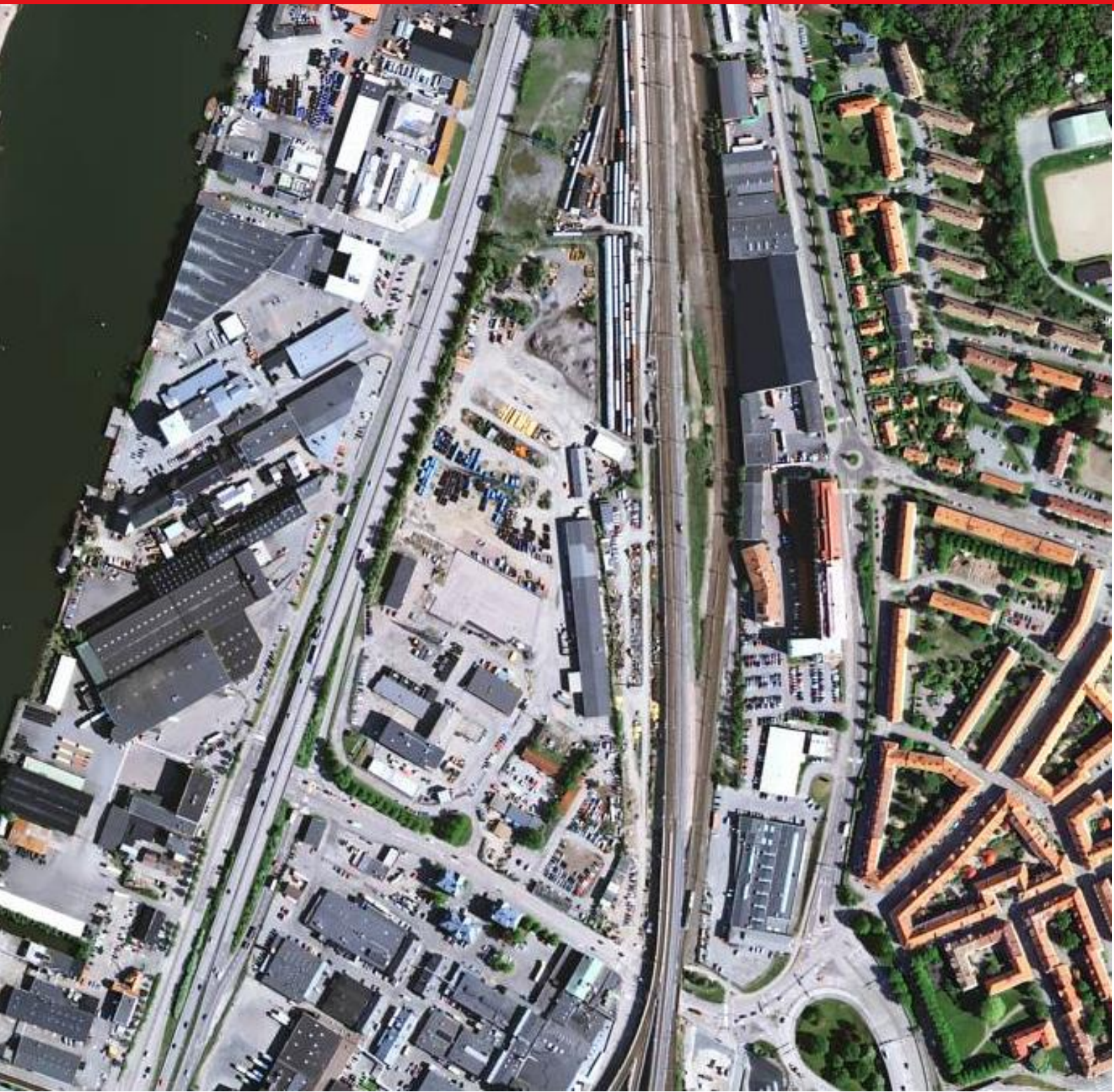


PM Avvattning E45 Slakthusmotet

Göteborgs Stad, Västra Götalands län

Projektnummer: 109350

2017-02-06



Dokumenttitel: PM Avvattning
Skapat av: ÅF-Infrastructure AB
Dokumentdatum: 2017-02-06
Dokumenttyp: Tekniskt PM
Ärendenummer: TRV 2015/95285
Projektnummer: 109350
Version: 1.0

Utgivare: Trafikverket
Kontaktperson: Sandra Larsson
Uppdragsansvarig: ÅF-Infrastructure AB
Distributör: Trafikverket, Kruthusgatan 17, 411 04 Göteborg, telefon: 0771-921 921

Innehåll

1 Inledning	6
1.1 Syfte.....	6
1.2 Metod.....	6
2 Avvattningsteknisk utredning.....	7
2.1 Allmänt	7
2.2 Topografi	7
2.3 Ytvatten	7
2.3.1. Recipient för dagvatten.....	8
2.3.2. Föroreningar i vägdagvatten	8
2.4 Markavvattningsföretag	9
2.5 Jordarts- och dränförhållanden	9
2.6 Grundvatten	9
2.7 Vattendelare	9
3 Avvattningsrelaterade befintligheter	9
3.1 Befintliga dagvattenledningar	9
3.2 Kondition och teknisk livslängd.....	10
3.3 Avrinningsområden och dagvattenflöden.....	11
3.4 Befintlig dagvattenrening.....	12
4 Föreslagen avvattningsanläggning	12
4.1 Dagvattenledningar och anordningar	14
4.1.1. Teknisk livslängd.....	14
4.1.2. Flödesdimensionering	14
4.1.3. Dimensionerande vattenlast	14
4.2 Dränering	15
4.3 Föreslagen dagvattenrening.....	15
4.3.1. Föreslagen reningsanläggning.....	15
4.3.2. Föroreningsberäkning	16
4.3.3. Fördröjning.....	17
4.3.4. Skydd mot utsläpp vid olycka.....	18
4.4 Högsta högvatten	18
4.4.1. Karakteristiska nivåer Göta Älv	18
4.4.2. Planeringsnivåer Göteborgs Stad	18
4.4.3. Dimensionerande högvattennivå för E45	18
4.4.4. Angränsande projekt	19
<i>Planarbete Slakthusområdet</i>	19

<i>Tunnel från Artillerigatan</i>	19
4.4.5. Föreslaget högvattenskydd	19
4.4.6. Översvämningsekvenser	20
4.4.7. Extrem vädersituation/konsekvenser vid skyfall	21
5 Referenser	22
6 Bilagor	23

Sammanfattning

PM Avvattning har tagits fram som underlag för vägplan gällande Trafikverkets projekt E45 Slakthusmotet i Göteborgs Stad. I projektet byggs en ny bro för bräddning av E45 och nya av- och påfarter kring Slakthusmotet. Syftet har varit att beskriva befintlig avvattning, ge förslag på hantering av dagvatten med nya situationen samt beskriva hur högsta högvatten hanteras.

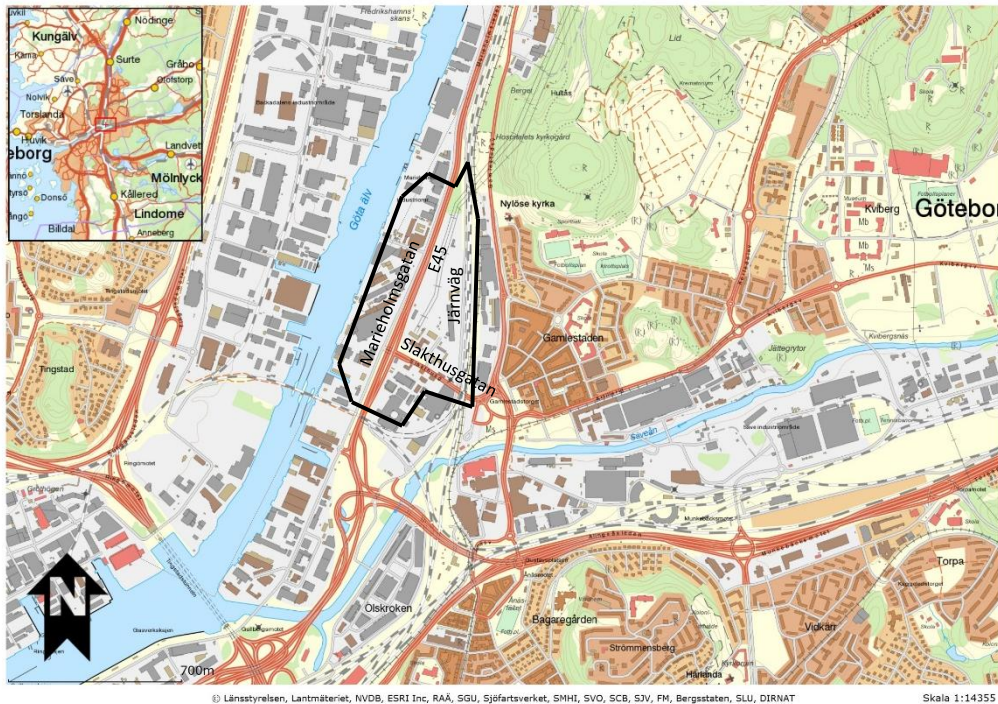
E45 vid Slakthusmotet avvattnas idag till två utloppsledningar som mynnar i Göta Älv. Dagvatten renas genom översilning i vägslänt och infiltration. Avvattningen av vägdagvatten från E45 föreslås även i fortsättningen ledas till befintliga utloppsledningar i norra respektive södra delen av utredningsområdet. Norr och söder om bron placeras fördröjnings- och reningsanläggningar utformade som gräsbeklädda svackdiken med makadam och dränledning i botten. Dagvatten söder om Slakthusbron avvattnas delvis till befintlig dagvattenledning som leder till Marieholmsförbindelsens dammar. Föroreningsberäkningar visar att föreslagna svackdiken renar vägdagvattnet så att utsläppsmängderna från E45 hamnar omkring 15-80 % lägre än utsläpp till recipient från dagens väganläggning.

Högsta högvatten har utretts med anledning av att området är lågt beläget och närheten till Göta Älv. Framförallt är passagen under Slakthusbron utsatt vid höga vattennivåer. Högvattenskydd på E45 bör dimensioneras med hänsyn till dagens högsta högvattennivå samt ta höjd för stigande nivåer på medellång sikt. Trafikverket anser att +2.4 är en rimlig skyddsnivå, vilket motsvarar en 200-årshändelse år 2060-2070. E45 kommer dock skyddas för nivån +2.9 i överensstämmelse med Länsstyrelsens önskemål. De kommunala gatorna Marieholmsgatan och förbindelsevägen föreslås skyddas för nivån + 2.4 i överensstämmelse med Göteborg Stads strategi för stigande nivåer på medellång sikt. Med kompletterande åtgärder kan Slakthusmotets högvattenskydd även utgöra del av ett större sammanhängande skydd för området öster om E45. Gemensam planering och prioritering med staden är nödvändig för att de tekniska lösningarna ska bli säkra och kostnadseffektiva.

1 Inledning

PM Avvattning har tagits fram som underlag för vägplan gällande Trafikverkets projekt E45 Slakthusmotet i Göteborgs Stad.

ÅF Infrastructure AB har inom ramen för projektet utrett befintlig och framtida avvattning inom utredningsområdet för projektet. Utredningsområdet redovisas i Figur 1.



Figur 1. Översiktsbild över utredningsområdet.

1.1 Syfte

Syftet med detta PM är att beskriva befintlig avvattningssituation i och omkring utredningsområdet, hur utbyggnad av väg E45 Slakthusmotet påverkar befintlig avvattning samt ge förslag på hur E45 Slakthusmotet kan avvattnas.

1.2 Metod

Baserat på underlag från Ledningskollen samt genom samordning med ledningsägare har befintligt avvattningssystem kartlagts. Vattendelare och avrinningsområden har identifierats i utredningsområdet samt i den närliggande omgivningen utifrån topografiska uppgifter. Information om förekomst av ytvatten, drän- och jordartsförhållanden med mera har inhämtats från tidigare genomförda studier gjorda med anledning av ombyggnationen av Slakthusmotet vid väg E45 samt från Tekniskt PM Geoteknik, daterat 2016-09-30.

Nytt dagvattensystem har dimensionerats enligt Trafikverkets rådsdokument Avvattningsteknisk dimensionering och utformning - MB310. Föroreningsberäkning har utförts utifrån Trafikverkets rådsdokument Väg dagvatten, råd och rekommendationer för val av miljögård samt StormTac. Skyddsnivåer för högvatten har tagits fram i samråd med Trafikverket, Göteborgs Stad och Länsstyrelsen.

2 Avvattningsteknisk utredning

Detta kapitel beskriver befintliga avvattningsförhållanden inom utredningsområdet.

2.1 Allmänt

Inom utredningsområdet förekommer inga större vattendrag, men i direkt närhet ligger Göta Älv och Säveån.

Generellt har byggnader, gator och järnväg i närhet till vägområdet påverkat den naturliga dagvattenavrinningen. Detta resulterar i att järnväg och delar av gatorna fungerar som vattendelare och att dagvatten avleds via diken och dagvattenledningar. Markytorna är i huvudsak hårdgjorda med enstaka områden med gräs och buskage. Inom området finns ett flertal verksamheter varav några industrier.

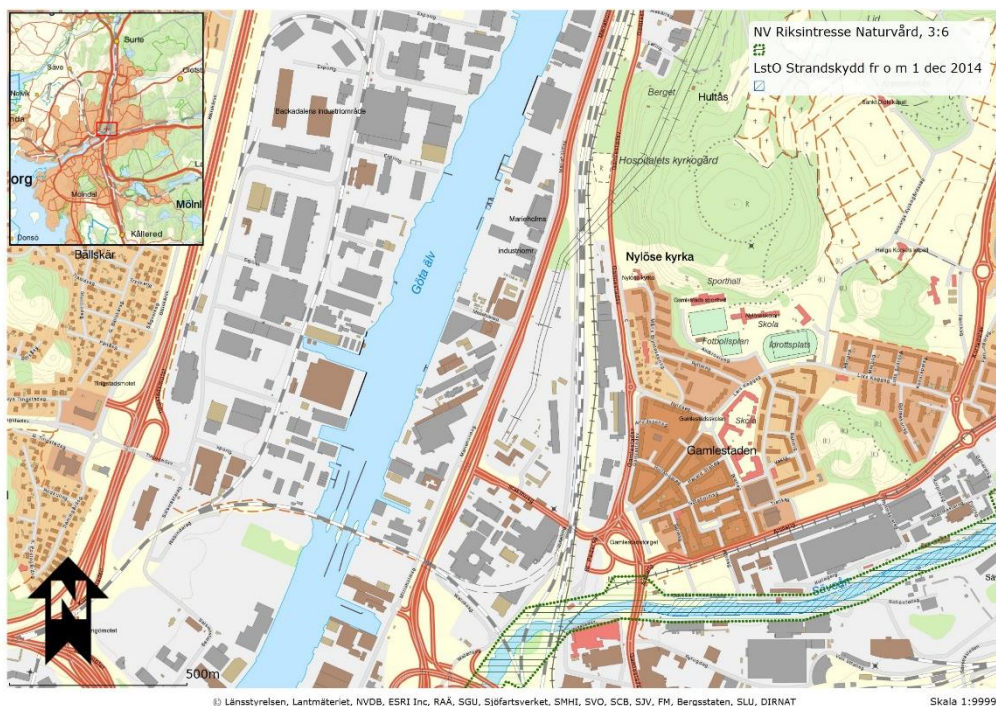
Översiktligt avvattnas området till två utloppsledningar som mynnar i Göta Älv: en utloppsledning norr om Slakthusgatan och en utloppsledning söder om Slakthusgatan, se bilaga 1. Väg E45 norr om Slakthusgatan avvattnas till den norra utloppsledningen medan E45 söder om Slakthusgatan, Marieholmsgatan samt Slakthusgatan avvattnas till den södra utloppsledningen. Söder om den södra utloppsledningen leds dagvattnet till dagvattensystem vid Marieholmsförbindelsen.

2.2 Topografi

Utredningsområdet är relativt flackt med svag lutning mot Göta Älv. Nordöst om utredningsområdet finns ett berg, som tillsammans med lågpunkten under Slakthusbron samt lågpunkten under Norge/Vänerbanan i angränsning mot Gamlestaden utgör de enda betydande höjddifferenserna kring området.

2.3 Ytvatten

Närliggande ytvatten är Göta Älv och Säveån som är skyddsvärda vattendrag och omfattas av miljö kvalitetsnormer (MKN) för ytvatten enligt Västerhavets vattendistrikts föreskrifter samt av förordningen om MKN för fisk- och musselvatten. Säveån ingår i Natura 2000-område och är av riksintresse. Delar av Säveåns strand omfattas av strandskydd, se Figur 2. Göta Älv är ytvattentäkt för dricksvatten och råvattenintaget vid Lärjeholm, som ligger ca 3 km norr om utredningsområdet, är föreslaget som riksintresse för vattenförsörjning.



Figur 2. Sæveån är ett riksintresse och omfattas delvis av strandskydd.

2.3.1. Recipient för dagvatten

Recipienten för dagvatten från utredningsområdet är Göta Älv. För avrinningsområdet öster om järnvägen utanför vägområdet är främst Sæveån recipient för dagvatten. Detta område berörs dock inte av de ändrade avvattnings tekniska förhållanden detta projekt bidrar till.

2.3.2. Föroreningar i vägdagvatten

Föroreningar som transporteras med vägdagvatten har flera källor som exempelvis trafiken, underhållsåtgärder och luftföroreningar. I Tabell 1 redovisas översiktligt vilka föroreningar som riskerar att hamna i vägdagvattnet och varifrån de kommer.

Tabell 1. Föroreningar i vägdagvatten.

Föroreningskälla	Förorening
Avgaser	Kväveoxider, kolväten och tungmetaller
Korrosion och förslitning från skyltar och fordon	Tungmetaller, vanligen zink och koppar
Däckslitage	Sot, gummapolymerer och tungmetaller, främst zink
Halkbekämpningsmedel	Salt som består av natrium och kloridjoner
Slitage av vägbeläggning	Kolväten
Spill från fraktgods, trafikolyckor, om- eller nybyggnation	Olja, diverse miljöfarliga ämnen

2.3.3. Lokala riktvärden Göteborgs Stad

Miljöförvaltningen i Göteborgs stad har satt upp riktvärden för föroreningar som gäller vid utsläppspunkt till recipient (Göteborgs stad, 2013) samt krav vid utsläpp till Kretslopp och Vattens dagvattenledningar, se Tabell 2. I tabellen redovisas även schablonhalter för vanligt förekommande föroreningar i dagvatten från väganläggningar med årsmedeldygnstrafik över 30 000 (Trafikverket, StormTac). Spridningen på

schablonhalterna redovisade av Trafikverket visar att föroreningshalten i vägdagvatten kan variera markant.

Tabell 2. Riktvärden vid utsläpp av föroreningar (Göteborgs stad, 2013) samt schablonhalter för vanligt förekommande föroreningar i dagvatten (Trafikverket, StormTac). * Uppgift saknas.

	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	SS	Olja
RIKTVÄRDEN								
Miljöförvaltningen (µg/l)	50	1250	14	10	30	0,4	25 000	1000
SCHABLONHALTER								
Trafikverket (µg/l)	100-3000	1000-10 000	20-1000	10-800	100-1000	0,5-100	100 000-5 000 000	*
SCHABLONHALTER								
StormTac (µg/l)	240	2400	30	72	432	0,48	133 000	890

2.4 Markavvattningsföretag

Inga kända markavvattningsföretag finns i eller i anslutning till utredningsområdet.

2.5 Jordarts- och dränförhållanden

Marieholmsgatan och dess omgivning ingår i Göta Älvs dalsänka som består av mycket mäktiga leravlagringar. De naturliga jordlagren inom det aktuella området utgörs generellt överst av fyllnadsmassor och naturligt avsatt jordmaterial som består av sand, silt och gyttja med varierande mäktighet som underlagras av lös siltig lera som vilar på ett friktionsjordlager på berg. Leran blir fastare med djupet.

Generellt inom området uppgår lermäktigheten till mer än 50 m. Flera resultat på utförda borrhningar visar på ett lerdjup som varierar mellan ca 80-100 m. I östra delen av området, i läge för Norge/Vänerbanan finns ett grundare parti där djupet till berg är som minst ca 25-30 m.

2.6 Grundvatten

Den fria grundvattenytan varierar generellt mellan ca 0,5-1,5 m under markyta.

Göteborg har en vilande grundvattenförekomst vid Gamlestaden som i dagsläget inte används för dricksvattenuttag. Enligt ramdirektivet för vatten ska grundvattnet ändå skyddas och bevaras för framtida användning (Göteborgs Stad, 2016).

2.7 Vattendelare

Befintliga ytvattendelare inom området är Slakthusbron samt järnvägen, se blåa områden i Figur 3.

3 Avvattningsrelaterade befintligheter

Dagvatten från befintlig väganläggning avvattnas genom översilning över vägslänt, infiltration samt transport i dike och ledningar. Dagvattnet i området leds till två utloppspunkter i Göta Älv.

3.1 Befintliga dagvattenledningar

Större huvudledningar i området redovisas nedan. Se även bilaga 1. Mer information om befintliga ledningar finns i PM Ledningar.

D 1500 mm, betong. Utloppsledning till Göta Älv som korsar E45 ca 440 meter norr om Slakthusgatan. Grundlagd på pålad betongplatta. Utloppsledning för E45 delen norr om Slakthusgatan samt för Gamlestaden. Ledningsägare Kretslopp och Vatten.

D 800 mm, betong. Utloppsledning till Göta Älv ca 120 meter söder om Slakthusgatan. Utloppsledning för E45 delen söder om Slakthusgatan, Marieholmsgatan och Slakthusgatan. Ledningsägare Kretslopp och Vatten.

D 600 mm betong. Längsgående ledning Slakthusgatan. Avvattnar Slakthusgatan. Ledningsägare Kretslopp och Vatten.

D 300-600 mm betong. Längsgående ledning Marieholmsgatan. Avvattnar Marieholmsgatan. Ledningsägare Kretslopp och Vatten.

D 300-400 mm betong. Längsgående ledning E45. Avvattnar E45 delen norr om Slakthusgatan. Ledningsägare Trafikverket.

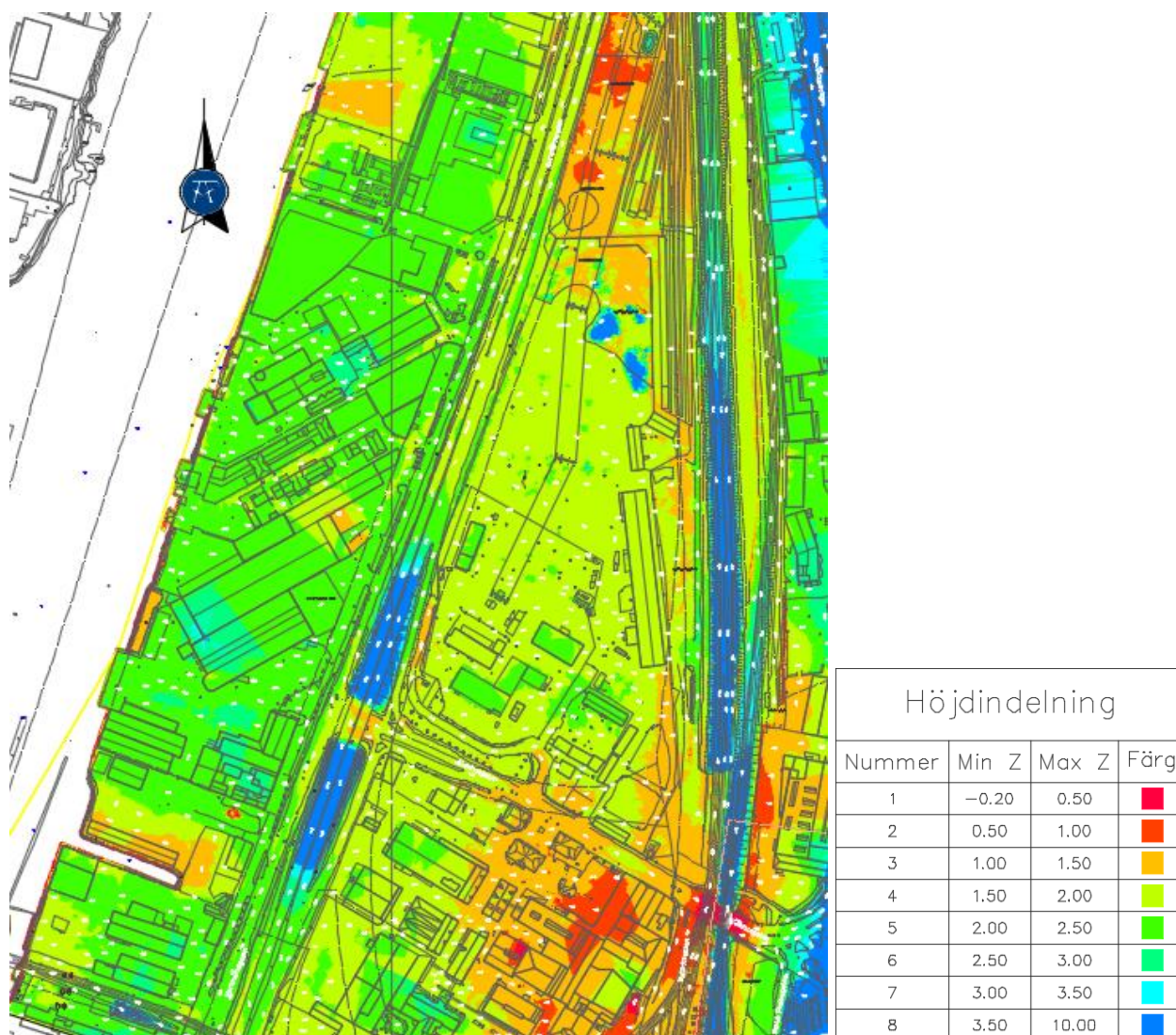
D 300 mm betong. Längsgående ledning E45. Avvattnar E45 delen söder om Slakthusgatan. Ledningsägare Trafikverket.

3.2 Kondition och teknisk livslängd

Dagvattenledningarna i området är till största del från 60- till 70-talen och en del av ledningarna, bland annat Slakthusgatan, har satt sig. På de sträckor där ny väg anläggs föreslås befintliga ledningar ersättas av nya.

3.3 Avrinningsområden och dagvattenflöden

Området kring Slakthusmotet är ett i stort sett plant område med små höjdvariationer. Det går dock att urskilja några olika områden, se Figur 3.



Figur 3. Marknivåer i utredningsområdet. Röd färg motsvarar lägsta nivåerna och blått högre områden.

Väster om E45 och Marieholmsgatan ligger marknivåerna generellt omkring +2.0 till +2.5. Det finns dock några områden med nivåer omkring +1.5. Området består uteslutande av hårdgjorda ytor med industribebyggelse och avvattnas generellt via dagvattenserviser till befintligt dagvattensystem i Marieholmsgatan som i sin tur är kopplat till den södra utloppsledningen som mynnar i Göta Älv, se kapitel 3.1. Ytavrinningen inom området har ingen tydlig riktning, men det är sannolikt att det dagvatten som inte fångas upp av dagvattennätet letar sig mot älven.

Mellan E45 och järnvägen ligger marknivåerna generellt omkring +2.0. Omkring Slakthusgatan och Waterlooogatan ligger marken dock lägre, omkring ca 1.0 – +1.5. Även i norr finns ett lägre liggande område som ligger omkring dessa nivåer. Den lägst liggande delen i området mellan E45 och järnvägen är passagen under järnvägen där Slakthusgatan ligger på nivån -0.1. Området mellan E45 och järnvägen består till stor del av hårdgjorda ytor och avvattnas bl.a. via dagvattenserviser till befintligt

dagvattensystem i Slakthusgatan som i sin tur är kopplat till den södra utloppsledningen som mynnar i Göta Älv, se kapitel 3.1. Ytavrinningen inom området har ingen tydlig riktning, men det är sannolikt att den sker i två riktningar, dels mot de lägre liggande delarna omkring Slakthusgatan och dels mot de lägre liggande delarna i norr.

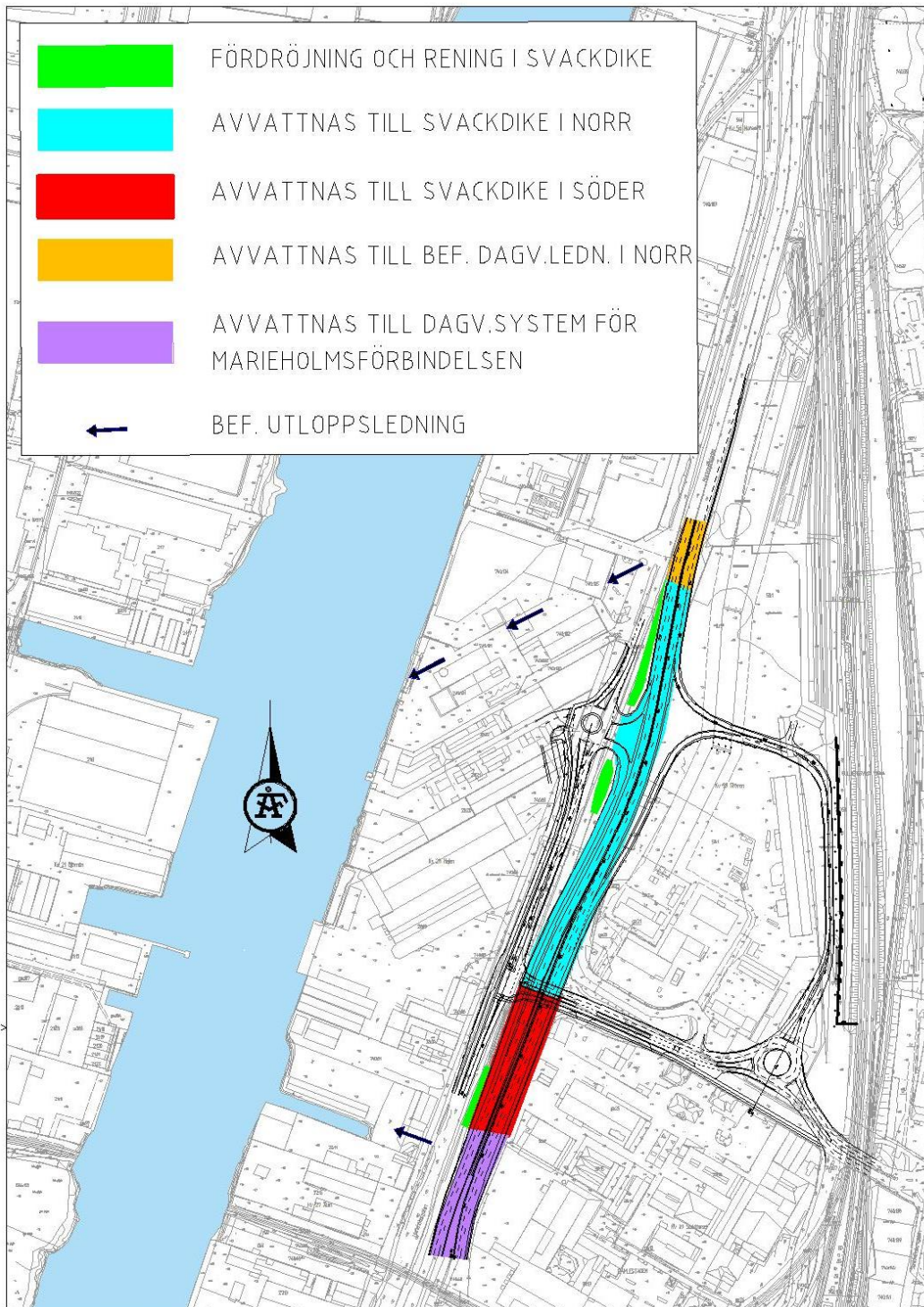
3.4 Befintlig dagvattenrening

Befintlig avvattning som delvis sker genom översilning över vägslänt och infiltration innebär att vattnet renas till viss del. Det finns dock ingen anlagd reningsanläggning idag trots att vägen är tungt trafikerad.

4 Föreslagen avvattningsanläggning

Avvattningen av dagvatten från E45 föreslås, liksom befintligt avvattningssystem, delas upp i två områden: norr och söder om Slakthusbron, se Figur 4. Avvattning norr om Slakthusbron föreslås ske via ledningar och brunnar till en reningsanläggning placerad i grönytorna vid cirkulationsplatsen som förbinder Marieholmsgatan med E45. Efter infiltration i svackdiken leds vattnet i ledning norrut till befintlig 1500 mm betongledning tillhörande Kretslopp och Vatten med utlopp i Göta Älv. Det gulmarkerade området i Figur 4 utgör en begränsad övergångszon vid anslutning till befintlig E45. Dagvatten från denna sträcka kommer ledas dels i dike och dels i ledning till befintlig utloppsledningen i norr.

Vägdagvatten söder om Slakthusbron föreslås ledas till reningsanläggning i form av svackdike för fördröjning och rening och sedan till befintlig utloppsledning till Göta Älv. Delen av E45 som ligger söder om utloppsledningen (lilamarkerat område i Figur 4) föreslås avvattnas till befintliga ledningar som leder till Marieholmsförbindelsens dammar. Därefter leds vattnet till Sävån. Vattnet som leds hit bedöms inte påverka dimensionering av befintliga dagvattenledningar eller dagvattendammar, då tillskottet är litet.



Figur 4. Föreslagen avvattningsanläggning: E45 norr om Slakthusbron (blå markering) avvattnas till svackdiken för infiltration (grön markering) i norr, resterande yta norr om bron (gul markering) avvattnas till befintlig utloppsledning. En del av E45 söder om Slakthusbron (röd markering) avvattnas till svackdiken för infiltration i söder, resterande del (lila markering) avvattnas till dagvattensystem för Mariéhölmförbindelsen.

4.1 Dimensionering dagvattenledningar

Befintliga dagvattenledningar för avvattning av E45 rivs och ersätts av nya ledningar för E45 Slakthusmotet.

4.1.1. Teknisk livslängd

Nya ledningar, trummor och brunnar dimensioneras så att deras funktion kan upprätthållas i minst 40 år enligt Trafikverkets tekniska krav för avvattning (TDOK 2014:0045).

4.1.2. Flödesdimensionering

Dimensionerande flöde för dagvattenledningar har beräknats enligt Trafikverkets rådsdokument Avvattningsteknisk dimensionering och utformning MB310 (TDOK 2014:0051), enligt vilket återkomsttid för dimensionerande regn ska väljas utifrån förväntade konsekvenser när kapaciteten överskrids. För E45 Slakthusmotet bedöms konsekvenserna vara kortvarig pölbildning och dämning i ledningar vilket innebär att följande dimensioneringsförutsättningar gäller:

- Regnvaraktighet 10 minuter
- Återkomsttid 12 månader
- Avrinningskoefficient för vägyta 0,9.

4.1.3. Dimensionerande vattenlast

Dimensionerande nederbörd har beräknats enligt Dahlströms ekvation (1).

$$i = 190 \cdot \sqrt[3]{\text{Å}} \cdot \frac{\ln(T_R)}{T_R^{0,98}} + 2 \quad (1)$$

i = regnintensitet [l/s, ha]

T_R = regnvaraktighet [minuter]

Å = återkomsttid [månader]

Dimensionerande flöde har beräknats enligt rationella metoden (2).

$$q_{dim} = A_{hårdgjord\ yta} \cdot \varphi \cdot i \quad (2)$$

q_{dim} = dimensionerande flöde [l/s]

A = deltagande avrinningsyta [ha]

φ = avrinningskoefficient

Beräknad regnintensitet blir ca 110 l/(s•ha). Dimensionerande flöde för dagvattenledningar som belastas av hela vägsträckan blir därmed ca 180 l/s för vägsträckan norr om bron och ca 90 l/s för vägsträckan söder om bron, se Tabell 3.

Tabell 3. Dimensionerande flöden i dagsläget och efter utbyggnad av E45.

Delområde	Area (ha)	Flöde nuläge (l/s)	Flöde efter (l/s)
Norr om bro	1,2	115	178
Söder om bro	0,7	64	85

4.2 Dränering

Norr och söder om Slakthusbron kommer E45 att anläggas på bank. Uppfyllnad kommer ske med lättfyllnadsmaterial. På större delen av sträckan kommer stödmurar att anläggas. Vägen kommer inte dräneras med diken utan vägöverbyggnad, lättfyllnadsmaterial och stödmurar kommer dräneras med dränledning.

4.3 Föreslagen dagvattenrening

Vägdagvattnet kan till recipient föra med sig föroreningar kontinuerligt från vägområdet, se avsnitt 2.3.2 och 3.4 Tabell 2, och från punktutsläpp vid olyckor. Ny väganläggning bidrar till en ökad andel hårdgjord yta samtidigt som trafikbelastningen förväntas öka. År 2030 förväntas trafikflödet på E45 vara ungefär 78 700 fordon/dygn söder om Slakthusbron och 64 400 fordon/dygn norr om bron (PM Vägprojektering, 2016). Hydrauliska och miljömässiga motiv enligt Trafikverkets rådsdokument *Vägdagvatten – råd och rekommendationer för val av miljöåtgärd* (TDOK 2011:356) motiverar behovet av rening av vägdagvatten i detta projekt.

4.3.1. Föreslagen reningsanläggning

Vägdagvattnet från E45 Slakthusmotet föreslås renas i svackdiken för infiltration med underliggande dränering. Dessa diken både renar vägdagvattnet samt fördröjer flöden och utjämnar flödestoppar.

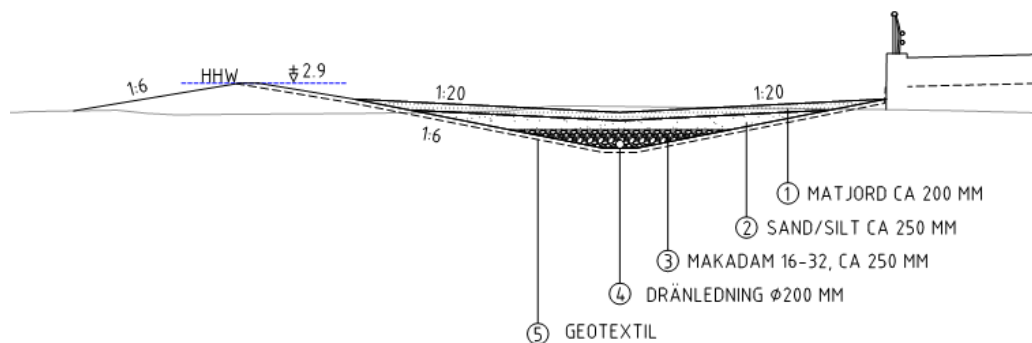
För skydd mot föroreningsutsläpp vid olycka med farligt gods kommer avstängningsventiler placeras mellan svackdikena och anslutningspunkterna till de två utloppsledningarna, se vidare under avsnitt 4.3.3.

Svackdikena ska vara gräsbeklädda och svagt skålformade, släntlutning 1:6 eller flackare, och uppbyggda av följande lagerföljd: matjord, sand och makadam, se Figur 5. I botten av diket placeras en dränledning för bortledning av dagvatten. Diket renar dagvattnet och fördröjer flödet. Fördröjningen innebär även en säkerhet vid utsläpp från olycka med farligt gods då även föroreningarna fördröjs. Kupolbrunn placeras i änden av diket och utgör därigenom en möjlighet till bräddning när diket är fullt (20-minutersregn med återkomsttid på 12 månader). Kupolbrunnen dimensioneras så att framtida provtagning av vattenkvaliteten är möjlig.

Majoriteten av litteratur inom ämnet rekommenderar regelbunden skötsel av svackdiken för att upprätthålla den renande funktionen (Dennison, 1996). Ett svackdike som är korrekt konstruerat och underhålls regelbundet har enligt Clar m.f.l (2004) i det närmaste oändligt lång livslängd. Eftersom de svackdiken som föreslås i denna rapport består av olika lager, däribland makadam, kan som perspektiv till svackdikets långa livslängd noteras att makadamdiken anses ha en livslängd på några årtionden, beroende på möjlighet till underhållsarbete i form av spolning (Stahre, 2004).

Dikena kommer att placeras ”innanför” planerat högvattenskydd, se kapitel 4.4. För att undvika att älvvatten går bakvägen och rinner in på Marieholmsgatan är det viktigt att

vall eller mur anläggs mellan dike och Marieholmsgatan.



Figur 5. Typsektion svackdike för infiltration med underliggande dränledning.

I bilaga 2 redovisas tvärsnitt som visar hur svackdikena kan se ut norr respektive söder om bron. På den södra vägsträckan är området mellan E45 och Marieholmsgatan begränsat och i området ligger längsgående elkabelstråk. Detta innebär att stödmur kan behövas för att få plats med dike och högvattenskydd.

4.3.2. Föroreningsberäkning

Utsläpp av föroreningar via vägdagvattnet till Göta Älv har beräknats med databasen StormTac. I databasen finns schablonhalter sammanställda för olika typer av markanvändningsområden samt förväntade föroreningsreduktioner för olika typer av anläggningar. Samma beräkningar har även genomförts med schablonhalter av föroreningar i vägdagvatten redovisade av Trafikverket (Trafikverket, 2011).

De föreslagna dikena kan sägas vara en kombination av översilningsyta, svackdike och makadamdike. Det är därför rimligt att anta att de föreslagna dikena har liknande reningseffekt som dessa. Rätt uppbyggnad av lagerföljd i de föreslagna svackdikena bedöms kunna ge en liknande reningseffekt som makadamdike och bättre reningseffekt än översilningsyta och svackdike. För att inte överskatta reningsgraden har denna dock uppskattats till medelvärdet av reningsgraden för översilningsyta, svackdike och makadamdike, se Tabell 4. Detta innebär att den beräknade reningsgraden är en grov uppskattning som troligtvis ligger i underkant av vad som kan uppnås.

Tabell 4. Förväntad föroreningsreduktion för olika typer av diken baserat på StormTac, 2016.

Reningsgrad (%)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	SS	Olja
Översilningsyta	40	25	45	50	50	55	70	80
Svackdike	30	40	70	65	65	65	70	85
Makadamdike	60	55	85	85	85	85	90	90
Svackdike med infiltration	43	40	67	67	67	68	77	85

Ett medelvärde av årsmedelnederbörden från år 1984-2014 har använts för beräkning av föroreningsbelastning, se Tabell 5 (SMHI Luftweb¹, 2015). Statistik finns från 1961, men ett medelvärde för samtlig data från 1961-2014 uppskattas inte vara representativt för framtida klimatförändringar eftersom årsmedelnederbörden enligt statistiken har ökat stadigt de senaste 10-20 åren. Följaktligen har hänsyn tagits till pågående klimatförändringar.

¹ Data hämtad vid koordinater 1273318-6406879 (RT90).

Tabell 5. Variation av medelvärde av årsmedelnederbörd för olika tidsperioder (SMHI Luftweb, 2015).

Tidsperiod	Årsmedelnederbörd (mm)
1961-2014	943
1984-2014	1009
1994-2014	1046

I Tabell 6 redovisas beräknad föroreningsbelastning innan och efter utbyggnad av Slakthusmotet med och utan reningsanläggning. Ur tabellen går att utläsa att föreslagna svackdiken renar vägdagvattnet så att utsläppsmängderna från E45 hamnar omkring 15-80 % lägre än utsläppen från dagens väganläggning. Resultaten i Tabell 6 är baserade på trafikflöden presenterade i PM Vägprojektering (2016).

Tabell 6. Utsläpp av föroreningar från vägdagvatten före och efter ombyggnation av E45, med respektive utan reningsåtgärd baserat på schablonhalter från StormTac.

Utsläpp av förorening, kg/år		P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	SS	Olja
INNAN	Norr om bro	2,9	26,0	0,4	0,9	5,7	0,006	1614	9,9
	Söder om bro	1,7	14,6	0,2	0,6	3,6	0,003	975	5,7
	Totalt (kg/år)	4,7	40,6	0,6	1,5	9,3	0,009	2590	15,6
EFTER utan åtgärd	Norr om bro	5,9	37,7	1,0	2,1	14,0	0,012	3333	16,1
	Söder om bro	3,1	17,1	0,5	1,1	7,7	0,006	1748	7,7
	Totalt (kg/år)	9,0	54,8	1,5	3,2	21,8	0,018	5081	23,9
EFTER med åtgärd	Norr om bro	3,4	22,6	0,3	0,7	4,6	0,004	767	2,4
	Söder om bro	1,8	10,3	0,2	0,4	2,6	0,002	402	1,2
	Totalt (kg/år)	5,2	32,9	0,5	1,0	7,2	0,006	1169	3,6
	Skillnad från INNAN (%)	11	-19	-24	-29	-23	-39	-55	-77

Beräknade föroreningshalter efter reningsåtgärd jämförs med riktvärden som Miljöförvaltningen i Göteborgs Stad har satt upp i Tabell 7. Av tabellen framgår att halten föroreningar i obehandlat vägdagvatten kan variera markant och att utsläppen varierar därefter. Beräkningar gjorda på Trafikverkets medelhalter är nära överensstämmande med data från StormTac vilket styrker relevansen i resultaten baserade på StormTac i Tabell 6.

Tabell 7. Jämförelse av beräknade föroreningshalter efter reningsåtgärd och riktvärden från Miljöförvaltningen i Göteborgs stad (2013). * Uppgift saknas.

Utsläpp av förorening (µg/l)	P	N	Pb	Cu	Zn	Cd	SS	Olja
StormTac	225	1440	21	46	314	0,25	51150	157
Trafikverket min	57	600	6,6	3,3	33	0,16	23000	*
Trafikverket medel	143	1200	9,9	20	83	0,16	230000	*
Trafikverket max	1710	6000	330	264	330	32	1150000	*
Riktvärden	50	1250	14	10	30	0,4	25000	1000

4.3.3. Fördröjning

Diken utformas så att dagvattenflöden från den nya anläggningen motsvarar befintliga dagvattenflöden. Diken ska kunna fördröja ett 1-års regn med 20 minuters varaktighet vilket innebär att fördröjningsvolymerna i svackdikena ska vara minst 100 m³ norr om

respektive 40 m³ söder om Slakthusbron. Dessa volymer kan uppnås med god marginal inom föreslagna ytor.

4.3.4. Skydd mot utsläpp vid olycka

För att förhindra utsläpp av föroreningar vid olycka med farligt gods placeras avstängningsventiler innan dagvattnet ansluts till utloppsledningarna. Ventilen hindrar förorenat vatten från att nå recipienten och bidrar till att slamsugningsbil kan omhänderta föroreningarna på rätt sätt. Vidare medger uppbyggnaden av olika lager i föreslagna diken fördröjning av föroreningarna så att det finns möjlighet att stänga ventilen innan föroreningarna passerar ut till recipienten. Materialet i diket kan efter en sådan olycka komma att behöva bytas ut.

5 Högsta högvatten

Högsta högvatten har utretts med anledning av att området är lågt beläget och närheten till Göta Älv.

5.1 Karakteristiska nivåer Göta Älv

Normalt medelvattenstånd och högsta högvattenstånd (beräknat som den högsta nivå som statistiskt uppstår under en 100-årsperiod plus tillägg för vinduppskjuvning) bedöms i dagsläget vara ca +0.2 resp. ca +1.9 i Göta Älv vid Slakthusmotet (ca 20 cm högre än vid Torshammen). Till år 2100 beräknas havsnivåhöjning minus landhöjning resultera i nivåer ca +0.7 meter över dagens nivåer. Detta innebär att medelvattenstånd respektive högvattenstånd hamnar på ca +0.9 respektive +2.6 vid Slakthusmotet.

Bedömda karakteristiska nivåer i Göta Älv vid Slakthusmotet redovisas i Tabell 8.

Tabell 8. Karaktäristiska vattennivåer i Göta Älv.

	Dagens nivåer	Framtida nivåer 2100
Medelvattenstånd, MW (m.ö.h.)	Ca +0.2	Ca +0.9
Högsta högvattennivå, HHW (m.ö.h.)	Ca +1.9	Ca +2.6

5.2 Planeringsnivåer Göteborgs Stad

Göteborgs Stad tillämpar planeringsnivån +2.8 för färdigt golv och öppningar i byggnader i centrala staden och för aktuellt område planeringsnivån +2.9. För samhällsviktiga anläggningar tillämpas en säkerhetsmarginal på +1 m extra jämfört med planeringsnivån för normal byggnation, alltså +3.9 meter i aktuellt område.

Vidare har Göteborgs Stad utarbetat en strategi för att hantera översvämningsrisker på medellång sikt. Strategin innebär att skyddsnivån på medellång sikt ska vara +2.4 vilket motsvarar en 200-årshändelse år 2060-2070. På längre sikt bör någon form av storskaligt skydd finnas på plats, t.ex. skydd vid hamninloppet.

5.3 Dimensionerande högvattennivå för E45

E45 Slakthusmotet bör dimensioneras med hänsyn till dagens högsta högvattennivå samt ta höjd för stigande nivåer på medellång sikt. På längre sikt förutsätts någon form av storskaligt skydd finnas på plats. E45 Slakthusmotet bedöms följaktligen inte behöva skyddas för 2100 års beräknade nivåer. Istället bedöms det vara tillräckligt att E45

anläggs så att framkomlighet garanteras på medellång sikt. Trafikverket anser därför att E45 bör skyddas för nivån +2.4. För att tillmötesgå Länsstyrelsens krav kommer vägen dock skyddas för nivån +2.9.

5.4 Angränsande projekt

5.4.1. Planarbete Slakthusområdet

I detaljplanarbetet för området öster om E45 – Slakthusområdet – diskuteras hur området ska skyddas mot högsta högvattennivå (HHW). Trafikkontoret i Göteborg Stad utreder möjligheten att anlägga ett skydd längs Marieholmogatans västra sida. Skyddsnivån som diskuteras är +2.4.

Den kommunala förbindelsevägen mellan E45 och Slakthusgatan föreslås skyddas på medellång sikt genom att anläggas på nivån +2.4 enligt stadens önskemål. På längre sikt avser staden kunna skydda förbindelsevägen för nivån +2.9 genom att anlägga någon form av skydd norr om vägen.

5.4.2. Tunnel från Artillerigatan

Göteborg Stad har för avsikt att bygga tunnel från Artillerigatan under Gamlestaden och järnvägen för att ansluta till Slakthusgatan. Tunneln kommer behöva någon form av högvattenskydd för att säkerställa att tunneln inte översvämmas med vatten från Slakthusgatan. Göteborg Stad har ännu inte beslutat hur skyddet ska utformas. Anläggande ett sammanhängande skydd för Slakthusområdet kommer det även fungera som skydd för tunneln. Skyddet skulle dock kunna kompletteras med portar vid nedfarten till tunneln eller en tröskel på Slakthusgatan. Hur skyddet anläggs beror bl.a. på vilken säkerhet staden vill ha för tunneln.

Avvattning av Artillerigatan-tunneln kommer att erfordra pumpning. Projekt E45 Slakthusmotet planerar inga åtgärder för att ta hand om tunnelns vatten. Projektet försvårar inte heller möjligheterna till avvattning av tunneln.

5.5 Föreslaget högvattenskydd

E45 bör skyddas för stigande nivåer på medellång sikt. Principiellt anser Trafikverket att +2.4 är en rimlig skyddsnivå. Nivåerna på E45 föreslås dock sättas enligt Länsstyrelsens krav på skyddsnivån +2.9. De kommunala gatorna Marieholmogatan och förbindelsevägen föreslås skyddas för nivån +2.4 i överensstämmelse med stadens skyddsnivåer. En översikt över föreslaget högvattenskydd redovisas i bilaga 3. Följande högvattenskydd föreslås:

- *E45 norr om Slakthusbron* föreslås anläggas på nivån +2.9 vid Marieholmogatans cirkulation och ansluta till befintliga nivåer norr om cirkulationen. Härigenom garanteras E45 framkomlighet för stigande nivåer på medellång sikt med god marginal. Vidare möjliggörs att E45 kan vara del av ett framtida skydd för Slakthusområdet på denna nivå.
- *E45:s bro över Slakthusgatan* föreslås anläggas i nivå med befintlig bro. Slakthusgatans passage under bron kommer därmed att skyddas mot högvatten först när stadens planerade skydd för Slakthusområdet är aktivt.

- *E45 söder om Slakthusbron* föreslås ansluta till befintliga nivåer. På den sträcka av E45 längst i söder som hamnar lägre än +2.9 föreslås att skyddsbarriärer anläggs till nivån +2.9 på båda sidor utmed vägen. Detta möjliggör skydd för E45:ans framkomlighet vid stigande nivåer på medellång sikt med god marginal.
- *Marieholmsgatan*. Väster om Marieholmsgatan föreslås en längsgående skyddsbarriär anläggas på nivån +2.4. Barriären är tänkt att skydda Marieholmsgatan, passagen under Slakthusbron och Slakthusområdet. I norr ansluter skyddet till Marieholmsgatans cirkulation. I söder ansluter skyddet till skyddsbarriärerna som föreslås anläggas längs med E45.
- *Förbindelsevägen* föreslås anläggas på nivån +2.4 enligt stadens önskemål. Vägen är därmed skyddad för stigande nivåer på medellång sikt samt kan vara del av ett sammanhängande skydd för Slakthusområdet.

Det föreslagna högvattenskyddet innebär att E45 är skyddad för stigande nivåer på medellång sikt med marginal. För att uppnå ett sammanhängande skydd för E45 behöver dock skyddsbarriärer även anläggas utmed vägen på en begränsad sträcka söder om vägplaneområdets utbredning där det i dagsläget saknas skydd.

Den föreslagna höjdsättningen av E45 samt barriärerna utmed vägen möjliggör att E45 även kan vara del av ett högvattenskydd för Slakthusområdet och Marieholmsgatan. För detta krävs dock att det kompletteras med följande:

- *Tätning av permeabla jordlager*. Skyddet behöver kompletteras under mark. De övre jordlagren behöver tätas med t.ex. tätskärmar.
- *Åtgärder på utloppsledning och pumpstation*. Befintlig utloppsledning i söder korsar det föreslagna högvattenskyddet. Vid höga nivåer i Göta älv kommer vatten följaktligen tränga upp bakvägen via utloppsledningen och dagvattenbrunnar och bli stående på körytan. De största vattensamlingarna kommer uppstå vid passagen under Slakthusbron. För dessa händelser behövs ett nytt dagvattensystem för Marieholmsgatan och Slakthusområdet som innefattar pumpning till en nivå över HHW-nivån. Befintlig utloppsledning kan även förses med högvattenlucka. Detta bör utredas vidare inom detaljplanarbetet för Slakthusområdet.
- *Skydd mot stigande nivåer i Säveån*. För att uppnå ett sammanhängande skydd för Slakthusområdet behöver ett skydd även anläggas för stigande nivåer i Säveån. Detta bör utredas vidare inom detaljplanarbetet för Slakthusområdet.

5.6 Översvämningskonsekvenser

Ovan beskrivna högvattenskydd för E45 innebär att risken för översvämnning av E45 är minimal. Konsekvenserna för E45 vid högvattennivåer över +2.9 är framför allt att framkomlighet inte kan garanteras.

Det område som riskerar drabbas värst vid höga vattenstånd är passagen under Slakthusbron. Marken här ligger på nivån +1.5 vilket innebär att högvattennivåer över +2.9 skulle medföra en 1.4 meter djup vattensamling. Bron över Slakthusgatan föreslås

anläggas i nivå med befintlig bro vilket innebär att det inte kommer finnas utrymme att höja nivån på Slakthusgatan. För att skydda passagen under bron och Slakthusområdet är stadens planer på skydd längs Marieholmsgatan därför avgörande. Bron dimensioneras för 120 års livslängd.

5.7 Extrem vädersituation/konsekvenser vid skyfall

Föreslaget dagvattennät är dimensionerat för ett 10-minutersregn med en återkomsttid på 1 år. Vid en extrem nederbördssituation, ett 100-årsregn med 10 minuters varaktighet, kommer dagvattennätet inte att räcka till. Konsekvenserna av en sådan händelse är därför beroende av områdets höjdsättning.

För Slakthusområdet innebär den nya höjdsättningen av E45 och förbindelsevägen att förutsättningarna för ytavrinning kan påverkas. E45 och förbindelsevägen kan fungera som barriärer som förhindrar ytavrinning genom dessa. En analys av området visar att området i stort sett är plant och att det inte finns några tydliga vattenvägar som korsar varken E45 eller förbindelsevägen, se bilaga 4. I höjd med Slakthusgatans cirkulation behöver det anläggas en trumma genom förbindelsevägen för att bibehålla befintliga vattenvägar. Vattnet leds mot Waterlooogatan och Slakthusgatans passage under järnvägen. Detta är ett område som har drabbats av översvämningar, men denna problematik ligger inte inom ramen för utbyggnad av E45 Slakthusmotet.

Dagvattensystemet för Slakthusområdet förutsätts anpassas till de nya förutsättningarna inom ramen för stadens detaljplanearbete.

6 Referenser

Clar M.L., Barfield B.J., O'connor T.P., Stormwater Best Management Practice Design Guide Volume 2 Vegetative Biofilters. Order nr 1c-r059-ntsx, US. Environmental Protection Agency 2004.

Dennison M.S., Storm Water Discharges, ISBN 1-56670-198-8, CRC Press Inc. 1996.

Enviroplanning, 2014, Miljötekniskt PM/Förstudie Markmiljö- orienterande studie med provtagningsplan E45 Slakthusmotet, Göteborgs Stad, Helena Norin, Maja Halling, Niklas Hanson.

Göteborgs Stad, 2013. Miljöförvaltningens riktlinjer och riktvärden för utsläpp av förorenat vatten till recipient och dagvatten. [Elektronisk]. Hämtad 2016-04-29. Göteborg.

Göteborgs Stad, 2016. *Mål – Grundvatten av god kvalitet*. Tillgänglig: www.goteborg.se. Hämtad 2016-04-14.

Ledningskollen, 2016. Tillgänglig: www.ledningskollen.se. Ärende skapat 2016-05-23.

SMHI Luftweb, 2015. Tillgänglig: <http://luftweb.smhi.se/>. Hämtad 2016-04-29.

Stahre, P. (2004) En långsiktigt hållbar dagvattenhantering – Planering och exempel. Stockholm: Svenskt Vatten.

StormTac reningsgrad databas hämtad 2016-04-29.

Trafikverket, 2011. TRV rådsdokument: Väg dagvatten, råd och rekommendationer för val av miljöåtgärd. TDOK 2011:356. Trafikverket, Borlänge.

Trafikverket, 2014. Trafikverkets tekniska krav för avvattning - TK Avvattning. TDOK 2014:0045. Trafikverket, Borlänge.

Trafikverket, 2014. TRV rådsdokument: Avvattningsteknisk dimensionering och utformning – MB310. TDOK 2014:0051. Trafikverket, Borlänge.

WSP, 2010, Kompletterande miljöteknisk undersökning Gamlestaden 59:1-3, Göteborgs Stad, Lena Holm & Ellen Samuelsson.

ÅF Infrastruktur, 2016. PM Vägprojektering E54 Slakthusmotet. TRV 2015/35265. Trafikverket, Göteborg.

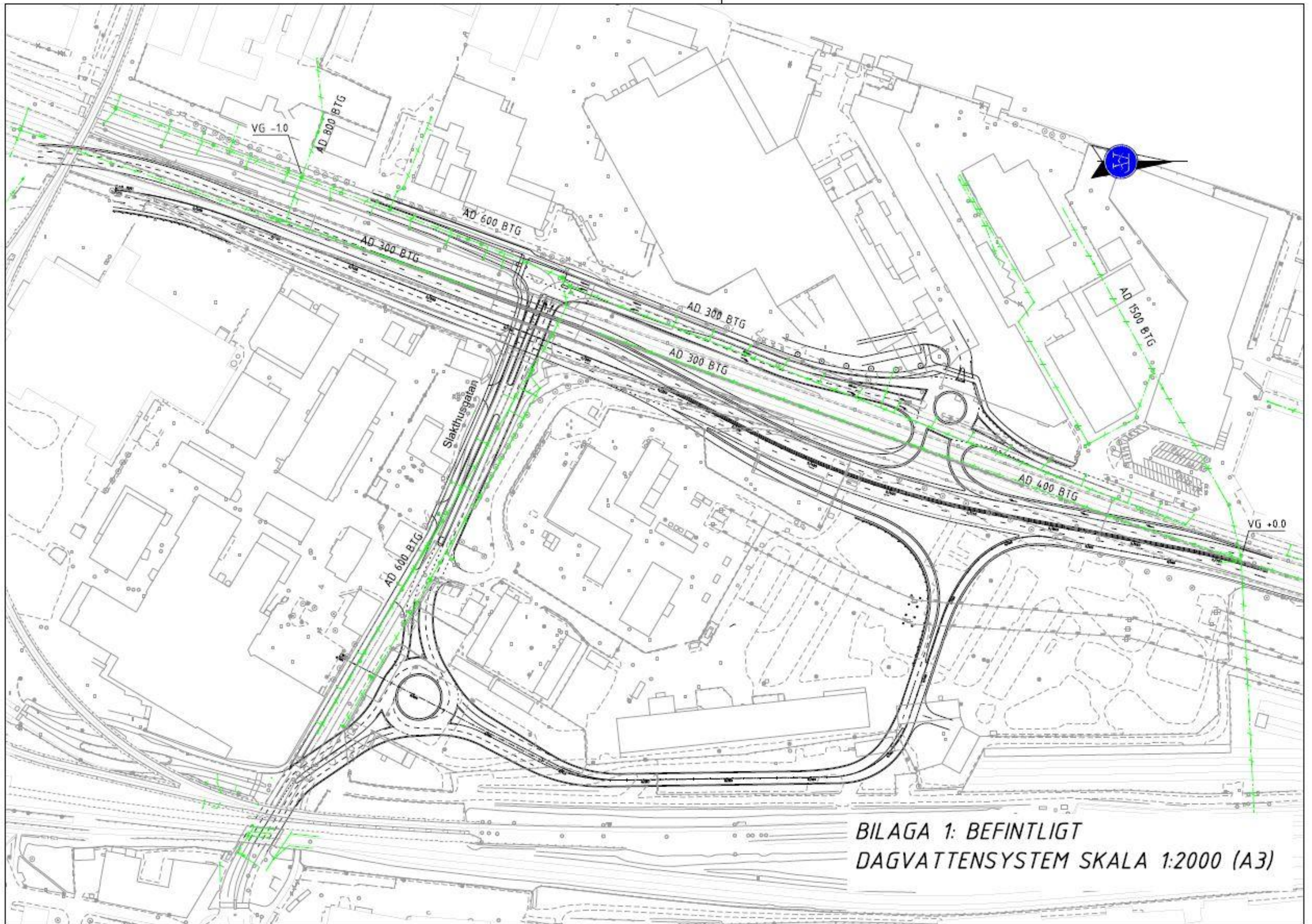
7 Bilagor

Bilaga 1	Översikt dagvattensystem	1:2000 (A3)
Bilaga 2	Tvärsektioner svackdiken	1:2000 (A3)
Bilaga 3	Översikt högvattenskydd	1:2000 (A3)
Bilaga 4	Översikt marknivåer	1:2000 (A3)



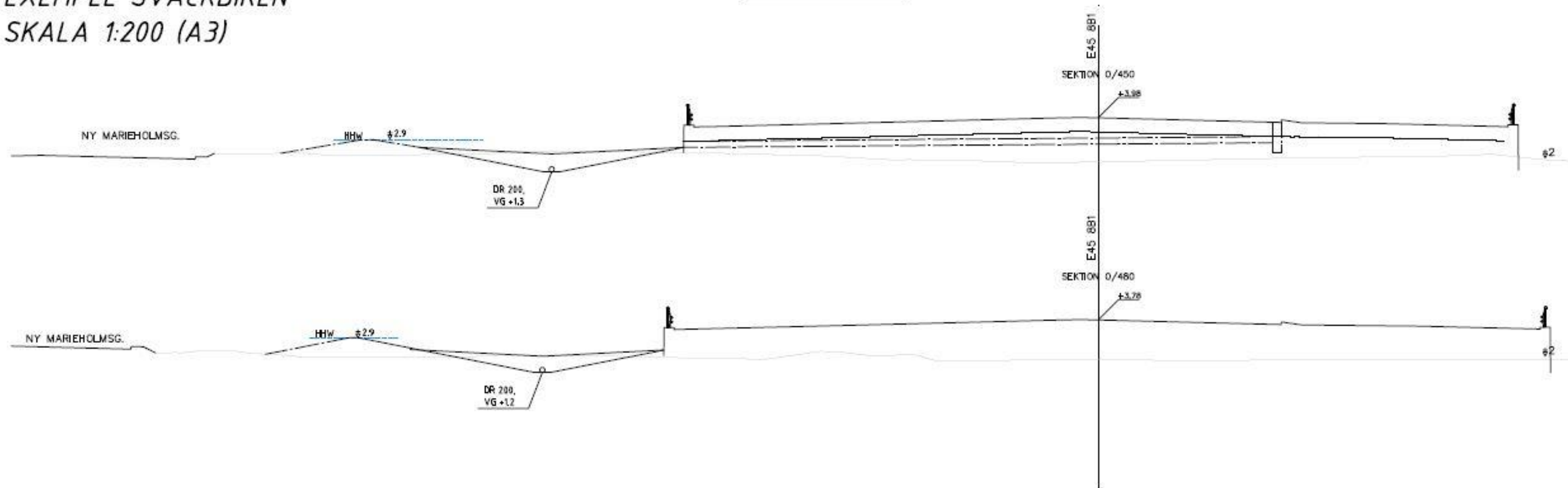
TRAFIKVERKET

Trafikverket, 405 33 Göteborg. Besöksadress: Kruthusgatan 17.
Telefon: 0771-921 921, Texttelefon: 010-123 50 00

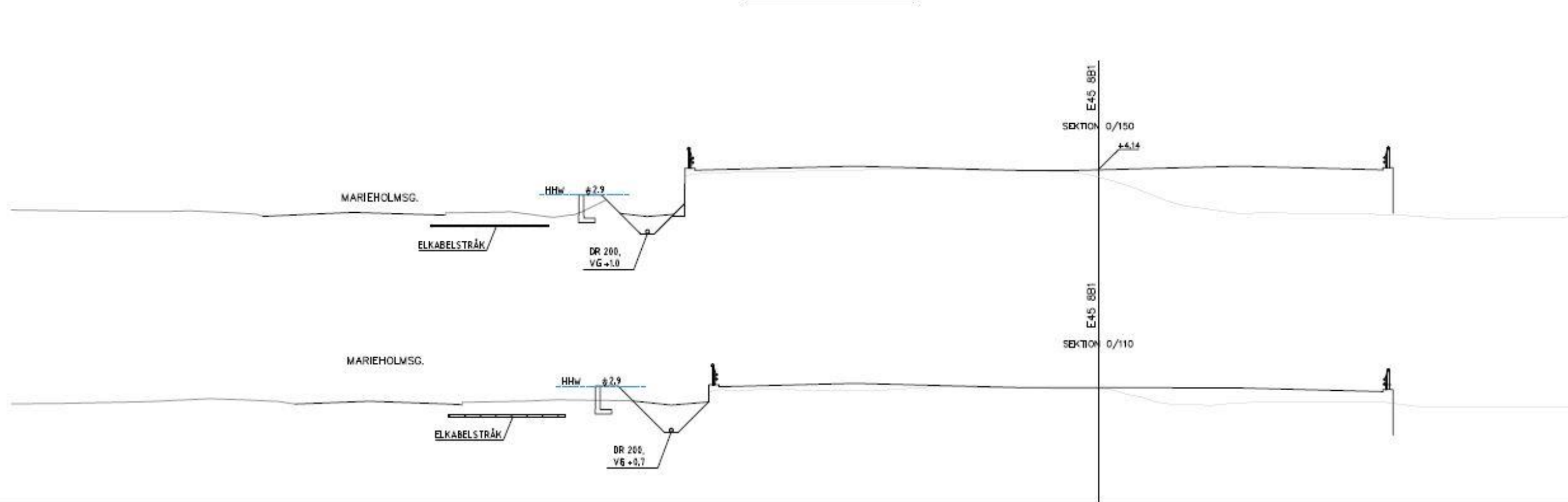


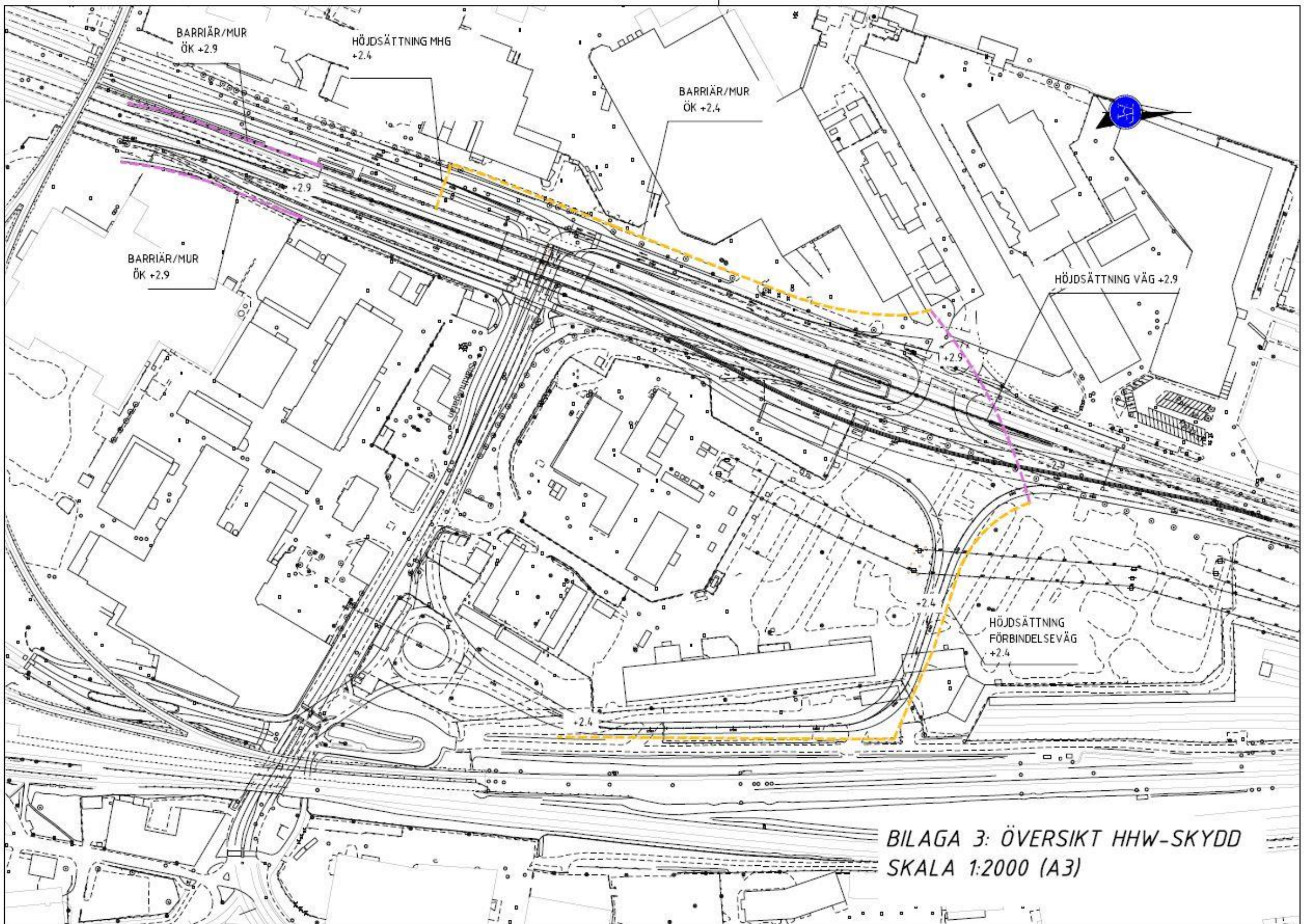
BILAGA 2: TVÄRSEKTIONER
EXEMPEL SVACKDIKEN
SKALA 1:200 (A3)

SVACKDIKE NORR OM BRO



SVACKDIKE SÖDER OM BRO





BILAGA 4 - ÖVERSIKT BEFINTLIGA
MARKNIVÅER

