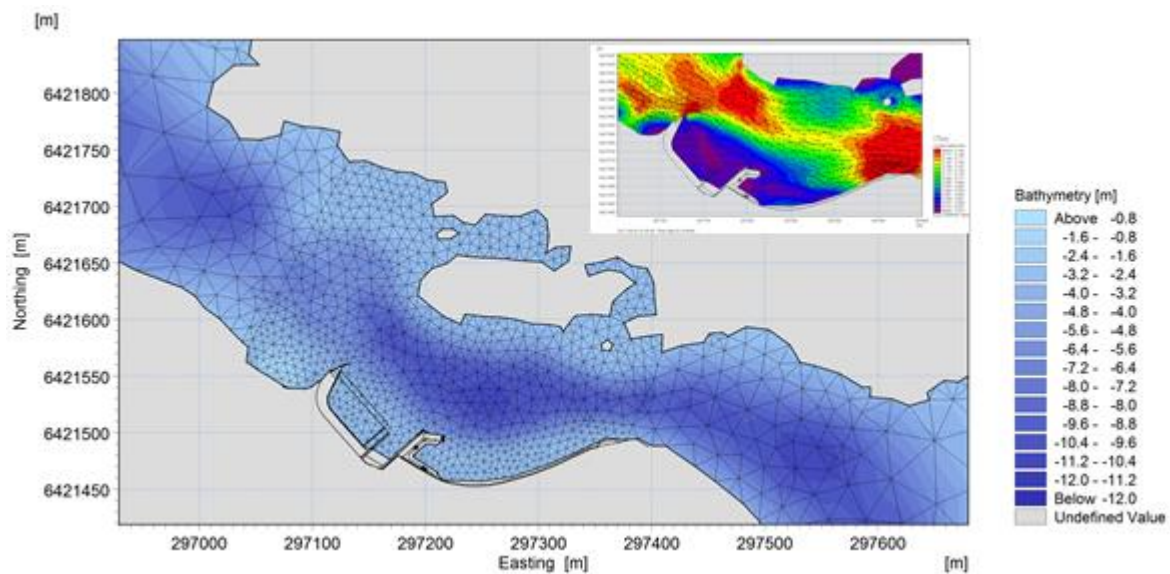


Strömmodellering Marstrand – Undersökningar av strömmar runt nya konstruktioner



Kungälv Kommun

Rapport

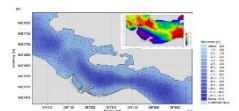
Juni 2016

Denna rapport har tagits fram inom DHI:s ledningssystem
för kvalitet certifierat enligt ISO 9001 (kvalitetsledning) av Bureau Veritas



Strömmodellering Marstrand – Undersökningar av strömmar runt nya konstruktioner

Framtagen för Kungälv's Kommun
Kontaktperson Viktor Zettergren



Projektledare	Martin Johnsson
Kvalitetsansvarig	Christin Eriksson; Patricia Morena Arancibia
Handläggare	Christin Eriksson; Patricia Morena Arancibia
Uppdragsnummer	12803364
Godkänd datum	2016-06-29
Version	Slutlig 1.0
Klassificering	Begränsad

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

1	Sammanfattning	1
2	Inledning	2
2.1	Bakgrund	2
2.2	Frågeställning.....	2
3	Dataunderlag	2
4	Metodik	3
4.1	Förändrade strömhastigheter.....	3
5	Resultat.....	6
5.1	Vattencirkulation och utbyte i kanalen	6
5.2	Bottenskjuvspänning kring fasta konstruktioner	9
6	Slutsatser.....	12

1 Sammanfattning

Denna rapport beskriver det uppdrag som DHI utfört för Kungälv kommun avseende effekten av den nya detaljplanen för *Marstrand 5:39 m.fl. fastigheter (Båtellet Marstrand)* på vatten cirkulation och bottenskjuvspänning i området runt de nya planerade byggnationerna.

För att bedöma effekterna har en hydrodynamisk modell satts upp för området och strömmar beräknats för dels hur det ser ut idag och dels i den framtida tilltänkta layouten.

Resultaten visar att strömmarna genom kanalen ändras relativt till vad de är idag. Nettotransporten av vatten (vattenomsättningen) genom kanalen reduceras något men eftersom det redan är ett välventilerat system bedöms effekterna som minimala. Bottenskjuvspänningarna runt strukturerna i vattnet, som har högst påfrestning, blir generellt sett markant lägre.

2 Inledning

DHI har fått i uppdrag att simulera strömningsförhållandena i sambanden med och utan nya byggnationer för detaljplan Marstrand 5:39 (vid nuvarande Båtellet). Syftet med modellstudien är att översiktligt visa eventuella förändringar i strömförhållandena med avseende på vattencirkulationen i området och bottenskijspänning runt de fasta konstruktionerna i vattnet.

2.1 Bakgrund

I samband med den nya detaljplanen önskas en bedömning om den föreslagna exploateringen kan komma att påverka vattenflödet och dess strömningar så att det över tid orsakar bottenförändringar som t.ex. erosion och uppdämningseffekter av bottensand. Dessutom kan en ökad omsättningstid vid förändrad cirkulation ge upphov till en försämrad vattenkvalité.

2.2 Frågeställning

I samband med exploatering som uppförande av nya byggnationer i vattnet förändras tvärsnittsareor (och djupförhållande om muddring sker) vilket kan innebära att strömmönster och strömhastigheter förändras.

För att bedöma eventuella förändringar av den planerade exploateringen presenteras i denna rapport en analys baserad på numeriska uppskattningar av förändringar med avseende på i två olika studier av:

1. Strömning och hastighet – Identifiering av eventuella större förändringar i cirkulationsmönstret och vattenutbytet i området.
2. Skjuvspänning – Identifikation av den relativa förändringen av skjuvspänningen (jfr Eng. "bottom drag") på havsbotten i området runt de planerade konstruktionerna.

3 Dataunderlag

I denna studie har följande dataunderlag använts

- CAD-ritning med koordinater för de nya byggnationerna (från Kungälv's Kommun)
- Bottentopografi från C-MAP digital djupdatabas (Jeppesen Marine)
- Drivdata (meteorologi och randdata) till hydrodynamisk modell (DHI)

4 Metodik

4.1 Förändrade strömhastigheter

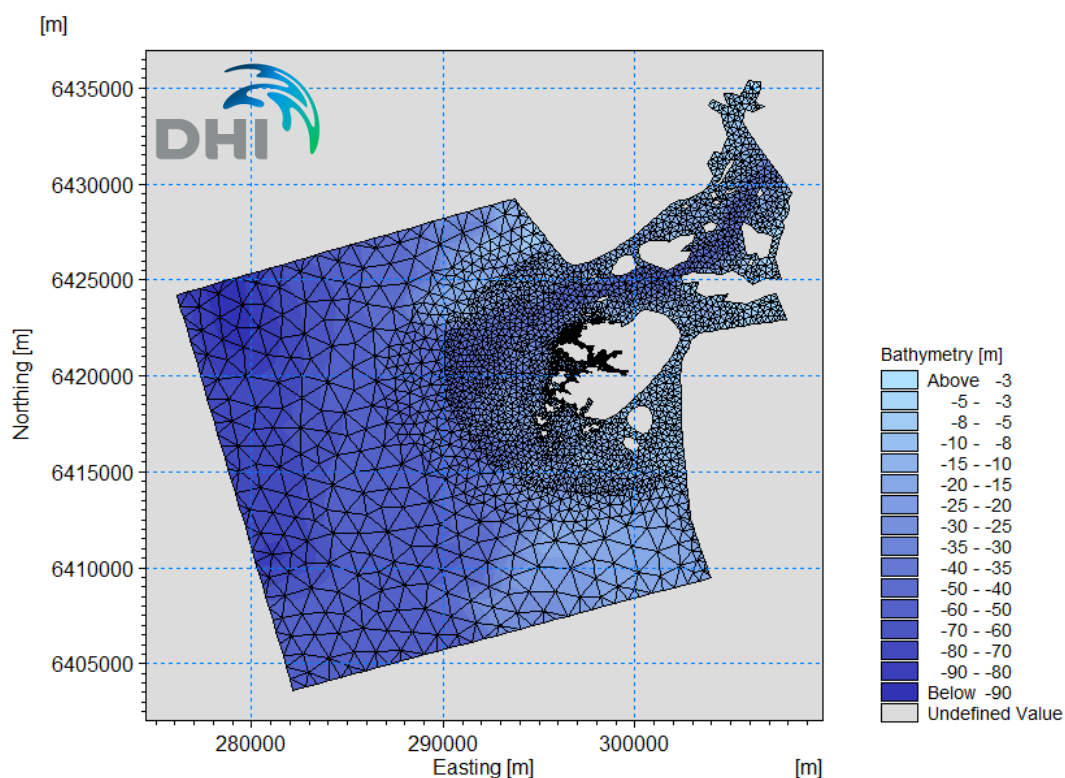
Strömmarna i området har beräknats med hjälp av en hydrodynamisk strömningsmodell som satts upp i MIKE 3 FM, ett tredimensionellt numeriskt modellsystem för beräkning av strömning och transport i vatten. FM står för Flexible Mesh, vilket innebär att området beskrivs med ett ostrukturerat beräkningsnät av trianglar vars storlek kan variera mellan olika delar av modellområdet. På så sätt kan modellens upplösning vara detaljerad i de områden som är av störst intresse och grövre där detaljer inte är lika viktiga. I varje element i beräkningsnätet beräknas strömmarna till riktning och styrka, densiteten (som funktion av temperatur och salthalt), den turbulenta blandningen, lösta ämnens koncentrationer och andra parametrar som kan efterfrågas.

MIKE 3 FM kan ta hänsyn till alla de viktigaste processerna, vilka är:

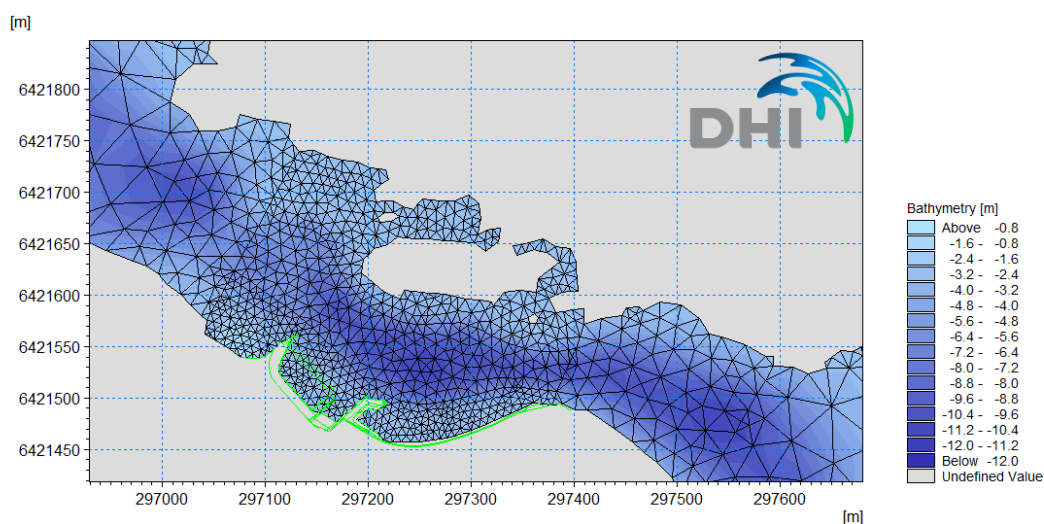
- Transport av salt och värme
- Drivning på grund av variationer i densitet
- Bottenfriktion
- Vindens drivning på ytan
- Drivning på grund av vattenståndsvariationer
- Tillflöden och utsläpp från land
- Värmeutbyte med atmosfären
- Turbulens
- Corioliseffekten

Strömningsmodellen drivs av vattenståndsvariationer, skiktning och strömning i havet utanför modellområdet, avrinning från land samt de meteorologiska förhållandena.

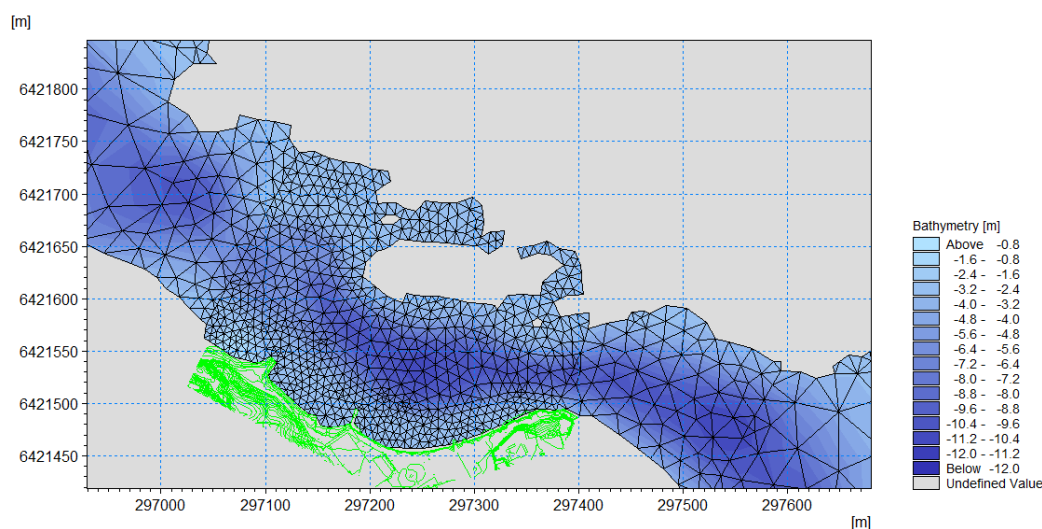
Modellen som satts upp täcker in ett område från mitten av Tjörn i norr till Rörö i söder och inloppet till Hakefjorden i öster (se Figur 4-1). För att på ett tillförlitligt sätt kunna modellera strömmarna i kanalen i Marstrand har modellen gjorts relativt stor. Detta beror på att vattnets rörelser i området är beroende av vad som sker i havet utanför och hur vattnet strömmar i norra och södra delen i skärgården. En annan orsak till modellens utbredning är att den skall passa till de regionala prognosmodeller som DHI kör operationellt och som levererar randvillkor för de öppna gränserna mot utsjön i modellen. Beräkningsnätets högsta upplösning finns i Marstandskanalen där cellerna är ca 20×20 m (se Figur 4-2 och Figur 4-3). Varje cell är ca 1 m tjock i de övre 5 metrarna därefter ökar tjockleken med ökat djup. Det geografiska koordinat system som har använts vid modelleringen är SWEREF99TM. Enheten är således meter i de figurer som har geografisk information på axlarna. Modellen har använts för att simulera perioden juni-juli 2011 för två olika fall: före planerad exploatering (nuvarande förhållanden) samt efter avslutad exploatering.



Figur 4-1 Karta över modellens beräkningsnät. Djup enligt normalvattenstånd.



Figur 4-2 Modellens beräkningsnät vid nya detaljplanen (utritade med gröna linjer). Djupen avser förhållanden vid normalvattenstånd.



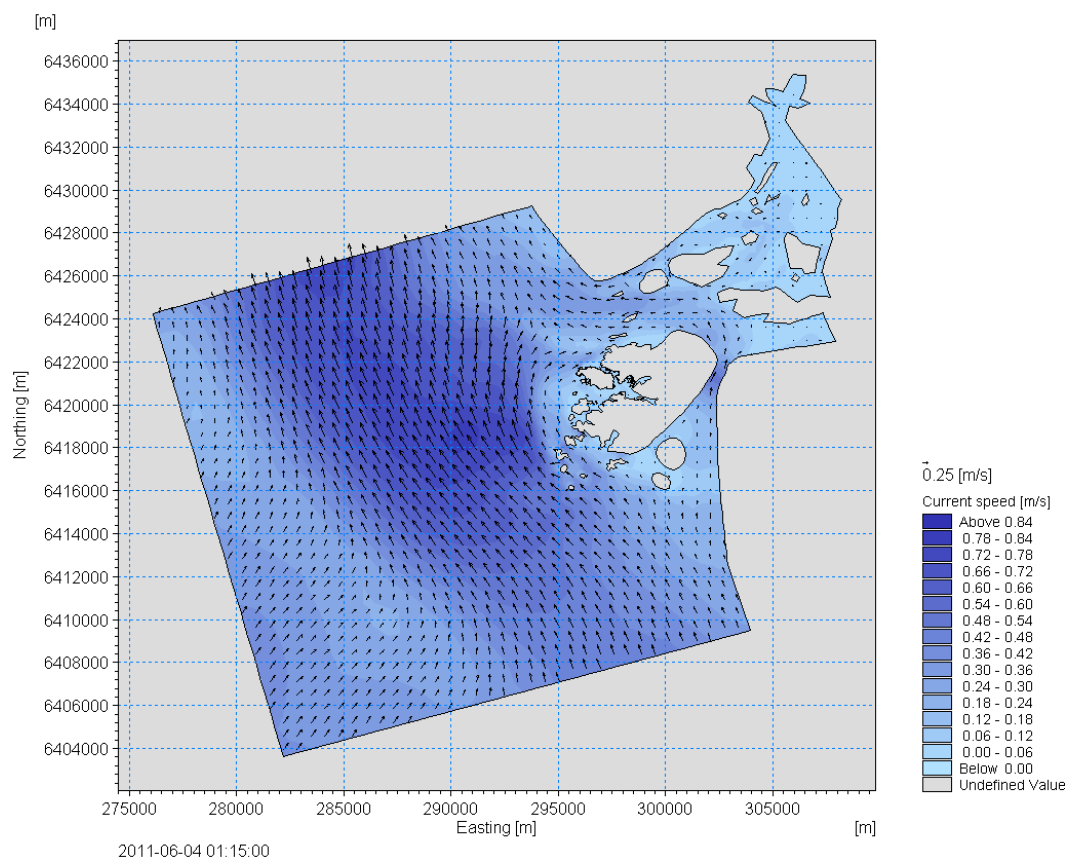
Figur 4-3 Modellens beräkningsnät utan nya detaljplanen (nivåkurvor på land utritade med gröna linjer). Djupen avser nuvarande förhållanden vid normalvattenstånd.

Från strömhastigheten har bottenskjuvspänningen τ uppskattats med formeln:

$$\tau = \rho C_D U^2$$

Här är ρ vattnets densitet ($\approx 1000 \text{ kg/m}^3$), C_D är friktionskoefficienten ($\approx 0,003$) och U är strömhastigheten i bottenlagret. Om den kritiska bottenskjuvspänningen för erosion är ca 0.2 N/m^2 så blir den kritiska strömhastigheten för erosion vid botten ca 0.26 m/s .

Nedan följer ett exempel på hur strömfälten i ytan kan se ut för en given tidpunkt i hela beräkningsnätet (Figur 4-4). Flödesfälten som beräknats av strömningsmodellen har sparats varje kvart. Ur dessa resultat har strömhastigheten vid bottnen använts.

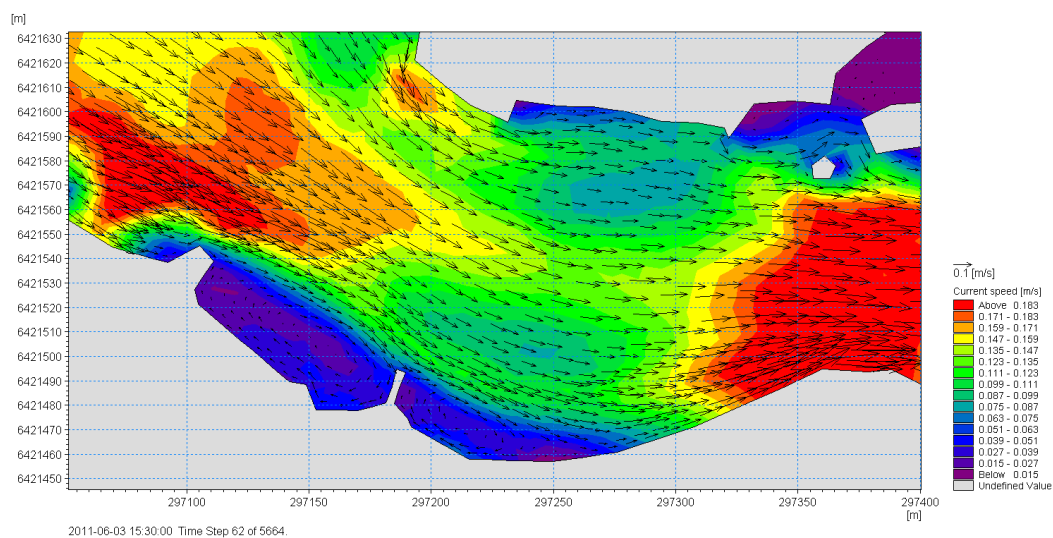


Figur 4-4 Exempel på ytström, hastighet och riktning för en given tidpunkt i hela beräkningsnätet.

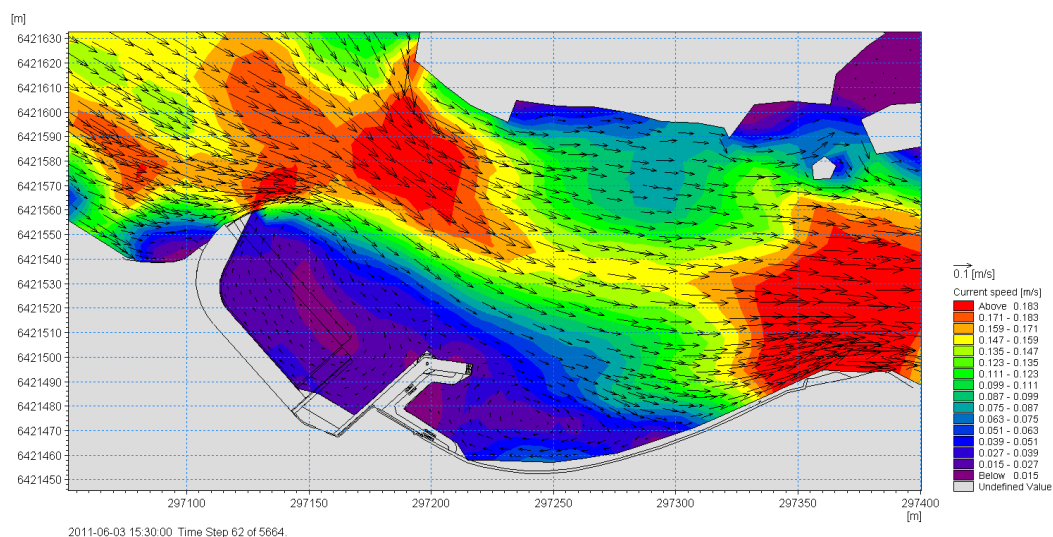
5 Resultat

5.1 Vattencirkulation och utbyte i kanalen

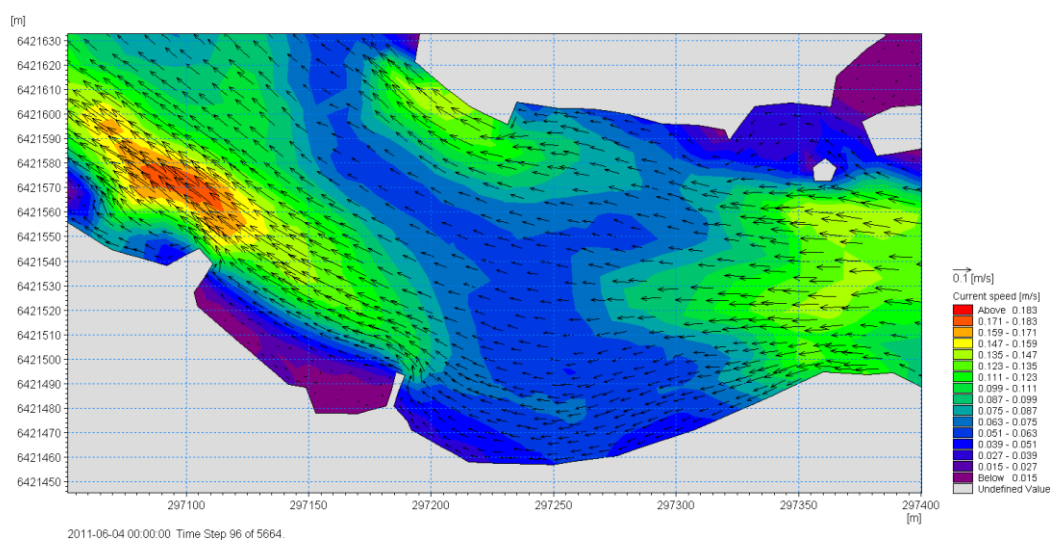
I följande figurer visas strömstyrka och riktning för ytskiktet (1 m tjockt) vid ett inflöde och vid ett utflöde i kanalen med och utan de nya byggnationerna



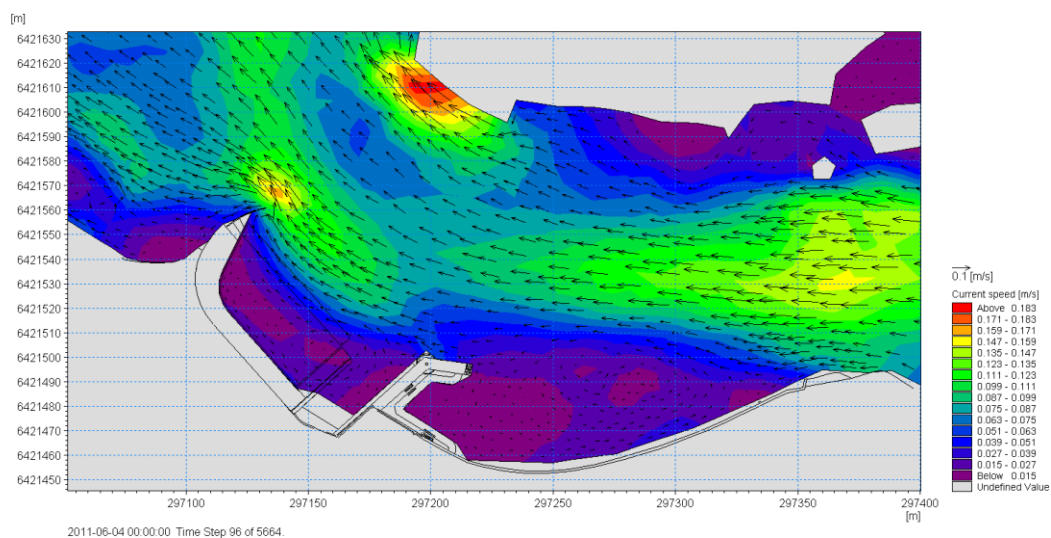
Figur 5-1 Strömhastighet och riktning i ytan vid ett inflöde i kanalen utan nybyggnationerna.



Figur 5-2 Strömhastighet och riktning i ytan vid ett inflöde i kanalen med nybyggnationerna

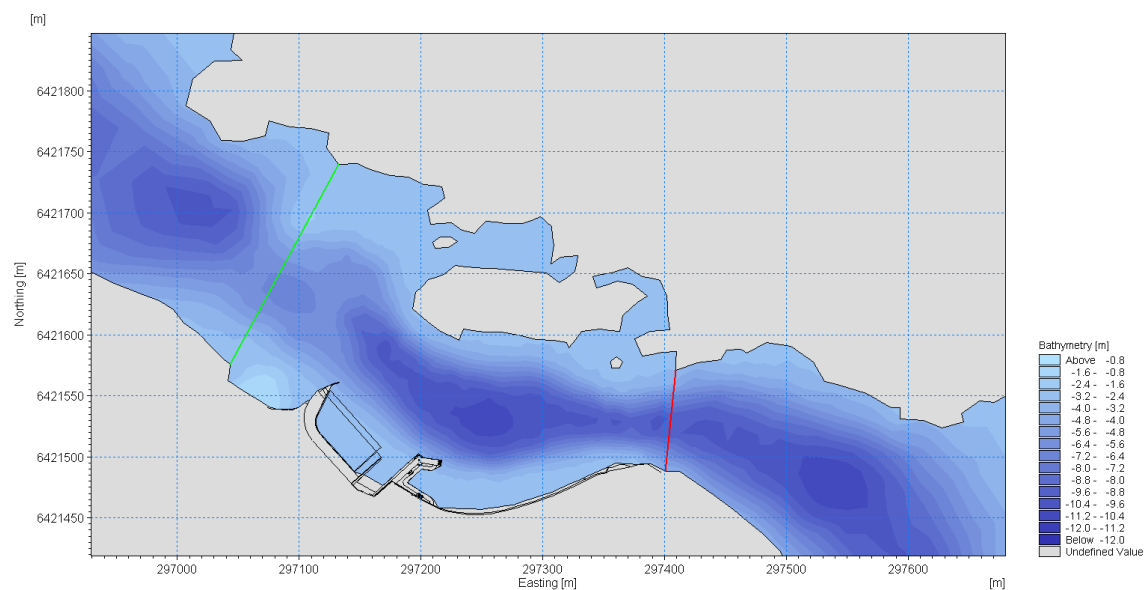


Figur 5-3 Strömhastighet och riktning i ytan vid ett utflöde i kanalen utan nybyggnationerna



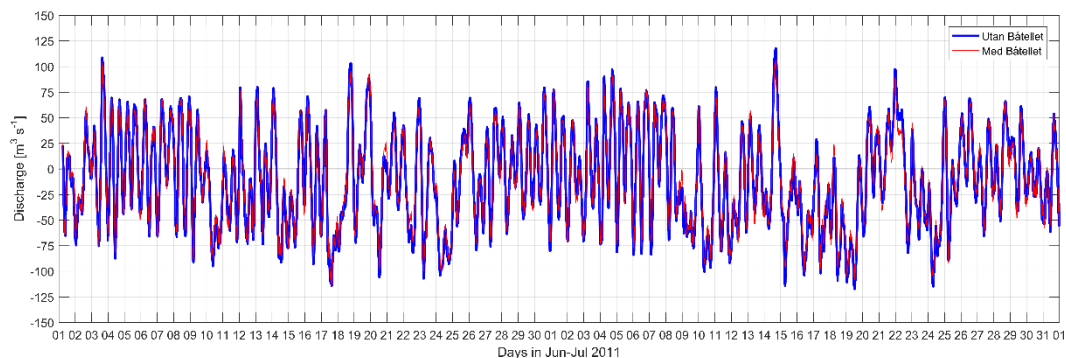
Figur 5-4 Strömshastighet och riktning i ytan vid ett utflöde i kanalen med nybyggnationerna

För att uppskatta förändringarna i strömfälten, med och utan nybyggnationer, räknas volymflödet ut genom en vertikal vägg (transekt) som skär genom kanalen från norra till södra delen. Se röda linjen i figur 5-5 nedan.



Figur 5-5 Linje (röd) som volymflöden räknas ut genom (från ytan till botten). Området mellan grön och röd linje definieras som en bassäng, med en fast volym, i vilken vattenutbytet räknas ut.

Nettoflödet genom transekten för 61 dagar räknas ut från strömmodellen. Nedan Figur 5-6 visar flödet utan (blå linje) och med byggnationer (röd linje).

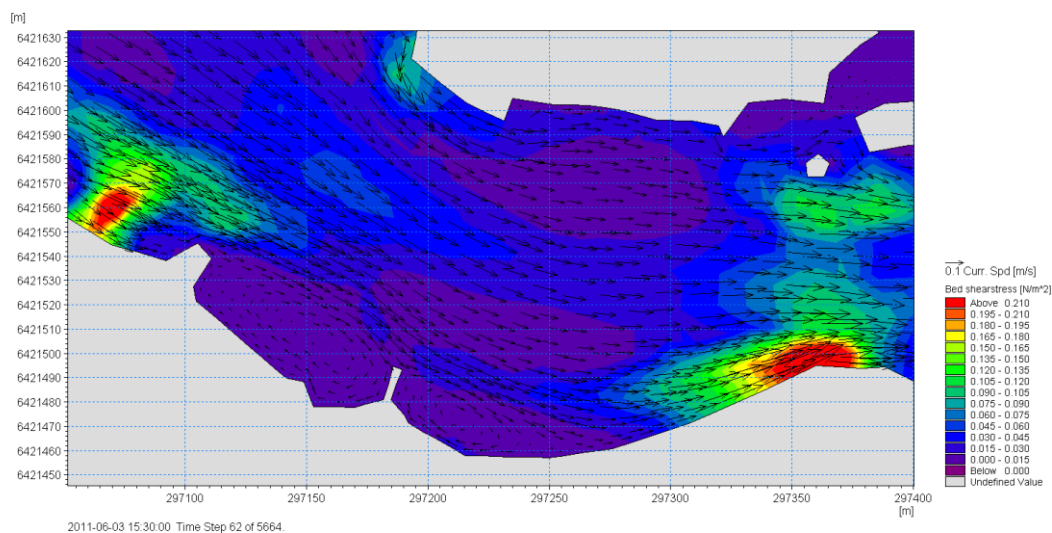


Figur 5-6 Nettoflöden genom den röda transekten i Figur 5-5. Positiva är inflöden (östlig riktning) och negativa är utflöden (västlig riktning).

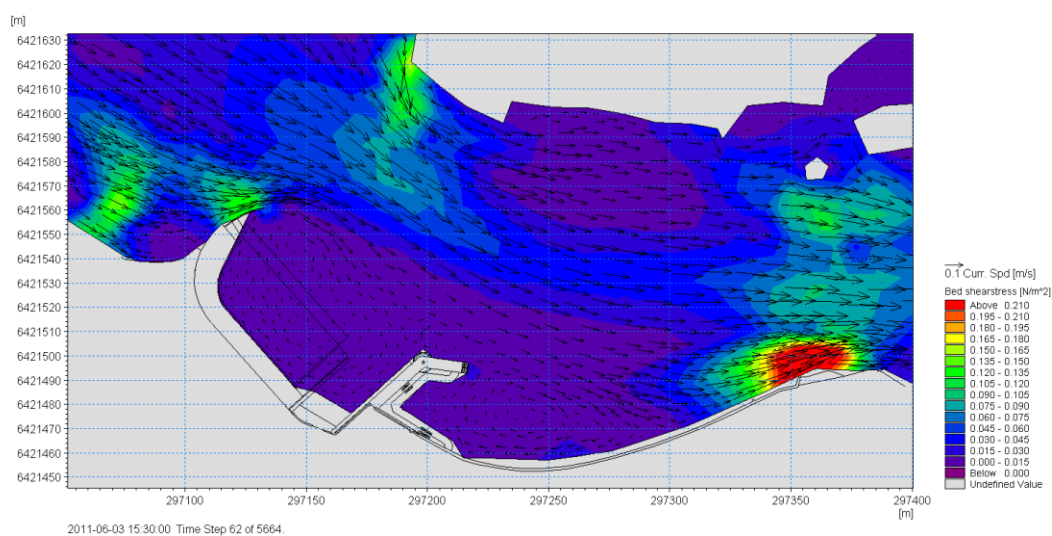
Medelflödet utan nya konstruktioner är $-10.9 \text{ m}^3/\text{s}$ och med $-10.2 \text{ m}^3/\text{s}$. Negativa flöden innebär utflöden i kanalen. Skillnaden i medelflöden innebär att omsättningstiden i bassängen, mellan röd och grön linje i Figur 5-5, blir ca 0.7 timmar längre. I normalfallet byts vattnet ut på 7.9 timmar, vilket får räknas som välventilerat, och en fördröjning på 0.7 timmar pga. nybyggnationer bör inte försämrade vattenkvaliteten nämnvärt.

5.2 Bottenskjuvspänning kring fasta konstruktioner

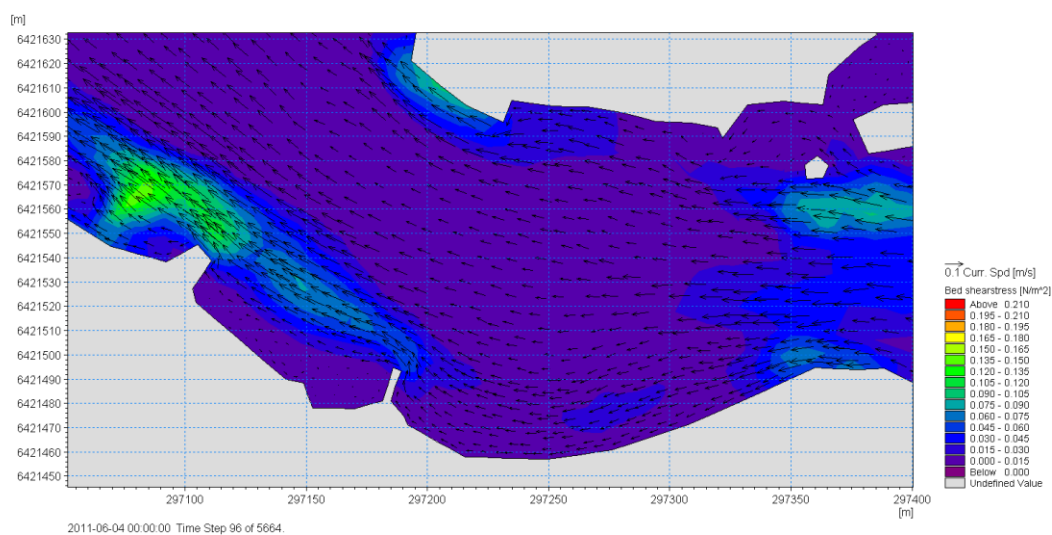
I följande figurer visas bottenskjuvspänningen vid ett inflöde och vid ett utflöde i kanalen med och utan de nya byggnationerna. Det kritiska värdet för när erosion börjar inträffa är vid 0.2 N/m^2 .



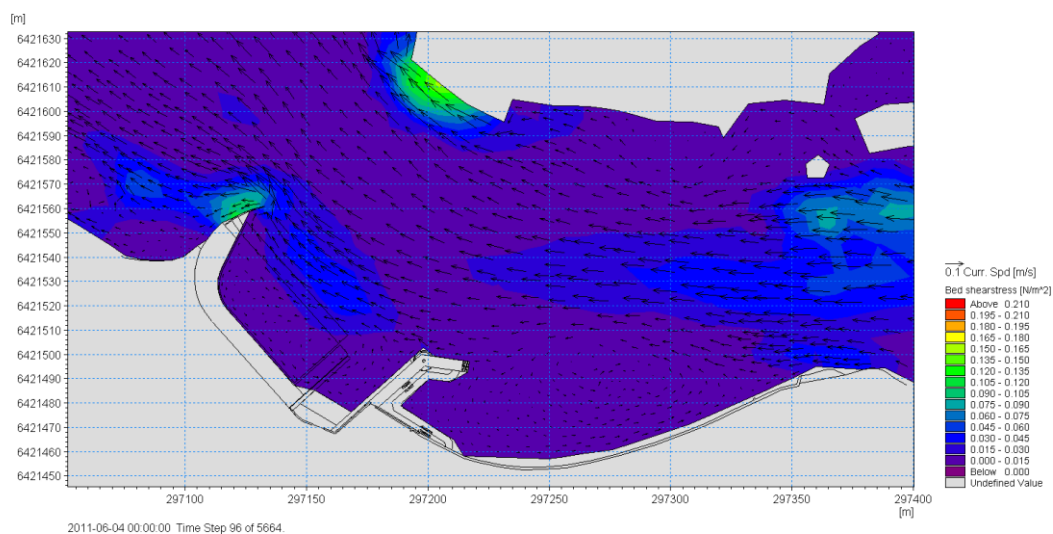
Figur 5-7 Bottenskjuvspänning och flödesriktning vid ett inflöde i kanalen utan nybyggnationerna.



Figur 5-8 Bottenskjuvspänning och flödesriktning vid ett inflöde i kanalen med nybyggnationerna.

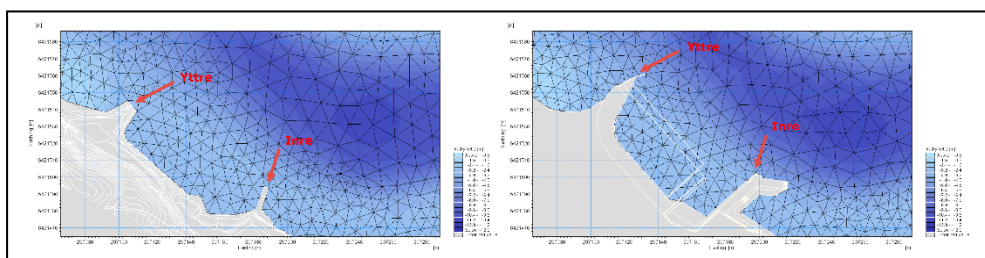


Figur 5-9 Bottenskjuvspänning och flödesriktning vid ett utflöde i kanalen utan nybyggnationerna.



Figur 5-10 Bottenskjuvspänning och flödesriktning vid ett utflöde i kanalen med nybyggnationerna.

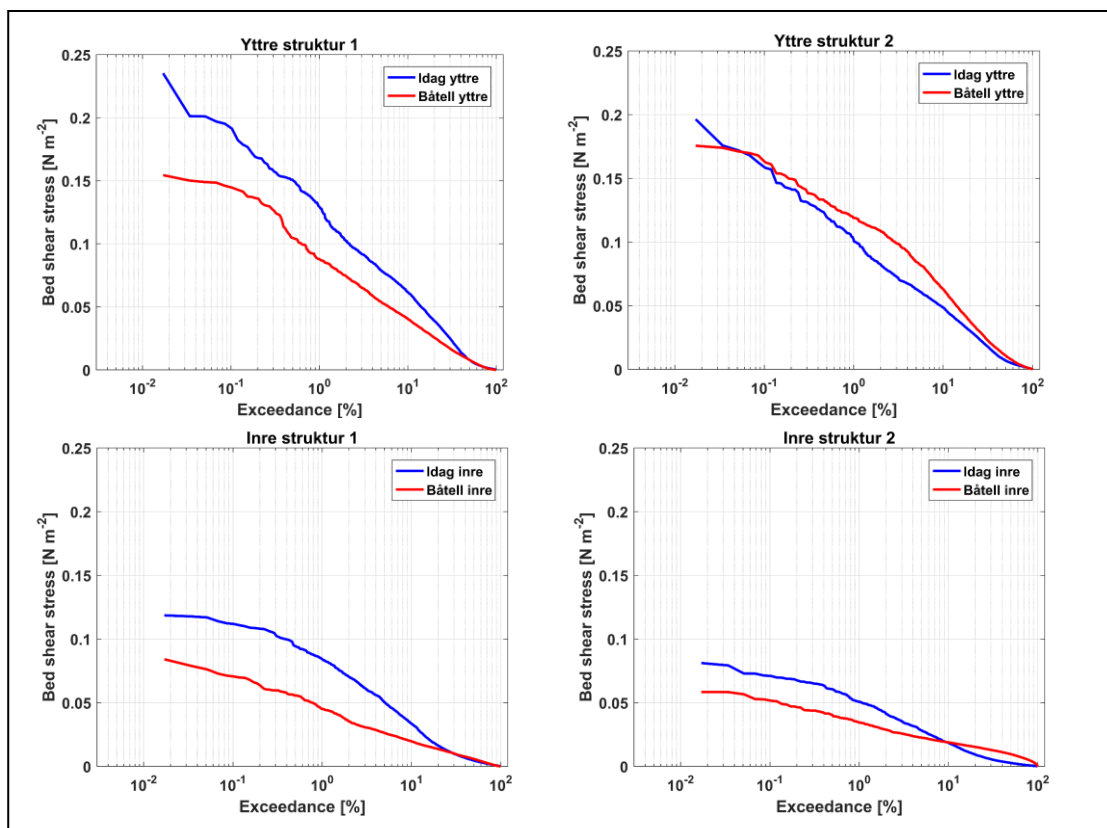
En studie av de element vid de fasta strukturerna som får utstå den högsta skjuvspänningen under en 61 dagars period har också gjorts. För varje struktur har två element valts ut.



Figur 5-11 De två fasta strukturerna som sticker ut i vattnet utan (vänster bild) och med nybyggnationer (höger bild). För varje struktur har de två element (trianglar) som utsätts för de högsta skjuvspänningen valts ut.

I Figur 5-11 ovanför definieras den yttre strukturen som den som är längst till vänster och den inre den som är längst höger i varje bild (utstickande i havet).

För att jämföra förhållandena vid de yttre och inre strukturerna före och efter nybyggnationerna visas bottenskjuvspänningen i s.k. exceedence-figurer. De visar hur stor del av tiden som en viss skjuvspänning är över en viss nivå för de olika fallen (se Figur 5-12 a-d nedan).



Figur 5-12 Exceedence-figurer för yttre och inre strukturer för två olika element: 1 och 2.

Från Figur 5-12 ovan ses att bottenkjuvförhållandet blir samma i ett fall och lägre för övriga fall för de nya konstruktionerna jämfört med hur det är idag.

6 Slutsatser

Baserat på denna modelleringsövning går det att göra en preliminär bedömning att den nya detaljplanen inte signifikant bidrar till en förhöjning av bottenkjuvspänning i området och runt de nya konstruktionerna. Vattenutbytet i området reduceras inte radikalt och får anses att fortfarande vara välventilerat då det är ett område med fortsatt god genomströmning.

Det skall noteras att modellen inte på något sätt är kalibrerad eller validerad mot lokala mätningar och att arbetet således skall betraktas som en relativ studie.