

Hydrogeologisk Promemoria
Kompletterande numeriska simuleringar
Oskarshamns norra hamn



Hydrogeologisk Promemoria

Oskarshamns norra hamn

Kompletterande numeriska simuleringar

Inledning

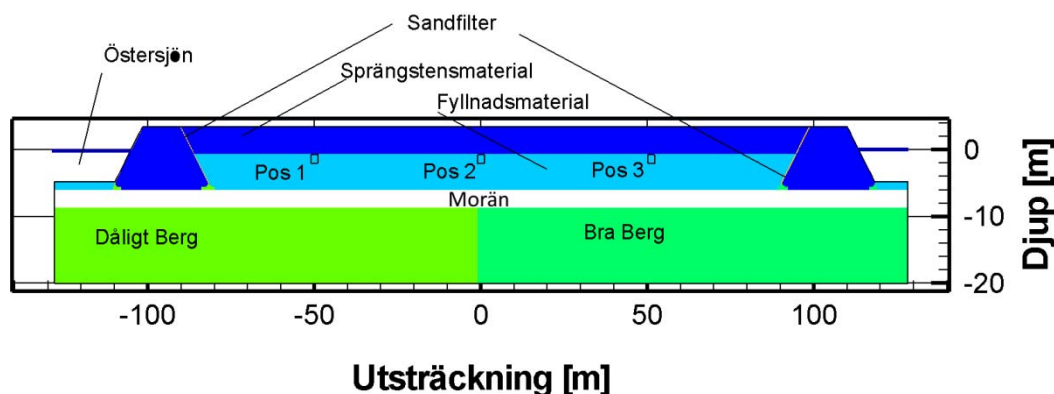
Oskarshamns hamn planerar en muddring av innerhamnen och samtidigt en utbyggnad av hamnområdet och hoppas på så sätt nyttja muddermassor som utfyllnadsmaterial inom befintligt hamnområde.

TerraSolve AB har som underkonsult till Hifab AB i uppdrag att vara teknikstöd vid hydrogeologiska frågeställningar avseende risker för stora grundvattenflöden till områden i hamnen där nya hamnytor kan bli aktuellt. Vidare har en enklare 2D numerisk modell använts i syfte att ge beställaren ett osäkerhetsintervall på möjlig infiltration ner genom fyllnadsmassorna i en framtida konstruktion. I detta sammanhang har ingen riskbedömning genomförts utan endast storleksordningen på infiltrationen redovisas.

Föreliggande promemoria redovisar kompletterande simuleringar utförda i den numeriska modellen. Promemorian är därmed ett tillägg till tidigare promemoria daterad 110227.

Komplettering i enkel 2D modellering av en typsektion för en utbyggnad

Ytterligare ett antal känslighetsfall har utförts i en enkel numerisk modell av en 2D typsektion. Kompletteringen utförd under april 2011 utgörs av sex varianter med morän som överlagrar berget under konstruktionen. Även kompletteringen under oktober 2011 utgörs av sex ytterligare varianter, därmed redovisas häri 12 olika varianter. Uppbyggnaden av modellen har haft som strävan att på kort tid få fram många varianter för en osäkerhetsbedömning och därmed har optimering av vissa modellerna inte drivits till fullo. Det innebär att vissa störningar finns i figurer där modellen har större kontraster vid sneda ytor. Dessa störningar påverkar emellertid inte lösningen i de tre positioner Pos 1-3 som har undersökts avseende infiltration ned i det stabiliserade fyllnadsmaterialet. Modellen har funnits ha god konvergering (numerisk lösning nära felfri). Enkel jämförelse med analytiska resultat av Darcys lag har utförts som validerar lösningen. Modellens basuppbyggnad redovisas i Figur 1. Modellen ansåts vidare med en salthalt i Östersjön på 0,6% och initieras med vatten upp till markytan. Detta senare kanske inte är fullt realistiskt men inte heller ett helt torrt material hade varit realistiskt och vatten vid markytan är ett enkelt sätt att initiera modeller med. Modellerna har sedan körts till stationära resultat har erhållits vilket generellt har inställt sig efter någon månads simulerad tid med tidssteg om 1 dag.



Figur 1 Basuppbyggnaden av upprättad 2D modell för kompletterande simuleringar.

Egenskaper på de ansatta materialen beror på olika modellvarianter. Det har utförts 12 olika varianter. I Tabell 1 och 2 redovisas de modellvarianter och relaterade egenskaper som har ansatts.

Tabell 1 Egenskaper och varianter som har testats i en 2D modell.

Materialtyp (Figur 1)	Variant 2-1	Variant 2-2	Variant 2-3	Variant 2-4	Variant 2-5	Variant 2-6
Bra Berg	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$
Dåligt berg	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Morän	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Fyllnadsmaterial	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Sprängstensmaterial	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-4}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Filtersand	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$	$1 \cdot 10^{-6}$
Grundvattenbildning	315	315	315	315	315	315

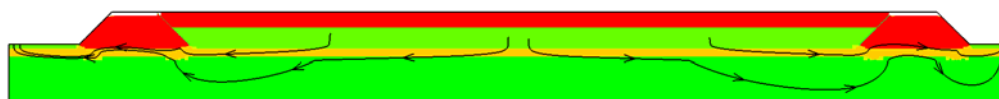
Tabell 2 Egenskaper och varianter som har testats i en 2D modell.

Materialtyp (Figur 1)	Variant 3-1	Variant 3-2	Variant 3-3	Variant 3-4	Variant 3-5	Variant 3-6
Bra Berg	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$
Dåligt berg	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Morän	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$	$1 \cdot 10^{-7}$
Fyllnadsmaterial	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$	$1 \cdot 10^{-8}$
Sprängstensmaterial	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$	$1 \cdot 10^{-5}$
Filtersand*	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-11}$	$1 \cdot 10^{-9}$	$1 \cdot 10^{-10}$	$1 \cdot 10^{-11}$
Grundvattenbildning	315	315	315	315	315	315

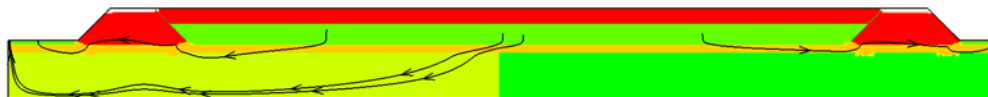
* Filtersanden utgörs i varianter 3-X av betong med tre testade genomsläpligheter.

Fyllnadsmaterialet har bedömts uppnå de genomsläplighetsvärden som laboratorieanalyser indikerar samt sprängstensfyllnaden är mycket genomsläpplig. Ett sandfilter är applicerat mellan vallen och fyllnadsmaterialet, sandfiltret ligger på vallens sidor även ovanför fyllnadsmaterialet och utgör därmed en mindre flödesbegränsning i sidled från det överliggande fyllnadsmaterialet som ansats som samma material som i vallarna. I kompletteringar utförda under oktober 2011 har filtersanden ersatts av betong. Moränen under konstruktionen är 3 meter mäktig och överlagrar "bra" och "dåligt" berg. Östersjön har en konstant havsnivå på 0 m. Fyllnadsmaterialet ligger upp till -0,5 m uppbyggnadens höjd över Östersjön är 3 meter. Botten är på ca -5 meter. Berget når sedan ner till -20 meter. Modellens ränder är på sidor och botten täta och upptill en flödesrand, dvs. grundvattenbildning.

I Figur 2 och Figur 3 redovisas resulterande trycksituationer och ett antal strömlinjer från släpppunkter precis under det deponerade materialets överyta. I figurerna framgår tydligt hur flödet rör sig vertikalt nedåt genom de deponerade massorna och in i moränlagret. I moränen avviker flödet och sker ut mot sidorna huvudsakligen under de konstruerade vallarna. Skillnaden mellan Figur 2 och Figur 3 utgörs av inkluderingen av dåligt berg. Dåligt berg leder till omstyrning av flöden mot sidan med det dåliga berget och även mer flöde genom berget. Dimensioner framgår av Figur 4.

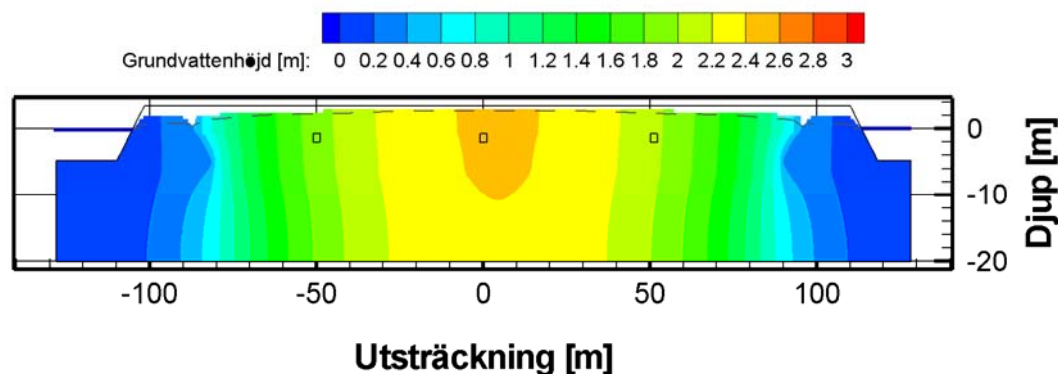


Figur 2 Materialkaraktär (topp) och resulterande trycksituation (botten) för Variant 3-1. I figurerna inkluderas strömningslinjer från ett antal strategiska släpppunkter precis under de deponerade massornas överyta.



Figur 3 Materialkaraktär (topp) och resulterande trycksituation (botten) för Variant 3-4. I figurerna inkluderas strömningslinjer från ett antal strategiska släpppunkter precis under de deponerade massornas överyta.

I Figur 2 och Figur 3 illustreras den resulterande grundvattenytan genom att materialet är borttaget och området blir vit i figurerna. Som framgår sker detta endast ute i vallarna. Innanför betongbarriären höjs grundvattenytan till den begränsande nivån. Skillnaden mellan en begränsande barriär så som betong (i illustrerande exempel med en förhållandevis hög genomsläpplighet) och ett sandfilter framgår i jämförelse med Figur 4 (från PM daterat 20110227). Figur 2 och Figur 4 representerar helt likvärdiga förutsättningar utöver barriären i form av betong (Figur 2) och filtersand (Figur 4). Effekten är tydlig i såväl resulterande tryck som grundvattennivå.



Figur 4 Resultande trycksituation för Variant 3 (redovisad i PM daterad 20110227).

Tabell 3 Sammanställning av infiltrationsvärden i de tre undersökta positionerna.

	Infiltration till utfyllnadsmassorna $\cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{år}, \text{ m}^2$		
	Pos 1	Pos 2	Pos 3
Variant 2-1	11,5	13,6	8,1
Variant 2-2	10,6	11,3	1,2
Variant 2-3	6,7	6,5	0,2
Variant 2-4	7,2	7,1	6,8
Variant 2-5	4,1	3,0	1,1
Variant 2-6	2,9	2,2	0,2

Tabell 4 Sammanställning av infiltrationsvärden i de tre undersökta positionerna.

	Infiltration till utfyllnadsmassorna $\cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{år}, \text{ m}^2$		
	Pos 1	Pos 2	Pos 3
Variant 3-1	1,1	1,2	1,1
Variant 3-2	1,1	1,2	1,1
Variant 3-3	1,1	1,2	1,1
Variant 3-4	4,2	2,9	1,1
Variant 3-5	4,2	2,9	1,1
Variant 3-6	4,2	2,9	1,1

Upphov

Floda, 2011-04-13, rev. 2011-11-02
TerraSolve AB
Patrik Vidstrand