



2015-10-30

STABILITETFÖRBÄTTRANDE ÅTGÄRDER E20 FINNGÖSA

PM HYDROLOGI SÄVEÅN



Framställd för:
Trafikverket Investering Region Väst

Uppdragsnummer: 1522243

PM HYDROLOGI





Innehållsförteckning

1.0 INLEDNING	1
1.1 Förslag till stabilitetsförbättrande åtgärder	1
2.0 SÄVEÅNS HYDROLOGI	3
2.1 Karakteristisk vattenföring	3
2.1.1 Flödesdata	3
2.1.2 Flödets fördelning över året	4
2.2 Karakteristiskt vattenstånd.....	5
3.0 MODELLERING AV PÅVERKAN PÅ VATTENSTÅNDET FRÅN UTLÄGGNING AV STÖDFYLLNING OCH EROSIONSSKYDD	6
3.1 Metoder för hydrauliska beräkningar	7
3.1.1 Hydraulisk modellering med HEC-RAS.....	7
3.1.2 Manuella analytiska beräkningar.....	8
3.2 Resultat av modellering och beräkningar.....	8
4.0 SLUTSATSER	11
5.0 REFERENSER	12

TABELLFÖRTECKNING

Tabell 1: Karakteristisk vattenföring för Säveån vid Finngösa.....	3
Tabell 2: Månadsvis medelvattenföring och maximala dygnsvattenföring både baserat på modellerad och uppmätt data.	5
Tabell 3: Karakteristiskt vattenstånd vid Finngösabäckens utlopp i Säveån	6
Tabell 4: Vattenstånd i RH2000 kopplade till flödesscenario.....	7
Tabell 5: Dämningseffekt enligt HEC-RAS för sektion GA01, GA04, GA06, GA08 och GA11.	9
Tabell 6: Fallförlust för MQ och HQ50 beräknad mellan sektion Ga01 och GA11.....	9
Tabell 7: Analytisk beräkning av dämningseffekt med hjälp av Mannings ekvation där L=200 för sektion GA04,GA06 och GA08	10
Tabell 8: Fullständigt resultat för modellering av de fem scenarierna i Säveån utan stödfyllning.....	2
Tabell 9: Fullständigt resultat för modellering av Säveån med stödfyllning för alla fem scenarier i alla sektioner	2

FIGURFÖRTECKNING

Figur 1: Översiktskarta över området för planerade åtgärder i Säveån.....	1
---	---



Figur 2: Utdrag ur 3D-modell som åskådliggör planerade stabilitetsförbättrande åtgärder i plan. Vattennivåerna LLW och MW illustrerade i figuren, jämför med Figur 3 nedan.	2
Figur 3: Stabilitetsförbättrande åtgärder i profil	2
Figur 4: Jämförelse mellan modellerad vattenföring (med S-HYPE) i Säveån vid Finngösa och uppmätt vattenföring vid Jonsered	4
Figur 5: Uppmätt dygnsvattenföring i Säveån vid Aspens utlopp, 2006-2013	5
Figur 6: Karta över sektioner använda för modellering med HEC-RAS. Sektion 1-10 och 12 användes.	7

BILAGOR

BILAGA A

Fullständigt resultat för modellering av de fem scenarierna i Säveån utan stödfyllning.

BILAGA B

Fullständigt resultat för modellering av Säveån med stödfyllning för alla fem scenarier i alla sektioner

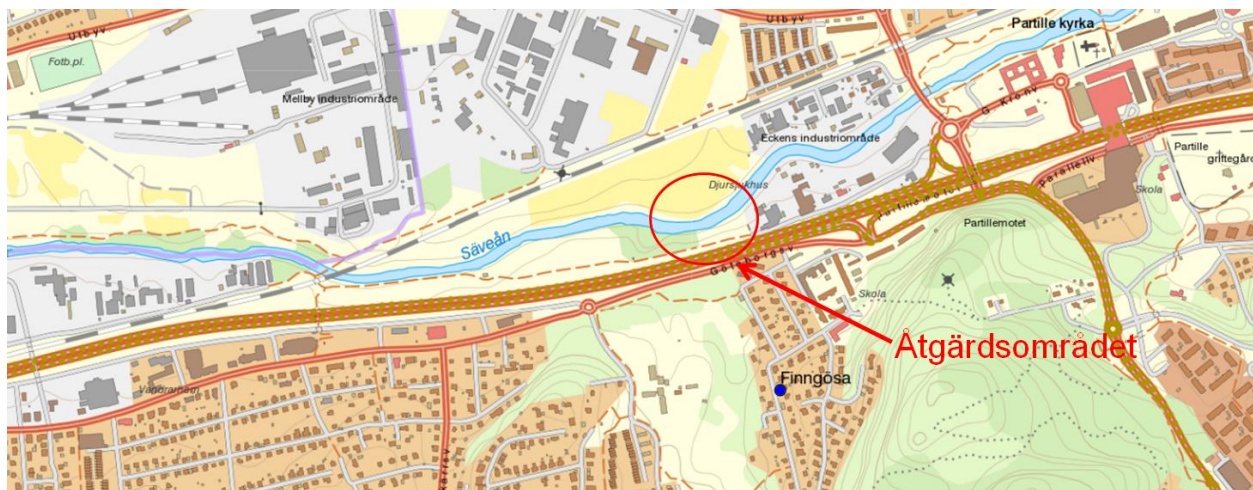


1.0 INLEDNING

Med anledning av en otillfredställande stabilitet och uppmätta markrörelser har Trafikverket (TRV) för avsikt att utföra stabilitetsförbättrande åtgärder längst en ca 250 meter lång sträcka utmed Sävån och E20 i Partille kommun. Golder Associates (Golder) utför därför på uppdrag av TRV projektering av dessa åtgärder. I föreliggande PM sammanställs de hydrologiska förutsättningarna i Sävån (kapitel 2) samt studeras effekterna av föreslagna åtgärder (kapitel 3).

Sävån är skyddad som ett natura 2000-område med anledning av dess laxbestånd. Lokalt vid Finngösaravinen finns också bl.a. potentiella häckningsplatser för kungsfiskare. Motorvägen E20 utgör ett riksintresse för kommunikation. Avståndet mellan väg E20 och Sävån är bara ca 50 meter vid den smalaste delen av åtgärdsområdet. Det korta avståndet i kombination med skredkänsliga leror, områdets höga naturvärden samt E20:s betydelse för kommunikationer gör projekteringen till en komplex frågeställning.

Samtliga nivåer i föreliggande PM anges i RH2000.



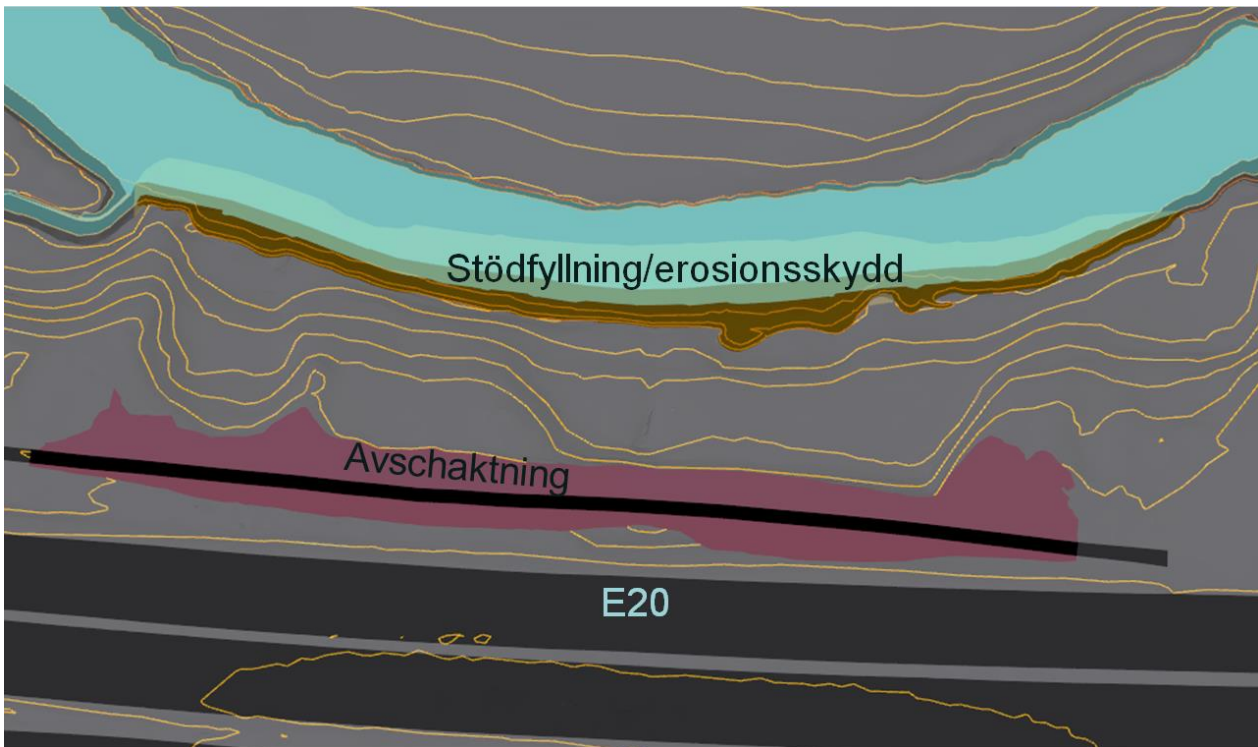
Figur 1: Översiktskarta över området för planerade åtgärder i Sävån.

1.1 Förslag till stabilitetsförbättrande åtgärder

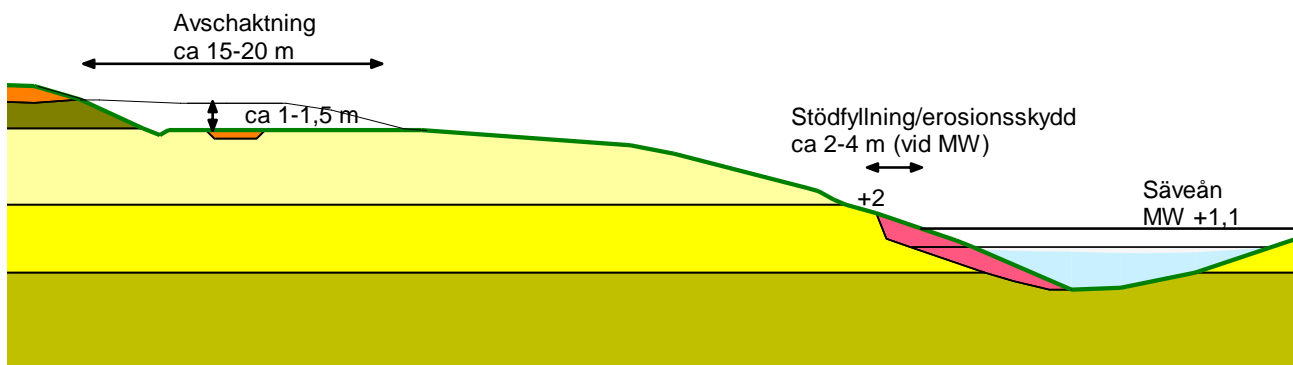
Huvudalternativet för stabilitetsförbättrande åtgärder är en kombination av avschaktning på slänkrön i kombination med stödfyllning i Sävån och erosionsskydd. Detta alternativ tillsammans med lämpliga kompensationsåtgärder för fisk- och fågellivet bedöms sammantaget vara det mest fördelaktiga alternativet sett ur utförande-/teknisk, miljömässig och ekonomisk synpunkt.

Utformningen av stödfyllning och erosionsskydd har gjorts så återhållsam som möjligt för att inte i onödan påverka känsliga naturvärden och Sävåns strömningsförhållanden. En utförligare beskrivning av planerade åtgärder, alternativa åtgärder och geotekniska förhållanden redovisas i PM Stabilitet, E20 Finngösa.

För att studera vilka effekter en åtgärd kan förväntas ha på Sävåns vattenstånd har både manuella beräkningar och en numerisk modellering utförts, vilka redovisas i detta PM. Åtgärdernas utformning i plan redovisas i Figur 2 och i sektion i Figur 3 nedan.



Figur 2: Utdrag ur 3D-modell som åskådliggör planerade stabilitetsförbättrande åtgärder i plan. Vattennivån LLW och MW illustrerade i figuren, jämför med Figur 3 nedan.



Figur 3: Stabilitetsförbättrande åtgärder i sektion



2.0 SÄVEÅNS HYDROLOGI

2.1 Karakteristisk vattenföring

Flödet i Sävån styrs främst av regleringen vid Vattenfalls kraftverk i Jonsered vid sjön Aspens utlopp. Avrinningsområdets storlek nedströms Aspen utgör endast ca 3 % av Sävåns totala avrinningsområde uppströms Finngösa. Flödesstatistik baserad på mätningar vid Jonsered har därför använts. Vid speciella vädertillfällen med t.ex. hög lokal nederbördsintensitet på frusen mark kan det lokala flödestillskottet bli stort men detta bedöms ej påverka dimensionerande vattenföring i stort.

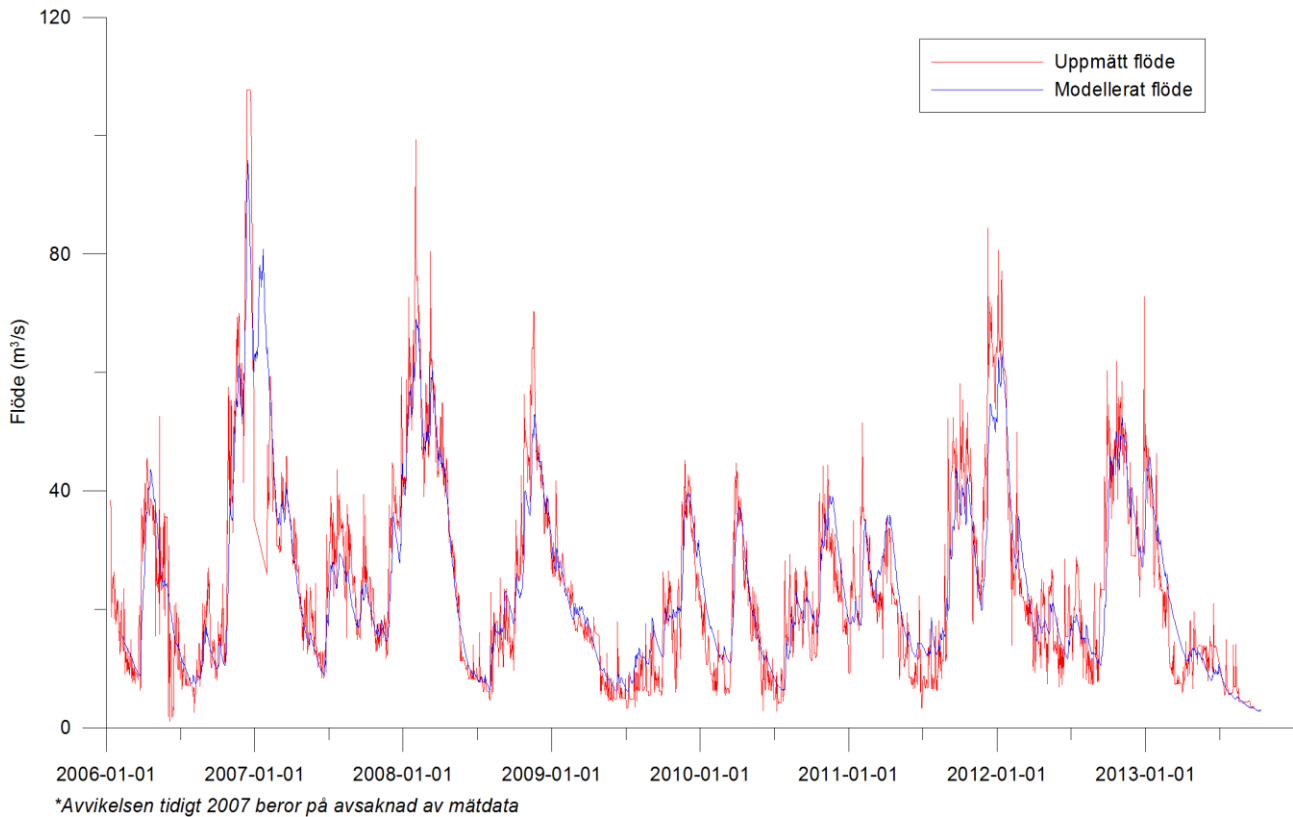
Regleringen vid Jonsered regleras enligt en vattendom (Mål nr M 531-08) i vilken det fastställs att Vattenfall måste bibehålla en minimitappning om 2,4 m³/s i naturfåran. Samtidigt måste fisktrappan vid kraftverket ha ett minimiflöde om 0,8 m³/s (under mars–november). Om tillrinningen till sjön Aspen understiger 3,2 m³/s ska även hela detta flöde tappas i naturfåran vid Jonsered. Vattenföringsdata visa att lågvattenföringen generellt är betydligt högre än så varför det sistnämnda ej bedöms ha någon större inverkan på tappningen. Vattenfall har i praktiken ingen möjlighet att utföra långvarig reglering av Sävån där ett lågflöde bibehålls under perioder med stor tillrinning. Alltså kommer eventuellt arbete i Sävån vid Finngösa huvudsakligen utföras under förhållanden som följer det av Jonsered kraftverk enligt normalt mönster reglerade flödet, vilket ligger ganska nära mönstret för ett oreglerat flöde.

2.1.1 Flödesdata

Kompleta flödesdata från Jonsered kraftstation har funnits tillgängliga för projektet för perioden 2006-2013. Vissa flödesdata har funnits tillgängliga för perioden 1987-2003 men denna datamängd har så mycket luckor att det har ansetts för svårhanterligt statistiskt för att använda. Modellerade flöden från SMHIs hydrologiska modell S-HYPE finns för en punkt nära Finngösa för perioden 1999-2015. En jämförelse mellan modellerad data och uppmätt data (se Figur 4) visar att modellerad data generellt ligger något lågt vid högflödes-situationer, ett faktum som även bekräftats vara fallet för korta modelleringsperioder som den här aktuella av SMHI:s modellansvariga. För beräkningar och modelleringar har därför en sammanställning gjorts av vattenföringsparametrar (karakteristisk vattenföring) från olika källor, dessa redovisas i Tabell 1. Vidare har det ansetts befogat att inkludera ett 100-årsflöde där en framtida klimatförändring är medräknad, vilket inkluderats från MSB:s översvämningskartering för sträckan.

Tabell 1: Karakteristisk vattenföring för Sävån vid Finngösa

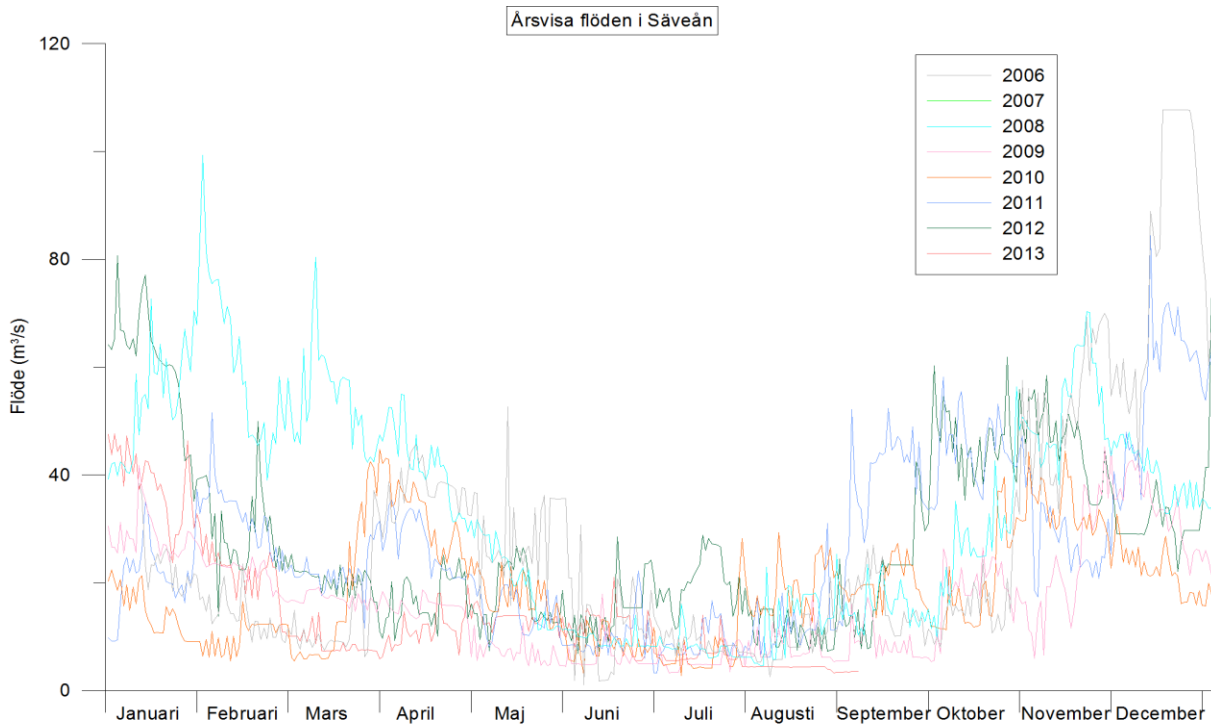
Flödesscenario	Vattenföring (m ³ /s)	Källa
HQ100 (klimatkompenserad)	154	MSB, 2015
HQ100	130	Norconsult, 2008
HQ50	120	Norconsult, 2008
MQ	23	Vattenfall
MLQ	6	SMHI, 2012



Figur 4: Jämförelse mellan modellerad vattenföring (med S-HYPE) i Säveån vid Finngösa och uppmätt vattenföring vid Jonsered

2.1.2 Flödets fördelning över året

Som beslutsunderlag för projekteringen av genomförandet av de stabilitetsförbättrande åtgärderna och MKB har även statistik tagits fram för flödets fördelning över året. Uppmätta dygnsvärden för vattenföring för 2006-2013 redovisas i Figur 5. Månadsmedelvärden för både uppmätt och modellerad flödesdata redovisas i Tabell 2. Från dessa data kan man konstatera att variabiliteten är mycket stor men medelflödet är ca 3 gånger högre under vintermånaderna än under sommarmånaderna. Vidare förekommer alla århögstanoteringarna för flöde under vinterhalvåret under den aktuella undersökningsperioden



Figur 5: Uppmätt dygnsvattenföring i Säveån vid Aspens utlopp, 2006-2013

Tabell 2: Månadsvis medelvattenföring och maximala dygnsvattenföring både baserat på modellerad och uppmätt data.

Månad	Modellerad SMHI S-HYPE (1999-2015)		Uppmätt Jonsered (2006-2013)	
	Månadsvis medelflöde (m³/s)	Maximalt dygnsflöde (m³/s)	Månadsvis medelflöde (m³/s)	Maximalt dygnsflöde (m³/s)
Januari	39,2	80,8	34,9	83,3
Februari	34,8	69,0	29,1	99,3
Mars	29,1	60,9	23,6	80,4
April	25,3	46,7	25,8	54,9
Maj	18,2	38,8	16,8	52,6
Juni	13,6	26,7	10,9	32,6
Juli	13,0	29,5	12,4	43,6
Augusti	12,6	29,0	13,8	37,7
September	13,9	43,7	19,1	60,3
Oktober	17,9	50,0	29,7	61,9
November	25,7	61,5	36,2	70,3
December	32,8	95,8	43,2	107,7

2.2 Karakteristiskt vattenstånd

Vattenståndet i Säveån vid Finngösa styrs framförallt av vattenföringen men även havsnivån påverkar. Någon långvarig mätserie för vattenstånd inom arbetsområdet eller i dess närhet finns ej. Partille kommun har heller inte tagit fram några officiella dimensionerande nivåer för Säveån i Partille. Däremot har Partille



kommun utfört vattenståndsmätningar vid extremsituationer vid ett antal uppströms och nedströms belägna broar sedan 1970-talet. Beräkningar av vattennivåer har även gjorts i samband med andra projekt i anslutning till Sävån i Partille. Vid Jonsereds kraftstation finns mer sammanhängande dataserie från en mät punkt nedströms Vattenfalls kraftverk (vilken ligger till grund för beräkningen av vattenföringen). Sävåns vattenstånd vid Finngösa påverkas dock mer av havets vattenstånd än vad som är fallet för Jonsered. Därmed har en beräkning av vattenstånd vid Finngösa inte kunnat utföras enbart utifrån Jonseredsdata. Utifrån denna samlade information och förutsättningar har karakteristiskt vattenstånd beräknats för Sävån vid Finngösabäckens utlopp.

Då projektet innebär ett antal långsiktiga åtgärder som kan förväntas ha en livslängd på uppemot 100 år har det bedömts som nödvändigt att ta hänsyn till en framtida havsnivåförändring till följd av ett varmare klimat. Nettohavsnivåhöjningen i Göteborg bedöms uppgå till ca 0,74 m de kommande 100 åren (Källfeldt. et.al. 2011). Vattennivån i Sävån vid Finngösa styrs dock av både havets mothållande nivå och vattnets friktion i åfåran. Utifrån jämförelser med uppmätta nivåer i Sävån runt Partille och då rådande havvattenstånd har halva havsnivåhöjningen använts för att klimatkompensera nivådata. I Tabell 3 nedan visas en sammanställning av det karakteristiska vattenstånd i Sävån vid Finngösabäckens utlopp som bestämts och används inom projektet.

Tabell 3: Karakteristiskt vattenstånd vid Finngösabäckens utlopp i Sävån

Vattenståndsparameter	Vattenstånd (m RH2000)	Källa
HHW _k (klimatkompenserat)	4,6	Högsta uppmätta + havsnivå
HHW	4,2	Högsta uppmätta, Partille Kn
MHW _k (klimatkompenserat)	2,8	Norconsult + havsnivå
MHW	2,5	Norconsult
MW	1,1	Vattenfall + Partille Kn
LLW	0,0	Lägsta uppmätta, Partille Kn

3.0 MODELLERING AV PÅVERKAN PÅ VATTENSTÅNDET FRÅN UTLÄGGNING AV STÖDFYLLNING OCH EROSIONSSKYDD

För att studera vilka effekter utläggning av stödfyllning och erosionsskydd kan förväntas ha på vattenståndet i Sävån har både manuella beräkningar och en numerisk hydraulisk modellering utförts.

Två olika beräkningsmetoder användes och resultaten jämfördes. En modell skapades i programvaran HEC-RAS (Gary W. Brunner & CEIWR-HEC, 2010) för att numerisk beräkna vattenståndet i Sävån längs den aktuella sträckan. Resultatet från denna beräkning jämfördes sedan med manuella beräkningar enligt Mannings ekvation för medelvattenföring (MQ) och femtioårsflöde (HQ50). Vattenståndet beräknades både för en opåverkad åfåra och för en framtida situation med en stödfyllning och erosionsskydd enligt beskrivningen i avsnitt 1.1 för att studera stödfyllningens dämningseffekter. Beräkningar av vattenståndet gjordes för sektion GA04, GA06 och GA08 i Figur 6. Sektion GA04 och GA08 utgör stödfyllningens start och slut och sektion GA06 är bedömd som den sektion där stödfyllningen kommer att bli som störst.



3.1 Metoder för hydrauliska beräkningar

Dataunderlaget för beräkningar och modellering redovisas i kapitel 2 ovan, sammanställt i Tabell 1 och Tabell 3. Karakteristisk vattenföring och vattenstånd är framtagna oberoende av varandra, men för beräkningarna krävs att vattenstånd kopplas till vattenföring. Genom en jämförelse mellan vattenförings- och vattenståndsdata för olika tillfällen har en bedömning av kopplingen gjorts enligt Tabell 4.

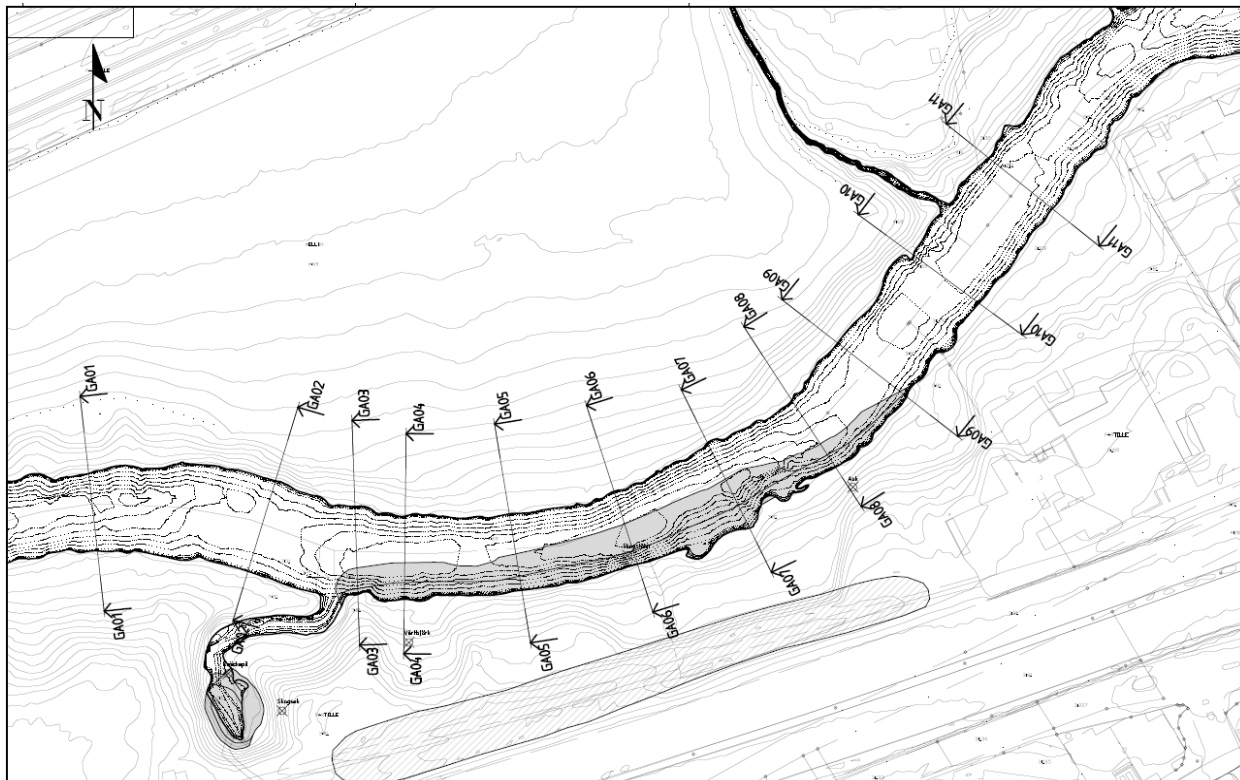
Tabell 4: Vattenstånd i RH2000 kopplade till flödesscenario

Flödesscenario	Vattenstånd (m)
HQ100(klimatkompenserad)	4,6
HQ100	4,3
HQ50	4,2
MQ	1,1
LQ	0,0

Säveåns bottengeometri ekolodades av Partille kommun 2007. Tillsammans med ny laserskanningsdata (2015) skapades en markmodell vilken har utgjort underlag för modelleringen.

3.1.1 Hydraulisk modellering med HEC-RAS

För modellering skapades 11 sektioner längs med den aktuella sträckan i Säveån, se figur 6.



Figur 6: Karta över sektioner använda för modellering med HEC-RAS. Sektion 1-10 och 12 användes.

Fem scenarier modellerades med vattenföring och nivåer enligt Tabell 4.



Dessa vattenstånd utgör randvillkor nedströms i modellen. Att randvillkor ansätts nedströms i modellen beror på att ett subkritiskt flöde studeras. Beräkningar för subkritiska flöden utgår från randvillkoret nedströms (vattendjupet) och vattenstånd och vattenhastighet m.m. beräknas uppströms för varje modellsektion. För att strömningen ska vara subkritisk krävs att Froudes tal understiger 1, vilket det gör i alla sektioner för alla scenarier, se tabell 8 och tabell 9 under Bilagor. Vattenståndet modellerades i varje sektion för ett scenario utan stödfyllning och ett med beräknad stödfyllning som redovisas i figur 6.

3.1.2 Manuella analytiska beräkningar

Analytiskt beräknades en skillnad i vattenstånd mellan före och efter åtgärder för sektion GA04, GA06 och GA08 i Figur 6. Sektion tre och sju utgör stödfyllningens start och slut och sektion fem är bedömd som den sektion där stödfyllningen kommer att bli som störst. Beräkningar utfördes för flödet HQ50 på 120 m³/s och för MQ på 23 m³/s med Mannings ekvation.

Mannings ekvation kan användas för att beräkna ett flöde (Q) utifrån bottenens råhet, sektionens geometri och bottenlutning vid konstant djup (s.k. normaldjup) och lutning, se ekvation 1.

$$Q = M \cdot A \cdot R^{2/3} \cdot I^{1/2} \quad (\text{ekvation 1})$$

Där:

M - Mannings tal

A – Effektiv våt area (m²)

P – Våta perimetern (m)

R – Hydraulisk radie (m), (R= A/P)

I – Bottenlutning

Ur ekvation 1 kan friktionsförlustformeln, ekvation 2, härledas. Med hjälp av denna ekvation kan vattenståndsändringen/fallförlusten (m) längs vattendraget beräknas.

$$hf = \frac{v^2 \cdot L}{R^{4/3} \cdot M^2} \quad (\text{ekvation 2})$$

Där:

v= vattnets hastighet (m/s)

L= Längden av vattendragssträckan (200 m i detta fall)

Mannings tal ansattes till 20 vilket kan antas gälla för en kanal eller öppet dike som är tämligen jämn med obevuxen botten samt bevuxna sidor. Ju lägre Mannings tal desto högre resistens för vattnets rörelse och till följd av detta, ett högre vattenstånd. Valt Mannings tal kan därmed antas rimligt valt med ett konservativt förhållningssätt.

3.2 Resultat av modellering och beräkningar

Dämningseffekten av stödfyllningen beräknat med HEC-RAS blir mycket liten med en maximal dämning på två centimeter i de mest dämnda sektionerna, för medelvattenflöde, se Tabell 5. Fallförlusten är skillnad i vattennivå mellan den översta och nedersta sektionen i strömningsriktning och även här syntes en skillnad på maximalt två centimeter.



Tabell 5: Dämningseffekt enligt HEC-RAS för sektion GA01, GA04, GA06, GA08 och GA11.

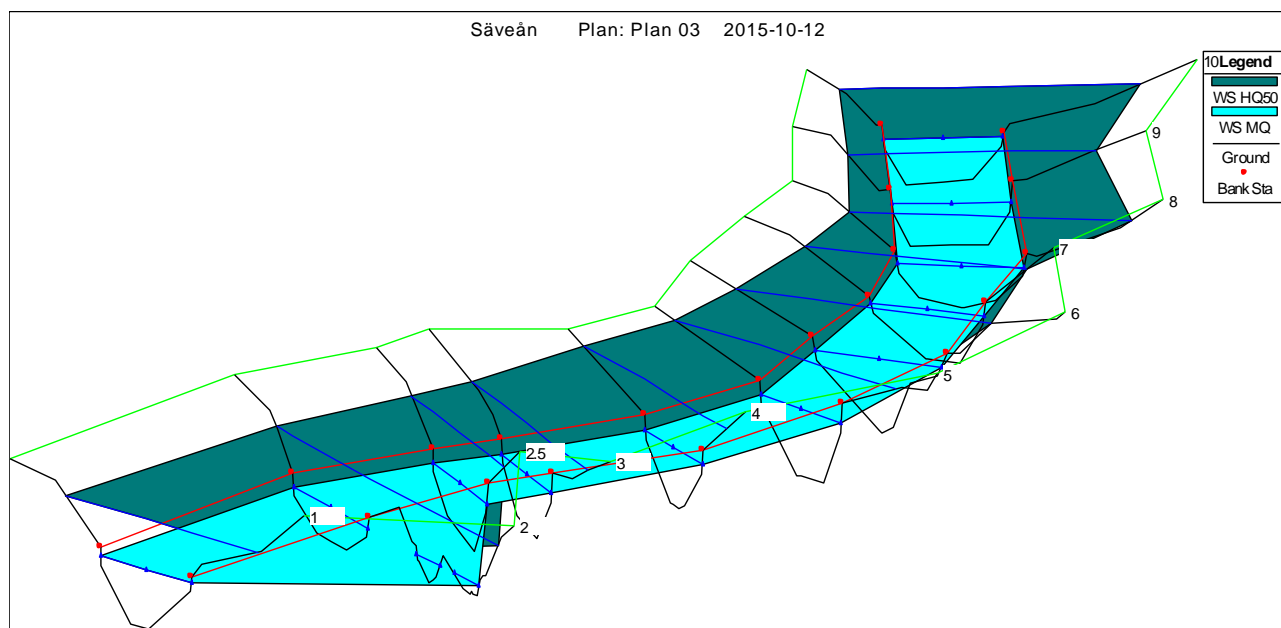
Flöde (m ³ /s)	23			120		
	Före	Efter	Dämningseffekt	Före	Efter	Dämningseffekt
Stödfyllning						
Vattenstånd sektion GA01 (m)	1.1	1.1	0	4.2	4.2	0
Vattenstånd sektion GA04 (m)	1.12	1.12	0	4.22	4.22	0
Vattenstånd sektion GA06 (m)	1.13	1.13	0	4.24	4.24	0
Vattenstånd sektion GA08 (m)	1.13	1.15	0.02	4.25	4.26	0.01
Vattenstånd sektion GA11 (m)	1.15	1.17	0.02	4.28	4.29	0.01

Fallförlusten är skillnad i vattennivå mellan den översta och nedersta sektionen i strömningsriktning och även här syntes en skillnad på maximalt två centimeter, se Tabell 6.

Tabell 6: Fallförlust för MQ och HQ50 beräknad mellan sektion Ga01 och GA11.

Flöde (m ³ /s)	23			120		
	Före	Efter	Dämningseffekt	Före	Efter	Dämningseffekt
Stödfyllning						
Total fallförlust (m)	0.05	0.07	0.02	0.08	0.09	0.01

En mindre dämningseffekt till följd av stödfyllningen uppstår vid HQ50 jämfört med MQ. Detta beror på vattendragets ökande bredd med ökat vattenstånd och att stödfyllningens påverkan på flödesarean blir procentuellt mindre. Vid ett femtioårsflöde når vattennivån över planerad stödfyllning och erosionsskydd och därmed påverkas vattenståndet endast marginellt och en dämning på maximalt en centimeter beräknades uppstå. Risken för erosion bedöms som låg ovan det planerade erosionsskyddet då fårans bredd blir där blir stor vilket minskar vattenhastigheten. Vegetation begränsar också vattenhastigheten längst strandkanten och skyddar marken vid dessa kortvariga flödessituationer.





Figur 7: Illustration av sektionerna i HEC-RAS-modellen med simulerade vattenstånd för vattenförings-scenario MQ och HQ50 GA01-GA11 är de olika sektionerna med vattenstånd för opåverkad fåra, alltså utan stödfyllning. Rött streck visar åbanken och blå linje visar vattenstånd i just den sektionen för de två olika scenarierna.

För den manuella analytiska beräkningen uppstår precis som vid numeriska modelleringen en mindre dämningseffekt vid högre flöden då vattennivån ligger högre och stödfyllningens areaförändring utgör en mindre del av flödesaren, se Tabell 7. Störst dämning på grund av stödfyllning uppstår i sektion GA06 och beräknades analytiskt till 3 centimeter vid MQ. Enligt Tabell 7 är förändringen av "effektiv våt area" anmärkningsvärt stor för GA06 sektionen. I denna sektion finns dock ett befintligt skredärr vilket fylls igen av stödfyllningen så att den effektiva våta arean blir mer i paritet med övriga sektioner. Även medelhastigheten (V) höjs enligt beräkningen markant men till en nivå som motsvarar övriga sektioner. Detta förklarar den mycket ringa dämningseffekten trots den stora areaförändringen.

Tabell 7: Analytisk beräkning av dämningseffekt med hjälp av Mannings ekvation där L=200 för sektion GA04,GA06 och GA08

Sektion	Flöde Q (m ³ /s)	Stödfyllning	H (m)	A (m ²)	P (m)	R=A/P (m)	V=Q/A (m ² /s)	M	hf (m)	Dämnings-effekt (m)
GA08	23	Före	1,1	55	25,6	2,13	0,42	20	0,03	0,02
		Efter	1,1	46	23,1	1,97	0,51	20	0,05	
	120	Före	4,2	169	57,9	2,91	0,71	20	0,06	0,02
		Efter	4,2	152	54,7	2,79	0,79	20	0,08	
GA06	23	Före	1,1	72	30,7	2,35	0,32	20	0,02	0,03
		Efter	1,1	49	24,2	2,04	0,47	20	0,04	
	120	Före	4,2	192	56,8	3,38	0,62	20	0,04	0,02
		Efter	4,2	167	56,3	2,96	0,72	20	0,06	
GA04	23	Före	1,1	50	27,8	1,79	0,46	20	0,05	0,00
		Efter	1,1	49	26,7	1,84	0,47	20	0,05	
	120	Före	4,2	172	62,7	2,74	0,70	20	0,06	0,00
		Efter	4,2	169	62,8	2,70	0,71	20	0,07	

Beräkningsresultaten visar på en liten effekt på vattenståndet i ån av stödfyllningen. En så pass liten höjning av vattenståndet (2-3 cm) innebär en marginell påverkan på vattenhastigheten och ingen större erosionsrisk bör uppstå jämfört med om fåran lämnas opåverkad. Kraftigast erosion sker sedan tidigare där stödfyllningen kommer att anläggas och där minskar erosionsrisken med de åtgärder som planeras. Hastigheten längs motstående innerkurva bedöms inte öka så mycket så att ett nytt erosionsproblem uppstår längs Sävåns norra strandkant. Stödfyllningen kommer innebära att thalweg (den djupaste delen av fåran och därmed den största vattenhastigheten) kommer att förskjutas norrut. Detta bör inte påverka erosionen märkbart i nästa krök då erosionsskyddet fortsätter längst hela ytterkurvan och thalweg bedöms återgå till ursprungsläge strax efter stödfyllningens slut.



4.0 SLUTSATSER

Vattenföringen och därmed vattenståndet varierar kraftigt över året i Säveån vid Finngösa. En skillnad i vattenstånd mellan hög- och lågvatten under året på över 2 meter kan förväntas och vid ett 100-årsflöde stiger nivån ytterligare ca 2 meter. Variabiliteten är stor även under kortare tidsperioder, men generellt är vattenföringen ca 3 gånger högre under vintermånaderna än under sommaren.

Åtgärder behöver göras för att förbättra stabiliteten för E20 vid Finngösa. För att studera effekterna av en stödfyllning och erosionsskydd i Säveåns ytterkurva har analytiska beräkningar och en beräkning med den numeriska hydrauliska modellen HEC-RAS gjorts av åtgärdernas dämmande effekt. De bägge metoderna ger ett relativt samstämmigt resultat med en maximal dämning i storleksordningen 2-3 cm. Den dämmande effekten blir större i absoluta tal vid lågvattenföring än höga flöden, på grund av vattendragets ökande bredd med ökat vattenstånd så att stödfyllningens påverkan på flödesarean blir procentuellt mindre. Vid höga flöden når vattennivån över planerad stödfyllning.

Stödfyllning och erosionsskydd konstrueras längs en sträcka av ca 250 meter, vilket motsvarar hela ytterkurvan av ån längs aktuell sträcka. Stödfyllningen och erosionsskyddet kommer innebära att thalweg (djupaste och snabbast strömmande delen av strömfåran) kommer att förskjutas norrut. Detta förväntas inte skapa erosionsproblem på motstående sida eller påverka erosionen märkbart i nästa krök då thalweg förutsätts återgå till sitt ursprungsläge strax efter stödfyllningens slut. Därmed medför åtgärderna ingen ökad erosion, varken direkt efter stödfyllningens slut eller i nästkommande krök.



5.0 REFERENSER

Charlotta Källertfelt & Caroline Valen, 2011, Länsstyrelsen Västra Götaland, Klimatanalys Västra Götalands län

Gary W. Brunner & CEIWR-HEC, 2010, HEC-RAS River Analysis System User's Manual version 4.1MSB (Myndigheten för samhällsskydd och beredskap), 2015, Översvämningsskartering utmed Säveån

Golder Associates, 2015, PM stabilitet E20, Finngösa

Norconsult 2008, Översvämningssmodellering av Säveån

Norconsult, 2010, Hydraulisk beräkning avseende dagvattenavledning inom Finngösabäckens avrinningsområde. Dimensioneringskontroll av dagvattentrumma under Göteborgsvägen/E20.

Partille kommun, fältanteckningar vattenståndsmätningar (Yngvar Thordarson)

SMHI, s-hype2012_version_2_0_0, SVAR_2012_2, Delavrinningsområdets AROID:640839-128004

SMHI, Muntlig referens Henrik Spångmyr

Vattenfall, Flödesdata Jonsereds kraftstation 2006-2013



GOLDER ASSOCIATES AB

Stockholm 2015-10-30

Göteborg 2015-10-30

Jessica Lindmark
Hydrogeolog

Jakob Eng
TA Hydro

Stockholm 2015-10-30

Niclas Bockgård
Specialist Hydro

Org.nr 556326-2418

VAT.no SE556326241801

Styrelsens säte: Stockholm

g:\projekt\2015\1522243-e20_finngösa\14_rapport\pm hydrologi säveån\pm hydrologi_rev trv granskningskommentarer.docx



BILAGA A

Fullständigt resultat för modellering av de fem scenarierna i Sävån utan stödfyllning.



Tabell 8: Fullständigt resultat för modellering av de fem scenarierna i Säveån utan stödfyllning.

Sektion snr	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
10	Klimat-kompenserad	154	-1.68	4.69	4.73	0.000214	0.88	204.05	56.42	0.12
10	HQ100	130	-1.68	4.38	4.41	0.000193	0.8	186.83	54.62	0.11
10	HQ50	120	-1.68	4.28	4.3	0.000179	0.76	181.04	54	0.11
10	MQ	23	-1.68	1.15	1.16	0.000163	0.41	55.53	25.32	0.09
10	LQ	6	-1.68	0.03	0.03	0.000083	0.21	28.29	21.94	0.06
9	Klimat-kompenserad	154	-1.45	4.68	4.72	0.000251	0.93	189.24	53.21	0.12
9	HQ100	130	-1.45	4.37	4.4	0.000226	0.85	172.97	52.3	0.12
9	HQ50	120	-1.45	4.26	4.29	0.000209	0.81	167.46	51.98	0.11
9	MQ	23	-1.45	1.15	1.16	0.000158	0.41	56.14	25.13	0.09
9	LQ	6	-1.45	0.02	0.03	0.000082	0.21	28.79	22.57	0.06
8	Klimat-kompenserad	154	-1.45	4.67	4.71	0.000222	0.87	204.88	59.5	0.12
8	HQ100	130	-1.45	4.36	4.39	0.000203	0.8	186.72	58.21	0.11
8	HQ50	120	-1.45	4.26	4.29	0.000189	0.76	180.61	57.76	0.11
8	MQ	23	-1.45	1.14	1.15	0.000218	0.44	51.73	26.85	0.1
8	LQ	6	-1.45	0.02	0.02	0.000164	0.26	23.23	22.62	0.08
7	Klimat-kompenserad	154	-1.95	4.66	4.7	0.000255	0.95	184.09	52.68	0.13
7	HQ100	130	-1.95	4.35	4.39	0.000228	0.87	168.42	49.85	0.12
7	HQ50	120	-1.95	4.25	4.28	0.00021	0.82	163.28	48.89	0.11
7	MQ	23	-1.95	1.13	1.14	0.000174	0.42	54.2	25.04	0.09
7	LQ	6	-1.95	0.02	0.02	0.000083	0.22	27.7	20.77	0.06



PM HYDROLOGI SÄVEÅN - FINNGÖSA

Sektion snr	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
6	Klimat-kompenserad	154	-3.41	4.66	4.69	0.000171	0.8	217.68	64.5	0.11
6	HQ100	130	-3.41	4.35	4.38	0.000151	0.73	198.76	59.07	0.1
6	HQ50	120	-3.41	4.25	4.27	0.000139	0.69	192.7	57.23	0.09
6	MQ	23	-3.41	1.13	1.14	0.000086	0.33	70.69	28.55	0.07
6	LQ	6	-3.41	0.02	0.02	0.000027	0.15	40.86	23.3	0.04
5	Klimat-kompenserad	154	-3.03	4.65	4.68	0.000197	0.87	212.44	68.27	0.11
5	HQ100	130	-3.03	4.34	4.37	0.000175	0.79	192.11	64.33	0.1
5	HQ50	120	-3.03	4.24	4.27	0.000161	0.75	185.55	62.41	0.1
5	MQ	23	-3.03	1.13	1.14	0.000072	0.33	70.65	24.07	0.06
5	LQ	6	-3.03	0.02	0.02	0.000018	0.13	44.65	21.45	0.03
4	Klimat-kompenserad	154	-2.45	4.63	4.67	0.000247	0.94	194.53	63.76	0.12
4	HQ100	130	-2.45	4.33	4.36	0.000222	0.86	175.85	59.23	0.12
4	HQ50	120	-2.45	4.23	4.26	0.000205	0.82	169.85	57.7	0.11
4	MQ	23	-2.45	1.12	1.13	0.000143	0.4	56.89	24.12	0.08
4	LQ	6	-2.45	0.01	0.02	0.000055	0.19	31.32	20.45	0.05
3	Klimat-kompenserad	154	-2.45	4.63	4.66	0.000206	0.87	203.28	55.18	0.11
3	HQ100	130	-2.45	4.33	4.36	0.000184	0.79	186.54	55.18	0.11
3	HQ50	120	-2.45	4.22	4.25	0.00017	0.75	180.89	55.18	0.1
3	MQ	23	-2.45	1.12	1.13	0.000107	0.36	63.68	25.86	0.07
3	LQ	6	-2.45	0.01	0.01	0.000038	0.17	36.19	22.41	0.04



PM HYDROLOGI SÄVEÅN - FINNGÖSA

Sektion snr	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
2.5	Klimat-kompenserad	154	-2.45	4.62	4.66	0.00021	0.88	193	50.74	0.12
2.5	HQ100	130	-2.45	4.32	4.35	0.000184	0.79	178.11	47.95	0.11
2.5	HQ50	120	-2.45	4.22	4.25	0.000168	0.75	173.29	47.02	0.1
2.5	MQ	23	-2.45	1.12	1.13	0.000099	0.35	66.58	27.44	0.07
2.5	LQ	6	-2.45	0.01	0.01	0.000037	0.16	37.38	23.98	0.04
2	Klimat-kompenserad	154	-0.95	4.62	4.65	0.000252	0.9	188.74	49.25	0.13
2	HQ100	130	-0.95	4.31	4.35	0.000228	0.82	173.9	49.25	0.12
2	HQ50	120	-0.95	4.21	4.24	0.000211	0.78	168.92	49.25	0.12
2	MQ	23	-0.95	1.11	1.12	0.000333	0.49	47.08	29.52	0.12
2	LQ	6	-0.95	0	0.01	0.000493	0.36	16.69	22.77	0.13
1	Klimat-kompenserad	154	-2.58	4.6	4.64	0.000237	0.94	190.03	55.45	0.12
1	HQ100	130	-2.58	4.3	4.33	0.000212	0.86	173.57	54.31	0.12
1	HQ50	120	-2.58	4.2	4.23	0.000195	0.81	168.19	53.19	0.11
1	MQ	23	-2.58	1.1	1.11	0.000134	0.39	58.59	24.81	0.08
1	LQ	6	-2.58	0	0	0.00005	0.18	32.55	20.94	0.05



BILAGA B

Fullständigt resultat för modellering av Säveån med stödfyllning för alla fem scenarier i alla sektioner



Tabell 9: Fullständigt resultat för modellering av Säveån med stödfyllning för alla fem scenarier i alla sektioner

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
		(m ³ /s)	(m)	(m)	(m)	(m/m)	(m/s)	(m ²)	(m)	
10	Klimat-kompenserad	154	-1.68	4.71	4.74	0.000207	0.87	215.56	69.83	0.12
10	HQ100	130	-1.68	4.4	4.43	0.000189	0.8	194.47	65.41	0.11
10	HQ50	120	-1.68	4.29	4.32	0.000176	0.76	187.51	63.88	0.11
10	MQ	23	-1.68	1.17	1.18	0.000159	0.41	55.96	25.34	0.09
10	LQ	6	-1.68	0.04	0.04	0.000082	0.21	28.49	21.99	0.06
9	Klimat-kompenserad	154	-1.45	4.69	4.73	0.00025	0.93	191.18	57.75	0.12
9	HQ100	130	-1.45	4.38	4.42	0.000224	0.85	173.89	54.04	0.12
9	HQ50	120	-1.45	4.28	4.31	0.000207	0.8	168.21	52.76	0.11
9	MQ	23	-1.45	1.16	1.17	0.000154	0.41	56.57	25.14	0.09
9	LQ	6	-1.45	0.03	0.04	0.00008	0.21	29	22.61	0.06
8	Klimat-kompenserad	154	-1.42	4.69	4.72	0.000214	0.86	209.6	63.83	0.12
8	HQ100	130	-1.42	4.38	4.41	0.000195	0.79	190.27	61.06	0.11
8	HQ50	120	-1.42	4.27	4.3	0.000182	0.75	183.83	60.11	0.11
8	MQ	23	-1.42	1.16	1.17	0.00019	0.43	54.06	26.84	0.1
8	LQ	6	-1.42	0.03	0.03	0.000141	0.24	24.93	24.14	0.08
7	Klimat-kompenserad	154	-1.99	4.67	4.71	0.000297	1	175.77	52.77	0.14
7	HQ100	130	-1.99	4.36	4.4	0.000269	0.92	160.04	49.94	0.13
7	HQ50	120	-1.99	4.26	4.29	0.000249	0.87	154.87	48.97	0.13
7	MQ	23	-1.99	1.15	1.16	0.000267	0.5	46.34	23.5	0.11



PM HYDROLOGI SÄVEÅN - FINNGÖSA

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
7	LQ	6	-1.99	0.02	0.03	0.000143	0.27	22.33	18.11	0.08
6	Klimat-kompenserad	154	-2.9	4.67	4.7	0.000255	0.9	199.54	68.35	0.13
6	HQ100	130	-2.9	4.36	4.39	0.000232	0.82	179.79	60.55	0.12
6	HQ50	120	-2.9	4.25	4.28	0.000215	0.78	173.6	58.11	0.12
6	MQ	23	-2.9	1.14	1.15	0.000232	0.47	48.67	23.61	0.11
6	LQ	6	-2.9	0.02	0.02	0.000089	0.23	25.63	17.56	0.06
5	Klimat-kompenserad	154	-3.03	4.65	4.69	0.000315	1.01	187.09	73.85	0.14
5	HQ100	130	-3.03	4.34	4.38	0.000289	0.93	166.18	64.29	0.13
5	HQ50	120	-3.03	4.24	4.27	0.00027	0.89	159.63	62.37	0.13
5	MQ	23	-3.03	1.13	1.14	0.000235	0.49	46.7	21.12	0.11
5	LQ	6	-3.03	0.02	0.02	0.000087	0.24	25.31	16.59	0.06
4	Klimat-kompenserad	154	-2.46	4.63	4.68	0.000308	1.01	182.6	63.77	0.14
4	HQ100	130	-2.46	4.33	4.37	0.000283	0.93	163.88	59.23	0.13
4	HQ50	120	-2.46	4.23	4.26	0.000264	0.88	157.88	57.7	0.13
4	MQ	23	-2.46	1.12	1.14	0.000258	0.5	45.87	22.03	0.11
4	LQ	6	-2.46	0.01	0.02	0.00011	0.25	23.71	17.14	0.07
3	Klimat-kompenserad	154	-2.45	4.63	4.67	0.000289	0.97	187.44	67.83	0.13
3	HQ100	130	-2.45	4.32	4.36	0.000264	0.89	167.9	60.98	0.13
3	HQ50	120	-2.45	4.22	4.25	0.000245	0.85	161.79	58.68	0.12
3	MQ	23	-2.45	1.12	1.13	0.000203	0.46	49.58	22.25	0.1
3	LQ	6	-2.45	0.01	0.01	0.000073	0.22	27.28	17.75	0.06



PM HYDROLOGI SÄVEÅN - FINNGÖSA

River Sta	Profile	Q Total	Min Ch El	W.S. Elev	E.G. Elev	E.G. Slope	Vel Chnl	Flow Area	Top Width	Froude # Chl
2.5	Klimat-kompenserad	154	-2.45	4.62	4.66	0.00023	0.91	187.13	50.75	0.12
2.5	HQ100	130	-2.45	4.32	4.36	0.000203	0.82	172.2	47.95	0.11
2.5	HQ50	120	-2.45	4.22	4.25	0.000186	0.77	167.37	47.01	0.11
2.5	MQ	23	-2.45	1.12	1.12	0.000122	0.37	61.5	26.3	0.08
2.5	LQ	6	-2.45	0.01	0.01	0.000046	0.18	34.12	22.26	0.05
2	Klimat-kompenserad	154	-0.95	4.64	4.65	0.00011	0.6	308.81	87.62	0.08
2	HQ100	130	-0.95	4.33	4.34	0.000102	0.55	282.32	85.84	0.08
2	HQ50	120	-0.95	4.23	4.24	0.000096	0.53	273.51	85.24	0.08
2	MQ	23	-0.95	1.11	1.12	0.000255	0.43	59.06	47.45	0.11
2	LQ	6	-0.95	0	0.01	0.000484	0.36	17.12	25.3	0.13
1	Klimat-kompenserad	154	-2.58	4.6	4.64	0.000238	0.94	190.18	56.7	0.12
1	HQ100	130	-2.58	4.3	4.33	0.000212	0.86	173.52	54.38	0.12
1	HQ50	120	-2.58	4.2	4.23	0.000195	0.81	168.14	53.19	0.11
1	MQ	23	-2.58	1.1	1.11	0.000135	0.39	58.54	24.8	0.08
1	LQ	6	-2.58	0	0	0.00005	0.18	32.53	20.92	0.05

Golder Associates är en global medarbetarägd organisation med över 50 års erfarenhet, som i sin rådgivning verkar för att använda jordens möjligheter utan att påverka dess integritet. Vi tillhandahåller kostnadseffektiva lösningar som hjälper våra kunder att nå sina mål inom hållbar samhällsutveckling genom oberoende rådgivning, design och konstruktionslösningar inom våra specialområden miljö, jord, berg och vatten.

För mer information, besök golder.com

Afrika	+ 27 11 254 4800
Asien	+ 86 21 6258 5522
Europa	+ 44 1628 851851
Oceanien	+ 61 3 8862 3500
Nordamerika	+ 1 800 275 3281
Sydamerika	+ 56 2 2616 2000

solutions@golder.com
www.golder.com

Golder Associates AB
Lilla Bommen 6
411 04 Göteborg
Sverige
T: 031-700 82 30

