

Dagvattenutredning Fisksätra station, Saltsjöbanan

Iterio AB



SLUTVERSION 2020-01-15 rev. 2020-01-22

TITEL	Dagvattenutredning Fisksätra station, Saltsjöbanan
RAPPORTNUMMER	2019-1378-A
BESTÄLLARE	Iterio AB
FÖRFATTARE	Hannes Öckerman, WRS
GRANSKNING	Dimitry van der Nat, WRS
UTGÅVA/STATUS	Slutversion
DATUM	2020-01-15 rev. 2020-01-22
OMSLAGSBILD	Bild: Fisksätra station. Fotograf: Hannes Öckerman, WRS
BILDER och FIGURER	Framtagna av WRS AB där inte annat anges.

Sammanfattning

Denna utredning behandlar dagvattenhanteringen i utredningsområdet för Fisksätra station, som ska genomgå en ombyggnation inom Program Saltsjöbanan. Programmet syftar till att skapa ett tryggt, säkert och tillgängligt resande för resenärer på Saltsjöbanan och en miljö för närboende längsmed banan som uppfyller gällande riktlinjer för buller. Därtill är syftet att möjliggöra tolvminuterstrafik genom byggnation av mötesstationer i Fisksätra och Tattby. Mötesstationerna planeras att byggas år 2022 och 2023.

Utredningsområdet utgörs av nuvarande banvall, plattform samt omgivande skogsmark. Området är flackt med sin lägsta punkt i banvallen kring stationsområdet. Dock omgärdas stationen av kuperad terräng, vilket gör att det sker en naturlig avrinning till området från utanförliggande avrinningsområden. I öst och väst ligger banvallen ovanpå berg med ett tunt moräntäcke. Den mellersta delen är anlagd ovanpå fyllnadsmassor med ett underliggande lager av lera och silt.

Banvallen avvattnas via ett par anslutningspunkter till nuvarande dagvattennät, som leds norrut till ytvattenrecipienten Skurusundet. Denna havsvik uppnår idag ej god kemisk ytvattenstatus och har måttlig ekologisk status. Den kemiska statusklassningen beror på uppmätta halter av kadmium, bly, antracen och tributyltenn som överskrider gränsvärden. Den ekologiska statusklassningen beror på måttliga förhållande för kvalitetsfaktorerna *Växtplankton*, *Näringsämnen* (sommar) och *Särskilda förorenande ämnen (SFÄ)* [kopparkhalter]. Miljökvalitetsnormerna har satts till god kemisk ytvattenstatus och god ekologisk status till år 2027. Ur recipientperspektiv bedöms kadmium, bly, PAH (antracen) fosfor, kväve och koppar utgöra de viktigaste ämnena att begränsa i dagvattnet från utredningsområdet.

Beräkningar visar att ett dimensionerande flöde från området ökar från 40 l/s till 48 l/s. Detta beror dock endast på tillämpningen av en klimatfaktor på 1,25 i beräkning av framtida flöden. Hårdgörningsgraden minskar något från 0,23 till 0,22. De flesta föroreningar förväntas öka något med 5–15 %, dock minskar suspenderad substans (partiklar) och bly.

Större delen av framtida markanvändning inom utredningsområdet kommer att utgöras av en genomsläpplig banvall (makadam ovanpå krossmaterial) med en magasinskapacitet på 200 mm. Genom att leda dagvatten från plattform, anslutningsvägar, takytor, samt även tillåta diffus avrinning till banvallen från omkringliggande mark bestående av träd, GC-väg och berghällar, kan kommunens riktlinjer uppfyllas. Banvallen möjliggör mer än erforderlig magasinering. Den fördröjer även dagvattnet om dränering läggs något högre än botten av banvallen (eller utan dränering på delar om underliggande mark medger infiltration). Banvallen fungerar även som ett makadamdike där framför allt partikelbundna föroreningar avsätts genom sedimentation. Beräkningar visar att alla föroreningar förväntas minska efter behandling i banvallens makadamlager.

Innehåll

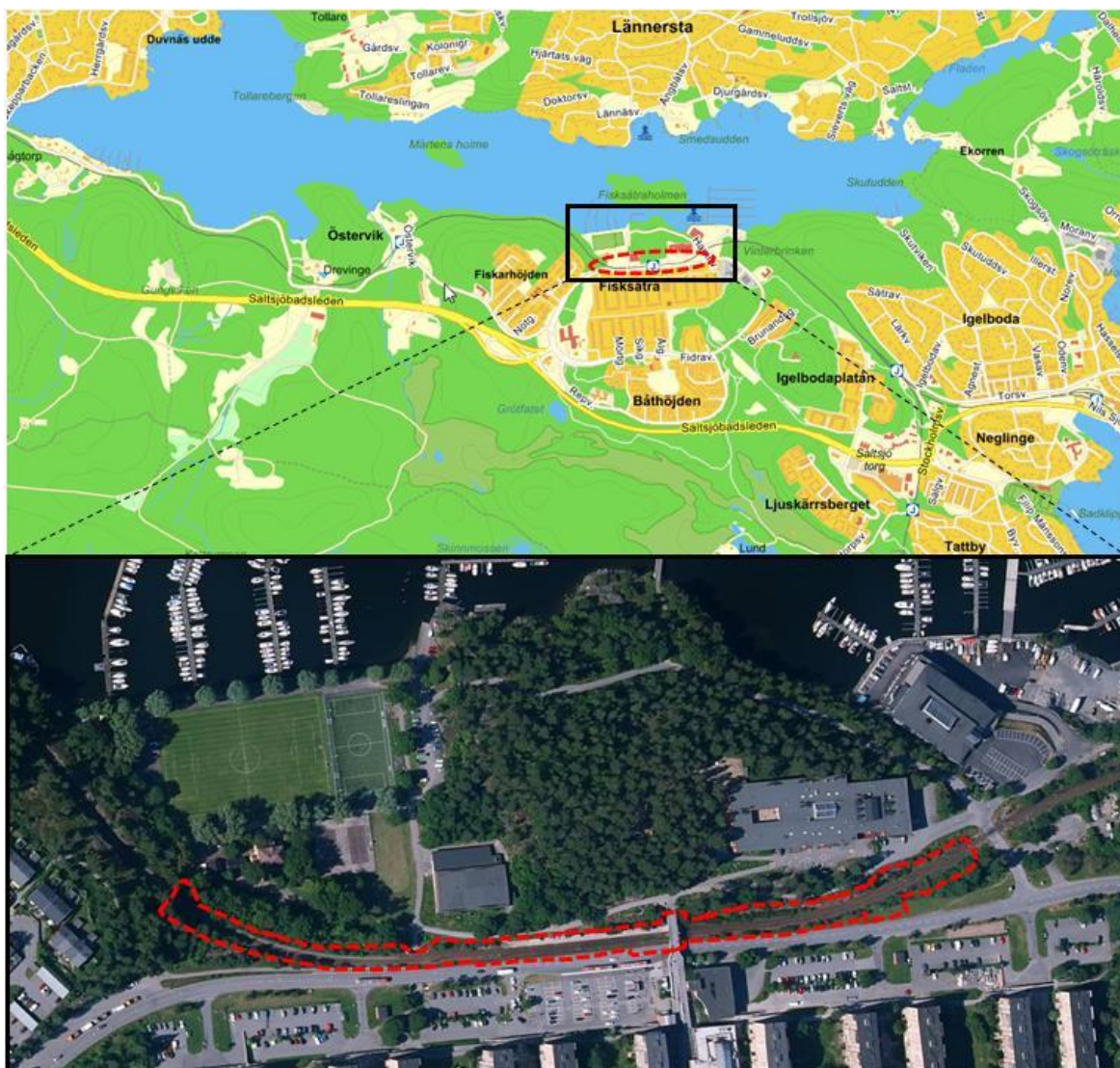
Sammanfattning	3
Innehåll	4
1 Inledning.....	5
1.1 Syfte.....	6
2 Förutsättningar	6
2.1 Topografi.....	6
2.2 Geologi och hydrogeologi.....	6
2.3 Befintlig och planerad markanvändning	7
2.4 Befintlig dagvattenhantering och ytavrinning.....	9
2.5 Lågpunkter och översvämningrisker.....	13
2.6 Avrinningsområde och ytvattenrecipient	13
2.6.1 Kemisk ytvattenstatus.....	14
2.6.2 Ekologisk status	15
2.6.3 Miljökvalitetsnormer.....	15
2.7 Dagvattenhantering för Fisksätra entré (norra centrum)	16
2.8 Krav på dagvattenhantering	17
3 Beräkningar för dagvattenavrinning	17
3.1 Dimensionerande flöde	18
3.2 Magasinsbehov	19
4 Föroreningsberäkningar.....	19
5 Förslag på dagvattenhantering	20
5.1 Banvallen och spårområdet.....	20
5.2 Plattformer och anslutningsvägar.....	21
5.3 Takytor.....	22
5.4 Effekter av föreslagen dagvattenhantering	24
5.5 Teknisk beskrivning av åtgärdsförslag	25
5.6 Diffust avrinnande vatten från ytor utanför utredningsområde	26
6 Slutsatser.....	27
Referenser	28

1 Inledning

Program Saltsjöbanan syftar till att skapa ett tryggt, säkert och tillgängligt resande för resenärer på Saltsjöbanan och en miljö för närboende längs med banan som uppfyller gällande riktlinjer för buller. Därtill är syftet att möjliggöra tolvminuterstrafik genom ombyggnation av mötesstationer i Fisksätra och Tattby, som planeras ske år 2022 och 2023. WRS har fått i uppdrag av Iterio AB att ta fram en dagvattenutredning inom den järnvägsplan som är under utarbetning för en kapacitetshöjning av Fisksätra station.

Järnvägsplanen för Fisksätra station möjliggör anläggning av dubbelspår på stationen. Förslaget innebär även byggandet av ett nytt teknikhus i sydöstra delen samt att nuvarande plattform flyttas något norrut för att bereda plats för en andra plattform söder om tågspåren.

Planområdet sträcker sig långsmalt i öst-västlig riktning och är beläget precis norr om Fisksättravägen och Fisksätra centrum i Nacka kommun (Figur 1). Östra delen av planområdet ligger nedanför en skogbevuxen kulle som inhyser Fisksätterskolan. I väster finns bland annat en sporthall, lite grönyta och tennisplaner i nära anslutning till utredningsområdet.



Figur 1. Utredningsområdet (streckad röd polygon) omfattar Fisksätra station samt angränsande spårområde. Karta modifierad från Eniro (2019).

1.1 Syfte

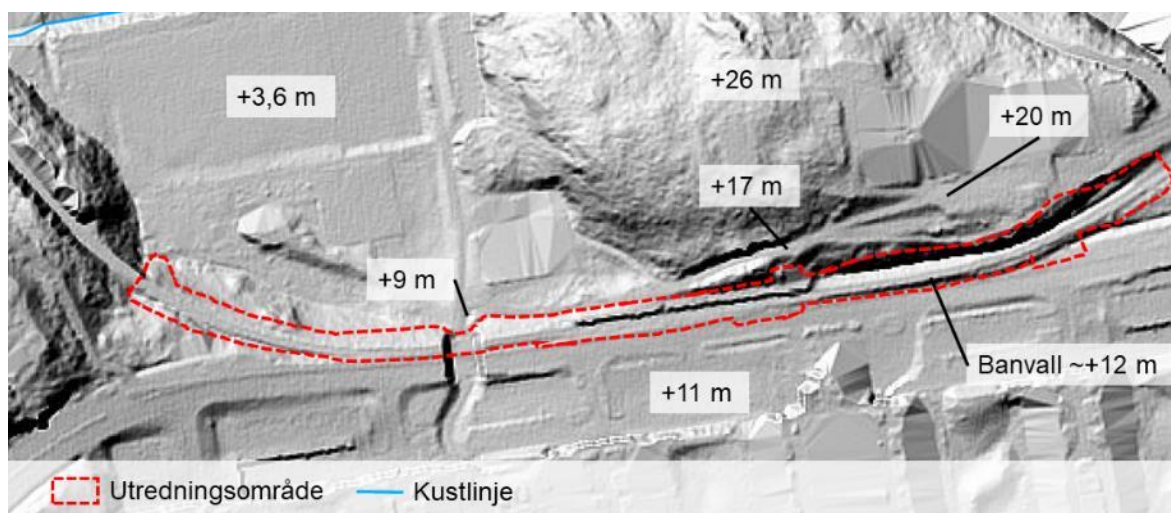
Syftet med denna utredning är att klargöra hur dagvattnet i och med de avsedda ändringarna kan hanteras inom utredningsområdet för att uppfylla Nacka kommuns riktlinjer för dagvattenhantering samt branschnormer framtagna av Svenskt Vatten. Utgångspunkten är att den befintliga vattenbalansen ska upprätthållas, samt att ombyggnationen inte ska leda till en ökad belastning på det kommunala dagvattennätet och recipient, varken kvantitativt eller kvalitativt.

2 Förutsättningar

2.1 Topografi

Alla höjder i denna utredning anges i höjdsystemet RH 2000.

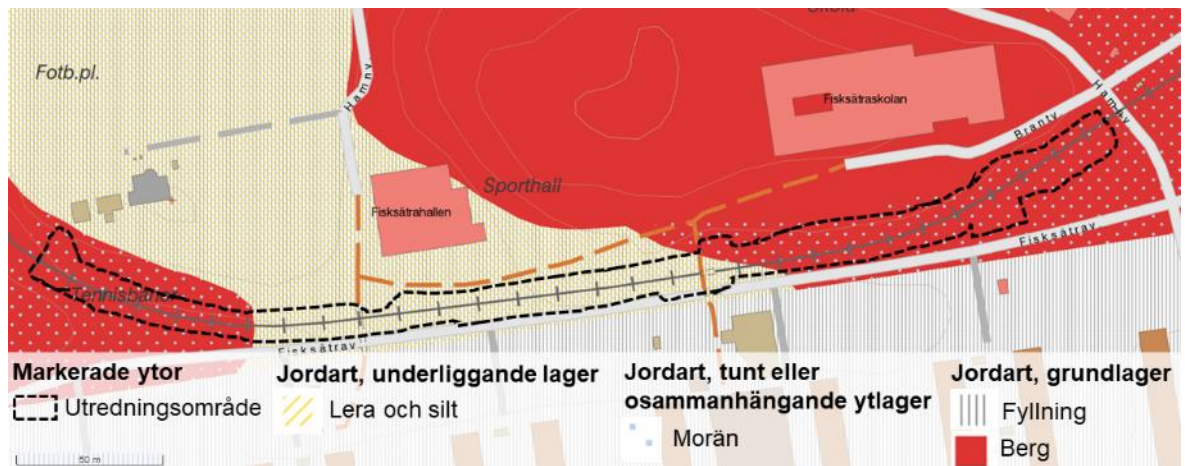
Utredningsområdet ligger på cirka +12 m.ö.h. Från spårområdet sluttar det lätt söderut till parkeringsytorna vid Fisksätra centrum som ligger kring +11 m. Norr om den östra delen av utredningsområdet ligger en skogbeklädd kulle som sluttar ned mot nuvarande plattform och banvall. Kullen ligger på cirka +20 m till +26 m. Norr om utredningsområdets västra del sluttar marken svagt ned mot Lännerstasunden, del av Skurusundet, cirka 160 meter bort (Figur 2).



Figur 2. Karta med terrängskuggning, modifierad från Lantmäteriet (2019). Kartan ger en översikt över områdets topografi med några utvalda höjder utsatta.

2.2 Geologi och hydrogeologi

Enligt Sveriges Geologiska Undersökning (SGU, 2019) ligger mellersta delen av utredningsområdet på fyllnadsmassor med ett underliggande lager av lera och silt. Fyllnadsmassorna fortsätter genom ”dalen” hela vägen ut till sundet i nordväst. I den östra och västra delen ligger banvallen ovanpå berg med ett tunt eller osammanhängande ytlager av morän. Även den skogbeklädda kullen i nordost består av berg i dagen (Figur 3).



Figur 3. Jordartskarta modifierad från SGU (2019) för utredningsområdet och kringliggande mark. Utredningsområdet ligger i öster och väster på berg i dagen med ett osammanhängande ytlager av morän. Den mellersta delen vilar på fyllnadsmassor ovanpå ett underliggande lager av lera och silt.

Hydrogeologiska förutsättningar och infiltrationskapaciteter beror mycket på underliggande jordart. I de områden där jordarten består av berg i dagen med ett tunt moränlager är infiltrationsmöjligheter i princip obefintliga och dessa ytor skapar mestadels ytavrinning. För närvarande finns inget geotekniskt underlag avseende jordlagerföljd i de områden där banvallen underlagras av fyllnadsmassor, lera och silt. I detta skede kommer därför endast den ovanpåliggande banvallen användas i beräkningar av områdets kapacitet för omhändertagande av dagvatten.

2.3 Befintlig och planerad markanvändning

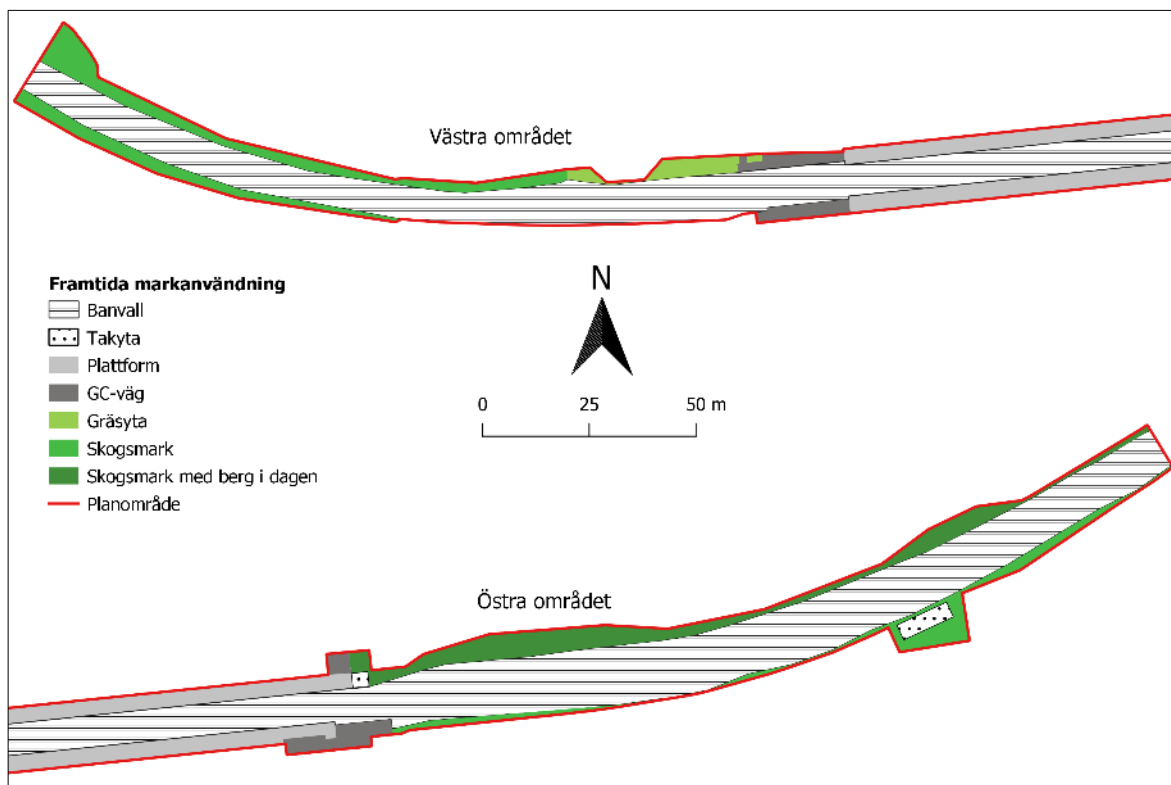
Idag utgörs området främst av ett makadambelagt spårområde med ett enkelspår. Mitt i utredningsområdet finns en plattform för Fisksätra station som ligger på den norra sidan av spåret. Se befintlig markanvändning i Figur 4.

Det finns idag två passager förbi spårområdet; en GC-tunnel i den västra delen som leder ner mot grönytan i norr, samt en gångbro från Fisksätra centrum i den östra delen. I och med ändringen av stationen kommer GC-vägen kring tunneln att breddas. En hiss och trappa kommer att byggas för att komma upp på den befintliga gångbron från den norra plattformen.

Järnvägsplanen för Fisksätra station möjliggör en breddning av spårområdet kring stationen för att bereda plats för ett dubbelspår. Den befintliga plattformen kommer att flyttas norrut, eventuellt kommer det att behöva sprängas in något i bergväggen. En ny plattform kommer att anläggas i söder, samt en trappa för att nå denna. I den östra delen kommer ett teknikhus att byggas på den trädbevuxna gräsytan precis söder om banvallen. Se planerad markanvändning i Figur 5.



Figur 4. Nuvarande markanvändning inom planområdet för Fisksätra station.



Figur 5. Framtida markanvändning inom planområdet för Fisksätra station.

I Tabell 1 återfinns en sammanställning av markanvändningen inom planområdet för nuvarande och framtida situation. För varje typ av markanvändning anges en avrinningskoefficient som är ett mått på hårdgörningsgraden. Avrinningskoefficienten anger den förväntade andelen av nederbörden som bildar avrinning från ytan efter förluster till evapotranspiration, infiltration, interception och lagring i ytojämnheter. En

avrinningskoefficient på 0,8 anger exempelvis att 80 % av nederbörden som faller på ytan förväntas bilda avrinning. Den sammanvägda avrinningskoefficienten är en arealviktad avrinningskoefficient för hela området.

I utredningsområdet kommer den hårdgjorda ytan att öka i och med byggandet av en andra plattform. Samtidigt minskar hårdgörningsgraden i och med att banvallen blir något bredare. Sammantaget innebär detta att områdets sammanvägda avrinningskoefficient minskar något från 0,23 till 0,22 (Tabell 1).

Tabell 1. Sammanställning av markanvändning och ytor för nuvarande och framtida situation. Φ anger avrinningskoefficient, A area och A_{red} den reducerade arean ($A \cdot \Phi$).

Markanvändning	Φ [-]	Nutida		Framtida	
		A [m ²]	A_{red} [m ²]	A [m ²]	A_{red} [m ²]
Gräsyta	0,10	200	20	120	10
Takyta	0,90	-	-	70	60
Plattform	0,80	380	300	800	640
Banvall/spår och spårområde	0,05	4 360	220	4 970	250
Väg ÅDT 2000* (Fisksätravägen)	0,80	170	130	-	-
GC-väg (inkl. anslutningsväg till plattform)	0,80	60	50	300	240
Skogsmark	0,05	1 310	70	920	50
Skogsmark med berg i dagen	0,75	1 300	970	590	440
Totalt		7 770	1 760	7 770	1 680
Sammanvägd avrinningskoefficient (Φ)		0,23		0,22	

* Enligt mätning av trafikintensiteten utförd av Nacka kommun 2018 har Fisksätravägen en årsmedelbyggnatrafik (ÅDT) på 1 881 fordon (Trafikverket, 2019).

2.4 Befintlig dagvattenhantering och ytavrinning

Alla fotografier som redovisar den befintliga dagvattensituationen är tagna under platsbesök 2019-02-14. En översikt av befintlig dagvattenhantering och ytavrinning presenteras i Figur 10.

Spårområdet är relativt flackt och har sin lågpunkt runt befintlig plattform, vilket innebär att banvallen sluttar svagt nedåt mot stationen från både öst och väst. Dränering finns i banvallen som avvattnar grundläggningen för framkants-elementen av plattformen, samt spåröverbyggnaden. Troligen finns ingen dränering under spår¹. I östra delen av utredningsområdet finns på båda sidor spåret väl tilltagna diken av banvallsmaterial, som liknar makadamdiken (Figur 6). Vid plattformen sluttar banvallen svagt ned mot Fisksätravägen i söder (Figur 7). I väster sluttar banvallen mot lägre liggande mark i norr samt omges av dike och slänt mot högre belägen terräng i söder. Ett par kupolsilbrunnar på södra sidan av spåret avvattnar banvallen, vilka leds till dagvattennätet i Fisksätravägen (Figur 10).

I hela den nordöstra halvan av utredningsområdet, från ungefär halva plattformens bredd och österut, omges banvallen av kuperad terräng. Det innebär att det sker en naturlig avrinning till utredningsområdet från skogsmark med berg i dagen och GC-vägar norr om utredningsområdet (Figur 8). I den västra delen, från strax innan sporthallen och västerut, sker däremot en avrinning bort från utredningsområdet, ned mot tennisplanerna, fotbollsplanen och Skurusundet (Figur 9). Under den GC-väg som leder just mot

¹ Franzon, S., Ramböll. Pers. komm. 2019-03-14.

grönområdet med tennisplaner och fotbollsplan ligger även en dagvattenledning som avvattnar stora delar av Fisksätra entré (norra centrum) och Fisksättravägen mot Skurusundet.

En mindre del av det sydvästra utredningsområdet mottar ytligt avrinnande vatten från högre belägen skogsmark söder om området (Figur 10).



Figur 6. Banvall med enkelspår i östra delen av utredningsområdet. Den har väl tilltagna diken på båda sidor spåret.



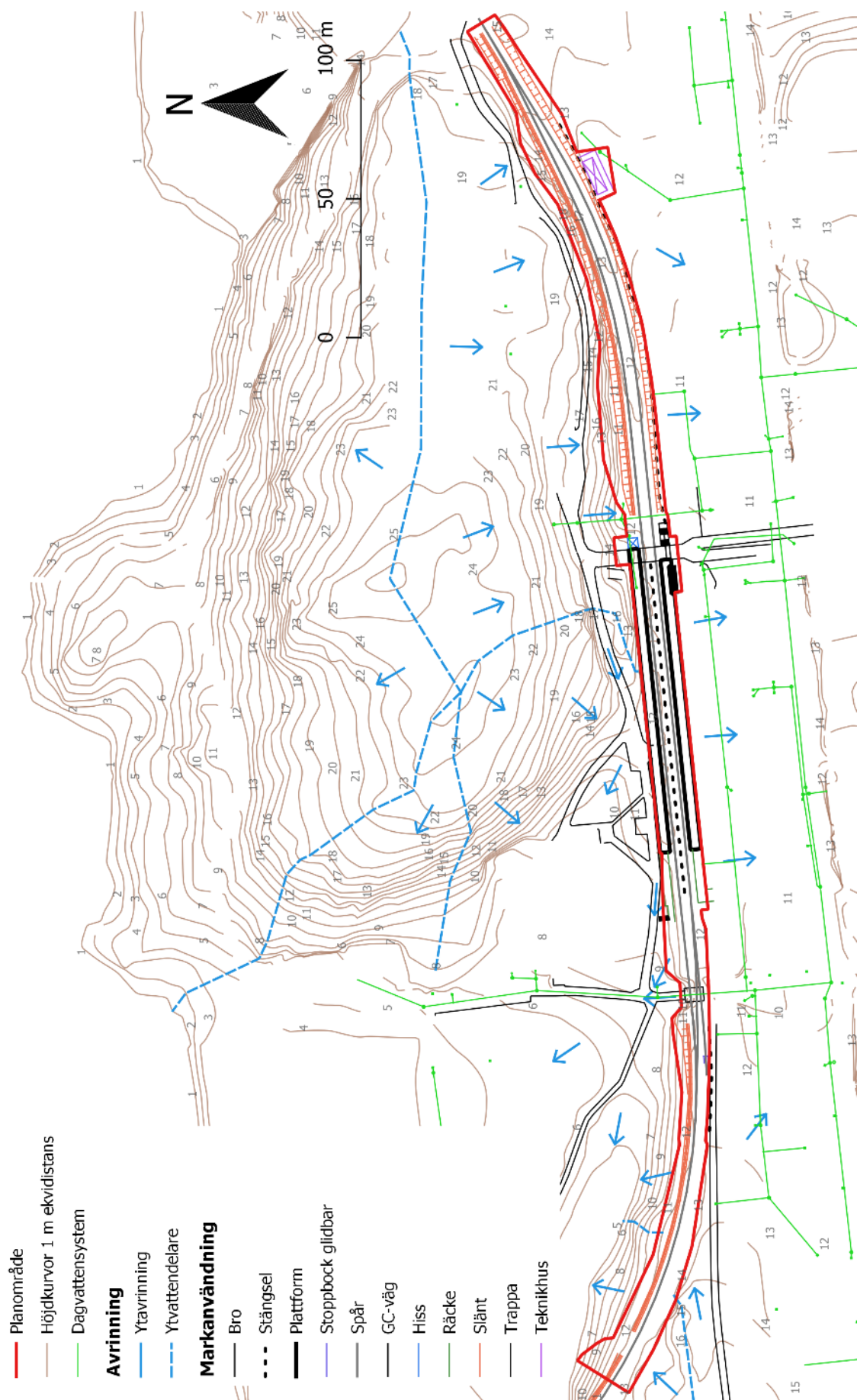
Figur 7. Vy från östra delen av plattformen för Fisksätra station. Här syns plattformen till höger i bild, spårområdet i mitten och Fisksättravägen till vänster i bild.



Figur 8. Norr om områdets östra del sker avrinning (i riktning till höger i bilden), mot stationen och banvallen, från omgärdande skogsmark med mycket berg i dagen.



Figur 9. Norr om västra delen av utredningsområdet sker avrinning bort från banvallen och vidare (i riktning till höger i bilden) mot grönyrtorna, tennisplanerna, fotbollsplanen och Skurusundet.



Figur 10. Befintlig dagvattenhantering och ytlig avrinning i kringliggande mark av planområdet, projicerat på planskiss för framtida utformning av station.

2.5 Lågpunkter och översvämningrisker

Översvämningrisk inom ett område kan förekomma på grund av två orsaker; stigande havsnivåer samt kraftiga skyfall. På grund av stigande havsnivåer rekommenderar Länsstyrelsen Stockholm (2015) att inga nya byggnader eller infrastruktur anläggs under en höjd av +2,7 m.ö.h. I utredningsområdet finns inga höjder lägre än rekommendationen.

I SCALGO (2019) har ett skyfall motsvarande 100 mm nederbörd simulerats utifrån topografin. Denna nederbördsmängd motsvarar ett dimensionerande regn under 12 timmars varaktighet med 100 års återkomsttid. Figur 11 visar att utredningsområdet är förhållandevis väl skyddat mot översvämningar. Inga lågpunkter eller instängda områden där större vattenmängder samlas kan identifieras.

Ett mindre område med stående vatten ansamlas söder om GC-tunneln men rinner i realiteten vidare mot Skurusundet. En del vatten visas som stående i det norra diket intill banvallen. Dock tar inte modellen hänsyn till underliggande marklager eller banvallens inbyggda magasineringkapacitet, vilket gör att i verkligheten kommer antagligen en stor del av detta vatten att lagras i spårballasten (makadam). Figuren visar även att de troliga flödesvägarna under skyfallen sker i mindre avrinningsstråk ner längs kullen i nordöst. Ett större avledningsstråk rinner under GC-tunneln i västra delen, förbi tennis- och fotbollsplanerna och vidare mot Skurusundet.



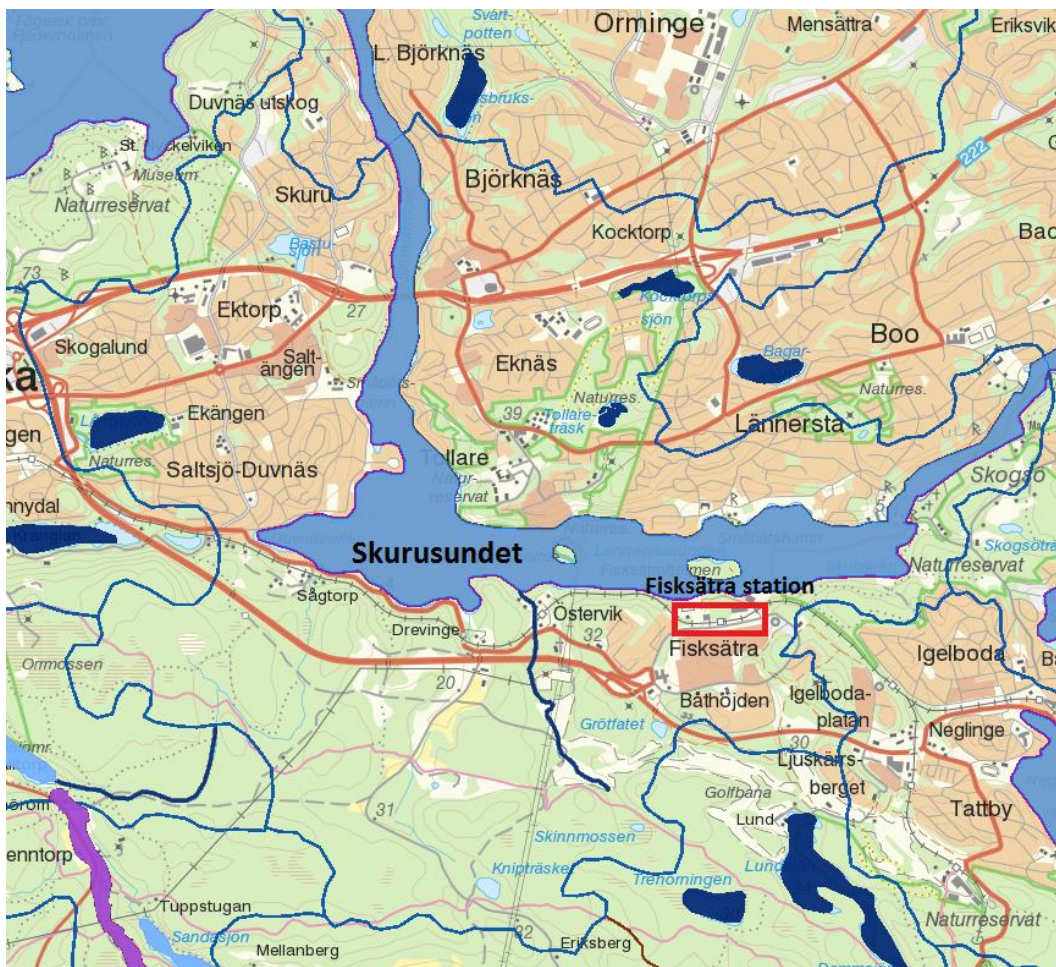
Figur 11. En översiktlig översvämningsskartering (SCALGO, 2019) utifrån ett dimensionerande 100-årsregn under 12 timmar, motsvarande 100 mm nederbörd. Det stående vattnet har en blå färgskala där mörkare blå innebär ett större vattendjup. Flödesvägarna för den ytliga avrinningen har en lila färgskala där mörkare lila innebär större flöden.

2.6 Avrinningsområde och ytvattenrecipient

Fisksätra station ligger inom avrinningsområdet ”Rinner mot Skurusundet” (ARO-ID 657723–163677) som är 1 264 hektar stort (Figur 12). Avrinningsområdet är i princip till hälften skogbeväxt och till hälften utgörs det av urbana ytor (48 % skogsmark, 34 % tätort, 13 % hårdgjorda ytor, 3 % hedmark och 1 % jordbruksmark).

Den modellerade kvävetransporten från avrinningsområdet uppgår till 2900 kg/år, vilket motsvarar ett arealläckage på 2,3 kg/ha/år. För fosfor är motsvarande siffror en transport på 120 kg/år, motsvarande 0,09 kg/ha/år (SMHI, 2019a).

Avrinningsområdets recipient är Skurusundet (Figur 12), en vattenförekomst för kustvatten enligt EU:s ramdirektiv för vatten (2008/105/EG). Enligt de senaste statusklassningarna har uppnår Skurusundet ej god kemisk ytvattenstatus och har måttlig ekologisk status (Tabell 3).



Figur 12. Utredningsområdet ligger inom avrinningsområdet "Rinner mot Skurusundet" (ARO-ID 657723-163677) med ytvattenrecipient Skurusundet. Blå linje markerar Skurusundets avrinningsområde, röd linje markerar ungefärlig placering av utredningsområdet för Fisksätra station.

2.6.1 Kemisk ytvattenstatus

Förutom de överallt överskridande prioriterade ämnena kvicksilver och PBDE, uppnår Skurusundet ej god kemisk ytvattenstatus på grund av överskridande halter av kadmium, bly, antracen och tributyltenn (TBT) (Länsstyrelsen, 2020). För samtliga fyra ämnen överskrids gränsvärden i en eller flera provlokaler vid sedimentprovtagning (Tabell 2).

Både bly och kadmium är tungmetaller som associeras med dagvattentransport. Antracen är ett polyaromatiskt kolväte (PAH); en grupp ämnen som exempelvis förekommer i fossila bränslen och i oljeprodukter. Just antracen har också en industriell användning som syntesråvara. Den största källan till TBT anses ofta vara båtbottnfärg och brukar därför inte vara intressant ur dagvattensynpunkt.

I en tidigare statusklassning indikerades att höga halter fluoranten kunde riskera att överskrida gränsvärden. I dag klassas fluoranten som "god status".

2.6.2 Ekologisk status

Klassningen av Skurusundets måttliga ekologiska status baseras framför allt på övergödning och miljögifter. För övergödning är det kvalitetsfaktorerna *Växtplankton* och *Näringsämnen* (både totalhalter av fosfor och kväve) som är avgörande för klassningen (Länstyrelsen, 2020). Med avseende på miljögifter överskrider kopparhalterna satta gränsvärden. Vid provtagning i sediment överskreds gränsvärdet för koppar vid 6 av 11 provlokaler (Tabell 2). Ämnet ingår i de så kallade *Särskilda Förorenande Ämnen (SFÄ)*.

Tabell 2. De fyra ämnen som gör att god kemisk status ej uppnås i Skurusundet, samt koppar som ingår under ekologisk status.

Ämne	Antal mätningar	Gränsvärde	Observerad medelhalt	Antal mätningar överskridande gränsvärde
	<i>n</i>	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	$\mu\text{g}/\text{kg TS}$	
Bly (Pb)	10	120 000	165 700	40 %
Kadmium (Cd)	10	2 300	1 260	10 %
Antracen	6	24	55,3	67 %
Tributyltenn (TBT)	5	1,6	58,6	100 %
Koppar	11	52 000	76 900	55 %

2.6.3 Miljökvalitetsnormer

Beslutade miljökvalitetsnormer är att uppnå god kemisk ytvattenstatus (datum ej specificerat) och god ekologisk status till år 2027 (Tabell 3). Bedömningen för ekologisk status baseras på att god status inte kan uppnås till 2021 på grund av att över 60 procent av näringsämnesbelastningen kommer från utsjön². Dock måste åtgärder för Skurusundet genomföras till 2021 för att god ekologisk status ska kunna nås till 2027.

Tabell 3. Statusklassningar och miljökvalitetsnormer för recipient Skurusundet. Inom parantes anges år för utförd statusklassning och när miljökvalitetsnorm ska uppnås. Avgörande kvalitetsfaktor eller gränsvärden för bedömning av statusklassning anges under "Anledning".

	Kemisk ytvattenstatus	Ekologisk status
Statusklassning (år)	Ej god status (2019)*	Måttlig status (2019)
Anledning	Kadmium, bly, antracen, TBT	Växtplankton, näringsämnen (sommar), SFÄ (koppar)
Miljökvalitetsnorm (år)	God status*	God status (2027)

* Med undantag för överallt överskridande ämnen: kvicksilver, kvicksilverföreningar samt PBDE. För dessa ämnen bedöms problemen vara av sådan omfattning och karaktär att det i dagsläget saknas tekniska förutsättningar att åtgärda dem. De nuvarande halterna av kvicksilver och PBDE (december 2015) får dock inte öka.

Miljökvalitetsnormerna för vattenförekomster är bindande. En verksamhet ska inte tillåtas om den riskerar att orsaka en försämring eller äventyra uppnåendet av god status. Det räcker med en försämring av en kvalitetsfaktor för att en försämring av status ska ha skett (HaV, 2016).

För utredningsområdet av Fisksätra station innebär det att den inte ska orsaka en försämring av någon av de kvalitetsfaktorer som ingår i kemisk och ekologisk status. De viktigaste ämnena för att inte äventyra uppnåendet av god kemisk och ekologisk status

² Öppet vatten i havet utanför kusten, d.v.s. Östersjön.

bedöms enligt den senaste statusklassningen vara kadmium, bly, PAH (antracen), fosfor, kväve och koppar.

2.7 Dagvattenhantering för Fisksätra entré (norra centrum)

Då det parallellt med ombyggnation av Fisksätra station pågår ett förtätningsprojekt i angränsande Fisksätra entré (norra centrum, se Figur 13) kan det vara av vikt att ta hänsyn till förutsättningar och slutsatser från det planområdets dagvattenutredning (Eriksson m.fl., 2017). Detaljplanen innebär att nuvarande mark, bestående mestadels av parkeringar med mindre gräsbeklädda områden, ska omvandlas till sju nya kvarter med flerfamiljshus, äldreboende och förskola. Parkeringsgarage kommer att finnas under den nya bebyggelsen. Idag samlas dagvatten upp från alla parkeringsytor och takytor och leds direkt utan fördröjning och rening i slutna dagvattenledningar till recipienten Skurusundet.



Figur 13. Ungefärligt planområde för dagvattenutredning norra centrum i Fisksätra utförd av Geosigma AB (Eriksson m.fl., 2017).

Detaljplanen för Fisksätra entré skulle innebära både ett minskat dimensionerande 10-årsflöde (inklusive klimatfaktor) och en minskad föroreningsbelastning för de allra flesta ämnena från planområdet. I detta fall kräver dock kommunen att ett dimensionerande 30-årsregn (inkl. klimatfaktor) ska fördröjas ned till nuvarande flödesbelastning. Dessutom indikerar beräkningar en liten ökning av kadmium- och nickelbelastningen från området.

Eftersom möjligheterna för effektiv infiltration av dagvatten är begränsade ger utredningen förslag på att området därför ska förses med småskaliga lokala lösningar för hantering av dagvatten, exempelvis växtbäddar, trädplanteringar med skelettjordar, mindre gröna tak och porösa jordar under grönytor, där dagvattnet kan renas och fördröjas för att sedan kopplas på befintligt dagvattennät. Även dagvatten i anslutning till allmän platsmark längs Fisksätravägen föreslås avrinna till växtbäddar med trädplanteringar utmed Fisksätravägen (Eriksson m.fl., 2017).

Slutsatserna i ovan rapport bedöms inte inverka på den framtida dagvattenhanteringen inom utredningsområdet för Fisksätra station. Dagvattnet kring Fisksätra entré omhändertas lokalt och vägdagvatten från Fisksätravägen föreslås ledas till skelettjordar utmed vägen. Topografin innebär även att ytligt avrinnande dagvatten från Fisksätra entré inte når stationsområdet, annat än att en avrinningsväg går under järnvägsspåret i GC-tunneln och leds vidare om Skurusundet (se även Figur 10, s.12).

2.8 Krav på dagvattenhantering

Nacka kommun har utarbetat riktlinjer och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats för nyexploateringar. Riktlinjerna är framtagna i linje med de mål som beskrivs i kommunens *Dagvattenstrategi* och dokumentet *Anvisningar och principlösningar för dagvattenhantering på kvartersmark och allmän plats* samt med hänsyn till branschnormerna som presenteras i Svenskt Vattens publikation P105 och P110.

- Avrinningen ska begränsas genom anläggande av en stor andel grönytor, exempelvis gröna tak, växtbäddar och genomsläppliga beläggningar, som allt dagvatten ska ledas mot.
- Dagvattnet renas genom avledning till LOD-lösningar³ innan anslutning till ledningsnät. Vid kapacitetsbrist i befintliga ledningssystem kan ytterligare fördröjning krävas enligt VA-huvudmannen.
- LOD-lösningarna ska dimensioneras för ett regndjup på minst 10 mm (beräknat utifrån tillrinningsområdets reducerade area) innan avledning till kommunens ledningsnät.
- Uppehållstiden/tömningstiden för den fördröjda volymen motsvarande 10 mm avrunnen volym ska vara mellan 6 och 12 timmar⁴. Det är eftersträvansvärt att ha en längre uppehållstid uppemot 12 timmar men detta kan även anpassas beroende på recipient.
- LOD-lösningar ska inte gödslas för att undvika urlakning av näringsämnen till recipient.
- Skötsel- och egenkontrollprogram ska upprättas för LOD-lösningar i projekteringsstadiet av anläggningarna.
- Vid exploatering där avledning sker till befintligt dagvattennät ska utjämningsvolym (fördröjningsvolym) beräknas för ett dimensionerande 10-årsregn med klimatfaktor 1,25. Dagvattenflödena efter exploatering får inte öka.
- LOD-lösningarna ska gestaltas så att de skapar attraktiva miljöer. De ska bidra till en ökad biologisk mångfald och skapande av ekosystemtjänster i Nacka Stad.
- Perkolation till omgivande mark och grundvatten får inte ske där det föreligger risk för föroreningsspridning från förorenade områden.
- Höjdsättning av kvarter och allmän plats ska utföras så att dagvatten kan avledas på markytan vid extremregn då ledningsnätet är fullt. Ett dimensionerande 100-årsregn med klimatfaktor ska inte skada fastighet eller andra samhällsviktiga funktioner.

3 Beräkningar för dagvattenavrinning

I beräkningarna nedan för dimensionerande flöde, magasinsvolym och föroreningstransport ingår enbart utredningsområdet, inte uppströms liggande områden

³ LOD står för Lokalt Omhändertagande av Dagvatten och avser avledning via växtbädd, grönt tak, regnbädd, skelettjord eller annan lokal, oftast grön, lösning.

⁴ Detta innebär att mellan 75 och 80 procent av årsnederbörden kommer att omhändertas.

vars avrinning sker mot utredningsområdet. Föreslagna åtgärder för diffus avrinning mot utredningsområdet beskrivs istället kort i kapitel 5.6.

För beräkning av årsmedelavrinning och föroreningstransport har interpolerad nederbördsdata från LuftWebb (SMHI, 2019b) använts. Enligt data har Fisksätra en medelnederbörd på 647 mm beräknat på de 30 senaste åren (1988–2017).

3.1 Dimensionerande flöde

Dimensionerande flöde har beräknats enligt rationella metoden (Ekvation 1). Den rationella metoden är lämplig använda för områden mindre än 50 hektar som är nära rektangulärformade med liknande rinntider från olika delområden (Lyngfelt, 1981). Det är viktigt att förstå att metoden är en approximation där resultaten ska utläsas som ungefärliga.

Ekvation 1. Rationella metoden för beräkning av dimensionerande flöde

Q_{dim} = dimensionerande flöde

A = områdets areal

ϕ = områdets arealviktade avrinningskoefficient

$i(t_r)$ = dimensionerande regnintensitet

k_f = klimatfaktor

$$q_{dim} = A \cdot \phi \cdot i(t_r) \cdot k_f$$

Följande indata har använts:

- Klimatfaktorn (k_f) i den rationella metoden används för att kompensera för ökade framtida nederbördsmängd och -intensitet. I Svenskt Vattens P110 (2016) rekommenderar en klimatfaktor på minst 1,2. Här används klimatfaktor 1,25 enligt Nacka kommuns riktlinjer (kapitel 2.8).
- Den dimensionerande varaktigheten (t_r) definieras som den längsta rinntiden inom avrinningsområdet. Då området är litet antas rinntiden vara mindre än 10 minuter. Dock bör inte dimensionering ske för kortare rinntider än 10 minuter (P110).
- Återkomsttiden (T) anger sannolikheten att motsvarande flöde inträffar eller överskrids ett enskilt år. Ett 10-årsregn är ett regntillfälle där sannolikheten att det inträffar ett enskilt år är 10 %. Sannolikheten att ett 10-årsregn inträffar under någon gång under en 10-årsperiod är 63 %. Sannolikheten att ett 10-årsregn överskrids under en 10-årsperiod är alltså större än sannolikheten att den underskrids. Återkomsttiden sätts här till 10 år enligt Nacka kommuns riktlinjer (kapitel 2.8). Då området kan anses vara glesbebyggt skulle dock en återkomsttid på 2 år kunna användas enligt P110 (tabell 2.1). Beräkningarna bör därför ha en god marginal i och med ansättandet av 10 års återkomsttid.
- Områdets areal (A) och viktade avrinningskoefficient (ϕ) enligt Tabell 1.

I Tabell 4 redovisas resultatet av genomförda flödesberäkningar för nutida samt framtida markanvändning, för ett 2- och 10-årsregn med och utan en klimatfaktor på 1,25. Ett 10-årsregn förväntas med nuvarande markanvändning ge ett dagvattenflöde på 40 l/s (exkl. klimatfaktor) och med en framtida markanvändning 48 l/s inkluderat en klimatfaktor. Det innebär en ökning med 20 %.

Tabell 4. Dimensionerande flöde för nutida respektive framtida markanvändning för ett regn med 10 års återkomsttid och 10 minuters varaktighet, utan respektive med klimatfaktor 1,25.

	2 års återkomsttid		10 års återkomsttid	
	Q_{dim} [l/s]	Q_{dim} med kf [l/s]	Q_{dim} [l/s]	Q_{dim} med kf [l/s]
Nutida markanvändning	24	30	40	50
Framtida markanvändning	23	28	38	48

3.2 Magasinsbehov

Enligt Nacka kommuns dagvattenstrategi ska dagvattenåtgärder motsvarande 10 mm nederbörd omhändertas inom utredningsområdet vid ny- och ombyggnation. Detta motsvarar totalt 17 m³, se Tabell 5. För spårområdet som utgörs av makadam har det antagits att all nederbörd som faller på spårområdet kan omhändertas i själva banvallen, läs vidare i kapitel 5.1.

Tabell 5. Behov av magasinvolym för framtida exploatering för att omhänderta motsvarande 10 mm nederbörd för respektive markanvändning.

Framtida markanvändning	A_{red} [m ²]	Magasinsbehov [m ³]
Gräsyta	12	0,1
Takyta	60	0,6
Plattform	640	6,4
Banvall/spår och spårområde	250	2,5
GC-väg (inkl. anslutningsväg till plattform)	240	2,4
Skogsmark	46	0,5
Skogsmark med berg i dagen	440	4,4
Totalt		17

4 Föroreningsberäkningar

Föroreningstransport i avrinningsområdet har beräknats med StormTac (Larm, 2019); en statistiskt modell som bland annat modellerar föroreningsbelastning och föroreningshalter på årsbasis. Föroreningstransport och föroreningshalter i dagvatten inhyser i verkligheten stora inom- och mellanårsvariationer, samt stora geografiska skillnader. StormTac bygger på data från både Sverige och andra delar av världen, främst Västeuropa och USA. Därför är det svårt att ta hänsyn till lokala förutsättningar. Utifrån denna kunskap är det viktigt att tolka siffror med försiktighet då de inhyser stora variationer och osäkerheter.

Indata i StormTac har bestått av markanvändningsarealer enligt Tabell 1 tillsammans med årsmedelnederbörden (647 mm). Föroreningstransporten i dagvattensystemet (inkluderat både dagvatten och basflöde) har beräknats för kväve, fosfor, suspenderad substans (SS, partiklar) olja, sju tungmetaller och PAH. Generellt sker en mindre ökning med 5–15 % av föroreningar i och med planerad framtida markanvändning. Dock förväntas belastningen av bly och partikulärt material minska något (Tabell 6).

Tabell 6. Beräknad föroreningsbelastning från planområdet i nuläget samt efter exploatering. Beräkningarna är genomförda med schablonvärden i StormTac. Även förändringen i belastning är beräknad med ökad belastning i rött och minskad belastning i grönt.

Parameter			Nutida belastning	Framtida belastning	Förändring
Fosfor	P	[kg/år]	0,20	0,21	+6%
Kväve	N	[kg/år]	5,3	5,9	+10%
Bly	Pb	[g/år]	7,8	7,4	-4%
Koppar	Cu	[g/år]	51	58	+13%
Zink	Zn	[g/år]	101	111	+10%
Kadmium	Cd	[g/år]	0,22	0,23	+5%
Krom	Cr	[g/år]	7,7	8,7	+13%
Nickel	Ni	[g/år]	9,1	10	+12%
Kvicksilver	Hg	[g/år]	0,050	0,053	+7%
Partiklar	SS	[kg/år]	44	37	-18%
Olja	Oil	[kg/år]	1,0	1,1	+6%
PAH	PAH	[g/år]	0,72	0,83	+15%

Näringsämnestransporten motsvarar arealläckage på 6,9 kg N/ha/år och 0,26 kg P/ha/år, alltså i storleksordningen tre gånger större än medelarealläckaget inom hela Skurusundets avrinningsområde, som till hälften består av skogsmark (se avsnitt 2.6).

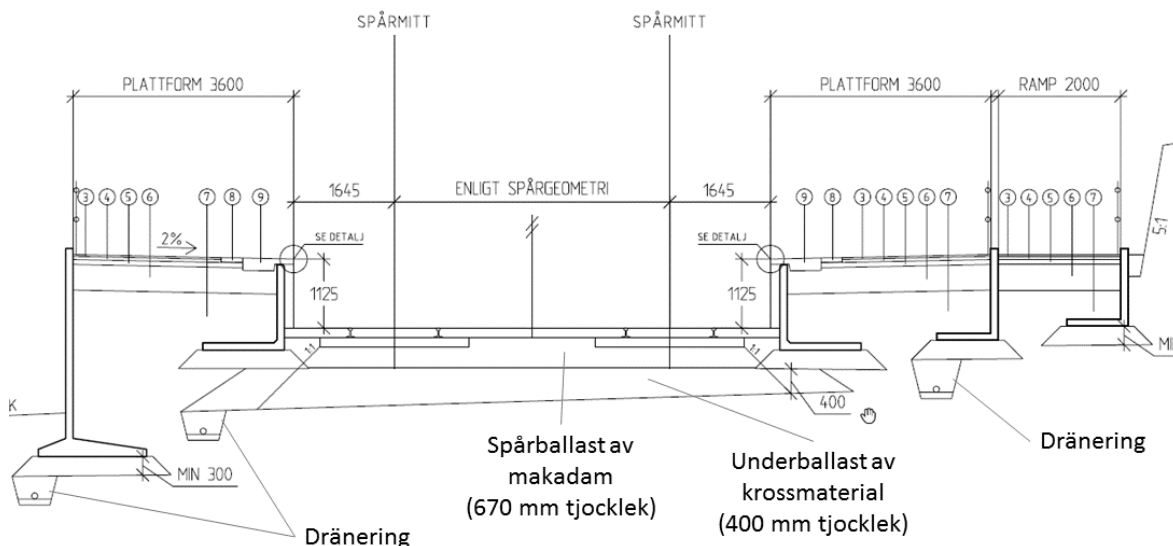
5 Förslag på dagvattenhantering

I kapitlets första tre avsnitt beskrivs hur dagvattensystemet bör byggas upp inom utredningsområdet för banvallen, plattformar och anslutningsvägar samt takytor. Det fjärde avsnittet redovisar förväntade effekter av föreslagna lösningar i relation till de riktlinjer som ställs av Nacka kommun. I det femte avsnittet följer en teknisk beskrivning för utformning och kapacitet av de föreslagna anläggningarna. Det avslutande avsnittet behandlar diffust ytavrinnande vatten som på grund av topografin tillkommer utredningsområdet.

5.1 Banvallen och spårområdet

Under räl och slipers är banvallen uppbyggd framför allt av spårballast och underballast. Närmast räl och slipers anläggs ett 670 mm tjockt lager av makadam (spårballast) utan nollfraktion. Den är underbyggd med 400 mm krossmaterial (underballast) som kan innehålla nollfraktion (Figur 14). Vid ombyggnation av Saltsjöbanan kommer antagligen dränering även införas under spår, utöver den befintliga som finns under grundläggningen för framkantselementen och för spåröverbyggnaden. Den nya dräneringen kommer att ta både fram- och bakkantselement⁵.

⁵ Franzon, S., Ramböll. Pers. komm. 2019-03-14.



Figur 14. Typsektion av spårområdet uppbyggnad vid plattform. Ritning modifierad från Franzon (2019).

Med en antagen porositet på 0,3 för makadam har det 670 mm tjocka lagret med spårballast utjämningskapacitet på 200 mm⁶. Den klarar med marginal att utjämna 10 mm nederbörd och därtill även dagvatten från omkringliggande ytor. Med en utbredning på 4 970 m² (Tabell 1) kan makadamlagret i banvallen magasinera cirka 1 000 m³, alltså betydligt mer än de 13 m³ som utgör områdets magasinsbehov (Tabell 5).

I och med att underballasten utgörs av krossmaterial med nollfraktion är dess infiltrationskapacitet betydligt lägre än makadamlagrets. Dagvattnet kommer långsamt perkolera ner genom detta lager innan det når dräneringen. På så vis finns även en inbyggd fördröjningsfunktion i banvallen för dagvattnet.

Ur reningssynpunkt kan det antas att filtreringen som sker genom makadambädden motsvarar en ungefärlig reningsgrad av ett makadamdike. I samband med filtreringsprocessen kan föroreningar sedimentera och avskiljas från dagvattnet innan det avleds vidare genom dräneringen mot recipient.

Om delar av banvallen inte anläggs med dräneringssystem innebär det att vattnet tillåts perkolera en längre väg genom markprofilen och ned till underliggande mark. Detta skulle ytterligare öka dess fördröjnings- och magasiningskapacitet.

Det bör säkerställas att makadamen som används till banvallen inte härstammar från orenade sprängmassor från exempelvis pågående infrastrukturprojekt i Stockholm med tunnelbygge. Det skulle kunna innebära en tillförsel av kväve i materialet, som i slutändan riskerar att lakas ut till recipient.

5.2 Plattformar och anslutningsvägar

För båda plattformarna anges en höjdsättning motsvarande 2 % lutning in mot banvallen (Figur 14). Även anslutningsvägar till plattformar som leder från omgivande GC-vägar bör höjdsättas om möjligt för att leda ner dagvatten som alstras på dessa ytor till banvallen.

⁶ Även lagret med underballast kan ha en viss utjämningskapacitet men den är svåruppskattad eftersom lagret kan innehålla nollfraktion.

För att minska risken för igensättning i banvallen på grund av sand, grus och smuts från plattform (se exempel i Figur 15) kan en dagvattenränna anläggas närmast spåret som fångar upp detta. Alternativt kan banvallen närmast plattformen behöva rensas med jämna mellanrum.



Figur 15. Närbild på spåret. Närmast plattformen, nederst i bilden, syns tydligt en ansamling av grus/sand.

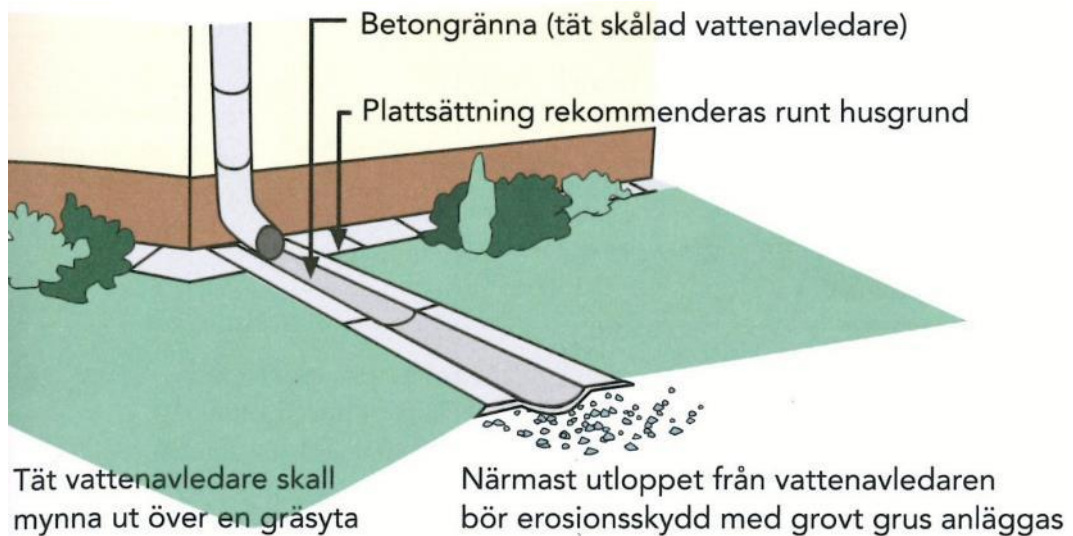
5.3 Takytor

Ett par mindre takytor kommer att uppkomma i och med framtida ombyggnation; ett teknikhus och en mindre hissbyggnad. Även detta takdagvatten leds med fördel till banvallen för rening och fördröjning.

Teknikhuset ska anläggas intill banvallen i en mindre svacka mellan spår område och Fisksätravägen. Idag är området beklätt med några få träd och en del sly (se Figur 16). Husets takdagvatten leds med fördel till banvallen. Beroende på höjdsättning av teknikhuset kan detta antingen ske genom takvattenutkastare med tät avledning i till exempel betongränna (se Figur 17). Om husgrunden ligger för lågt för detta bör takvattnet avledas i ett stuprör som lutar från tak ned till banvallen.



Figur 16. Vy över banvallen i områdets östra del. I nederkant av bild, till höger om spåret, är den ungefärliga placeringen av det planerade teknikhuset.



Figur 17. Takvattenutkastare med tät avledning. Betongrännan bör vara minst 2,5 m och marken luta 5 % de första 3 m från huset för att förhindra att takvattnet belastar husgrundsdräneringen (Svenskt Vatten, 2011).

Ett annat alternativ är att anlägga en stenkista (infiltrationsbädd) i svackan intill teknikhuset. Stenkistan kläs förslagsvis med fiberduk för att förhindra igenslamning. Ett dräneringsrör, som ansluts till dagvattennätet, läggs med fördel ett par decimeter ovanför botten för att möjliggöra infiltration till omkringliggande mark. På så sätt undviks belastning på dagvattennätet annat än vid intensiva eller långvariga nederbördsepisoder. För att omhänderta 10 mm avrunnen nederbörd från takytan krävs en magasineringvolym på $0,47 \text{ m}^3$ ($52 \text{ m}^2 \text{ takyta} \cdot 0,9 \text{ avrinningskoefficient} \cdot 10 \text{ mm}$). Detta motsvarar en grop på $1 \times 1 \times 1,5 \text{ m}$ (med en antagen porositet på 0,3).

Enligt riktlinjer ska dagvattnet hanteras inom utredningsområdet. Om denna riktlinje kan frångås vore ett pragmatiskt alternativ också att leda takdagvattnet till det låglänta gräs- och slybeklädda området. Här kan det förhållandevis ”rena” takdagvattnet infiltrera till omkringliggande mark.

Hissen som byggs ligger precis intill banvallen. Dess takdagvatten kan ledas direkt till banvallen antingen genom utkastare eller genom dräneringen i grunden.

5.4 Effekter av föreslagen dagvattenhantering

Föreslagna åtgärder utgörs framför allt av infiltrering och fördröjning av dagvatten i spårballasten/makadamlagret av banvallen. En teoretisk avskiljning för makadamdiken har beräknats i StormTac (Larm, 2019). Här har makadamdiket antagits utgöra 15 % av den tillrinnande reducerade arean, i verkligheten utgör makadamdikena på sidan av rälsen ett betydligt större område. Makadamtjockleken ansattes till 670 mm med porositeten 0,3 och hydraulisk konduktivitet på 36 m/h. En tjocklek på underbyggnad/undergrund/terrass ansattes till 1,0 m och maximalt tillåtet utflöde 40 l/s, motsvarande utredningsområdets nuvarande dimensionerande flöde för ett 10-årsregn (Tabell 4).

Med fördröjning och rening i banvallens makadamlager förväntas utgående föroreningsmängder att minska för alla parametrar med minst 40 % (Tabell 7). Notera att framtida föroreningsbelastning är beräknad utifrån en bruttoavskiljning. Med dagvattenåtgärder som dimensioneras för omhändertagande av avrinning motsvarande 10 mm nederbörd omhändertas cirka 84 % av årsnederbörden i Stockholmsområdet. Detta innebär att 16 % leds förbi dagvattenanläggningen, vilket brukligen subtraheras från bruttoavskiljningen. I detta fall kan dock banvallen omhänderta betydligt större nederbördstillfällen och nära 100 % av årsnederbörden, vilket motiverar att redovisa bruttoavskiljningen.

Tabell 7. Beräknad föroreningsbelastning för framtida markanvändning med föreslagna åtgärder.

Parameter			Nutida belastning	Framtida belastning efter åtgärder*	Förändring
Fosfor	P	[kg/år]	0,20	0,07	-63%
Kväve	N	[kg/år]	5,3	2,1	-60%
Bly	Pb	[g/år]	7,8	1,6	-80%
Koppar	Cu	[g/år]	51	11	-78%
Zink	Zn	[g/år]	101	12	-88%
Kadmium	Cd	[g/år]	0,22	0,02	-90%
Krom	Cr	[g/år]	7,7	3,1	-59%
Nickel	Ni	[g/år]	9,1	4,7	-49%
Kvicksilver	Hg	[g/år]	0,050	0,019	-62%
Partiklar	SS	[kg/år]	44	13	-70%
Olja	Oil	[kg/år]	1,0	0,6	-40%
PAH	PAH	[g/år]	0,72	0,17	-77%

* Bruttoavskiljning i makadamdike

5.5 Teknisk beskrivning av åtgärdsförslag

Spåren på banvallen kommer att omgärdas av områden uppbyggda av makadam och krossmaterial med dränering under. Vid brantare partier kommer dessa utformas som ett starkt sluttande dike/slänt medan det på plattare partier (vid t.ex. plattformarna) kommer att höjdsättas ungefär i höjd med spåret. Oavsett utformning kommer en fördröjnings- och reningsvolym skapas liknande den i ett makadamdike.

Ett makadamdike anläggs traditionellt genom att ett meterdjupt grävt dike fylls med krossad och storlekssorterad sten utan nollfraktion (makadam). Oftast fylls diket först upp med grövre fraktioner av makadam, med ett finare lager ovanpå. Det är viktigt att överytan behåller sin genomsläpplighet. I botten kan geotextil eller geomembran anläggas beroende på föroreningsbelastning och egenskaper hos underliggande mark (Figur 18). Botten av diket bör vara minst 0,5 m och lutningen i längdled inte mer än en procent.



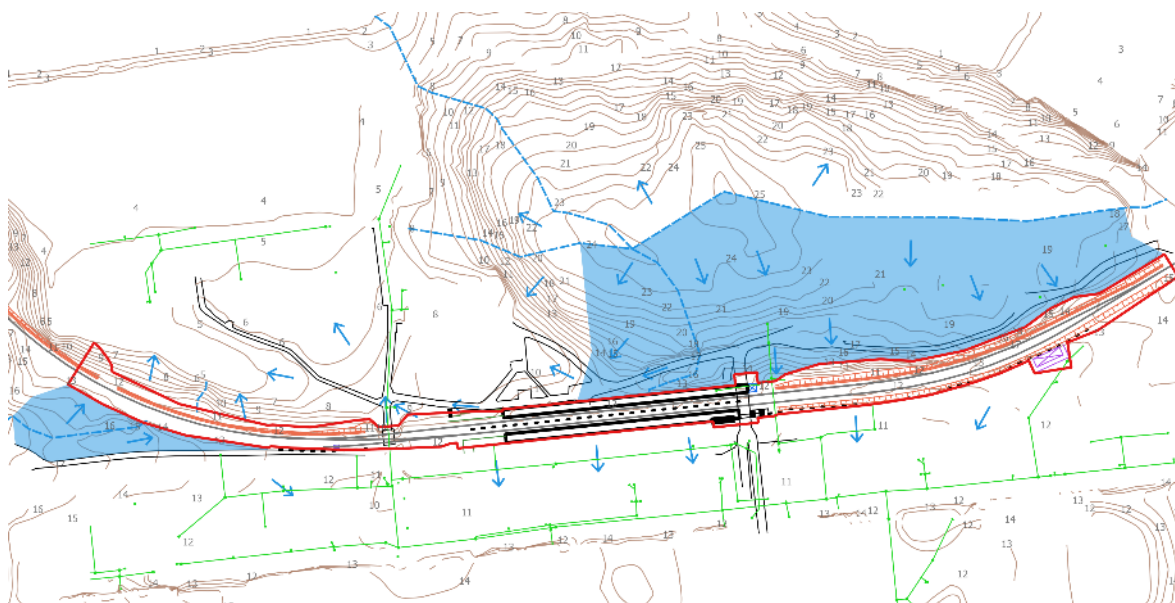
Figur 18. Exempel på utformning av makadamdike som angränsar till banvall.

Ett makadamdike ger flödesutjämning samt viss rening av dagvattnet. I jämförelse med andra dagvattenanläggningar har makadamdiken relativt låga anläggningskostnader och är yteffektiva. Makadamdiken avskiljer främst partikelbundna föroreningar genom sedimentation. Avskiljningsgraden ligger generellt mellan 50 och 90 procent. För lösta näringsämnen avskiljs troligen mellan 10 och 20 procent (Stockholm Vatten och Avfall, 2017).

Dräneringsrör i banvallen bör läggas någon decimeter ovanför botten för att skapa sedimentations- och utjämningsmagasin som ytterligare stärker reningseffekten. Å andra sidan tillåts vattnet i ett makadamdike utan dränering att perkolera ner till underliggande mark för att på så sätt stärka den naturliga grundvattenbildning och minska utflödet till recipient. I delar av utredningsområdet där marken består av tunn morän ovanpå berg i dagen är grundvattenbildningen troligen begränsad. I områden ovanpå fyllnadsmassor beror infiltrationskapaciteten helt på massornas egenskaper (se Figur 3).

5.6 Diffust avrinnande vatten från ytor utanför utredningsområde

Som framgår av synes i Figur 10 tillrinner en del vatten ytledes från områden utanför utredningsområdet mot banvallen. Det är framför allt ett område på cirka 15 300 m² nordöst om utredningsområdet, samt ett mindre på cirka 1 740 m² i områdets sydvästra del (Figur 19).



Figur 19. Blåa områden markerar ytledes avrinnande vatten mot utredningsområdet. Detta sker främst från omkringliggande mark bestående av skog med berg i dagen.

Områdena består av skogsmark på berg i dagen med ett tunt moräntäcke. En del av avrinningen från det nordöstra området kan antagligen avledas bort mot grönområdet i nordväst av den GC-väg som leder upp mot Fisksätraskolan. Dock har GC-vägen ingen kantsten varför en del vatten troligen också rinner vidare mot stationsområdet och banvallen.

En försiktig (pessimistisk) volymsberäkning skulle innebära att 10 mm avrinning från dessa områden skulle motsvara 115 + 13 m³ som tillrinner banvallen, vilket ändå är betydligt mindre än dess kapacitet på 1 000 m³. Då har det antagits att hela de tillrinnande områdena bidrar (ingen avledning via GC-väg) och en avrinningskoefficient på 0,75 (motsvarande berg i dagen, med skog och morän sjunker denna siffra). Denna tillrinning innebär alltså ingen kvantitativ belastning på utredningsområdets omhändertagande av dagvatten.

Kvalitativt sett kan detta relativt ”rena” dagvatten dock späda ut det dagvattnet som alstras inom utredningsområdet. Detta kan ge något sämre reningsgrader än beräknat men då det finns marginal i förväntad reningseffekt (se Tabell 7) bör detta inte anses som ett problem. Tvärtom sker ändå kvantitativt sett en större avskiljning av föroreningar, i och med att större volymer dagvatten omhändertas, än om dagvattnet från högre omgivande mark inte skulle ledas till banvallen.

6 Slutsatser

- En pågående detaljplan i det angränsande området Fisksätra entré (norra centrum) bedöms inte påverka utredningsområdet. Dagvattenutredningen för detta område föreslår att dagvatten omhändertas i lokala lösningar inom planområde. Inga ytor inom Fisksätra entré bedöms heller alstra dagvatten som avleds eller rinner mot utredningsområdet för Fisksätra station.
- Planerad ombyggnation av Fisksätra station från ett till två spår förväntas få mindre inverningar på dagvattenhanteringen i utredningsområdet. Ett dimensionerande 10-årsflöde ökar från nuvarande 40 l/s (utan klimatfaktor) till framtida 48 l/s (med klimatfaktor). Årlig belastning av de flesta föroreningar som transporteras med dagvattnet förväntas ökas något med 5 till 15 procent. Två föroreningsmängder minskar något.
- Banvallen kommer att utformas med ett ovanpåliggande 670 mm tjockt makadamlager. Den har därmed en tillräcklig magasinvolym att omhänderta 10 mm avrunnen nederbörd från alla ytor i utredningsområdet, samt naturligt tillrinnande vatten från utanförliggande avrinningsområden.
- Dräneringsrör som anläggs i banvallen bör höjdsättas någon decimeter ovanför bottennivån för att skapa magasin för utjämning och sedimentering. Dräneringsrör kan undvikas i de delar där underliggande mark tillåter vatten att infiltrera.
- Dagvatten från plattform, anslutningsvägar och takytor bör ledas till banvallens makadamfyllnad. Plattformarna och vägarna höjdsätts lämpligen med en lutning på cirka 2 % in mot banvallen. Takdagvatten leds via täta avledare, stuprör och utkastare.
- Med föreslagna åtgärder uppnås en fördröjning av dagvattnet samt en minskad föroreningsbelastning inom utredningsområdet.
- Planen bedöms därigenom inte riskera att försämra möjligheten för recipienten Skurusundet att uppnå beslutade miljö kvalitetsnormer.

Referenser

- ENIRO, 2019. Kartor, vägbeskrivningar, flygfoton, sjökort & mycket mer [internet]. (c) *Lantmäteriet*. Tillgängligt: <https://kartor.eniro.se> [Hämtad 2019-3-20].
- ERIKSSON, S., ASKLING, P., och HAMMAR, F., 2017. *Dagvattenutredning för Norra centrum i Fisksätra, Stena Fastigheter*. Uppsala: Geosigma, Nr. 15265.
- FRANZON, S., 2019. *Tattby: Mark: Typsektion*. Stockholm: Ramböll Sverige AB, Ritning A:1 Nr. m-5632-110-901-0001.
- HAV, 2016. *Följder av Weserdomen - Analys av rättsläget med sammanställning av domar*. Göteborg: Juridiska enheten, Nr. 2016:30.
- LANTMÄTERIET, 2019. Kartsök och ortnamn [internet]. Tillgängligt: <https://kso.etjanster.lantmateriet.se/> [Hämtad 2019-3-21].
- LARM, T., 2019. StormTac Web [internet]. Tillgängligt: <http://app.stormtac.com/> [Hämtad 2019-4-9].
- LYNGFELT, S., 1981. *Dimensionering av dagvattensystem - Rationella metoden*. Göteborg: Chalmers tekniska högskola, Rapport Nr. 56.
- LÄNSSTYRELSEN, 2020. VISS - Vatteninformationssystem Sverige [internet]. Tillgängligt: <http://viss.lansstyrelsen.se> [Hämtad 2020-1-22].
- LÄNSSTYRELSEN STOCKHOLM, 2015. *Rekommendationer för lägsta grundläggningsnivå längs Östersjökusten i Stockholms län - med hänsyn till risken för översvämning*. Stockholm, Nr. Fakta 2015:14.
- SCALGO, 2019. SCALGO Live [internet]. Tillgängligt: <https://scalgo.com/live/> [Hämtad 2019-3-21].
- SGU, 2019. SGU:s Kartvisare [internet]. *Jordartskartan skala 1:1250*. Tillgängligt: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-jordarter-25-100.html>.
- SMHI, 2019a. Vattenwebb - Modelldata per område [internet]. Tillgängligt: <http://vattenwebb.smhi.se/modelarea/> [Hämtad 2017-3-26].
- SMHI, 2019b. LuftWebb [internet]. Tillgängligt: <http://luftwebb.smhi.se/> [Hämtad 2017-3-26].
- STOCKHOLM VATTEN OCH AVFALL, 2017. *Anläggningar för kvartersmark - I mark - Makadamdike* [internet]. *Hållbar dagvattenhantering i Stockholms stad*. Tillgängligt: <http://www.stockholmvaattenochavfall.se/dagvatten/tekniska-losningar2/anlaggningar-for-kvartersmark/i-mark/#!/makadamdike> [Hämtad 2018-11-2].
- SVENSKT VATTEN, 2011. *Hållbar dag- och dränvattenhantering – råd vid planering och utförande*. Stockholm, Nr. P105.
- SVENSKT VATTEN, 2016. *Avledning av dag-, drän-, och spillvatten: Funktionskrav, hydraulisk dimensionering och utformning av allmänna avloppssystem*. Stockholm, Rapport Nr. P110.
- TRAFIKVERKET, 2019. Vägtrafikflödeskartan [internet]. v.1.4.0.2. Tillgängligt: <http://vtf.trafikverket.se/SeTrafikinformation#> [Hämtad 2019-3-27].