

Underlag till järnvägsplaner

Olskroken planskildhet och Västlänken

Göteborgs Stad och Mölndals stad, Västra Götalands län

Underlagsrapport Klimatförändringar och översvämningssäkring

TRV 2013/92338

2014-09-01



Titel: Olskroken planskildhet och Västlänken, Underlagsrapport Klimatförändringar och översvämningssäkring

Utgivningsdatum: 1 september 2014

Ärendenummer: TRV2013/92338

Utgivare: Trafikverket

Projektchef: Bo Larsson

Kontaktperson: Lennart Holmgren, telefon 0771-921 921

Medverkande konsulter: Sammanställd av Cowi på underlag av Sweco, WSP, SMHI och Trafikverket

Figurer: Sweco, sidan 7, 9, 10, 12, 14, 15 och 17, samt figurer i bilaga 1-3; Trafikverket, sidan 5

Kartor: ©Lantmäteriet, dnr 109-2012/4174

Tryck:

Distributör: Trafikverket, Kruthusgatan 17, 405 33 Göteborg

Telefon 0771-921 921, www.trafikverket.se

Innehåll

Sammanfattning	4
1 Bakgrund	5
2 Bedömningsgrunder	6
3 Förutsättningar	7
3.1 Höjdsystem	7
3.2 Framtida havsnivåer	7
3.3 Dimensionerande vattennivåer i havet och Göta älv för översvämningssäkring	9
3.4 Dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring vid kombinationer av havsnivåer och flöden i vattendrag	11
3.5 Dimensionerande varaktighet av vattenstånd och flöden	13
3.6 Dimensionerande regn för översvämningssäkring	13
3.7 Avrinningsvägar och instängda områden	14
3.8 Meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska prognoser	15
4 Valda skyddsnivåer för Västlänken	16
4.1 Dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring	16
4.2 Dimensionerande regn för översvämningssäkring	18

Referenser

Bilagor

Bilaga 1	2d-modellering av extrema regn
Bilaga 2	Avrinningsvägar och instängda områden
Bilaga 3	Vattendragspåverkan

Sammanfattning

Dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring vid tunnelmynningar, entréer och andra öppningar till Västlänken har tagits fram. Som underlag för framtagandet av dessa vattennivåer har bland annat scenarier över framtida klimatpåverkan på havsnivåer, flöden i vattendrag och extrem nederbörd tagits fram och analyserats. Alla analyser bygger på befintlig topografi och befintlig batymetri (terrängens fysiska form under vatten).

Utgångspunkten i bestämning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring är att Västlänken inte ska översvämmas under dess tekniska livslängd, det vill säga 120 år från planerad driftstart.

Västlänken ska från driftsättandet skyddas upp till en nivå, permanent skyddsnivå. Västlänken ska dessutom genom förberedda åtgärder kunna skyddas till en högre nivå, förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå. Åtgärder för att kunna skydda Västlänken upp till den högre nivån, förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå, ska projekteras och mark ska reserveras så att åtgärderna är möjliga att genomföra under Västlänkens tekniska livslängd.

Uppnås inte angivna skyddsnivåer genom projekterad marknivå för öppningar till Västlänken (till exempel på grund av samordning med stadens planering) ska skydd integreras i anläggningen. Öppningar som normalt är stängda samt skydd för övriga öppningar ska vara täta vid stängt läge. Väggar, portar och luckor med mera ska vara dimensionerade för aktuellt ensidigt vattentryck. Öppningar med integrerade skydd ska kunna stängas lokalt samt från ledningscentral.

Ett regn som motsvarar den regnvolym som föll över Köpenhamn den 2 juli 2011, cirka 150 mm på två timmar enligt DMI:s mätningar, har använts som dimensionerande regn för Västlänken. Detta gäller för tunnelmynningar, stationer, service- och räddningstunnlar, ventilationsanläggningar, tråg och andra öppningar.

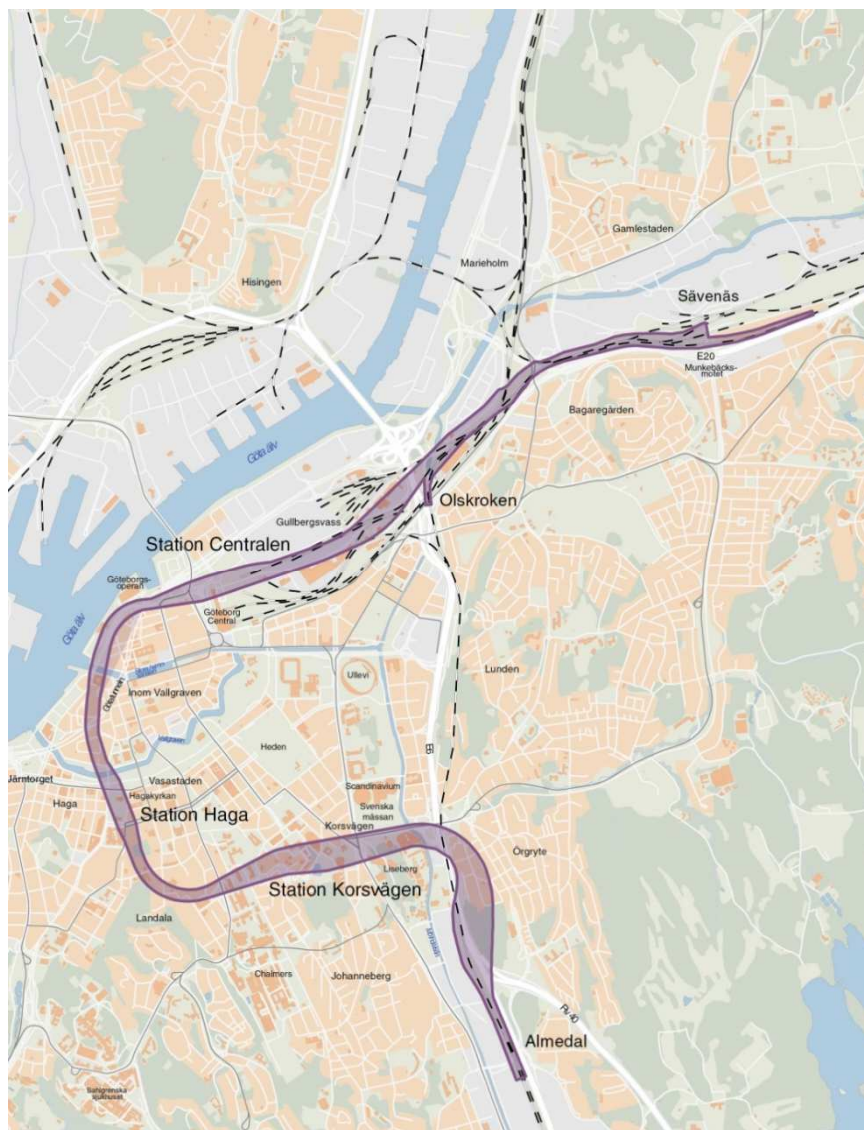
Framtagna skyddsnivåer är en förutsättning för projekteringen av Västlänken.

Eftersom forskningen om förändrade havsnivåer, extrem nederbörd och vind uppdateras kontinuerligt, bör de dimensionerande värdena fortlöpande ses över under projekterings-, bygg- och driftskedet. Det är speciellt viktigt att beakta IPCCs kommande rapporter och då bedöma nödvändiga åtgärder utifrån den givna prognosen.

1 Bakgrund

Olskroken planskildhet och Västlänken är två järnvägsprojekt i Göteborg. Projekten har olika finansiering och drivs inom Trafikverket som två projekt. Olskroken planskildhet finansieras inom den nationella investeringsplanen liksom Västlänken, som också ingår i det Västsvenska paketet med betydande andel regional finansiering. Olskroken planskildhet och Västlänken redovisas i separata järnvägsplaner.

Ett viktigt underlag för järnvägsplanerna är miljökonsekvensbeskrivningen, som är gemensam för projekten och ska godkännas av länsstyrelsen. Som ett underlag till miljökonsekvensbeskrivningen har en serie rapporter tagits fram som belyser följande områden: kulturmiljö, rekreation, naturmiljö, förorenade områden, ljud, stomljud och vibrationer, elektromagnetiska fält, luftkvalitet, dag- och tunnelvatten, geologi och hydrogeologi, klimatförändringar och översvämningssäkring samt risk och säkerhet. Denna underlagsrapport avser och redovisar förutsättningar avseende klimatförändringar och översvämningssäkring för Västlänken.



Figur 1. Korridor för tillåtlighet. Järnvägsanläggningen ska inrymmas i korridoren.

2 Bedömningsgrunder

Västlänken passerar lågt belägna områden som vid höga vattenstånd i Göta älv riskerar att översvämmas. Vid kraftig nederbörd finns även risk för vattensamlingar på gator med mera då dagvattennätets kapacitet är begränsad. Höga vattenstånd i Mölndalsån och Göta älv kan leda till stora översvämningar inom lågt belägna områden i centrala Göteborg. Detta kan få konsekvenser för Västlänken både under bygg- och driftskedet.

Utgångspunkten i bestämning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring är att Västlänken inte ska översvämmas under dess tekniska livslängd. Västlänken ska ha en teknisk livslängd på 120 år från planerad driftstart.

Som underlag för bestämning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring har nedanstående scenarier över framtida klimatpåverkan på havsnivåer, flöden i vattendrag och extrem nederbörd tagits fram och analyserats:

- Höga havsnivåer på grund av lågtryckspåverkan, inklusive bidrag från vind, saltvattenkil, tidvatten och flöde i Göta älv.
- Höga flöden i Mölndalsån beräknas i kombination med höga havsnivåer.
- Beräkning av nederbördspåverkan, där det skyfall som inträffade i Köpenhamn den 2 juli 2011 är dimensionerande.

Alla analyser bygger på befintlig topografi och batymetri.

Eftersom forskningen om förändrade havsnivåer, extrem nederbörd och vind uppdateras kontinuerligt, bör de dimensionerande värdena fortlöpande ses över under projekterings-, bygg- och driftskedet. Det är speciellt viktigt att beakta IPCCs (Intergovernmental Panel on Climate Change) kommande rapporter och då bedöma nödvändiga åtgärder utifrån den givna prognosen.

3 Förutsättningar

3.1 Höjdsystem

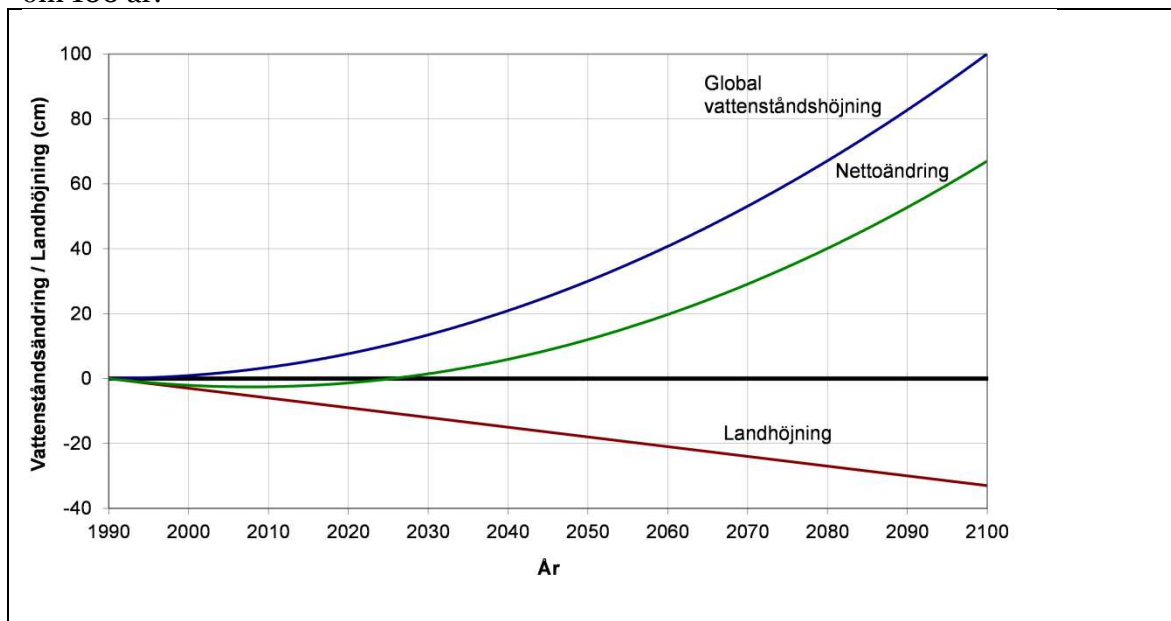
Höjder i denna underlagsrapport är angivna i höjdsystem RH2000 där inget annat anges.

3.2 Framtida havsnivåer

I december 2012 publicerade SMHI (Sveriges meteorologiska och hydrologiska institut) en kunskapssammanställning om havets framtida nivåer i ett hundraårsperspektiv. Delar av rapporten har använts som underlag för bestämning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring.

Flera av Sveriges kuststäder berörs av hotet från ett stigande världshav. I Göteborg, Malmö, Helsingborg och Sundsvall har man analyserat konsekvenserna för den fysiska planeringen (Göteborgs Stad 2009, Malmö Stadsbyggnadskontor 2008, Helsingborgs kommun 2009, Bergmark 2011). I samband med länsvisa klimatanalyser som SMHI genomfört har havets nivåer diskuterats och lokala analyser genomförts. Detta gäller Västra Götalands län (Persson m.fl., 2011a), Skåne län (Persson m.fl., 2011b), Södermanlands län (SGI, 2011), Stockholms län (Stensen m.fl., 2010), Gävleborgs län (SGI, 2010) och Västernorrlands län (Nerheim och Hammarklint, 2010).

Mot ovanstående bakgrund bedöms det för närvarande vara rimligt att i projektet Västlänken anta att en övre gräns för havsvattenytans stigning är ungefär 1 meter under perioden 1990-2100, sett som ett globalt medelvärde. Denna bedömning är i linje med de som gjorts för exempelvis nya Slussen i Stockholm och för klimatanpassningen av Köpenhamn. Figur 2 nedan illustrerar nettoeffekten av en global havsnivåhöjning och landhöjningen i Göteborg under förutsättning av en global havsnivåhöjning på 1 meter om 100 år.



Figur 2. Nettohöjning av havet i Göteborg fram till 2100 under antagande av en global havsnivåhöjning på 30 cm 2050 respektive 1 meter 2100 räknat från referensåret 1990. Den globala höjningen är beskriven med ett andragradsuttryck.

En extrapolering av havsnivåhöjningen under 100-årsperioden 2000-2100 har genomförts fram till år 2150 baserad på det andragsuttryck som ligger till grund för havsnivåkurvan i Figur 2. Denna ligger i linje med forskningsreferenserna i kunskapssammanställningen (SMHI, 2012), även om osäkerheten nu är betydande. Extrapoleringen ger en ytterligare havsnivåökning med ännu 1 meter sett från 2100.

Den 27 september 2013 offentliggjorde IPCCs arbetsgrupp WG I sin Summary for Policymakers av den femte utvärderingsrapporten (AR5) (IPCC, 2013). Det är det viktigaste dokumentet om framtidens klimat och havsnivåer som kommit under senare tid. IPCC redovisar ett stort antal beräkningar av havets stigning fram till slutet av århundradet med perioden 1986-2005 som referens. För alternativet med de högsta utsläppen av växthusgaser (RCP8.5) anger man ett intervall på 52-98 cm. Detta stämmer väl med bedömningen att havet stiger som högst 1 meter som hittills tillämpats i Sverige i många sammanhang.

Beträffande utvecklingen fram till 2300 formulerar IPCC sig på följande sätt (IPCC, 2013, sid 20):

"It is virtually certain that global mean sea level rise will continue beyond 2100, with sea level rise due to thermal expansion to continue for many centuries. The few available model results that go beyond 2100 indicate global mean sea level rise above the pre-industrial level by 2300 to be less than 1 m for a radiative forcing that corresponds to CO₂ concentrations that peak and decline and remain below 500 ppm, as in the scenario RCP2.6. For a radiative forcing that corresponds to a CO₂ concentration that is above 700 ppm but below 1500 ppm, as in the scenario RCP8.5, the projected rise is 1 m to more than 3 m (medium confidence)."

Tolkningen av IPCC:s rapport (IPCC, 2013, sid 20) beror på vilken innebörd man ger formuleringen "more than 3 m". Bedömningen vid arbetet med Västlänken är 2 meters havsnivåstigning till år 2150, vilket är ett värde på den säkra sidan även om man räknar med 4 meters stigning till år 2300.

Ovanstående siffror ska korrigeras för landhöjning och andra lokala effekter.

I Göteborg kompliceras samtidigt situationen av markförhållanden som medför sättningar. I Marieholm och Partihallsområdet i närheten av Västlänkens norra tunnelmynning har sättningshastigheter på 2-15 mm/år uppmätts. (Tyréns AB, 2012). Inom Västlänkens planerade korridor har sättningshastigheter på 0-8 mm/år uppmätts. Marknivån kan därmed lokalt sjunka där sättningshastigheten är större än landhöjningen. Sättningsproblematik och landhöjning beaktas ej vidare i denna rapport, då projektet Västlänken anser att landhöjning och sättningar tar ut varandra.

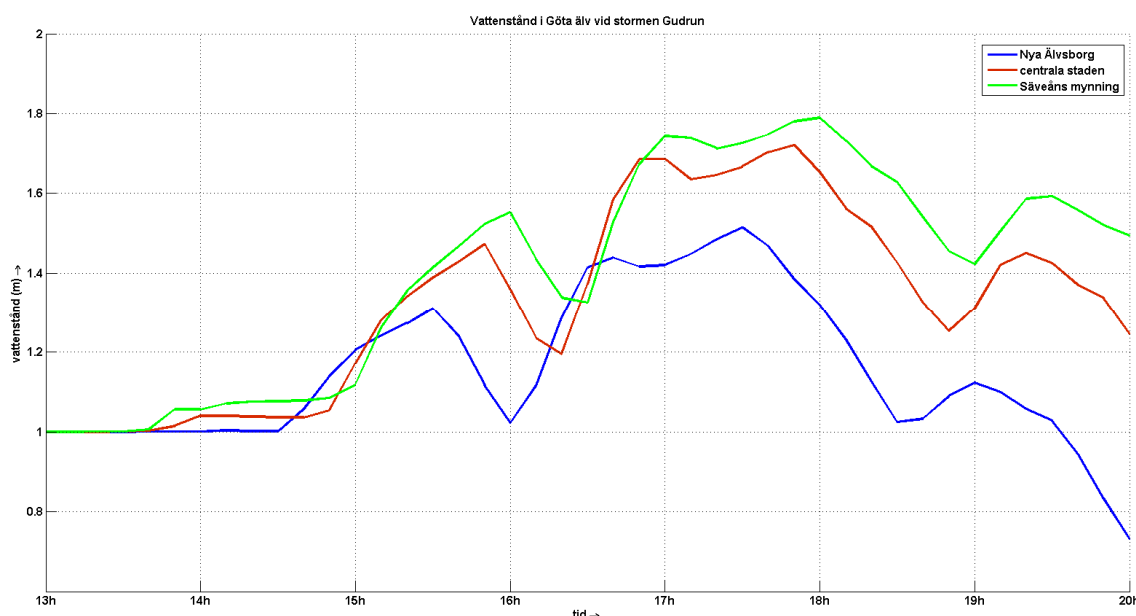
Vind och lufttryck har stor betydelse, inte minst för de mest extrema havsvattenstånden. De beräkningar som hittills gjorts av det framtida vindklimatet längs Sveriges kuster uppvisar dock stor spridning och inga entydiga tendenser, speciellt vad beträffar extrema vindar (Nikulin m.fl., 2011). Det finns för närvarande inget underlag som entydigt pekar mot att extrema vindar skall bli värre i göteborgstrakten i ett förändrat klimat. Det betyder att det för närvarande är rimligt att utgå ifrån dagens statistik över höga havsnivåer och överlagra denna en generell havsnivåhöjning.

3.3 Dimensionerande vattennivåer i havet och Göta älv för översvämningssäkring

För att få fram ett underlag för bestämning av dimensionerande vattennivåer i havet och Göta älv för översvämningssäkring har följande scenarie enligt kapitel 3 beaktats:

- Höga havsnivåer på grund av lågtryckspåverkan, inklusive bidrag från vind, saltvattenkil, tidvatten och flöde i Göta älv.

Beräkningen av dimensionerande vattennivåer i Göta älv utgår från ett högvattenstånd med 100 års återkomsttid på ca +1,7 meter vid Torshamnen i Göteborgs yttre hamn. Till detta ska en lokal uppstuvningseffekt på grund av lågtryck, flöde och vind, totalt ytterligare ca 0,3 meter, läggas på för läget vid Säveåns/Gullbergsåns utlopp. I figur 3 nedan redovisas simulerade vattenståndsförlopp vid stormen Gudrun den 8 januari 2005. Differensen i maximal nivå mellan Nya Älvsborg (2,5 km innanför Torshamnen) och Säveåns mynning var då i storleksordningen 0,3 meter.



Figur 3 Simulerade (modellberäknade) vattenståndsförlopp vid Nya Älvsborg (blå kurva), i centrala staden (röd kurva) och vid Säveåns mynning (grön kurva) vid stormen Gudrun 8 januari 2005. Nivåer i relation till havets medelvattenyta. Vattenföring i Göta Älv ca 150 m³/s. (Källa: Lindahl, 2008).

En generell säkerhetsmarginal på +0,5 meter har lagts till i enlighet med Göteborgs stads riktlinjer. Säkerhetsmarginalen motiveras av 95%-konfidensintervallet i beräkningen av 100-årsnivån samt ett högre flöde i Göta älv, än vad som simulerats enligt ovanstående figur 3. Detta i kombination med större uppstuvningseffekt (p g a en kraftigare storm) gör att högre nivåer kan uppstå.

Projektet Västlänken har beslutat att skyddsnivåer för översvämningssäkring för följande perioder ska tas fram:

- Skyddsnivå under byggskedet till och med 2030
- Permanent skyddsnivå, driftskede till och med 2100
- Förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå, driftskede till och med 2150

Skyddsnivå under byggskedet till och med 2030

Inga stora förändringar av kontinuerlig stigande havsnivå väntas inträffa innan Västlänken sätts i drift. Därmed blir den dimensionerande nivån där havet är styrande +2,5 meter vid Säveåns mynning (Gullbergsåns utlopp) och +2,4 meter vid station Haga.

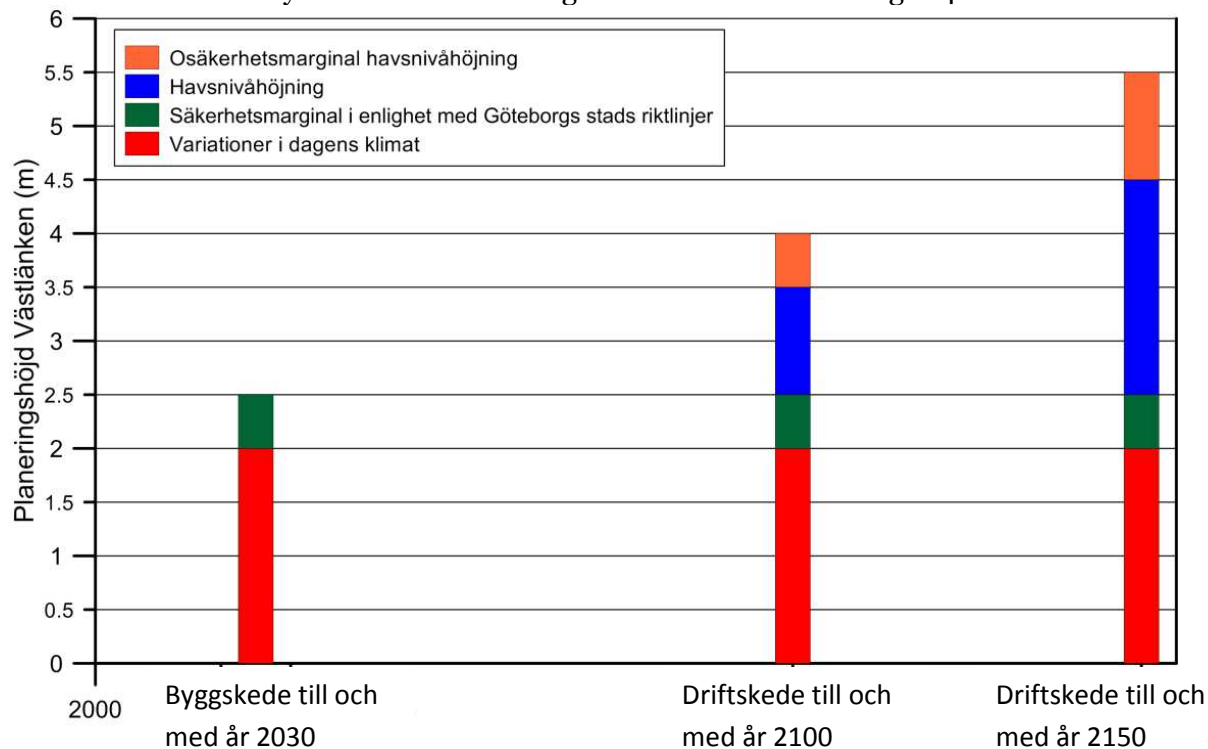
Permanent skyddsnivå till och med 2100

Till 2100 bedöms havsnivån stiga, enligt resonemang i kapitel 4.2, med som högst cirka 1 meter. Samtidigt finns en osäkerhet i bedömningarna sett i ett längre perspektiv, varför en osäkerhetsmarginal på 0,5 meter har lagts till. Detta bedöms vara en rimlig slutsats av hela kunskapsunderlaget från SMHI (Bergström 2012). Dimensionerande nivå där havet är styrande sätts med ovanstående resonemang till +4,0 meter vid Säveåns mynning (Gullbergsåns utlopp) och +3,9 meter vid station Haga för 2100. Det är dessa nivåer som gäller som permanent skydd för Västlänken.

Förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå till och med 2150

Till år 2150 bedöms havsnivån, enligt resonemang i kapitel 4.2, stiga med som högst cirka 2 meter. Eftersom osäkerheterna ökar, är nu osäkerhetsmarginalen i havsnivåhöjning höjd från 0,5 meter 2100 till 1 meter för 2150. Dimensionerande nivå 2150, i slutet av Västlänkens tekniska livslängd, sätts till +5,5 meter vid Säveåns mynning (Gullbergsåns utlopp) och +5,4 meter vid station Haga där havet är styrande. Enligt ovanstående resonemang ska Västlänken konstrueras för att klara en havsnivå på + 4,0 meter, men förbereds för att i framtiden kunna anpassas till att klara +5,5 meter om det visar sig nödvändigt.

Rekommenderade skyddsnivåer redovisas grafiskt i nedanstående figur 4.



Figur 4 Rekommenderade skyddsnivåer för Västlänken där havet är styrande vid Säveåns mynning (Gullbergsåns utlopp).

Gällande rekommenderade skyddsnivåer fram till 2100 för Göteborgs stad; +3,8 meter (samhällsviktiga funktioner) respektive Länsstyrelsen; +3,9 meter (säkerhetsnivå 2) ligger i samma storleksordning som den dimensionerande nivån för permanenta skydd för Västlänken 2100 (Källa: Göteborgs stad, 2009 respektive Länsstyrelsen i Västra Götalands län, 2012).

3.4 Dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring vid kombinationer av havsnivåer och flöden i vattendrag

För att få fram ett underlag för bestämning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring har följande scenarier enligt kapitel 3 beaktats:

- Höga havsnivåer på grund av lågtryckspåverkan, inklusive bidrag från vind, saltvattenkil, tidvatten och flöde i Göta älv.
- Höga flöden i Mölndalsån beräknas i kombination med höga havsnivåer.

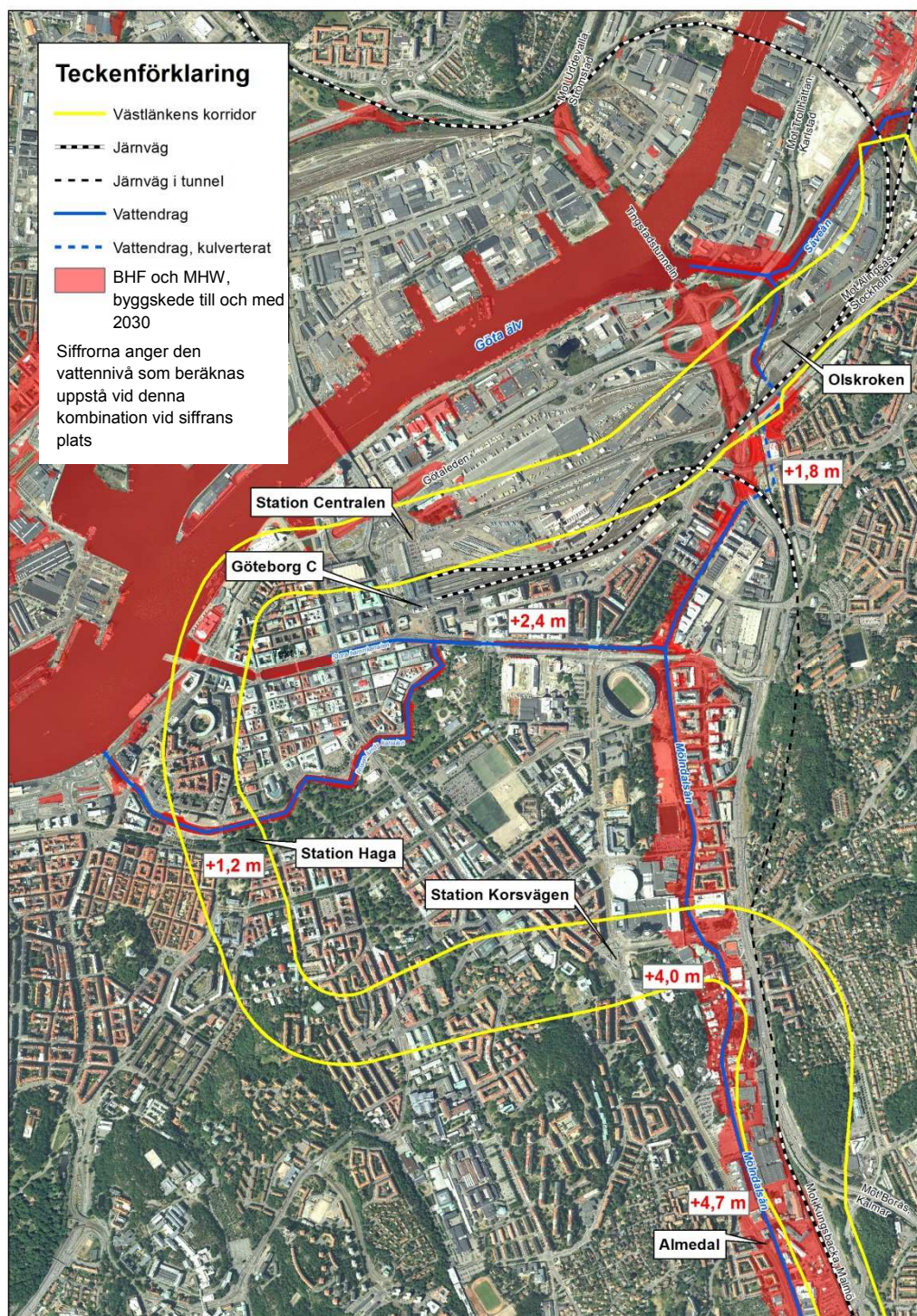
En vattendragsmodell har byggts upp för Mölndalsån tillsammans med olika flödesscenarier i modelleringsverktyget MIKE11.

Med utgångspunkt från kriteriet att tunneln inte ska översvämmas har beräknat högsta flöde (BHF) för Mölndalsån använts som ett av randvillkoren. BHF är det kriterium som gäller vid dimensionering av dammar i flödesdimensioneringsklass-I enligt Flödeskommitténs riktlinjer (Svensk Energi m.fl., 2007). Flödet har bedömts öka med 15 % till år 2100 och med 20 % till år 2150.

I Bilaga 3 redovisas vattenutbredning och vattennivåer vid kombinationer av höga flöden i Mölndalsån med biflöden och höga havsnivåer (nivå i Göta älv), för beräkning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring.

I figur 5 nedan visas ett exempel från bilaga 3 på vattenutbredning för byggskede utifrån en kombination av beräknat högsta flöde (BHF) och medelhögvatten (MHW). De vattennivåer som redovisas i figur 5 hör till nämnd kombination och är nödvändigtvis inte dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring.

Skyddsnivåer för översvämningssäkring redovisas i kapitel 5.



Figur 5 Kombinationen BHF och MHW ger följande vattenutbredning för byggskede

3.5 Dimensionerande varaktighet av vattenstånd och flöden

Varaktigheten av höga havsvattenstånd och flöden har analyserats genom att studera data från inträffade händelser och resultat från modellberäkningar. När det gäller havsvattenstånd finns observerade data från 1887 och framåt, med registrering av timvärden från 1959. För Mölndalsån saknas långa tidsserier av observerad vattenföring och där har istället modellberäknade data använts.

Enligt analysen är varaktigheten av historiskt höga havsvattenstånd, över nivån +1,2 meter, i storleksordningen några timmar till ett halvt dygn. Varaktigheten för en situation med höga flöden i Mölndalsån, motsvarande en återkomsttid på drygt 50 år, är i storleksordningen ett antal dagar upp till en vecka.

Det finns i de beräkningar som gjorts, av det framtida vindklimatet längs Sveriges kuster, inte något entydigt underlag som pekar mot att extrema vindar ska bli värre i göteborgstrakten i ett förändrat klimat. Med detta som underlag är det rimligt att anta att varaktigheten i de höga havsvattenstånd som kommer att inträffa i framtida klimat bedöms få liknande varaktighet som de händelser som inträffat i historiskt klimat.

3.6 Dimensionerande regn för översvämningssäkring

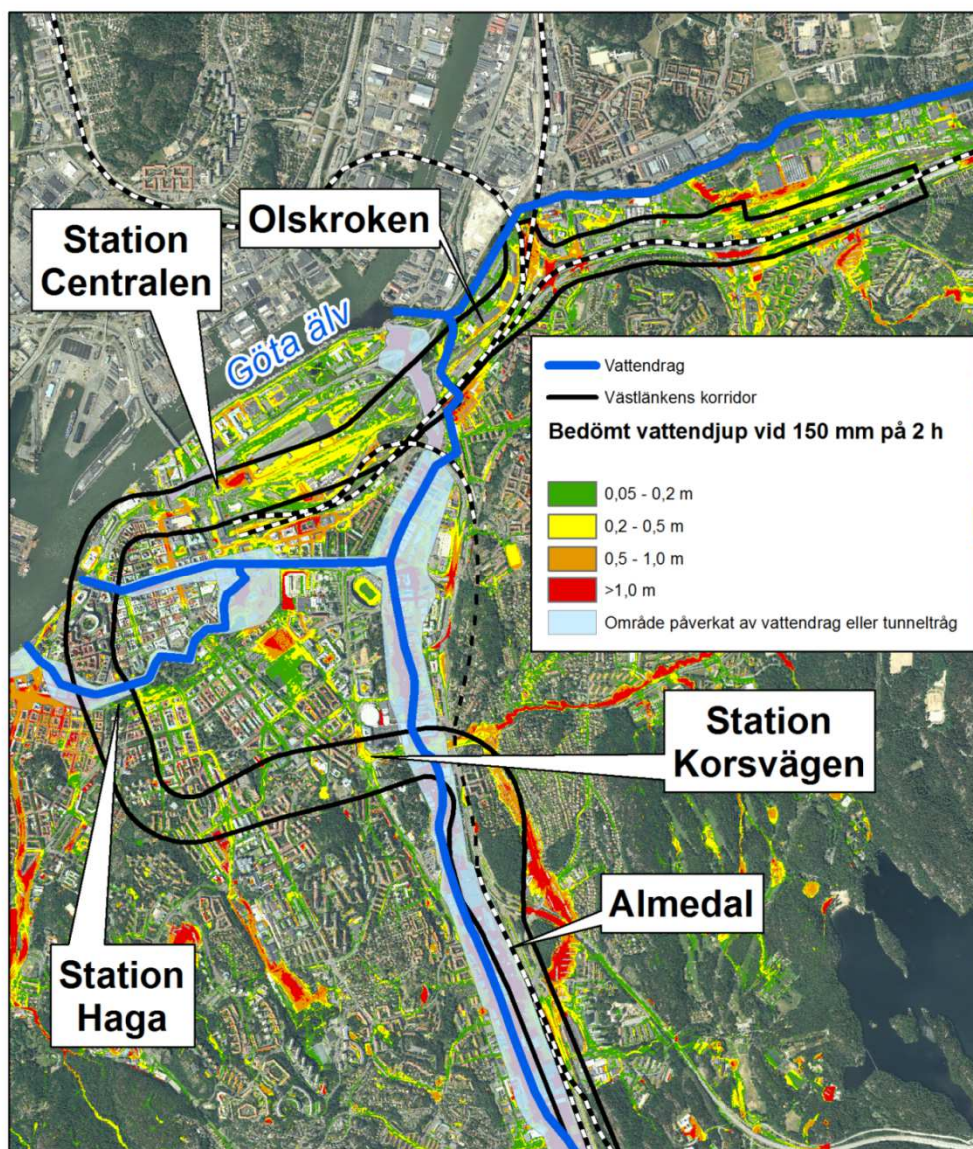
För att få fram ett underlag för bestämning av dimensionerande regn för översvämningssäkring har följande scenarie enligt kapitel 3 beaktats:

- Beräkning av nederbördspåverkan, där det skyfall som inträffade i Köpenhamn den 2 juli 2011 är dimensionerande.

Det dimensionerande regnet för byggskedet motsvarar 150 mm nederbörd på två timmar, vilket motsvarar det skyfall som inträffade i Köpenhamn den 2 juli 2011 (baserat på Danmarks Meteorologiske Instituts (DMI:s) mätningar och beräkningar (DMI, 2011), (Sjölin Thomsen, 2012)). För driftskedet ökas dimensionerande regn med 20% till 180 mm på två timmar med hänsyn till framtida klimatförändringar. Det dimensionerande regnet gäller för tunnelmynningar, stationer, service- och räddningstunnlar, ventilationsanläggningar, tråg och andra öppningar.

Figur 6 nedan visar ett exempel från bilaga 1 på bedömt vattendjup (resultat från ytavrinningsmodelleringen) vid ett dimensionerande regn under byggskedet.

Dimensionerande regn för översvämningssäkring och resultaten från ytavrinningsmodelleringen redovisas i kapitel 5.



Figur 6

Dimensionerande regn under byggskedet, 150 mm på 2 timmar (h)

3.7 Avrinningsvägar och instängda områden

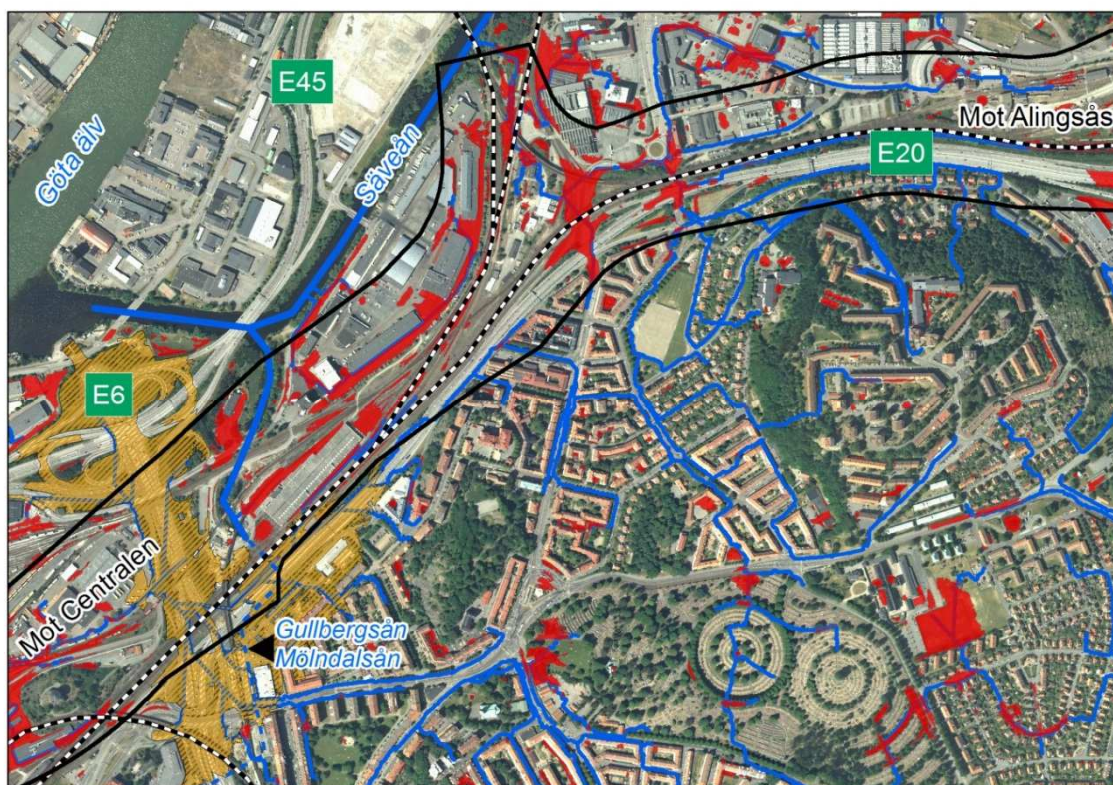
Instängda områden och avrinningsvägar på markytan är en beskrivning av befintlig topografi och redovisas på kartor i bilaga 2.

Figur 7 nedan visar ett exempel från bilaga 2 på instängda områden och avrinningsvägar. Färgerna i figur 7 förklaras nedan:

Blå linje - Naturlig avrinningsväg på markytan

Instängt område (röd yta) - Område som inte naturligt kan avledas med självfall över markytan. Normalt finns avledningsmöjlighet genom t ex dagvattensystem.

Instängt område som innefattar tillfartsramper till Tingstadstunneln eller Götatunneln (yta med orange skraffering) – Den exakta gränsen för vad som är instängt är något osäker, eftersom modellen inte tar hänsyn till tunnelsträckan och tillfartsramperna i motsatt ände av tunneln. Med denna reservation gäller beskrivningen för Instängt område (röd yta) ovan även för de orangeskrafferade områdena.



Figur 7 Avrinningsvägar och instängda områden vid Olskroken

Ändrad projekterad marknivå innebär förändrade förutsättningar för avrinningsförhållandena och instängda områden vilket kräver nya beräkningar vars resultat ska beaktas.

3.8 Meteorologiska, hydrologiska och oceanografiska prognoser

Säkerheten mot översvämningar kan ökas ytterligare genom att användandet av prognoser förbättrar beredskapen för extrema händelser under såväl bygg- som driftskede. Väderprognoserna ska följas kontinuerligt för att ge framförhållning inför kraftiga skyfall och vindar. Dessutom finns prognoser för höga havsnivåer tillgängliga. Ett prognosystem för flödena i Mölndalsån är i drift och bör utnyttjas på motsvarande sätt.

4 Valda skyddsnivåer för Västlänken

Skyddsnivåer och dimensionerande regn för översvämningssäkring av Västlänken har bestämts utifrån beskrivna scenarier i kapitel 4.

4.1 Dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring

Skyddsnivåer för tunnelmynningar, stationer, servicetunnlar, räddningstunnlar, ventilationsanläggningar, tråg och andra öppningar, har fastlagts för olika delområden enligt tabell 1. Respektive delområde är markerat som en färgad polygon i figur 8.

I kartan är en del av sträckan redovisad som *Område beläget ovanför skyddsnivåer för översvämningssäkring*. Denna delsträcka kan översvämmas av regn, men inte via marköversvämning från havet och Mölndalsån.

Tabell 1 Skyddsnivåer för Västlänken under bygg- och driftskedet.

Följande skyddsnivåer, angivna i meter (m) i RH2000, ska gälla för:	Skyddsnivå under byggskede till och med 2030. (m)	Permanent skyddsnivå, driftskede till och med 2100. (m)	Förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå, driftskede till och med 2150. (m)
Olskroken	+2,5	+4,0	+5,5
Station Centralen	+2,5	+4,0	+5,5
Station Haga	+2,4	+3,9	+5,4
Station Korsvägen	+4,0	+4,5	+5,5
Almedal	+4,7	+5,0	+5,5

För byggskedet kan konstateras att det är havet som är styrande för skyddsnivåerna vid Olskroken, Station Centralen och Station Haga. Flödet i Mölndalsån är styrande för skyddsnivåerna vid Station Korsvägen och Almedal.

För 2100 kan konstateras att det är havet som är styrande för skyddsnivåerna vid Olskroken, Station Centralen och Station Haga. Flödet i Mölndalsån är styrande för skyddsnivåerna vid Station Korsvägen och Almedal.

För 2150 kan konstateras att det är havet som är styrande för skyddsnivåerna vid samtliga platser.

Västlänken ska från driftsättandet skyddas upp till en nivå, permanent skyddsnivå. Västlänken ska dessutom genom förberedda åtgärder kunna skyddas till en högre nivå, förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå. Åtgärder för att kunna skydda Västlänken upp till den högre nivån, förberedd påbyggnadsbar skyddsnivå, ska projekteras och mark ska reserveras så att åtgärderna är möjliga att genomföra under Västlänkens tekniska livslängd.

Uppnås inte angivna skyddsnivåer genom projekterad marknivå för öppningar till Västlänken, enligt tabell 1, ska skydd integreras i anläggningen. Öppningar som normalt

Centralen

Haga

Korsvägen

Almedal

Ölskroken

Göteborg C

Station centralen

Station Haga

Station Korsvägen

Station Almedal

Göta älv

Västlänkens korridor

Område beläget ovanför skyddsnivåer för översvämningssäkring

4.2 Dimensionerande regn för översvämningssäkring

Västlänken ska utformas med hänsyn till ett dimensionerande regn för översvämningssäkring, vilket ska antas falla jämnt fördelat under två timmar inom avrinningsområdet. Detta gäller för tunnelmynningar, stationer, servicetunnlar, räddningstunnlar, ventilationsanläggningar, tråg och andra öppningar. Dimensionerande regnvolymer för översvämningssäkring sammanfattas i tabell 2.

Tabell 2 - Dimensionerande regn för översvämningssäkring av Västlänken

Följande dimensionerande regn för översvämningssäkring ska gälla:	Byggskede till och med 2030	Driftskede till och med 2150.
Regnvolymer på 2 timmar	150 mm	180 mm

Tunnelmynningar, stationer, service- och räddningstunnlar, ventilationsanläggningar, tråg och andra öppningar ska anpassas efter resultaten från ytavrinningsmodelleringen, se kartor i bilaga 1. Resultaten är ett underlag för att bestämma lämpliga placeringar av öppningar och till vilken nivå dessa ska skyddas i förhållande till befintlig markyta. Ändrad projekterad marknivå innebär förändrade förutsättningar för avrinningsförhållandena, vilket kräver nya modellberäkningar vars resultat ska beaktas.

Uppnås inte tillräcklig skyddseffekt mot dimensionerande regn för översvämningssäkring, via projekterad anläggning eller marknivå för öppningar till Västlänken, ska skydd integreras i anläggningen. Öppningar som normalt är stängda samt skydd för övriga öppningar ska vara täta vid stängt läge. Väggar, portar och luckor med mera ska vara dimensionerade för aktuellt ensidigt vattentryck. Öppningar med integrerade skydd ska kunna stängas lokalt samt från ledningscentral.

Referenser

Andréasson, J., Gustavsson, H och Bergström, S. (2011) Projekt Slussen – Förslag till ny reglering av Mälaren. SMHI Rapport nr 2011-64, Norrköping
<http://www.stockholm.se/Fristaendewebbplatser/Fackforvaltningssajter/Exploateringskontoret/NyaSlussen/Om-projektet/Formelladokument/Miljodomsansokan/>

Bergmark, M. (2011) Klimatsäkring pågår. Klimatanpassa Sundsvall – Slutrapport. Sundsvalls kommun. <http://www.sundsvall.se/klimatanpassa>

Bergström, S. (2012) Framtidens havsnivåer i ett hundraårsperspektiv-kunskapssammanställning 2012. SMHI, Klimatologi, nr 5, Norrköping
<http://www.smhi.se/nyhetsarkiv/nykunskapssammanstallning-om-framtida-havsnivaer-1.27871>

DMI (3/7 2011), Skybrud over København - anden udgave.

Göteborgs stad (2009) Extrema väderhändelser. Fas 2 (2009). Fallstudie Gullbergsvass. Stadsbyggnadskontoret, Göteborg.

Helsingborgs kommun (2009) Översiktsplan ÖP 2010, Översiktlig klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor.

IPCC (2013) Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers

Lindahl, S. (2008). Vattenstånd och flöden i Göta älv och Mölndalsån. SMHI Rapport nr 2008-77.

Länsstyrelserna i Västra Götalands och Värmlands län (2011). Stigande vatten – en handbok för fysisk planering i översvämningshotade områden. Faktablad – planeringsnivåer. Version 1.0 (2012-02-03), Faktablad – kusten.

Malmö Stadsbyggnadskontor (2008). Klimatet, havsnivån och planeringen. Dialog-PM 2008:2. Malmö Stadsbyggnadskontor.

Nerheim, S. och Hammarklint, T. (2010) Vattenstånd i dagens och framtidens klimat i Västernorrland. SMHI Rapport nr 2010-51b.

Nikulin, G., Kjellström, E., Hansson, U., Strandberg, G. och Ullerstig, A. (2011) Evaluation and future projections of temperature, precipitation and wind extremes over Europe in an ensemble of regional climate simulations. Tellus, vol. 63A, 24-40.

Persson, G., Andréasson, J., Eklund, D., Hallberg, K., Nerheim, S., Sjökvist, E., Wern, L. och Åström, S. (2011a) Klimatanalys för Västra Götalands län. SMHI Rapport nr 2011-45.

Persson, G., Sjökvist, E., Åström, S., Eklund, D., Andréasson, J., Johnell, A., Asp, M., Olsson, J. och Nerheim, S. (2011b) Klimatanalys för Skåne län. SMHI Rapport nr 2011-52

SGI (2010) Gävleborgs län. Översiktlig regional klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor.

SGI (2011) Södermanlands län. Översiktlig regional klimat- och sårbarhetsanalys – naturolyckor.

Sjölin Thomsen, R. (2012), Drift av Spildevandskomitéens Regnmålersystem, Årsnotat 2011, DMI Teknisk rapport 12-03.

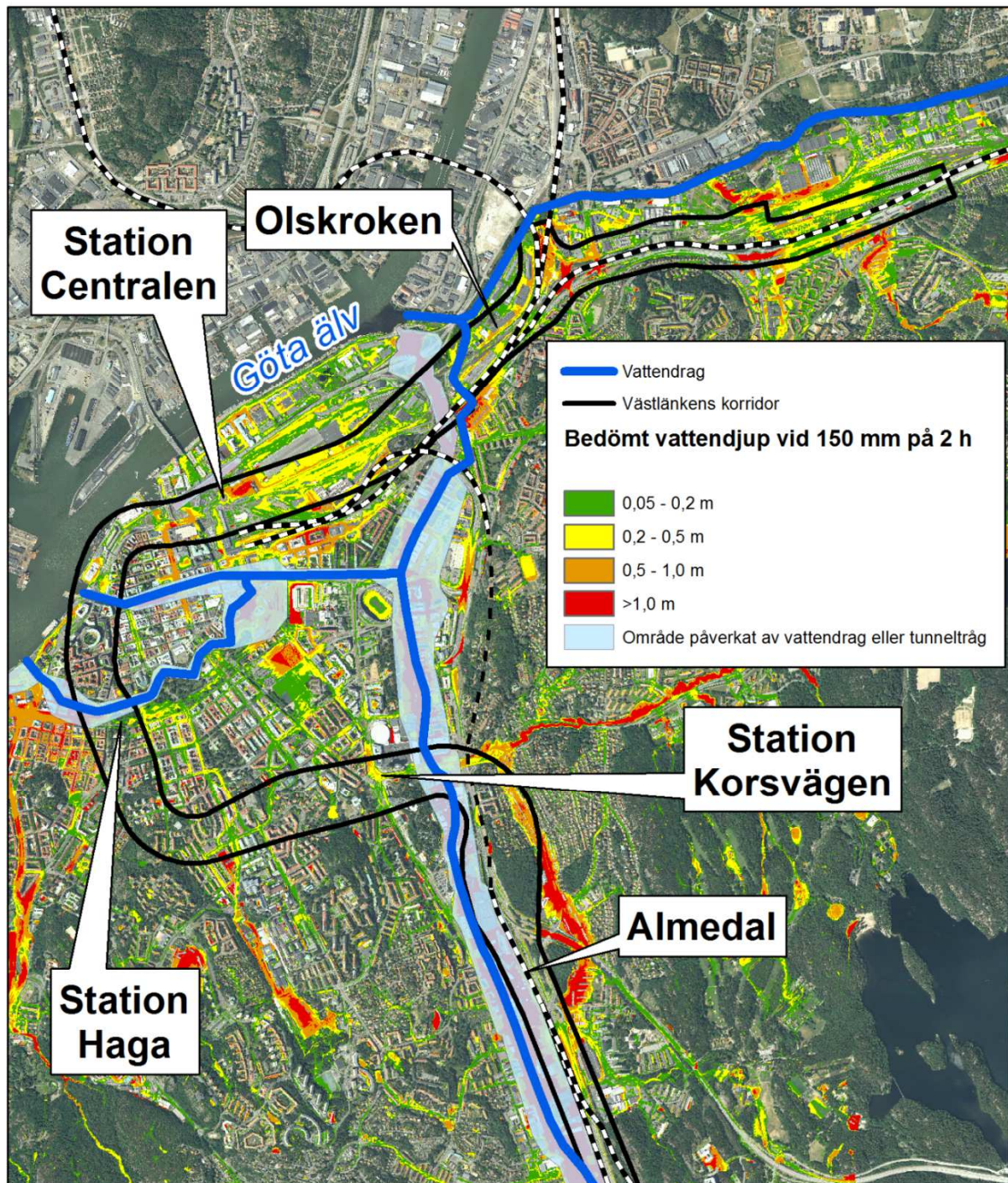
Stensen, B., Andréasson, J., Bergström, S., Dahné, J., Eklund, D., German, J., Gustavsson, H., Hallberg, K., Martinsson, S., Nerheim, S. och Wern, L. (2010) Regional klimat-sammanställning-Stockholms län. SMHI Rapport nr 2010-78.

Svensk Energi, Svenska Kraftnät och SveMin (2007). Riktlinjer för bestämning av dimensionerande flöden för dammanläggningar. Nyutgåva 2007.

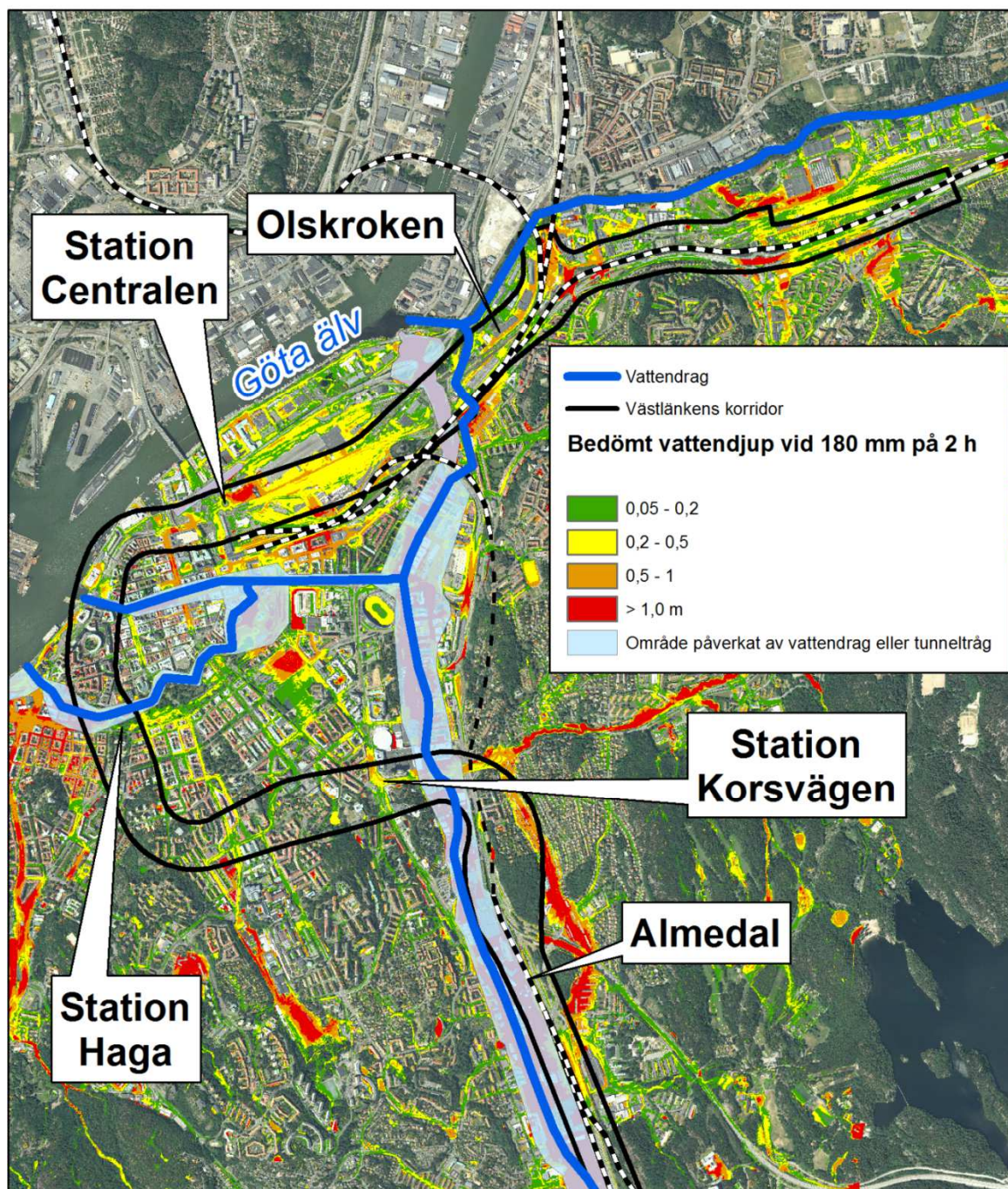
Tyréns AB (2012), Tekniskt PM geoteknik, Trafikverket dokumentnummer 102411-12-080.

Bilaga 1 – 2d-modellering av extrema regn

Kartorna (*Figur 1-7*) redovisar ungefärligt vattendjup vid dimensionerande regn. Bildtexterna beskriver vilket regn som avses. Området närmast vattendragen har maskerats över i kartorna på grund av att det i modellen tolkas som marknivå (Område påverkat av vattendrag eller tunneltråg i teckenförklaringen). Teckenförklaring i figur 1-2 gäller även för figur 3-7



Figur 1 – Dimensionerande regn under byggskedet till och med 2030, 150 mm på 2 timmar



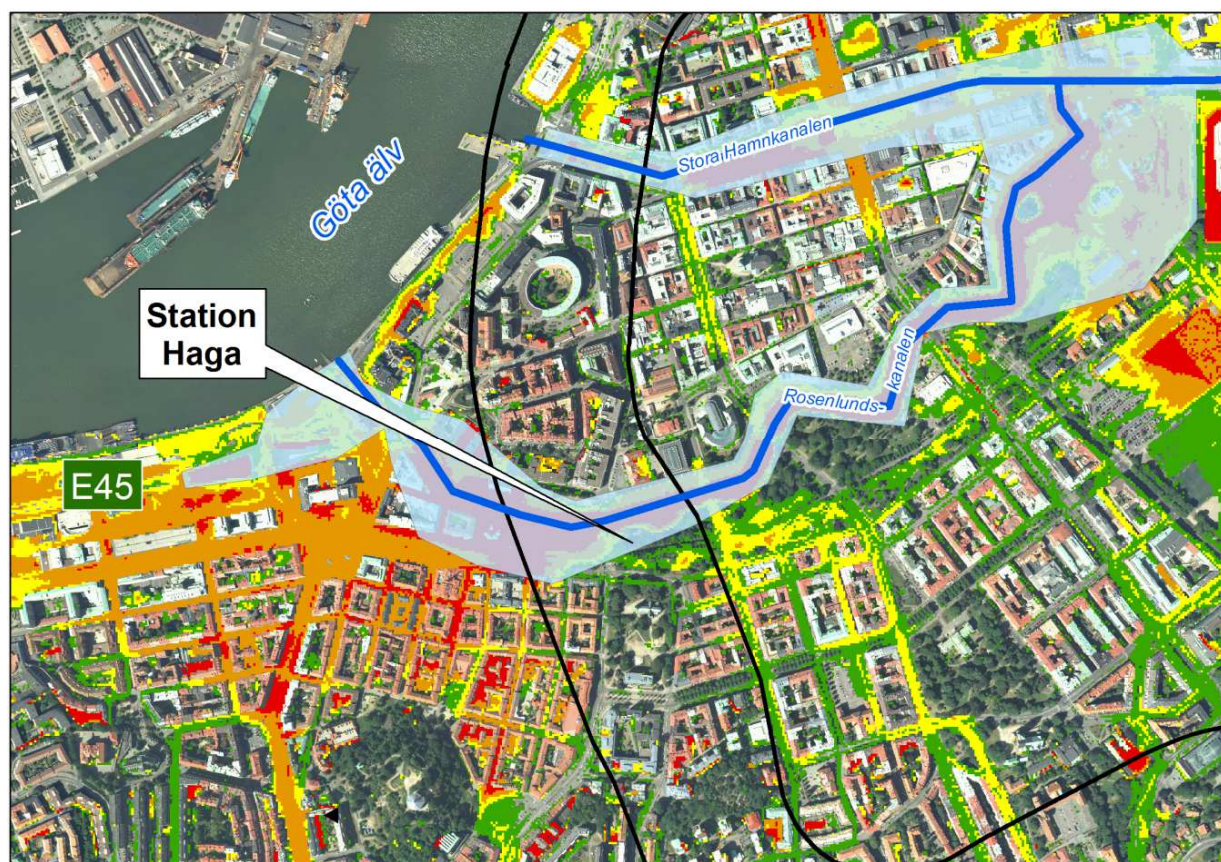
Figur 2 - Dimensionerande regn under driftskedet till och med 2150, 180 mm på 2 timmar



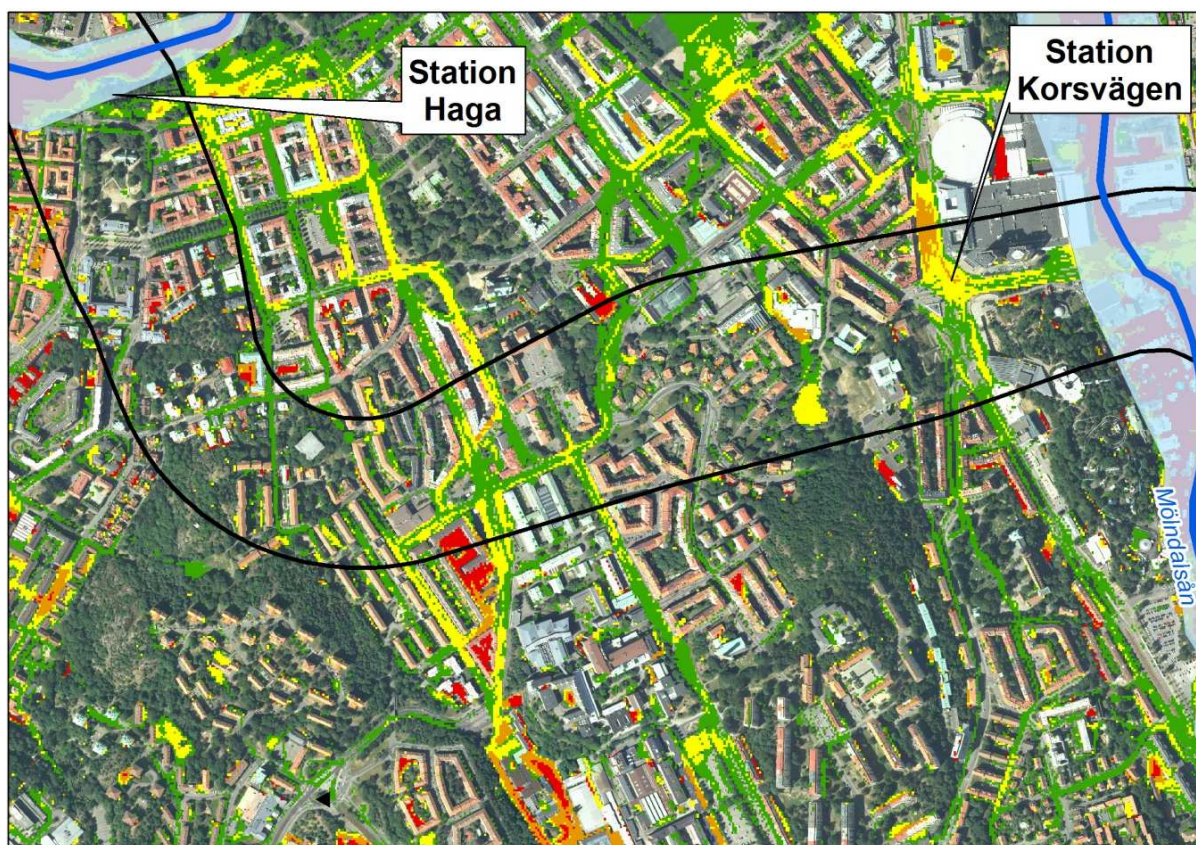
Figur 3 - Dimensionerande regn under byggskedet till och med 2030, 150 mm på 2 timmar, Olskroken



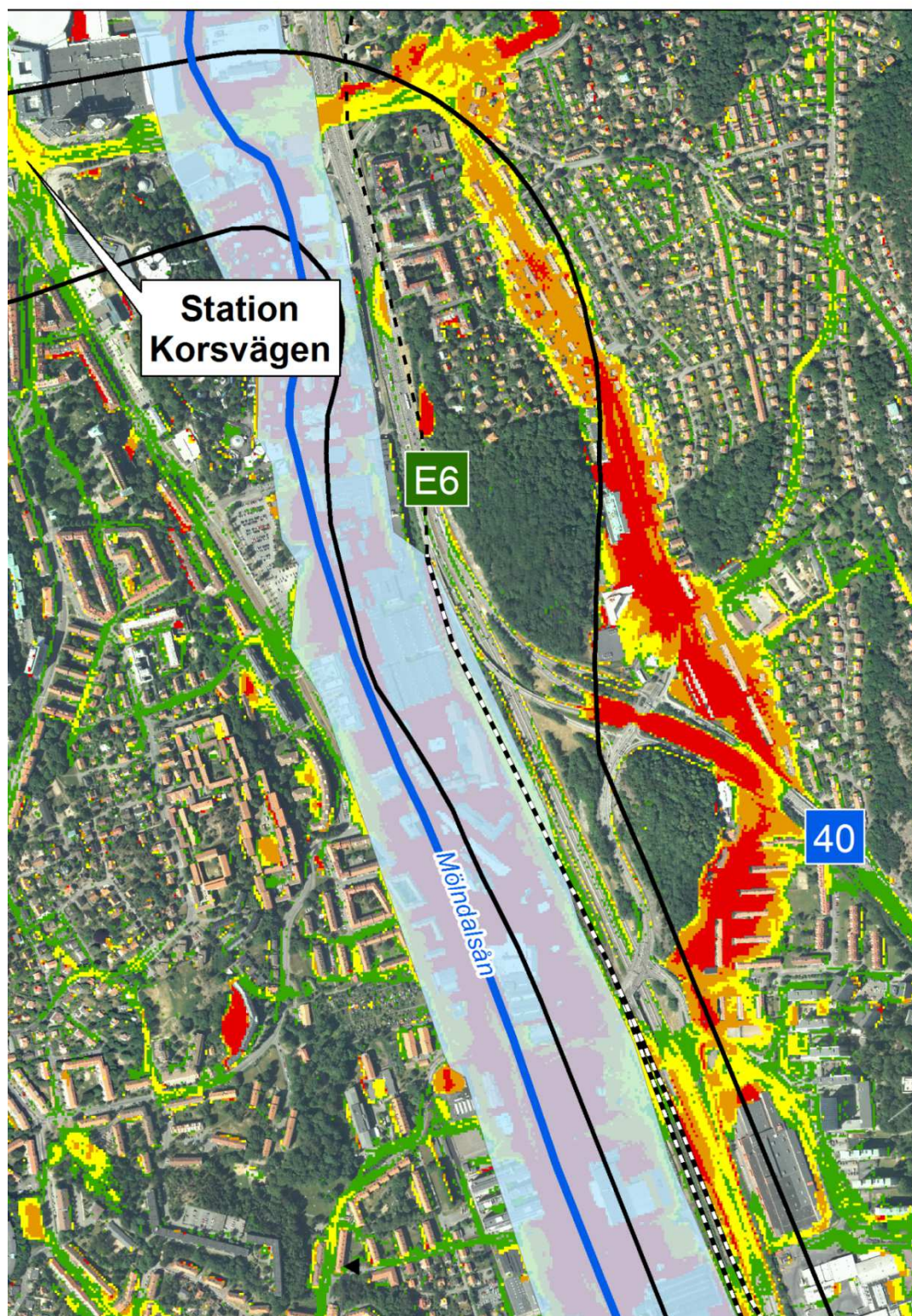
Figur 4 - Dimensionerande regn under byggskedet till och med 2030, 150 mm på 2 timmar, Station Centralen



Figur 5 - Dimensionerande regn under byggskedet till och med 2030, 150 mm på 2 timmar, Station Haga



Figur 6 - Dimensionerande regn under byggskedet till och med 2030, 150 mm på 2 timmar, Station Korsvägen



Figur 7 - Dimensionerande regn under byggskedet till och med 2030, 150 mm på 2 timmar, Almedal

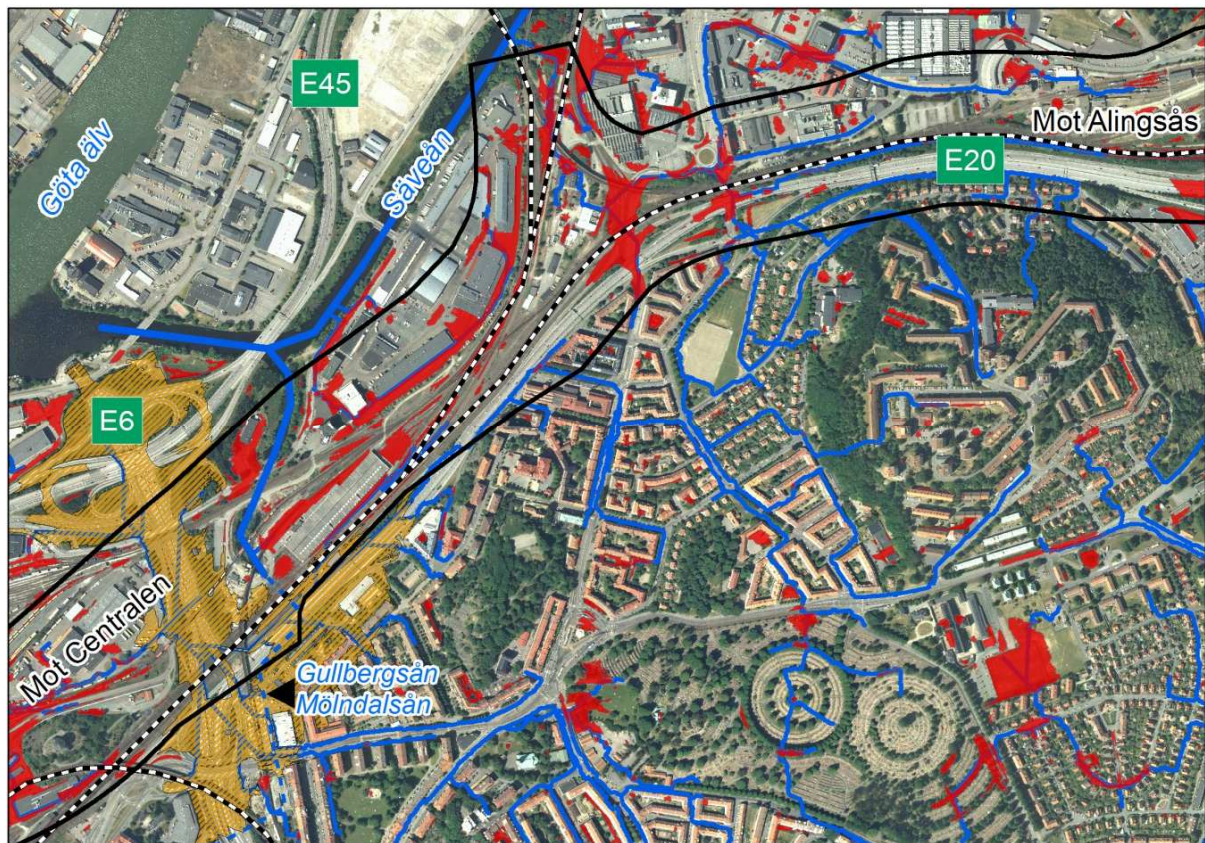
Bilaga 2 – Avrinningsvägar och instängda områden

Blå linje - Naturlig avrinningsväg på markytan

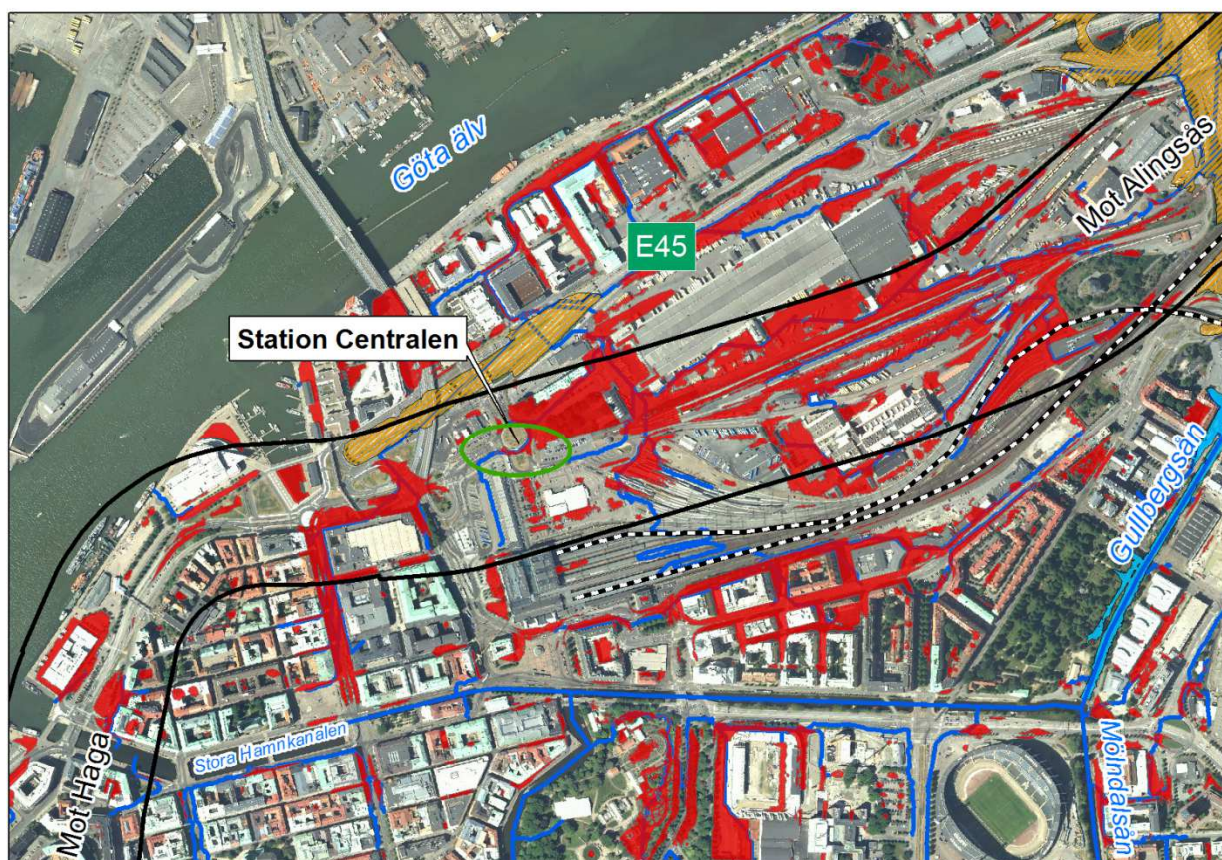
Instängt område (röd yta) - Område som inte naturligt kan avledas med självfall över markytan. Normalt finns avledningsmöjlighet genom t ex dagvattensystem.

Instängt område som innefattar tillfartsramper till Tingstadstunneln eller Götatunneln (yta med orange skraffering) – Område som inte naturligt kan avledas med självfall över markytan. I Götatunneln och Tingstadstunneln/Gullbergsmotet finns anordningar, med begränsad kapacitet, för att ta hand om tillrinnande dagvatten.

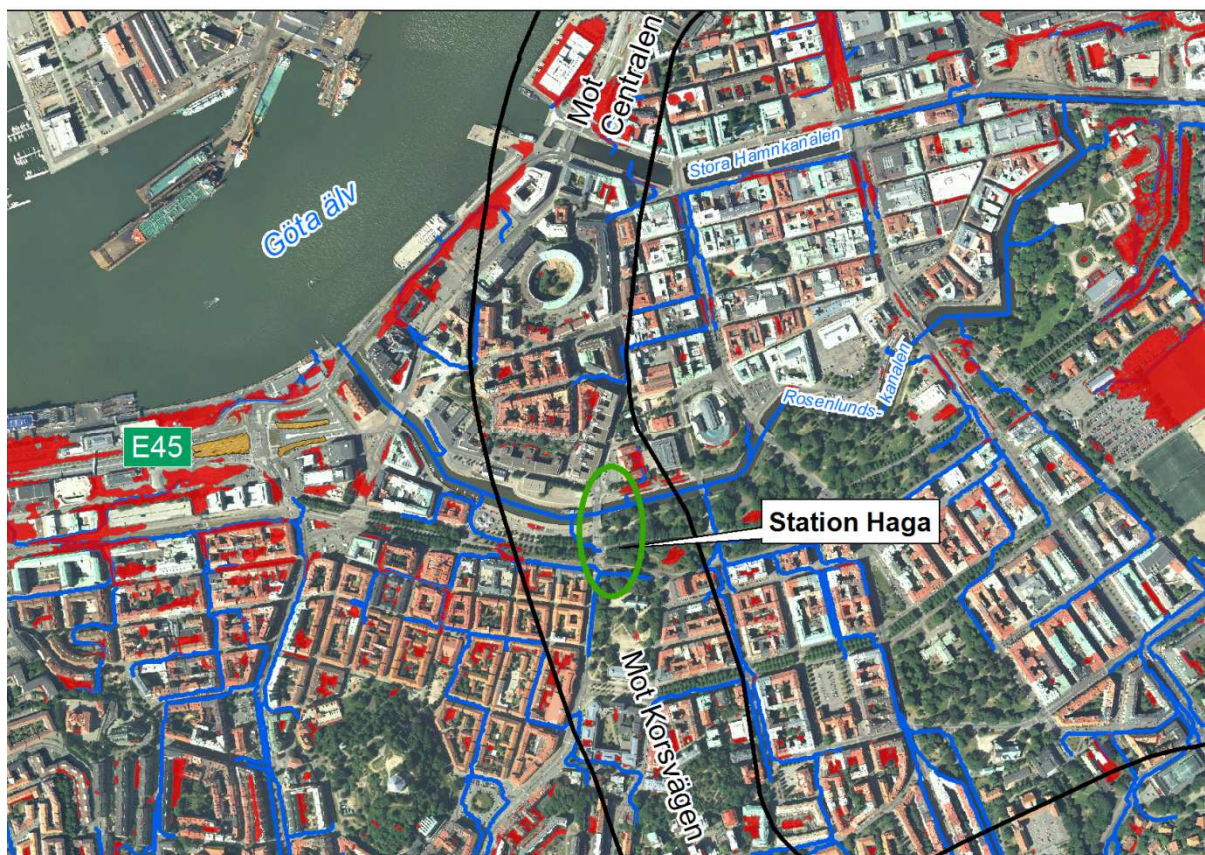
Delvis instängt område (turkos yta, gäller endast figur 2): Beskrivning för Instängt område (röd yta) gäller, med följande komplettering: Område som genomkorsas av vattendraget Gullbergsån. Delar av området avleds med självfall via markytan till Gullbergsån och är således inte instängt. Andra delar av området är instängt. Gränsen mellan vad som är instängt och inte instängt är osäker inom den turkosa ytan.



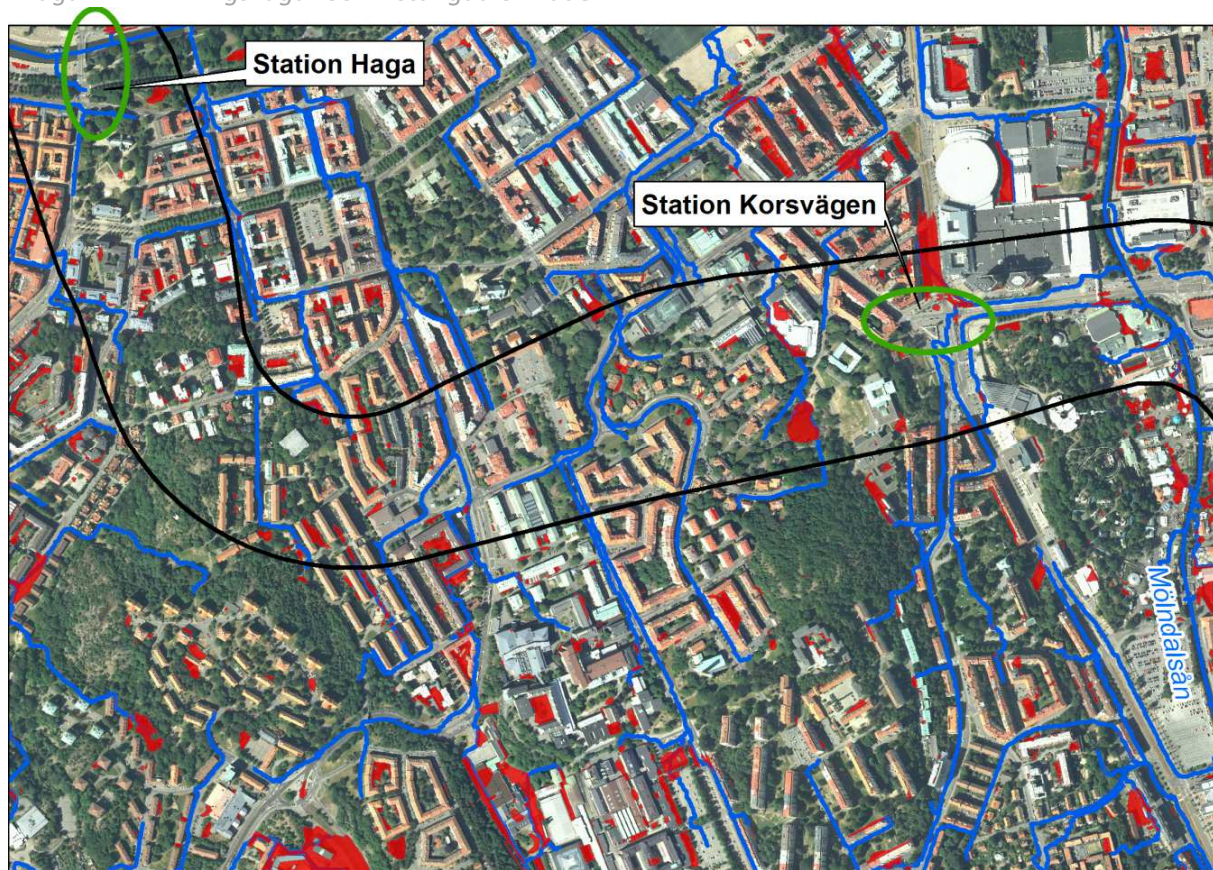
Figur 1 - Avrinningsvägar och instängda områden vid Olskroken



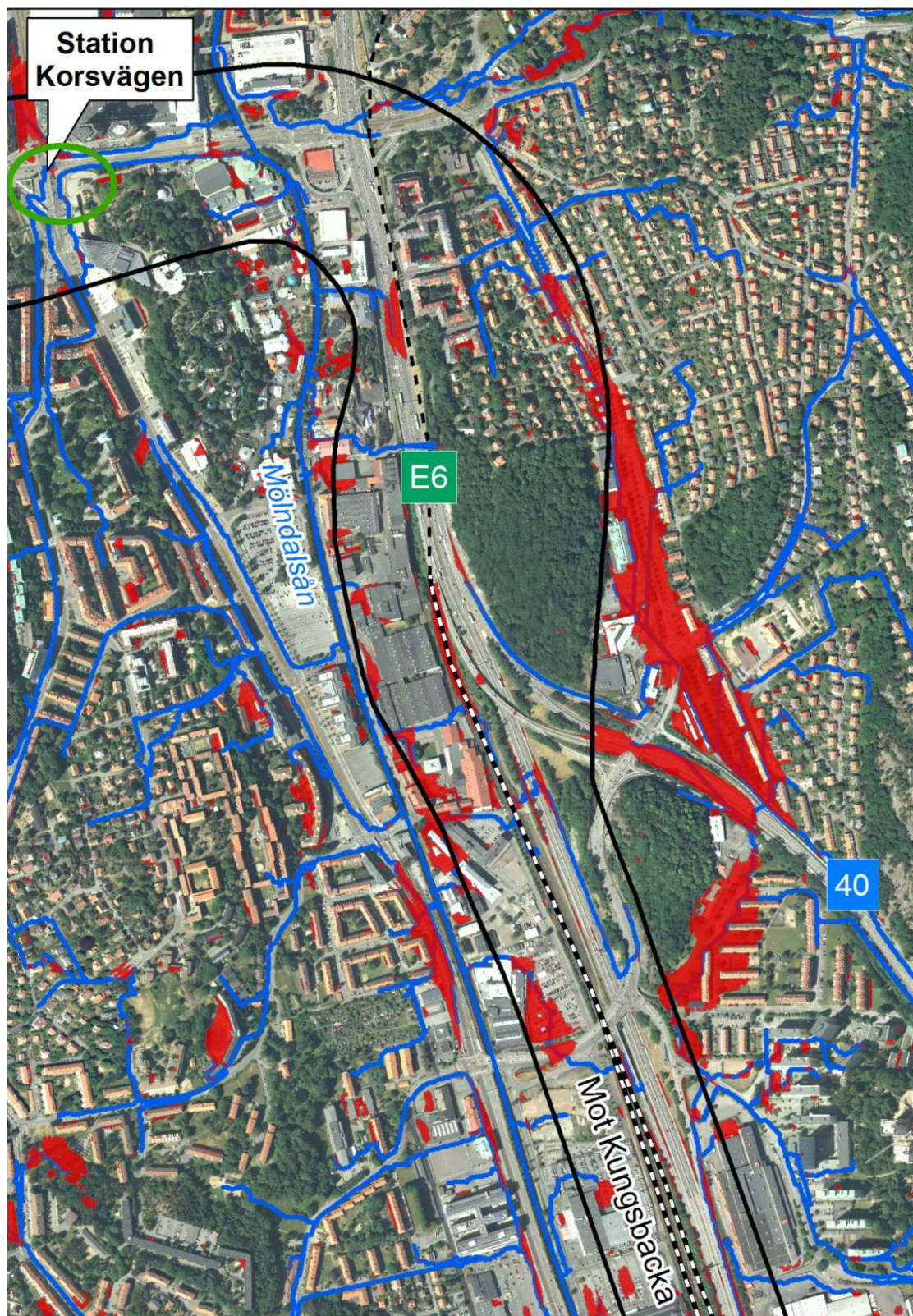
Figur 2- Avrinningsvägar och instängda områden vid Station Centralen



Figur 3- Avrinningsvägar och instängda områden vid Station Haga



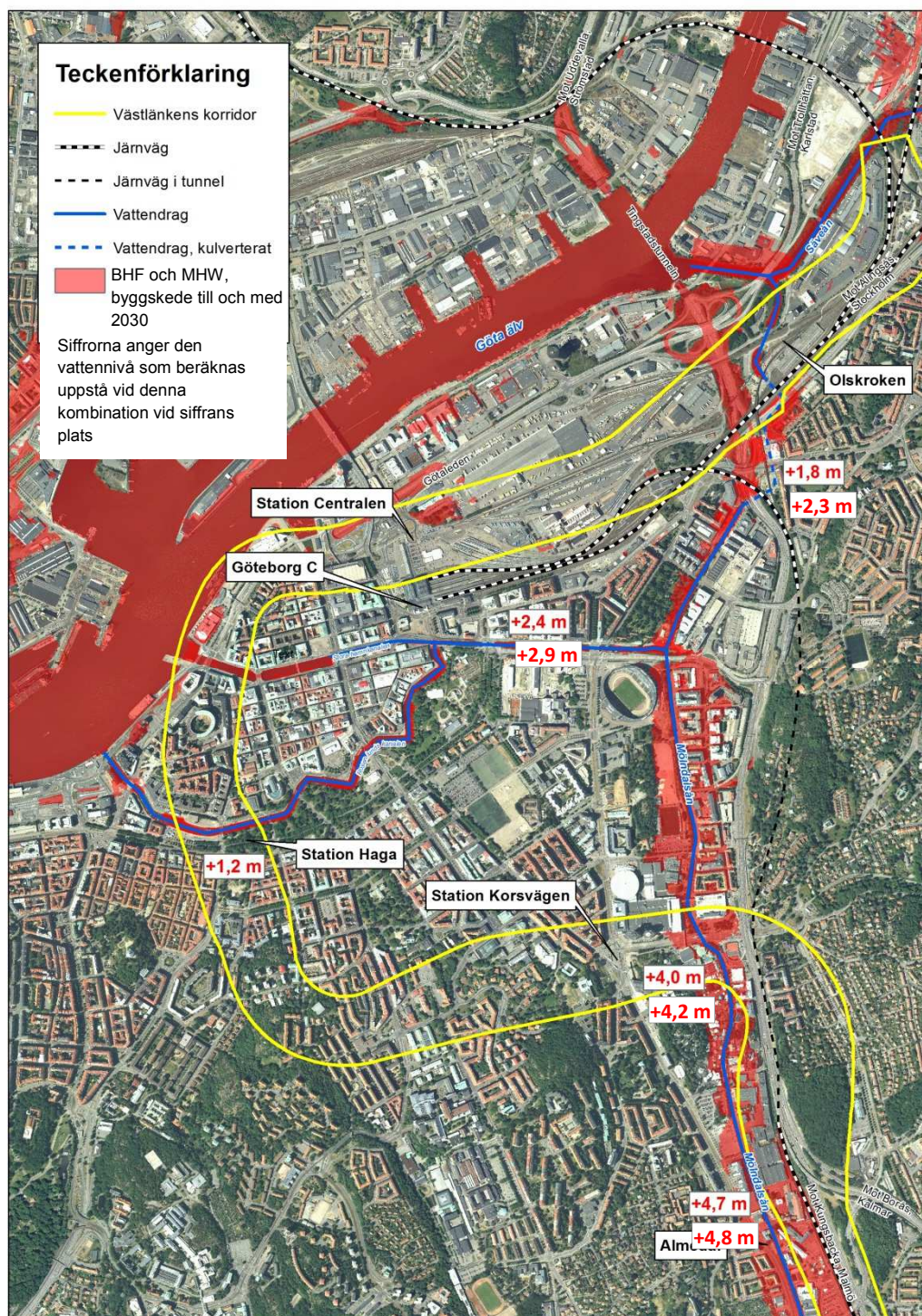
Figur 4 - Avrinningsvägar och instängda områden vid Station Korsvägen



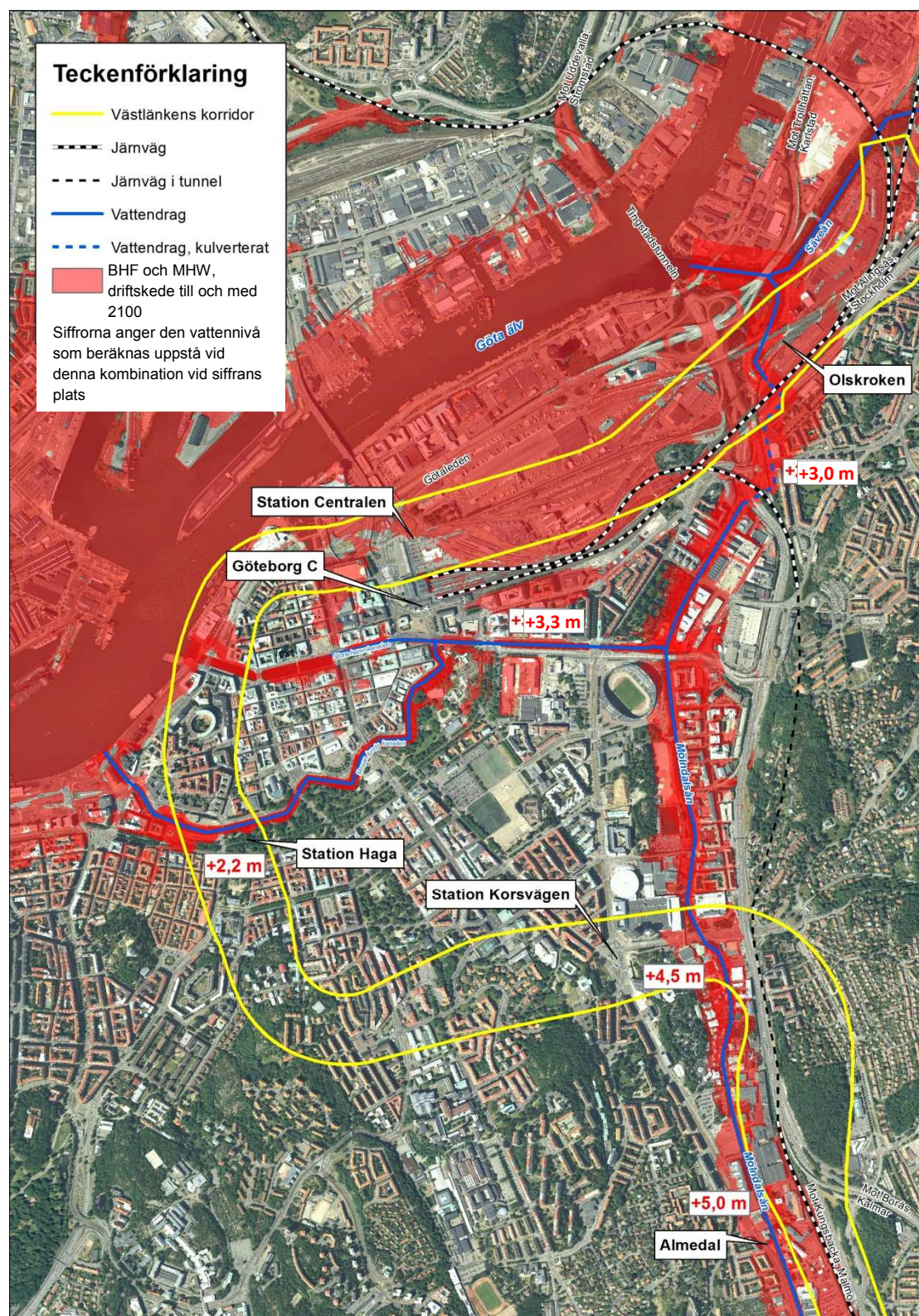
Figur 5 - Avrinningsvägar och instängda områden vid Almedal

Bilaga 3 – Vattendragspåverkan

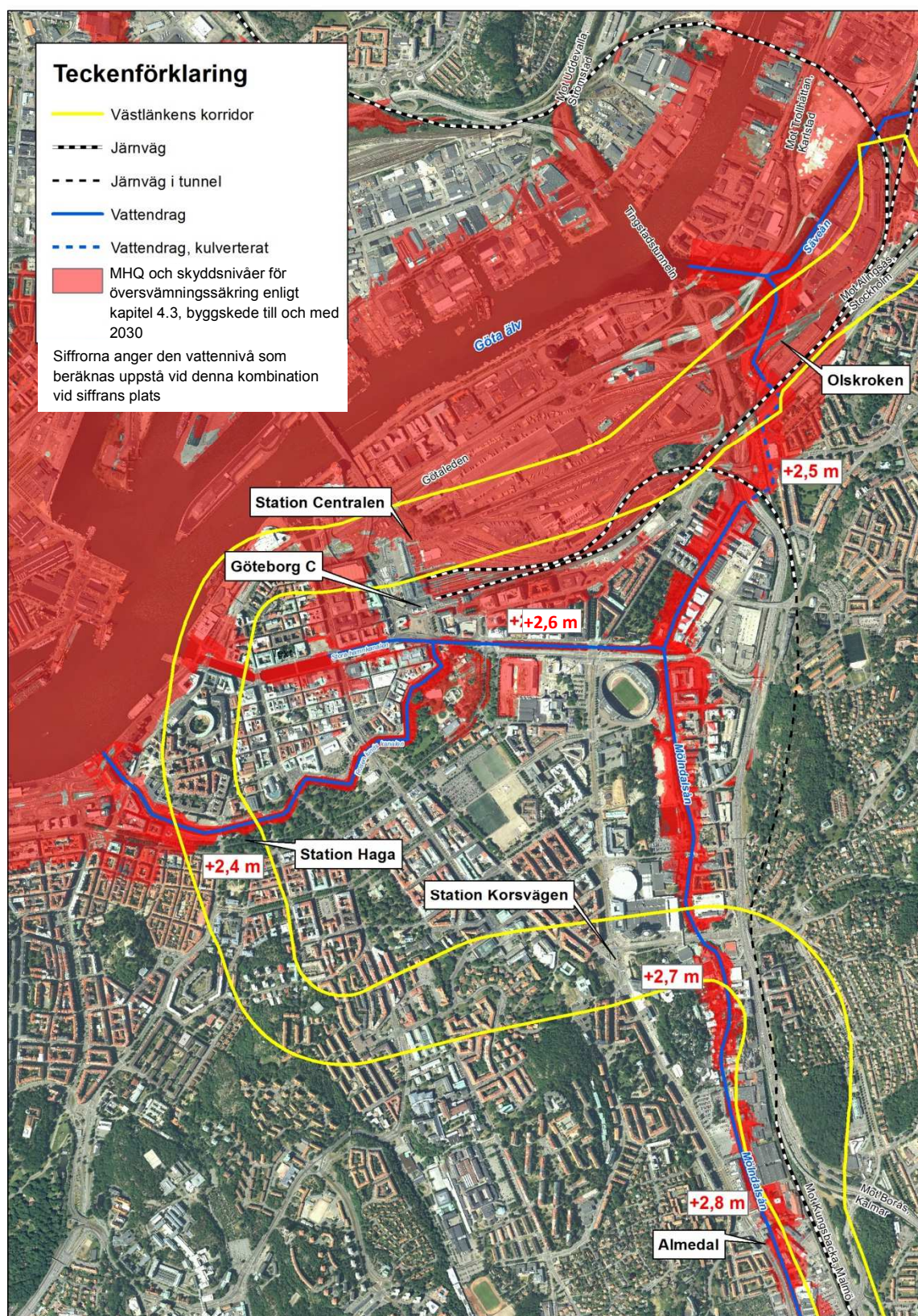
I *Figur 1-5* redovisas vattenutbredning och vattennivåer vid kombinationer av höga flöden i Mölndalsån med biflöden och höga havsnivåer (nivå i Göta älv), för beräkning av dimensionerande vattennivåer för översvämningssäkring. Vattenutbredningen vid respektive kombination redovisas som en röd yta i figurerna. De vattennivåer som redovisas i figur 1-5 hör till respektive kombination och är nödvändigtvis inte dimensionerande vattennivå för översvämningssäkring.

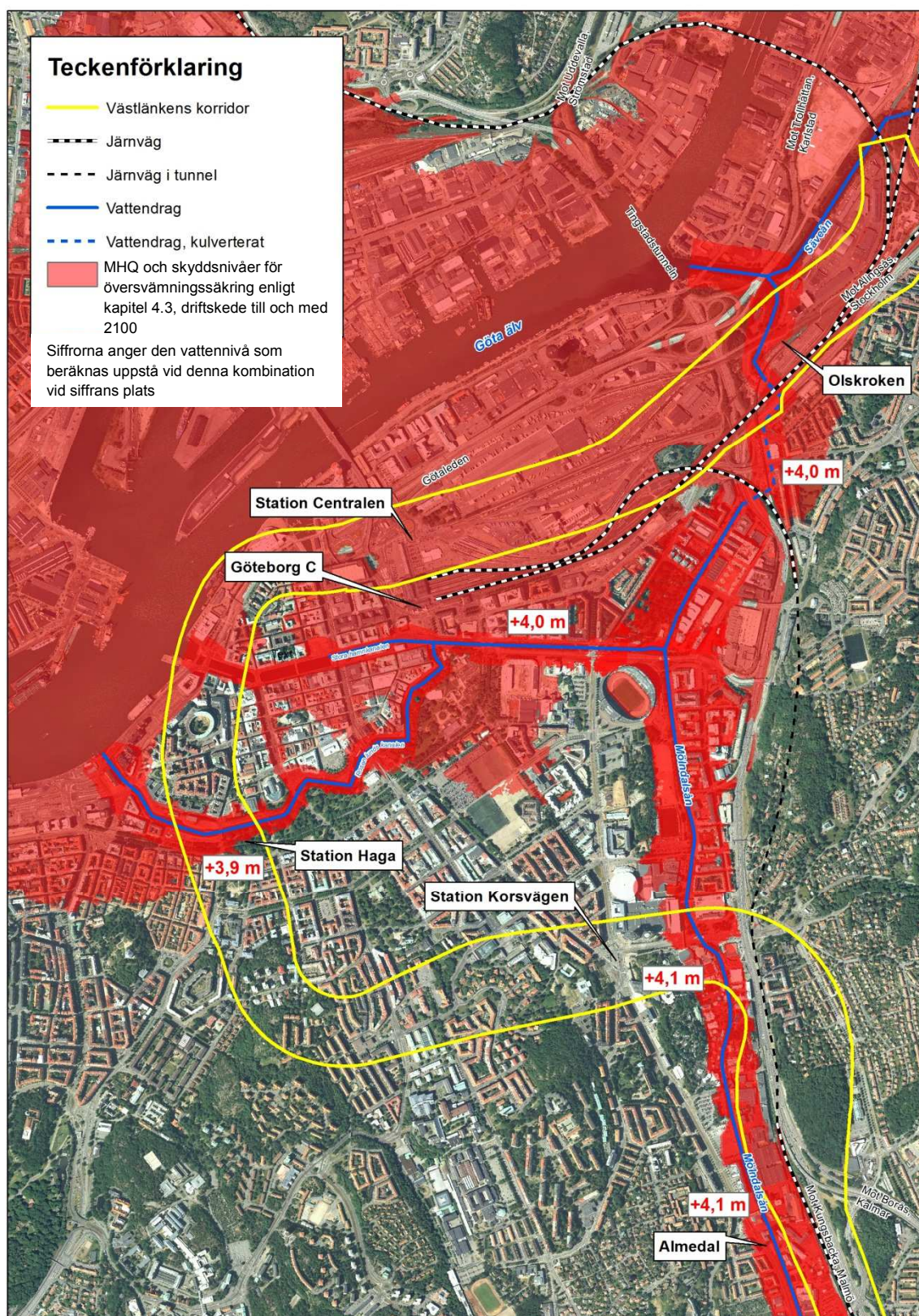


Figur 1 – Kombinationen BHF och MHW ger följande vattenutbredning för byggskede till och med 2030

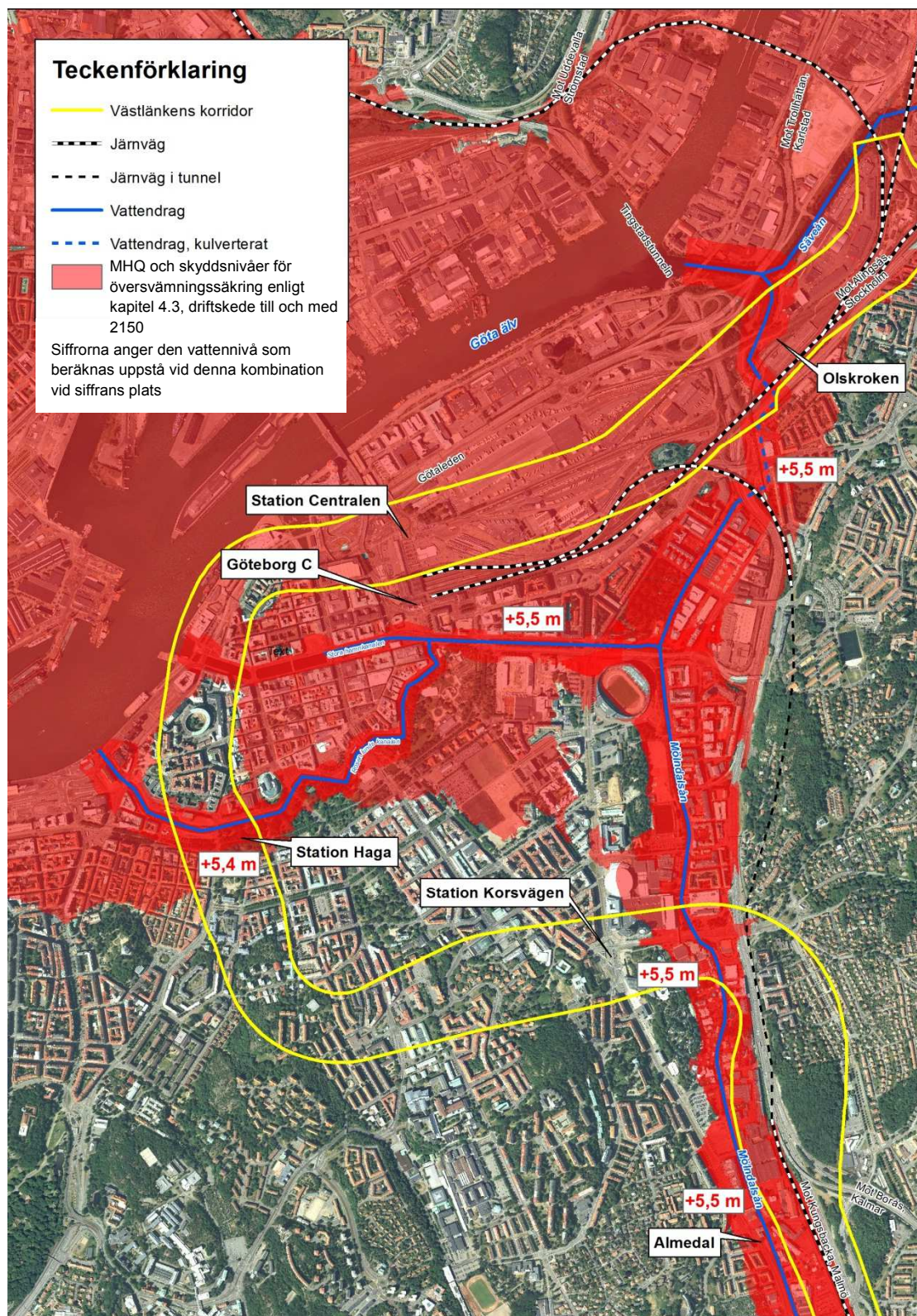


Figur 2 – Kombinationen BHF och MHW ger följande vattenutbredning för driftskede till och med 2100





Figur 4 – Kombinationen MHQ och skyddsnivåer för översvämningssäkring ger följande vattenutbredning för driftskede till och med 2100



Figur 5 – Kombinationen MHQ (Medelhögvattenföring- medelvärde av varje års högsta dygnsvattenföring) och skyddsnivåer för översvämningssäkring ger följande vattenutbredning för driftskede till och med 2150

Underlagsrapporter till Västlänkens MKB

Kulturmiljö

Naturmiljö

Rekreation

Förorenade områden

Dag- och tunnelvatten

Ljud, stömljud och vibrationer

Elektromagnetiska fält

Luftkvalitet

Geologi och hydrogeologi

Klimatförändringar och översvämningssäkring

Risk och säkerhet



TRAFIKVERKET

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

www.trafikverket.se