enlighet med Svenskt vattens P110 där rekommenderade säkerhetsnivåer anges för skador vid översvämningar. Dessa anges som återkomsttider för nederbörd och vattennivåer i sjöar och vattendrag. För centrala delar av Nacka stad gäller dimensionering för ett 30-årsregn för trycklinje i marknivå, för övriga delar av Nacka gäller generellt att 20-årsregnet är dimensionerande.

Fördröjning av flöden kan krävas före anslutning till befintliga ledningssystem. VA-huvudmannen anger befintlig kapacitet i ledningssystem, och fördröjning sker enligt dimensionerande regn i P110. Nacka Vatten har meddelat att denna utredning ska utgå från att flödet vid ett 30-årsregn med 10 minuters varaktighet (då maxflödet förväntas uppstå) inte ska öka efter upphöjningen.

För skydd mot skyfall ska åtminstone ett 100-årsregn kunna avledas eller tillfälligt fördröjas utan att skada byggnader.

För att klara en ökad framtida nederbördsintensitet med avseende på klimatförändringar används klimatfaktorn 1,25 för samtliga återkomsttider.

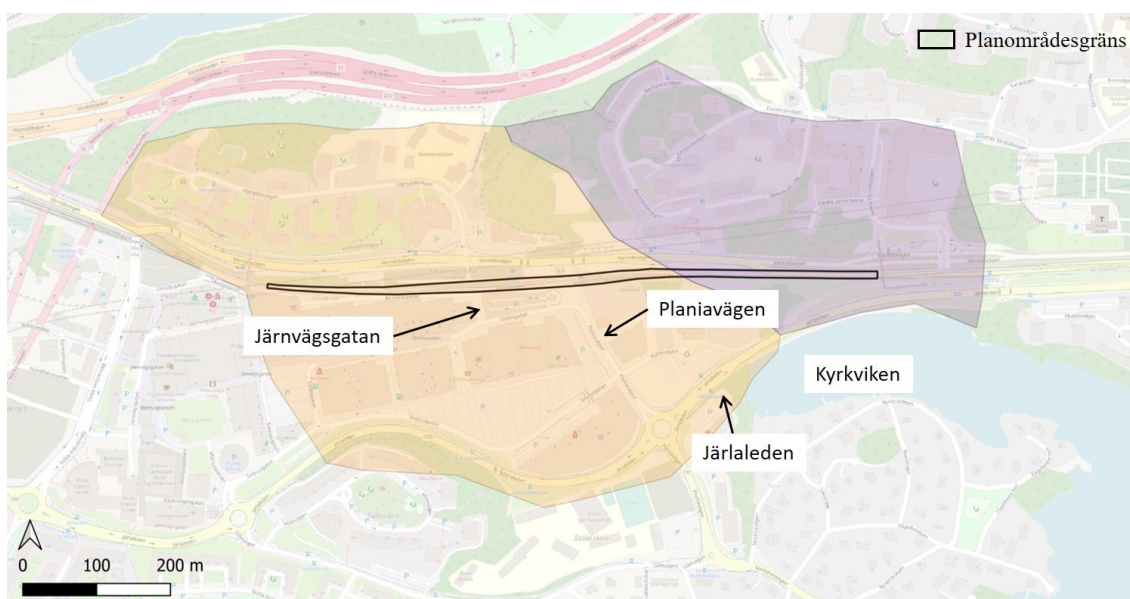
2.4 Områdesbeskrivning

2.4.1 Befintlig dagvattenhantering

Planområdet ligger inom två tekniska avrinningsområden (Figur 2). Det finns dock inga kända ledningar för avvattning av spårkroppen. Det är tänkbart att vatten från spårkroppen delvis avleds oavsiktligt via de kommunala dagvattenledningarna som passerar genom eller under spårkroppen. Det är också möjligt att nederbörden bildar ytligt grundvatten och belastar ledningsnätet söder om spårområdet som inläckande grundvatten. Huvudsakligen bedöms dock nederbörden perkolera i marklagren under spårkroppen och bilda grundvatten som så småningom tränger ut i Järlasjöns vattenmassa.

I västra delen av området finns en större kommunal dagvattenledning i Järnvägsgatan (D800, VG +5,8). I östra delen går en dagvattenledning (D800, VG +6,6) genom parken och ner till Järlaleden där vattnet perkolerar och tar sig diffust under väggkroppen och vidare till Kyrkviken, se Figur 2.

Det befintliga ledningssystemet nedströms planområdet är tidvis överbelastat med återkommande marköversvämningar som följd, framför allt vid korsningen Planiavägen-Järlaleden. Ledningen i den östra delen av området har också begränsad kapacitet, men är inte överbelastad i lika hög grad.



Figur 2. Planområdet ligger inom två tekniska avrinningsområden (gult respektive ljuslila fält) dock finns inga kända ledningar som ansluter planområdet till de befintliga ledningsnäten. Bild visar planområdesgräns och kommunala dagvattenledningsnätet. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

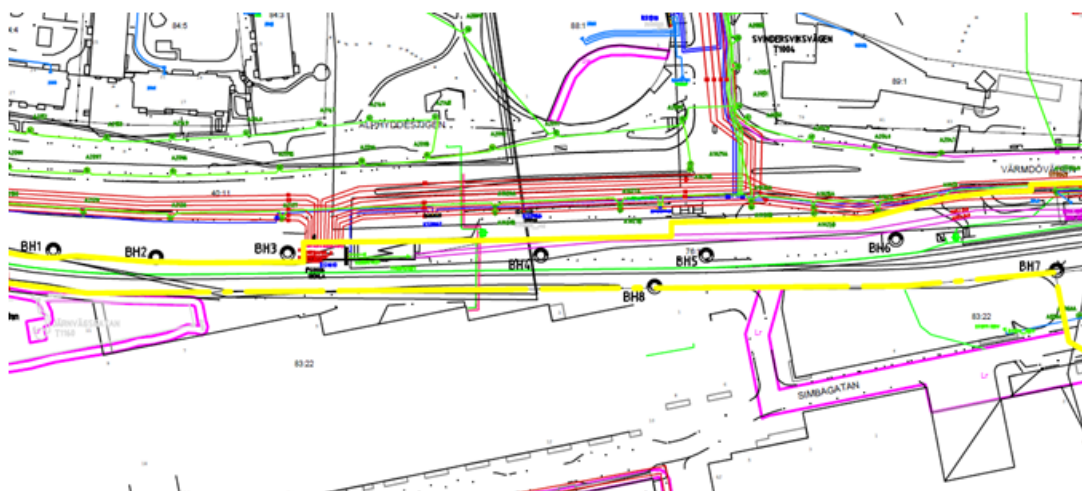
2.4.2 Mark- och grundvattenförhållanden

Enligt SGU:s jordartskarta utgörs de övre marklagren inom området väster om och vid Nacka station av fyllnadsmassor på lera och silt, och öster om stationen av lera, Figur 3. Observera att kartan är översiktlig och att gränsen för fyllnadsmassorna endast kan antas vara ungefärlig.

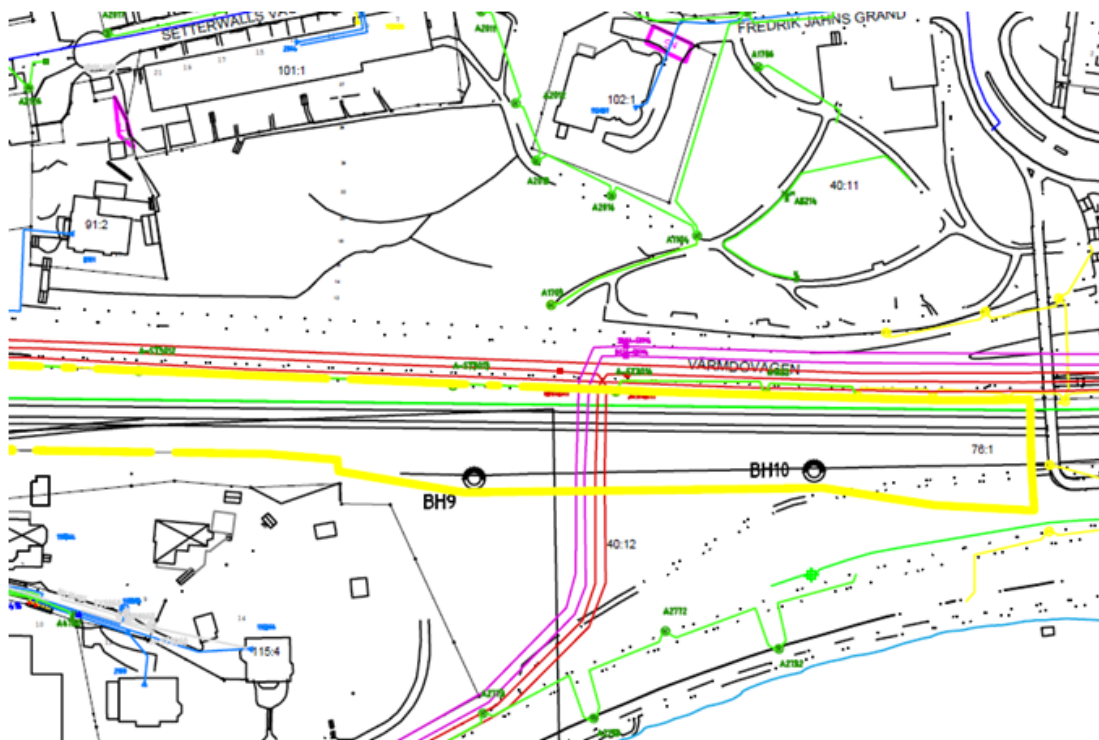


Figur 3. Utsnitt över utredningsområdet från SGU:s jordartskarta. Områdets ungefärliga lokalisering har ringats in med blå kontur. I västra och centrala delen utgörs de övre marklagren av fyllnadsmassor och i öster av lera.

Med anledning av den planerade upphöjningen av Saltsjöbanan utfördes under våren 2016 en översiktlig undersökning av markföreningar i området där Saltsjöbanan ska höjas upp av Orbicon. I samtliga provpunkter där skruvborrning och därmed djupare provtagning utfördes, påträffades fyllnadsmaterial. I två borrhåsar (BH4 och BH5, se Figur 4) påträffades naturliga jordlager av silt och lera mellan 1,4 - 3,0 meter under markytan. Inget grundvatten påträffades ner till 3,0 meter under markytan.



Figur 4. Provborrhål BH1-BH8 i västra delen av området, Borrhålsplan väst, Orbicon 2016-03-03.



Figur 5. Borrhål BH9 och BH10 i östra delen av området, Borrhålsplan öst, Orbicon 2016-03-03.

2.5 Ytvattenrecipient

Enligt Vattenmyndigheten (VISS, 2022) tillhör Järlasjön vattenförekomsten WA21831984 (SE657807-163399). Sjön ingår i vattendistriktet "Vattenmyndigheten Norra Östersjön". Enligt Vattenmyndigheten har Järlasjön måttlig ekologisk status och uppfyller inte kraven för god kemisk status. Näringsämnen från urban markanvändning påverkar kvalitetsfaktorn för sjön, och halterna av kvicksilver (Hg) och polybromerade difenyletrar (PBDE) överskrider gränsvärdena för kemisk status. Det senare gäller samtliga vattenförekomster i Sverige och beror på långväga atmosfärisk deposition. För att uppnå en god ekologisk status senast 2027 krävs en utredning av påverkanskällor, med särskilt fokus på näringsämnen. Även om den kemiska statusen för närvarande inte är god, förväntas den uppnå en god kemisk status med mindre stränga krav för bromerade difenyletrar och kvicksilver, samt med en tidsfrist för antracen, kadmium och bly fram till år 2027.

2.6 Grundvattenrecipient

Det finns inga grundvattenförekomster inom området (SGU, 2023).

3 Planerad exploatering

Arbetet med att utforma det upphöjda spårområdet pågår parallellt med denna dagvattenutredning. Enligt den rådande preliminära utformningen kommer upphöjningen att vara ca 610 m lång inklusive ramper. Både sträckan med full höjd (bron) och ramperna kommer anläggas som en betongkonstruktion. Stigningen (rampen) upp till full höjd i den västra delen är ca 140 meter lång och i den östra delen ca 230 meter. Upphöjningen planeras bli ca 11 meter bred. I planområdet ingår även en del av banvallen som inte kommer höjas upp eller ändras. I Tabell 1 har längd, bredd och area för upphöjningen och dess delar sammanställts.

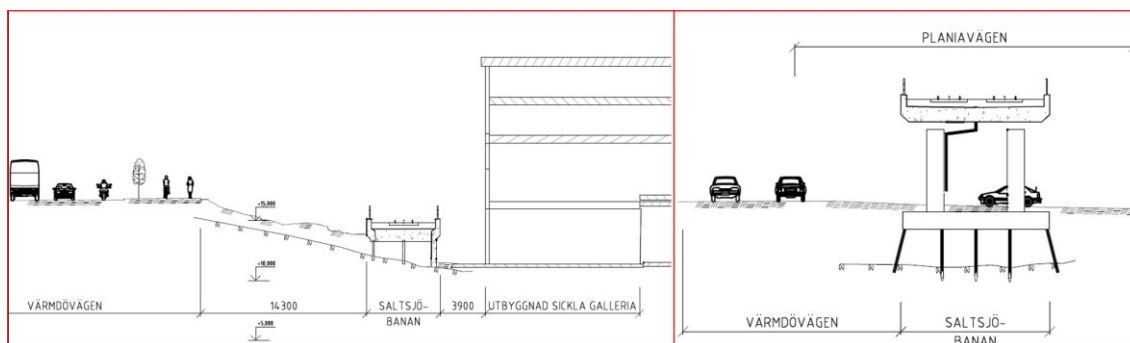
Tabell 1. Tabell 1 Upphöjningens längd, bredd och area

	Längd	Bredd	Area
	m	m	m ²
Bron (fullhöjd)	240	11	2 640
Västra rampen	140	11	1 540
Östra rampen	230	11	2 530
Hela upphöjningen	610	11	6 710
Banvall	165	11	1 815
Summa	775	11	8 525

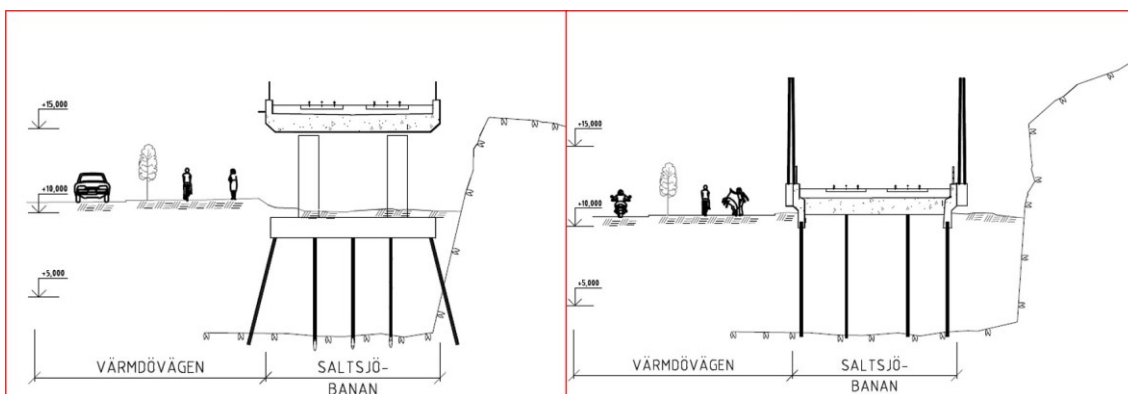
Spåren på bron och ramperna är byggda på ett ballastlager, vilket ger god fördröjningseffekt för dagvattnet på bron, det behöver dock dimensioneras för dagvattenhantering i magasin i marknivå. Brokonstruktionens västra ände planeras att ligga strax väster om korsningen Alphyddevägen/Värmdövägen och dess östra ände strax öster om befintlig perrong på Nacka station. Brokonstruktionens pelare placeras med tjugo meters mellanrum. Vid bronns östra del och början på nedstigningen av den östra rampen ligger upphöjningen och planområdet nära en angränsande upphöjning i form av berg i dagen, se Figur 7.

Den planerade ägarfördelningen utgår ifrån att regionen äger allting ovanför tätskiktet på bron och ramper, och kommunen äger det som är under tätskiktet.

Se förslag på upphöjningens uppbyggnad från översiktsritningen (Betong & Stålteknik, 2018) i Figur 6 och Figur 7.



Figur 6. Förslag på utformning av upphöjningen vid början på västra rampen och Planriavägens genomfart under bron. Källa: Betong & Stålteknik (2018).



Figur 7. Förslag på utformning av upphöjningen vid östra delen av bron där den trånga passagen är lokaliserad samt änden av den östra rampen. Källa: *Betong & Stålteknik* (2018).

4 Flödes- och föroreningsberäkningar

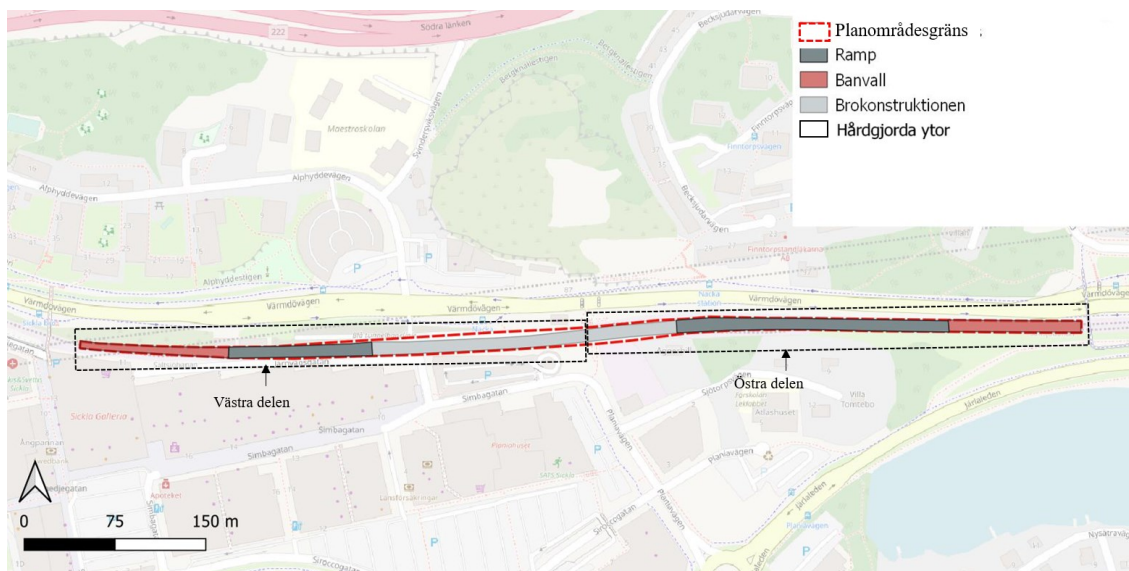
Avrinningen från planområdet före och efter upphöjningen har beräknats enligt branschstandard i publikation P110 (Svenskt Vatten, 2019). Beräkning av föroreningsbelastning från området har gjorts med hjälp av modellering i programmet Stormtac (2022).

Nacka vatten har meddelat att flöden ska beräknas och redovisas utifrån ett dimensionerande 10, 30 och 100-årsregn. NOVA har även ställt krav på att magasinsbehov för dagvatten dels beräknas utifrån kravet att avrinningen vid ett 30-årsregn inte får öka efter exploatering och dels att 10 mm avrinnande regn ska fördröjas och renas. Kommunen ansvarar för hantering av 100-årsregn.

4.1 Markanvändning

Markanvändningen inom planområdet utgörs idag av befintlig banvall. Både före och efter den planerade upphöjningen kategoriseras markanvändningen som banvall men i och med att upphöjningen kommer utgöras av en betongkonstruktion (både bron och ramperna) så har den framtida avrinningskoefficienten för brokonstruktionen och ramperna höjts till 0,8, se Tabell 2 och Figur 8. Den vanliga banvalls-kategorin har en avrinningskoefficient på 0,5.

Avrinningskoefficient 0,8 är något lägre än koefficienten för tak på 0,9 och snarlikt koefficienten för vägar på 0,8 - 0,85. Antagandet inrymmer marginal då makadamfyllningen under spåret kommer att bidra till att minska avrinningen. I Tabell 2 redovisas ytorna i planområdet före upphöjningen också som rampen och brokonstruktion, detta för att kunna jämföra dessa ytor efter upphöjningen. De kategoriseras dock som "vanlig banvall" före upphöjningen i och med användandet av avrinningskoefficient 0,5.



Figur 8. Planerad markanvändning efter exploatering. Bakgrundskarta: © OpenStreetMaps bidragsgivare (u.å.).

Tabell 2. Area, avrinningskoefficienter och reducerad area för markanvändning i nuläget samt efter exploatering.

Markanvändning	Nuläge			Framtid	
	Area [ha]	Avr. koeff [-]	Red. area [ha]	Avr. koeff [-]	Red. area [ha]
<u>Västra delen</u>					
Västra brokonstruktionen	0,18	0,5	0,09	0,8	0,14
Västra rampen	0,15	0,5	0,08	0,8	0,12
Banvall	0,11	0,5	0,06	0,5	0,06
Delsumma västra	0,44	0,5	0,22	0,72	0,32
<u>Östra delen</u>					
Östra brokonstruktionen	0,09	0,5	0,05	0,8	0,7
Östra rampen	0,25	0,5	0,13	0,8	0,2
Banvall	0,07	0,5	0,04	0,5	0,04
Delsumma östra	0,41	0,5	0,21	0,75	0,31
Summa västra + östra	0,85	0,5	0,43	0,74	0,63

4.2 Flöden

För beräkning av dimensionerande dagvattenflöden har den så kallade rationella metoden använts, se Ekvation 1, enligt branschstandard i Svenskt Vattens P110 (Svenskt Vatten, 2019). 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]

φ = avrinningskoefficient [-]

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

k_f = klimatfaktor [-]

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

Areor och avrinningskoefficienter har använts enligt Tabell 2.

Regnets dimensionerande intensitet beror av rinntiden inom området, planområdet är relativt litet och rinntiden understiger 10 minuter. Enligt bransch praxis sätts 10 minuter som lägst vilket har använts i dessa beräkningar, både före och efter upphöjningen. Rinntiden används i rationella metoden för att bestämma den dimensionerande varaktigheten för regnet.

Nederbördsintensiteten beror också på återkomsttiden, som anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrider ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 1 på 10. Här har flöden beräknats för regn med 10, 30 och 100 års återkomsttid enligt kommunens riktlinjer.

Slutligen används en klimatfaktor i den rationella metoden vid dimensionering av nya ledningar för att ta hänsyn till nederbördens förväntade ökade intensitet i framtiden. I Svenskt Vattens P110 rekommenderas en klimatfaktor på minst 1,25 för regn med kortare varaktighet än en timme.

I Tabell 3 redovisas flödesberäkningarna för nuvarande och framtida upphöjning av banvallen för 10-årsregn, 30-årsregn och 100-årsregn. Det dimensionerande dagvattenflödet förväntas öka från 140 l/s till 260 l/s för ett 30-årsregn, vilket motsvarar en ökning med 86 procent. Detta beror delvis på klimatfaktorn och delvis på att upphöjningen anläggs med en betongkonstruktion som ger en högre hårdgörningsgrad.

Tabell 3. Dimensionerande dagvattenflöde i nuläget och efter planerad exploatering utan införda åtgärder, vid varaktigheten 10 minuter och återkomsttiderna 10, 30 och 100 år samt med en klimatfaktor 1,25 för framtida exploaterad situation

	Nuläge			Framtid		
	10 år	30 år	100 år	10 år	30 år	100 år
Klimatfaktor	1,00			1,25		
Dim. regnintensitet (l/s, ha)	228	328	489	285	410	611
<u>Västra delen</u>						
Flöde från brokonstruktionen (l/s)	20	29	43	40	58	86
Flöde från rampen (l/s)	18	25	38	35	50	75
Flöde från banvall (l/s)	13	18	27	16	23	34
<i>Delsumma västra</i>	<i>50</i>	<i>72</i>	<i>108</i>	<i>91</i>	<i>131</i>	<i>195</i>
<u>Östra delen</u>						
Flöde från brokonstruktionen (l/s)	10	14	22	20	29	43
Flöde från rampen (l/s)	29	41	62	58	83	124
Flöde från banvall (l/s)	8,1	12	17	10	15	22
<i>Delsumma östra</i>	<i>47</i>	<i>68</i>	<i>101</i>	<i>88</i>	<i>126</i>	<i>189</i>
<i>Summa västra + östra</i>	<i>100</i>	<i>140</i>	<i>210</i>	<i>180</i>	<i>260</i>	<i>380</i>

4.3 Magasinsvolym

Enligt kommunens riktlinjer för dagvattenhantering finns det två olika krav för fördröjning av dagvatten inom planområdet. Det första kravet är att flödet ut från planområdet vid ett 30-årsregn inte får öka efter upphöjningen jämfört med flödet i nuläget. Det andra kravet är att åtgärder för dagvattenrening i ytliga magasin behöver kunna fördröja 10 mm nederbörd.

I västra och östra delen av planområdet (befintlig banvall) sker ingen ändring i markanvändningen och därmed så medför planen ingen förändring av förutsättningarna för avrinning från dessa ytor. Vi bedömer att det saknas både möjligheter och motiv för att samla upp nederbörden från dessa ytor. Behovet av flödesutjämning och rening beräknas därför endast för avrinningen från brokonstruktionen och ramperna.

För att uppfylla kraven för dagvattenhantering enligt kommunens riktlinjer behöver flödena från både brokonstruktionen och ramperna vid 30-årsregn minskas efter exploatering. Det totala flödet från den västra delen behöver minskas från 131 l/s till 72 l/s, medan flödet från den östra delen behöver minska från 126 l/s till 68 l/s.

Utifrån kravet att det dimensionerande 30-årsflödet inte får öka i framtiden har magasinbehovet för brokonstruktionen och ramperna beräknats med av Ekvation 2, vilken motsvarar ekvation 9.1 i Svenskt Vattens P110, med värden från Tabell 3.

Ekvation 2. Magasinsvolym beräknat med rationella metoden (ekvation 9.1 i P110). $V = \text{specifik magasinsvolym (m}^3/\text{ha}_{\text{red}})$ $i_{\text{regn}} = \text{regnintensitet för aktuell varaktighet (l/s, ha)}$ $t_{\text{regn}} = \text{regnvaraktighet (min)}$ $t_{\text{rinn}} = \text{rinntid (min)}$ $K = \text{specifik avtappning från magasinet (l/s, ha}_{\text{red}})$ $C = \text{koefficient (0,67 för magasin utan konstant tappflöde)}$

$$V = 0,06 \left(i_{\text{regn}} \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{regn}} - K \cdot t_{\text{rinn}} + \frac{K^2 t_{\text{rinn}}}{i_{\text{regn}}} \right) / C$$

För att flödet vid ett 30-årsregn inte ska öka jämfört nuläge krävs för västra delen en utjämningskapacitet på 15 m³ medan den östra delen behöver en utjämningskapacitet på 16 m³ och totalt alltså 31 m³ för hela upphöjningen.

För LOD-anläggningar sker oftast avrinningen först när de är fyllda och nederbördsintensiteten är högre än infiltrationskapaciteten. För att beräkna magasinsbehov vid dessa förutsättningar antas en tappning motsvarande den via rör eller överfall där full kapacitet inte erhålls initialt. Då multipliceras en så kallad reducerad flödesfaktor (vanligen 0,67) med maxtappflödet. En minskning av maxtappflödet ger i sin tur ett större erforderligt magasinsbehov. För västra delen innebär det att magasinsbehovet ökar till 30 m³ medan det östra delen ökar till 31 m³ om flödesregulator ej används, se Tabell 4.

För att kunna fördröja 10 mm regn krävs en utjämningskapacitet på 26 m³ för västra delen och 27 m³ för östra delen, totalt cirka 53 m³.

Tabell 4. Erforderlig magasinsvolym vid 30-årsregn, med och utan flödesregulator, för att flödet ej ska öka jämfört med nuläge och magasinbehovet vid 10 mm regn.

Område	Magasinsvolym [m ³] med flödesregulator	Magasinsvolym [m ³] utan flödesregulator	Magasinsvolym [m ³] vid 10 mm
<u>Västra delen</u>			
Västra brokonstruktionen	8	16	14
Västra rampen	7	14	12
<i>Delsumma västra</i>	<i>15</i>	<i>30</i>	<i>26</i>
<u>Östra delen</u>			
Östra brokonstruktionen	4	8	7
Östra rampen	12	23	20
<i>Delsumma östra</i>	<i>16</i>	<i>31</i>	<i>27</i>
<i>Summa västra + östra</i>	<i>31</i>	<i>61</i>	<i>53</i>

Magasinsbehovet för planområdet utifrån kravet att 10 mm regn ska fördröjas har beräknats enligt Ekvation 3.

Ekvation 3. Beräkning av erforderlig fördröjningsvolym.

U_i = erforderlig fördröjningsvolym [m^3]

d_r = regnvolym som ska hanteras inom kvarteret (10 mm) [m]

A_i = avrinningsområdets area [m^2]

φ_i = markanvändningsspecifik avrinningskoefficient [-]

$$U_i = d_r \cdot \varphi_i \cdot A_i$$

För att uppnå en fördröjning av 10 mm regn krävs en utjämningskapacitet på 26 m³ för västra delen, medan östra delen kräver 27 m³. Detta innebär en total utjämningskapacitet på 53 m³ volymvatten från hela planområdet, se Tabell 4.

4.4 Föroreningar

Förorenings- och närsaltmängder i dagvattnet som alstras inom området har beräknats med beräkningsverktyget Stormtac (version 22.3.2) utifrån indata i form av markanvändningsslag och årsmedelnederbörd. Modellen använder sig av markanvändningsspecifika avrinningskoefficienter och schablonhalter för ett flertal markanvändningsslag och vanligt förekommande dagvattenföroreningar (Stormtac, 2022). Detta gör att resultaten inte bör avläsas i exakta tal utan snarare ses som en indikation på föroreningsbelastning då både beräkningsverktyget och indata inhyser både osäkerheter och variationer.

Föroreningsbelastningen före och efter upphöjningen av banvallen har beräknats med schablonhalter för banvall. Eftersom modellen inte förfogar över särskilda schablonhalter för banvallar med betongunderbyggnad har vi istället höjt avrinningskoefficienten för brokonstruktionen och ramperna med 60 % från 0,5 till 0,8 men bibehållit schablonhalterna. I beräkningarna har den korrigerade årliga nederbörden 630 mm använts (SMHI, 2022).

Resultat för näringsämnen kväve och fosfor, sex tungmetaller (bly, koppar, zink, kadmium, krom och nickel) samt suspenderat material redovisas i Tabell 5 som intervall.

För ytorna inom det planerade området beräknas belastningen kan varken en ökning eller minskning fastställas eftersom osäkerheterna är för stora.

Anledningen till att resultaten inte visar på en tydlig ökning eller minskning för de flesta av ämnena är för att markanvändningen före och efter exploatering är den samma.

Tabell 5. Beräknad närings- och föroreningsbelastning, innan och efter exploatering, utan reningsåtgärder. Värdena presenteras som ett intervall mellan minsta och högsta värde, baserat på osäkerheter i indata och beräkningar.

Förorening		Innan exploatering		Efter exploatering		Förändring (%)
		Min	Max	Min	Max	
Fosfor	P [kg/år]	0,048	0,076	0,055	0,095	-28 till 98
Kväve	N [kg/år]	4,7	8,5	6,4	12	-25 till 160
Bly	Pb [g/år]	9,8	18	14	26	-25 till 170
Koppar	Cu [g/år]	82	160	120	230	-24 till 180
Zink	Zn [g/år]	140	260	200	380	-22 till 180
Kadmium	Cd [g/år]	0,047	0,081	0,062	0,11	-23 till 140
Krom	Cr [g/år]	5,7	11	8,1	15	-24 till 170
Nickel	Ni [g/år]	8,6	15	11	22	-26 till 150
Suspenderat material	SS [kg/år]	28	54	41	78	-24 till 180

Rapporterna från Stormtac redovisas i sin helhet (inklusive halter) i Bilaga 1 och 2.

5 Förslag dagvattenhantering

Magasinsbehovet för planområdet är störst utifrån av kravet på att flödet vid ett 30-årsregn inte får öka och uppgår till 61 m³ för hela planområdet, magasinsbehovet för 10 mm nederbörd är 53 m³. Nackas riktlinjer för dagvatten beskriver att de första 10 mm nederbörd ska utjämnas och renas ytligt. Det bedöms inte möjligt inom planområdet med ytlig rening, då endast själva upphöjningen och banvallen ingår i planområdet. Dock omfattar hela upphöjningen ett lager med makadam ovan på betongkonstruktionen som har en utjämnande och till viss del även renande funktion på dagvattnet vilket vi inte tagit med i beräkning av utjämning och rening.

Avvattningen av konstruktionen bör utifrån diskussion med beställare ske så snabbt som möjligt för att minimera risker för bland annat sprickbildning. Avvattning av dagvatten från bron måste således ske med jämna mellanrum utmed rampernas och brokonstruktionens hela längd.

Bropelare planeras vart 20:e meter. För att minska antalet ”genomgångar” i brokonstruktionen bedöms det vara lämpligt att leda ner dagvattnet via stuprör monterade vid varannan bropelare, vilket ger ett avstånd mellan avvattningspunkterna på cirka 40 meter.

Då avvattningen slutligen ska ske söderut vore det logiskt att leda ner vattnet från bron och ramperna på den södra sida. Vattnet skulle därmed hamna på rätt sida om upphöjningen redan från början, vilket är till fördel vid extrema nederbördssituationer samtidigt som risken för konflikter med andra underjordiska behov förutses vara mindre här än på norra sidan.

Avvattning mot recipienten på upphöjningens södra sida försvåras dock av bristen på plats vid den trånga sektionen mellan östra delen av bron och rampen och berg på en sträcka strax öster om Planiavägen (Figur 7). NVOA anger att utrymmet för tillgänglighet som behövs för schakt vid ledningsdragning och magasin ska beräknas med 1:1-lutning för ledningsgravar och magasin (slänt räknat från botten av magasin runt om) (Maria Mårdskog, 2023a).

Förslaget för avledningen har därför utformats så att avledningen och utjämningen sker på upphöjningens södra sida fram till Planiavägen för den västra delen. Där planeras det för en ny dagvattenledning som korsar planområdet vid den nya underfarten för Planiavägen. Ledningen

kommer ha större kapacitet än idag och dagvatten från den västra delen av planområdet kan kopplas in på denna ledning (Jan Wennerberg, Nacka Vatten, 2023). Dagvatten från den östra delen av upphöjningen avleds på den norra sidan öster ut mot ledning som avleder söderut till Kyrkviken. Den kommunala dagvattenledningen här har dock för låg kapacitet (Maria Mårdskog, 2023b) så det krävs en separat tappledning för att avleda dagvattnet från det östra delområdet. Alternativt kan möjligheten att avleda allt dagvatten från planområdet till Planiavägen utredas men i denna utredning har vi utrett möjligheten att avleda dagvatten från den östra delen österut.

Brotråget och rampernas botten bör höjdsättas för avvattning mot rör genomföringar i betongkonstruktion för vidare avledning via utvändiga stuprör. Beroende på bropelarnas utformning och placering vinklas stuprören vid behov in under bron för att kunna monteras på bropelaren.

Stuprören behöver monteras med ett ”släpp” där vatten kan bredda ut på marken vid höga flöden.

Eftersom ramperna har lutning sker avrinningen snabbare. För att fånga upp vattnet från ramperna och leda det till stuprören behöver dagvattnet bromsas vid bropelare där genomfart är placerad. Detta kan åstadkommas genom att lägga galler eller en ränna under ballastlagret som dränerar vatten längs rampens bredd, Figur 9.

5.1 Hantering av dagvatten från brokonstruktionen och ramperna

Två alternativ har tagits fram för hur dagvatten från brokonstruktionen och ramperna kan omhändertas:

Alternativ 1. Dagvatten från ramper och bron leds direkt till rörmagasin i marken. Rörmagasin placeras längs med hela upphöjningen likt en större dimensionerad ledning med strypt utlopp som reglerar flödet. Systemet delas upp i två anläggningar där den ena anläggning ligger på södra sidan och ansluts till planerad ny dagvattenledning i Planiavägen och den andra placeras på norra sidan från Planiavägen till anslutning i ledning söder ut mot Kyrkviken.

Alternativ 2. Mindre markbaserade magasin i form av t.ex. makadammagasin fördelas inom planområdet.

2 a. Flera mindre dagvattenmagasin skapas i marken, ett vid varje stuprör för avledning av vatten från betongkonstruktionen. En avtappningsledning avleder dagvatten till respektive anslutningspunkt.

2b. Två större dagvattenmagasin, ett vid anslutningen till Planiavägen och ett vid änden av den östra rampen.

För både alternativ 1 och 2 kommer det krävas ledningsdragning och placering av dagvattenmagasin längs med delar av upphöjningen och banvallen, vilket kan kräva att planområdesgränsen justeras, alternativt att det upprättas servitut.

5.1.1 Alternativ 1

Rörmagasinet föreslås anläggas med flödesregulator. Vid dimensioneringen av rörmagasinet har vi därför använt magasinvolymen för 10 mm utjämning, eftersom detta innebär en större utjämningsvolym jämfört med magasinvolymen som beräknat för ett 30-årsregns ska inte öka (med flödesregulator).

Vi föreslår att dagvatten leds från bron via stuprör till rörmagasin i marken längs hela brokonstruktionen och längs med ramperna. Se principiell lösning av förslaget i Figur 9.

Rörmagasin är ett underjordiskt magasin för att fördröja och rena dagvatten.

Dagvattenlösningen är lämplig i områden där det är brist på utrymme. Rörmagasinet har antagits ha en porositet på 100%.

Rörmagasinet dimension har beräknats med enligt Ekvation 4 och uppgår till ett minimum på 0,34 meter i diameter (Tabell 4).

Ekvation 4. Beräkning av vattenvolym i rörmagasin.

$V = \text{Fördröjningsvolym [m}^3\text{]}$

$n = \text{Pi (3,14)}$

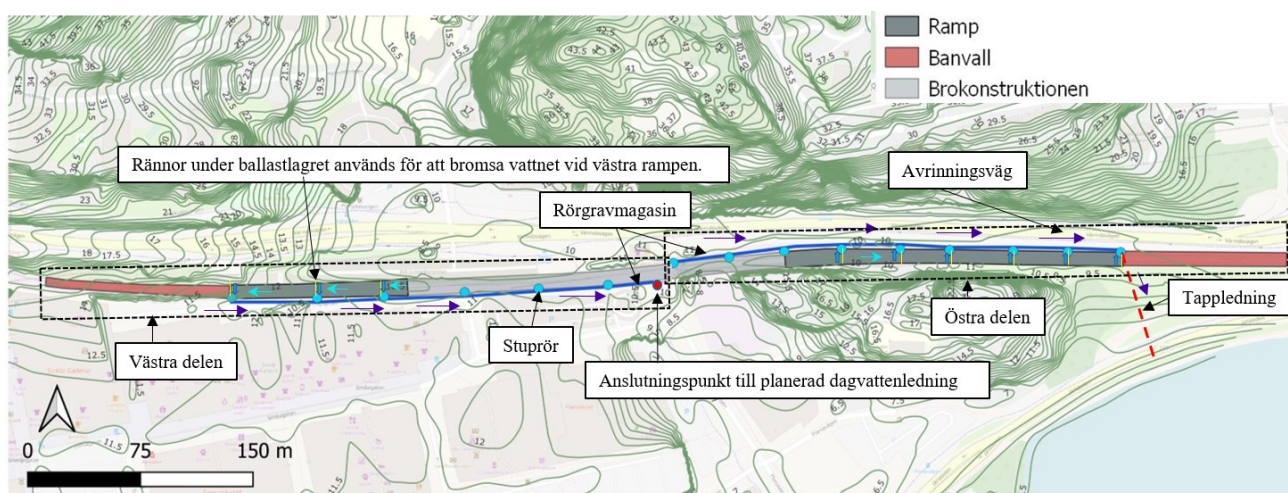
$r = \text{innerradie [0,18 m]}$

$h = \text{längd på rörmagasin [610 m]}$

$$V = \pi \cdot r^2 \cdot h$$

Rörmagasinet delas upp i två delar; ett för det östra och ett för det västra delområdet. För det västra delområdet behöver det vara cirka 300 meter långt och för östra cirka 310 meter långt. Den inre diametern på rörmagasinet behöver vara minst 340 mm för tillräcklig utjämningsvolym ska uppnås. För att flödet inte ska vara högre än idag krävs det att ett strypt utlopp placeras före anslutning till dagvattenledningsnätet. Det tillåtna flödet från magasinet i väster är 54 l/s och från magasinet i öster 55 l/s vilket motsvarar flödet från ytorna för upphöjningen (ej banvall där markanvändningen inte kommer att ändras).

Den närmaste rördimensionen på marknaden för magasinsbehovet är 400 mm (Uponor Ab, 2020). Om ett rörmagasin med en diameter på 400 millimeter väljs klarar magasinet att utjämna totalt cirka 77 m³ vatten, vilket är mer än utjämningskravet. Vid slutet av magasinet behövs det en brunn som förses med en flödesregulator för att flödet inte ska överskrida det tillåtna flödet.



Figur 9. Åtgärdsförslag för bron och ramperna om dagvatten hanteras med rörmagasin. För tydligare beskrivning se bilaga 3 och 5.

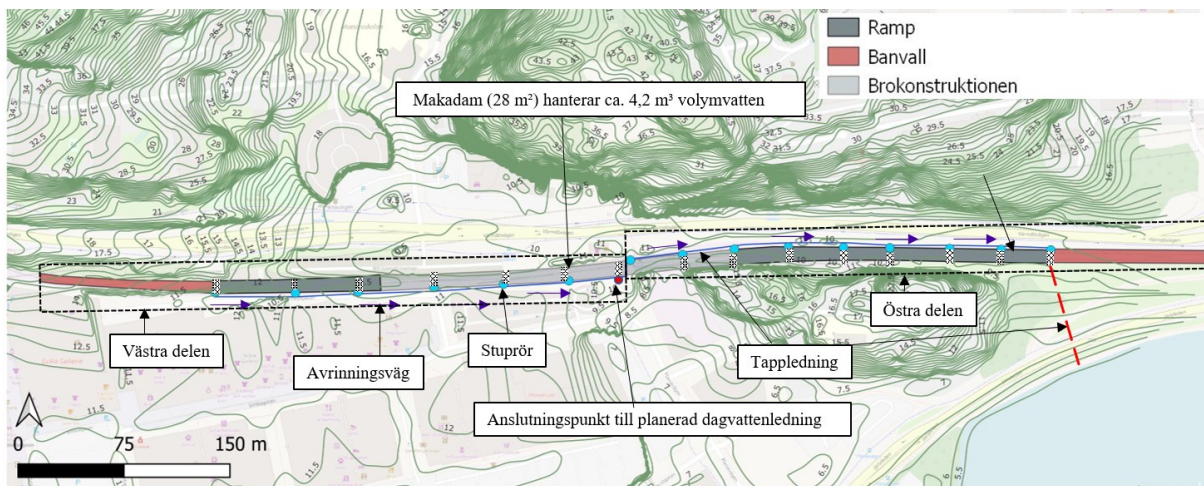
Åtgärdsalternativ 1 redovisas i plan i Bilaga 3 och en längdsektion redovisas i Bilaga 5.

5.1.2 Alternativ 2

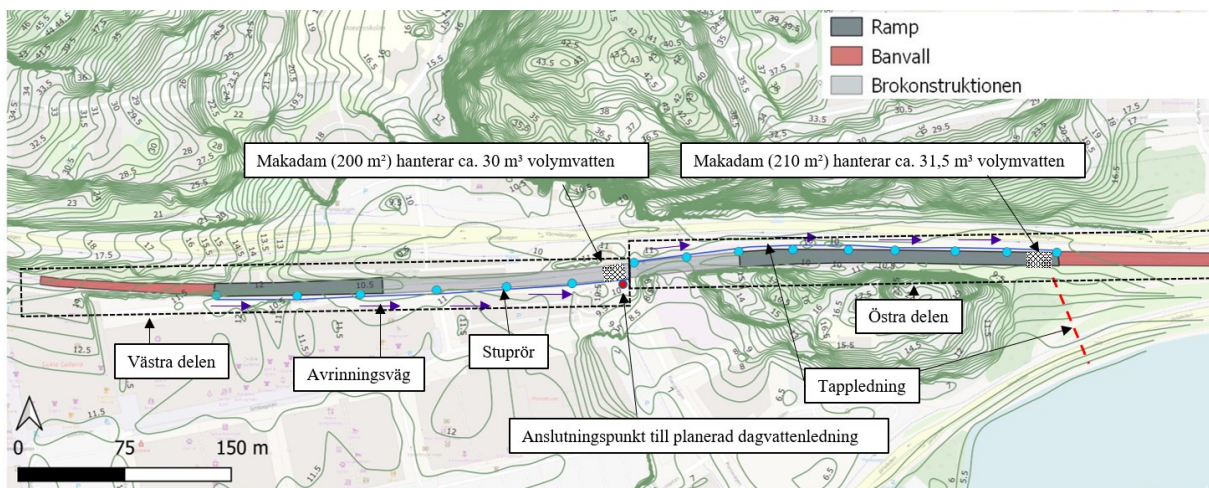
Det andra alternativet som också kan kombineras med alternativ 1 på vissa sträckor, innebär att dagvatten leds från brokonstruktionen till underjordiska magasin i anslutning till stuprören vid respektive bropelare. Makadammagasin anläggs sällan med flödesregulator och därför har de i dessa alternativ dimensionerats utifrån magasinsvolymen att det inte finns en flödesregulator. Som nämnt i avsnitt 4.3 behöver då totalt 61 m³ vatten utjämnas för att inte ett framtida 30-årsflöde ska öka. Ett underjordiskt magasin kan utformas på flera sätt. För ett makadammagasin med en porositet på cirka 30 % och ett djup på 0,5 m krävs det totalt en yta på 410 m².

Alternativ 2 a. innebär att ett magasin placeras vid varje stuprör. Varje magasin behöver då cirka 28 m² yta. För västra delen behövs det då sju stycken magasin och för den östra delen åtta stycken magasin. Magasinen kan anläggas som icke täta i botten för att möjliggöra infiltration, det krävs dock en markprovtagning vid respektive plats för att inte riskera att förorena grundvattnet. Det bedöms inte heller utgöra någon risk om dagvatten från brokonstruktionen skulle rinna in i andra ledningsgravar/inläckage i ledningar (Jan Wennerberg, Nacka Vatten, 2023) då ytan som bidrar med flöden är relativt liten. Magasinen kopplas till en avtappningsledning. Under den västra rampen planeras det för en betongplatta, under vilken det inte bör placeras något magasin, varför det om detta alternativ väljs, krävs att magasinerna placeras längs med rampen.

Alternativ 2 b innebär att två större magasin anläggs, ett vid den östra delen av bron (före dagvattenledningen vid Planriavägen) och ett vid änden av östra rampen. Dagvattnet från stuprören avleds då via en ledning till magasinerna. Magasinen behöver sedan kopplas på det befintliga (öster) och det planerade dagvattenledningsnätet (väster).



Figur 10. Åtgärdsförslag 2a för bron och ramperna om dagvatten hanteras med makadammagasin vid varje stuprör. För tydligare beskrivning se bilaga 4 och 5.



Figur 11. Åtgärdsförslag 2b för bron och ramperna om dagvatten hanteras under brokonstruktionen för den västra delen och med makadammagasin under östra rampen för den östra delen. För tydligare beskrivning se bilaga 4 och 5.

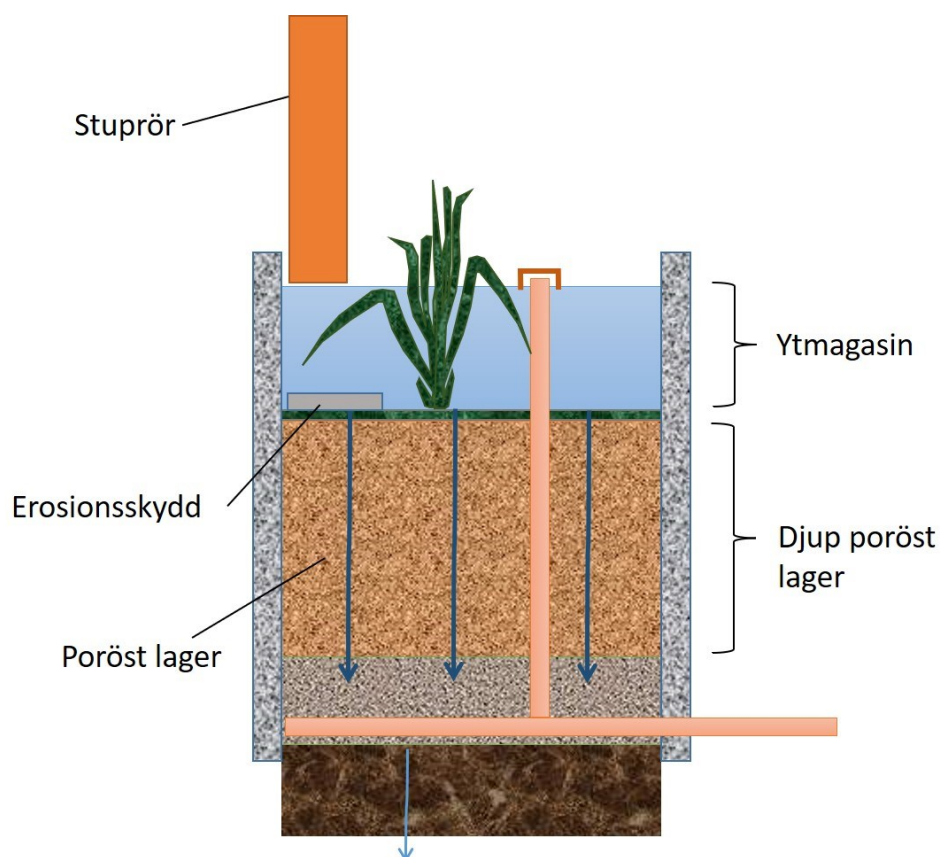
Åtgärdsalternativ 2a och 2b redovisas i plan samt typsektion i Bilaga 4 och en längdsektion redovisas i Bilaga 5.

5.1.3 Kompletterande dagvattenhantering

I Nackas riktlinjer för dagvattenhantering står det att 10 mm dagvatten ska utjämnas och renas i ytliga magasin. Alternativ 1 och 2 skulle potentiellt kunna kompletteras med ytliga dagvattenanläggningar under brokonstruktionen. Det är svårt att uppnå ytliga magasin för större volymer inom planområdet men under brokonstruktionen kan det vara möjligt. Den totala volymen för utjämning av 10 mm nederbörd är 53 m³ för upphöjningen. Om denna volym fördelas jämnt till respektive stuprör (15 stycken) skulle cirka 3,5 m³ behöva utjämnas per stuprör/magasin.

Den ytliga utjämningen och reningen skulle kunna ske i växtbäddar förutsatt att växtvalen kan anpassas till den miljön som råder under en brokonstruktion. Om växtbädden anläggs med ett ytligt magasin som är 0,2 meter djupt skulle det krävas en växtbädd på ca 18 m² för att utjämna 3,5 m³.

Exempel på hur en växtbädd kan utformas ges i Figur 12.



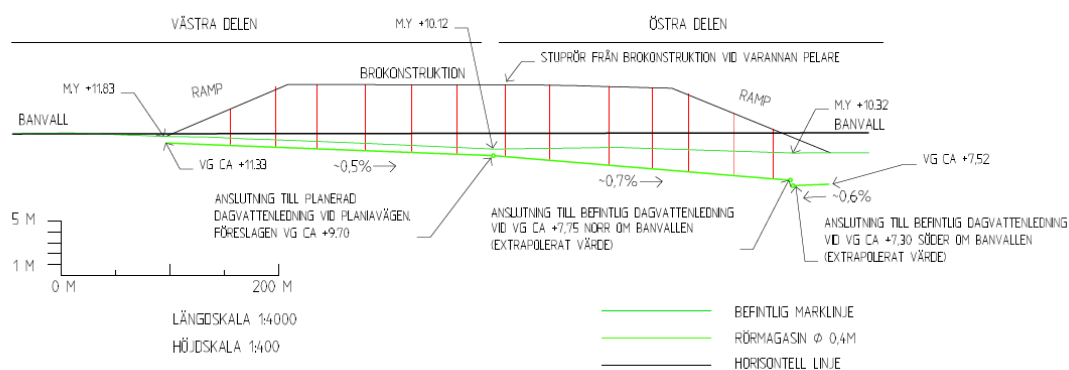
Figur 12. Principiell beskrivning av uppbyggnad av en växtbädd med ytligt magasin för utjämnande av dagvatten. Källa: WRS AB.

5.2 Avtappning och bortledning

Planområdet har delats in i två delområden, det östra och det västra området. Det västra området föreslås avledas till och kopplas in på den planerade nya ledningen som ska gå under brokonstruktionen vid Planiavägen. Enligt uppgoift från NVOA kommer tillräcklig kapacitet finnas för anslutning av denna del av planområdet (Jan Wennerberg, Nacka Vatten, 2023). Den östra delen föreslås anslutas till det befintliga dagvattenledningsnätet som går under den östra rampen, om detta inte är möjligt kan en separat tappledning för dagvattnet från den östra delen av området anläggas. Alternativt kompletteras denna utredning med att kolla på möjligheten att avleda dagvatten från hela planområdet till Planiavägen.

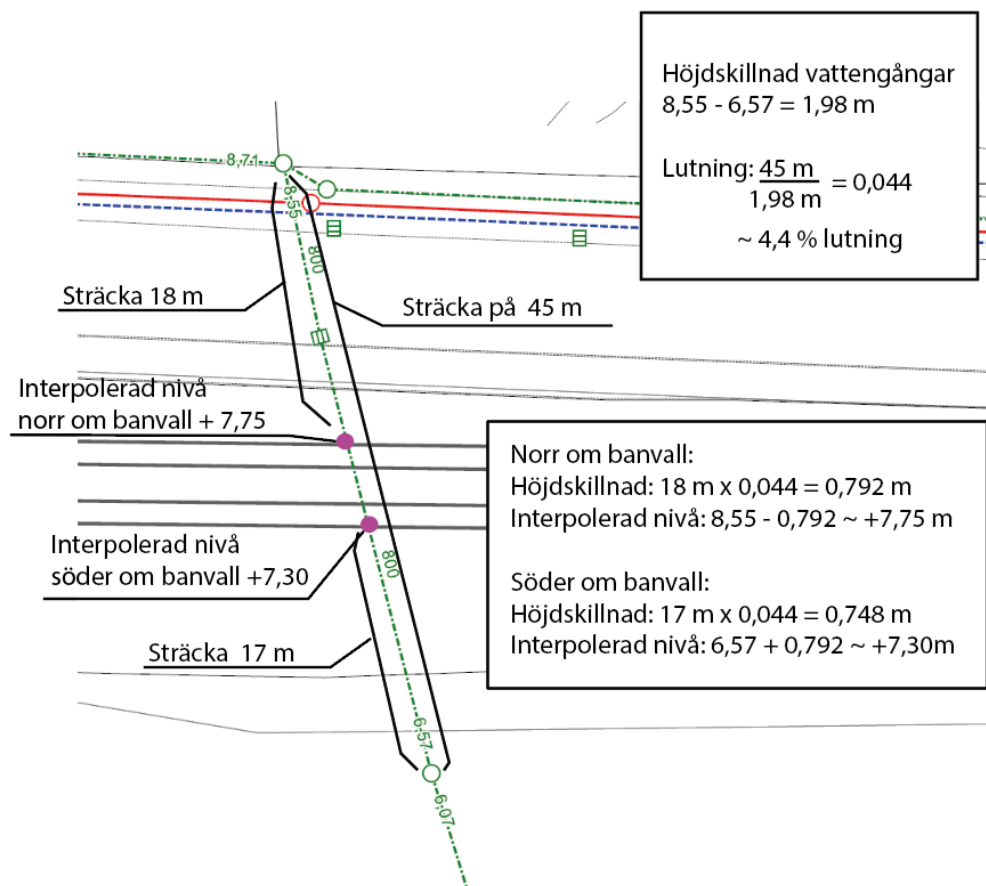
Föreslagna nivåer utgår från principen att lutningen för rörmagasin och ledningar inte bör understiga 5 ‰ för att minska risk för sättningar. Nivåskillnaderna mellan vattengångarna och marknivåerna understiger inte 0,5 meter för att lämna plats för kringfyllnad runt rörmagasin och ledningar (se Figur 13).

LÄNGDSEKTION ALTERNATIV 1



Figur 13. Föreslagen ledningsdragning, med nivåer för vattengång och lutning. Längdsektioner för åtgärdsalternativ 1 och 2 finns i Bilaga 5.

I områdets östra del ansluts dagvattensystemet till befintlig dagvattenledning eller en separat ny tappledning. Vi har i denna utredning utgått ifrån höjderna i befintligt ledningsnät i den östra delen. Dagvatten från väster ansluts på den norra sidan och dagvatten från öster föreslås anslutas på södra sidan om rampen. Utifrån befintligt ledningsunderlag har interpolerande nivåer för anslutning till befintliga dagvattenledningar antagits. Genom att studera de nivåer som finns i underlaget (se illustration i Figur 14) räknades en medellutning på cirka 4,4 procent vilket ligger till grund för vattengångarna vid de interpolerade nivåerna (Se Figur 14). Eftersom det i dagsläget saknas underlag för de exakta nivåerna behöver detta utredas vidare mer detaljerat i fortsatt arbete. I Tabell 5 redovisas marknivåer i förhållande till föreslagna vattengångar för åtgärdsförslagen.



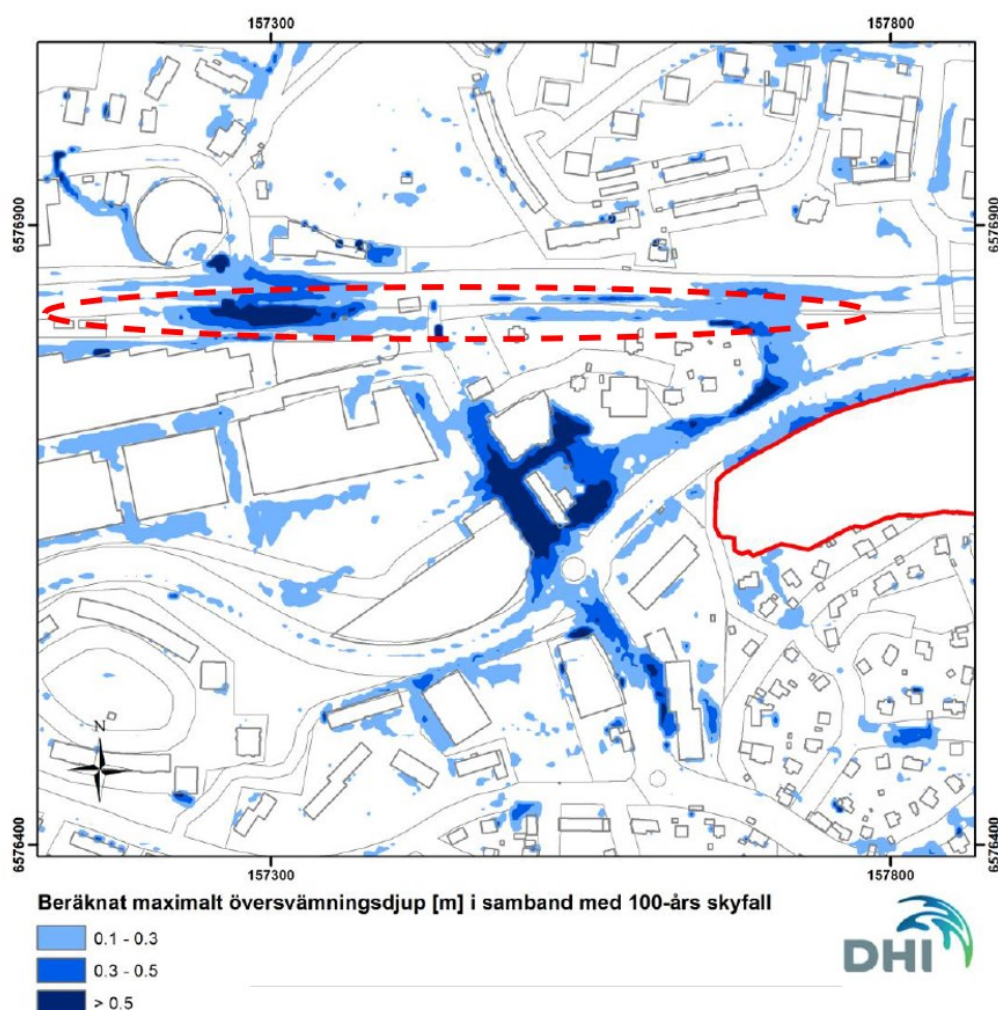
Figur 14. Figur illustrerar beräkning av interpolerade nivåer. Underlag är kommunen VA-plan.

Tabell 5. Nivåer för mark och vattengångar för ledning inom västra och östra delen, längd per sträcka samt lutning per ledningssträcka

Sträcka	Nivåskillnad mark	Avstånd (m)	Lutning ledning (%)	Nivåskillnad vattengång vs. markhöjd (högsta nivån/"start")	Nivåskillnad vattengång vs. markhöjd (lägsta nivån/anslutning till dagvattenledning)
	(m)			(m)	(m)
Västra delen	1,51 (+11,83 - +10,32)	300	0,5	0,5 (M.Y +11,83 VG +11,33)	0,5 (M.Y +10,12 - VG +9,70)
Östra delen fram till anslutning norr om banvallen	0,2 (+10,12 - +10,32)	273	0,7	0,5 (M.Y + + 10,12 VG + 9,30)	2,6 (M.Y +10,32 VG +7,75)
Östra delen från till anslutning söder om banvallen	0 (+10,32 - +10,32)	37	0,6	2,57 (M.Y +10,32 VG +7,52)	3,0 (M.Y +10,32 VG +7,30)

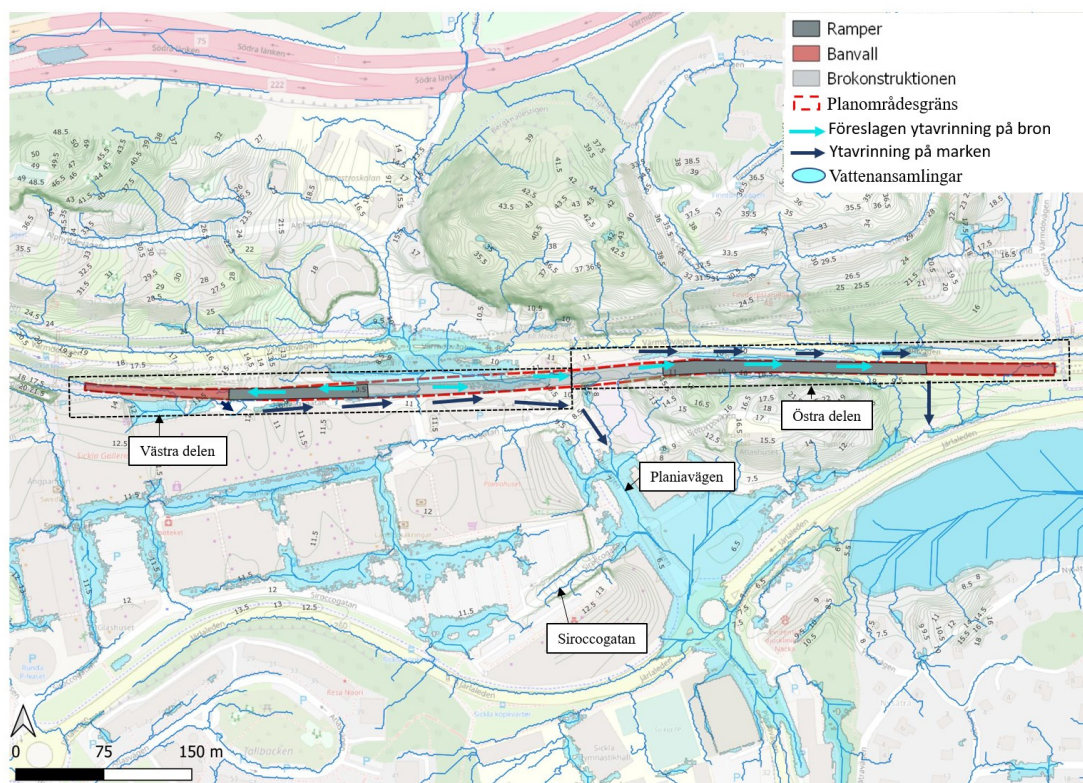
5.3 Skyfallshantering

I anslutning till och nedströms planområdet finns det risk för stora vattenansamlingar vid skyfall. DHI har modellerat skyfallsscenario (DHI, 2014) för nuvarande situation (Figur 15).



Figur 15. Beräknat maximalt översvämningsdjup vid 100-årsregn. Detalj över Sickla köpkvarter. Planområdet markerat med röd linje. Källa: DHI (2014).

I Figur 16 återges en översiktsbild över vattenflöden och vattenansamling vid ett regn motsvarande ett 100-årsregn för planområdet i nuläget (regnvolymer som har modellerats är 30 mm, vilket motsvarar regnmängden som faller på tio minuter vid ett 100-årsregn utan klimatfaktor) samt föreslagen ytavrinning på brokonstruktion. Inga vattenansamlingar förväntas inom planområdet i samband med skyfall. För att säkerställa att stuprören kan fungera vid stora regnmängder bör de också förses med bräddutlopp. När dagvattenmagasinet är fullt och vattnet inte längre kan rinna in i det, så rinner vattnet istället ut på marken, på ramperna kan skyfallsvatten avrinna nerför mot markytan.



Figur 16. Föreslagen dagvattenavledning vid höga flöden inom planområdet efter exploatering. Mörkblå pilar visar rinnvägar på marken och ljusblå pilar visar rinnvägar på brokonstruktion. Blå linjer visar naturliga avrinningsvägar på marken (Scalگو, 2023). Regnvolymen som har modellerats är 30 mm, vilket motsvarar regnmängden som faller på tio minuter vid ett 100-årsregn utan klimatfaktor. Hänsyn tas inte till eventuell infiltration eller avledning i ledningsnät.

Marken vid den västra rampen lutar naturligt mot öster. När det förekommer höga flöden bedöms vattnet från västra rampen avledas öster ut på Järnvägsgatan och därefter ner på Planiavägen, se Figur 16. Ramböll Sverige AB (2017) har genomfört en skyfallsutredning där den västra delen av planområdet ingår. För att säkra avledning vid skyfall rekommenderar de att en skyfallskanal anläggs från Planiavägen längs Siroccogatan, se Figur 17.



Figur 18. Beräknade maximala vattendjup vid planerad situation och föreslagen skyfallspassage, i samband med ett 100-årsregn inklusive klimatfaktor 1,25. Källa: Norconsult AB (2022).

Skyfallsvatten från upphöjningen kommer, efter det att dagvattenmagasinen är fulla, belasta de ytor där det ställer sig vatten enligt Figur 17 och Figur 18. Magasinen är dimensionerade för 30-årsregn och kommer därför ha en dämpande effekt på flödet även vid skyfall.

5.4 Kostnadsuppskattning

Nedan redovisas kostnadsuppskattning för de olika alternativen. Uppskattningarna för de olika åtgärdsalternativen tar hänsyn till material och arbetskostnad men tar ej hänsyn till andra kostnadsdrivande faktorer så som exempelvis oförutsedda kostnader, bygglösning, projektering med mera.

Tabell 6. Kostnadsuppskattning för åtgärdsalternativ

Åtgärdsalternativ	Antal	Enhet	Å-pris	Kostnad
Rörmagasin	610 m	kr/löpmeter	7000 kr	4 270 000 kr
Avrundad totalkostnad				5 000 000 kr
Makadammagasin	203 m ³ (inräknat 30% porositet)	kr/m ²	2000	407 000
Dagvattenledning	610 m	kr/löpmeter	7000 kr	4 270 000 kr
Avrundad totalkostnad				5 500 000 kr

6 Bedömda effekter av föreslagna åtgärder

De föreslagna dagvattenanläggningarna är dimensionerade för att kunna rena och fördröja den potentiella ökningen vid ett 30-årsregn samt 10 mm nederbörd, vilket motsvarar en volym på mellan 31 - 61 m³ vatten. För att utvärdera effekten av åtgärdsförslagen har reningseffekten beräknats i Stormtac. Belastningen från nuvarande banvall och framtida upphöjning utan rening har jämförts med framtida upphöjning med de föreslagna dagvattenanläggningarna (Figur 7). Reningseffekten har beräknats utifrån att dagvatten från brokonstruktion och ramperna renas i ett underjordiskt makadammagasin. Även med alternativ 1 (rörmagasin) kommer vattnet att passera ett lager med makadam i ballastlagret på brokonstruktionen. När dagvatten passerar genom ett makadammagasin och rörmagasin sker rening framförallt genom avskiljning av partikelbundna föroreningar.

Eftersom typen av markanvändning inte kommer ändras (endast högre avrinningsgrad) inom planområdet kommer föroreningsbelastningen vara relativt oförändrad efter upphöjningen. I Figur 7 redovisas medelvärden av belastningen från planområdet. Fosfor- och kadmiumhalten från kategorin banvall i Stormtac är lägre än minsta möjliga utloppshalt från ett makadammagasin. För att inte riskera att reningsåtgärden modelleras som en källa till ämnena har vi enligt rekommendation från Stormtac tagit bort gränsen för minsta halt ut från ett makadammagasin. För att det ska beräknas likvärdigt för samtliga ämnen redovisar vi i Figur 7 beräkningsresultatet där samtliga ämnen korrigerats för att inte begränsas av minsta möjliga halt ut från magasinet. Den planerade ändringen inom planområdet och de föreslagna reningsåtgärderna innebär att samtliga ämnen beräknas minska efter upphöjningen (Figur 7). I Bilaga 6 redovisar vi beräkningsresultatet med ett intervall vilket inkluderar osäkerheterna i beräkningsverktyget.

Eftersom markanvändningen är densamma och reningsåtgärder vidtas bedömer vi att den planerade upphöjningen inte riskerar att försämra möjligheten till god status i recipienten.

Tabell 7. Beräknad närings- och föroreningsbelastning, före och efter upphöjning och efter upphöjning med reningsåtgärder, samt förändringen i belastning före ombyggnad jämfört med efter ombyggnad med föreslagna makadammagasin. Värdena presenteras som ett medelvärde

Förorening			Före upphöjning	Efter upphöjning	Efter upphöjning med LOD	Förändring (%)
Fosfor	P	[kg/år]	0,062	0,075	0,042	-32
Kväve	N	[kg/år]	6,6	9,2	5,1	-22
Bly	Pb	[g/år]	14	20	5,5	-60
Koppar	Cu	[g/år]	120	176	57	-52
Zink	Zn	[g/år]	200	290	110	-44
Kadmium	Cd	[g/år]	0,064	0,09	0,034	-47
Krom	Cr	[g/år]	8,2	12	5,4	-34
Nickel	Ni	[kg/år]	12	16	8,6	-28
Suspenderat material	SS	[kg/år]	41	60	31	-25

7 Slutsatser och rekommendationer

- Systemet för avledning av dagvatten kommer delas upp i två delar. Den västra delen av planområdet avvattnas till en ny planerad dagvattenledning som kommer att gå söderut i Planiavägen. Den östra delen kan avvattnas österut men behöver avledas i separat tappledning till Kyrkviken. Alternativt kan möjligheten utredas att avleda dagvatten även från den östra delen väster ut till den nya dagvattenledningen som planeras i Planiavägen.
- Upphöjningen innebär en ökning av hårdgöringsgraden och leder till en ökning av det dimensionerande dagvattenflödet och ett behov av flödesutjämning.
- För att uppnå en fördröjning av 10 mm regn i ytliga magasin behövs en total utjämningskapacitet på 26 m³ för västra delen och 27 m³ för östra delen. För att maxflödet vid ett 30-årsregn (som uppstår efter 10 minuters varaktighet) inte ska öka krävs utjämningskapacitet på 61 m³ för hela upphöjningen om flödesregulator inte används och 31 m³ om flödesregulator används.
- Innan dagvattnet lämnar upphöjningen passerar det makadamlagret ovanpå betongkonstruktionen, vilket har en viss flödesutjämnande och renande funktion.
- De ytor som järnvägsplanen omfattar gör det svårt att klara utjämna och rena dagvatten i ytliga anläggningar. Potentiellt är det möjligt att anlägga växtbäddar under själva brokonstruktionen där delar av utjämningsvolymen skulle kunna hanteras.
- Två huvudalternativ på dagvattenlösningar har föreslagits i form av rörmagasin eller makadammagasin. Längs med den västra rampen är det inte möjligt att placera magasin under rampen (p.g.a. planeras för betonggolv) varför detta dagvatten antingen kan utjämnas och renas i långsgående magasin eller måste avledas till magasin under brokonstruktionen.
- I resultaten av föroreningsberäkningarna visas att det med föreslagna åtgärder inte kommer ske någon ökning i belastningen från planområdet till recipienten efter upphöjningen.
- För att säkerställa dagvattenåtgärder behöver det reserveras mark längs upphöjningen.

Referenser

- © OPENSTREETMAPS BIDRAGSGIVARE, u.å. OpenStreetMap Foundation. Licens CC BY-SA.
- BETONG & STÅLTEKNIK, 2018. Översiktsritning granskningshandling.
- DHI, 2014. *Slutrapport - Skyfallsanalys för Västra Sicklahalvön*.
- JAN WENNERBERG, 2023. Ledningskapacitet.
- JAN WENNERBERG, NACKA VATTEN, 2023.
- MARIA MÅRDSKOG, 2023a. Ledningsåtkomst.
- MARIA MÅRDSKOG, 2023b. Ledningsåtkomst - Saltsjöbanans upphöjning.
- NORCONSULT AB, 2022. *Skyfallspassage Värmdövägen*.
- OPENSTREET MAP, u.å. <https://www.openstreetmap.org/#map=18/59.75805/17.77694>.
- RAMBÖLL SVERIGE AB, 2017. *Skyfallsutredning Sickla Järta*.
- SCALGO, 2023. Scalgo Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/>.
- SGU, 2023. SGU kartvisare, grundvatten [internet]. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-grundvatten-1-miljon.html?zoom=672940.8603974557,6592364.340735221,677420.8693574737,6594483.94497443>.
- SMHI, 2022. Modelldata per område [internet]. *Vattenwebb*. Tillgängligt: <https://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2022-1-12].
- STORMTAC, 2022. StormTac Web v.22.3.2 [internet]. *Utvecklad av Larm, T*. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/>.
- SVENSKT VATTEN, 2019. *Publikation P110 - Avledning av dag-, drän-, och spillvatten. 2:a uppl.* Stockholm: Svenskt Vatten.
- UPONOR AB, 2020. <https://byggkatalogen.byggjtjanst.se/produkt/vvs-va-och-klimat/pumpar-och-brunnar/brunnar-betackningar/brunnar-betackningar-brunnstillbehor-utomhus/uponor-dagvattenmagasin/130145>.
- VISS, 2022. VISS-Vatteninformationssystem Sverige [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2022-1-18].
- WRS AB, 2016. *Dagvattenutredning för Saltsjöbanans upphöjning vid Nacka station, Nacka kommun*. Nr. 2016-0934-A.