

E4 Förbifart Stockholm

FS1

Konsortiet Förbifart Stockholm

Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken

Tillfällig hamn vid Malmviken

MKB-Bilaga - Strömningsberäkningar

Tillståndsansökan Miljöbalken

SYSTEMHANDLING

2011-06-01

0N140897.doc

Granskare	Godkänd av	Ort	Datum
			2011-06-01

Objektnamn	E4 Förbifart Stockholm
Entreprenadnummer	FS1
Entreprenadnamn	Konsortiet Förbifart Stockholm
Beskrivning 1	Ansökan om tillstånd enligt miljöbalken
Beskrivning 2	Tillfällig hamn vid Malmviken
Beskrivning 3	MKB-Bilaga - Strömningsberäkningar
Beskrivning 4	Tillståndsansökan Miljöbalken
Information	
Diarienummer	
Konstruktionsnummer	
Objektnummer	8448590
Projekteringssteg	SYSTEMHANDLING
Statusbenämning	
Företag	SWECO
Författare/Konstruktör	Anders Söderström
Externnummer	



Innehåll

1	Inledning	3
2	Metodik.....	4
2.1	Strömningsmodell	4
2.1.1	Storskalig modell över östra Mälaren	7
2.1.2	Lokal modell över Mörbyfjärden/Malmviken	8
2.2	Sedimentspridning	10
3	Beräkningar	12
3.1	Kalibrering	12
3.2	Beräkningsfall	12
4	Resultat.....	14
4.1	Strömningsmönster.....	14
4.1.1	Beräkningsfall 1 - Strömningsmönster & vattenhastighet	15
4.1.2	Beräkningsfall 2 - Strömningsmönster & vattenhastighet	19
4.1.3	Beräkningsfall 3 - Strömningsmönster & vattenhastighet	23
4.2	Vattenomsättning i Malmviken	27
4.3	sedimentspridning.....	27
4.3.1	NV-vind, medelvattenföring	29
4.3.2	SO-vind, medelvattenföring.....	31
4.3.3	NV-vind, högsta avtappning ur Mälaren.....	31
5	Slutsatser	33
6	Referenser	33

1 Inledning

Med anledning av att en tillfällig hamn planeras i Malmviken på Lovön har Sweco Infrastructure utfört strömningsberäkningar i vattenområdet Mörbyfjärden/ Malmviken mellan Lovön och Färingsö i östra delen av Mälaren. Uppdraget är utfört på uppdrag av Vägverket Region Stockholm som en del i projekt Förbifart Stockholm.

Syftet har varit att beskriva Malmvikens strömningsmönster och omsättningstid samt att belysa risken med verksamheten omkring en tillfällig hamn som planeras i Malmviken, se Bild 1.1. Den risk som utretts är om grumling i Malmviken (orsakad av anläggningsarbete, spill vid utlastning av sprängsten eller båttrafik) kan medföra spridning av sediment/slam i riktning mot Lovö vattenverk och utgöra en risk för råvattenintagen.

Lovö vattenverk hämtar råvatten från Mörbyfjärden på mellan 5 och 23 meters djup.

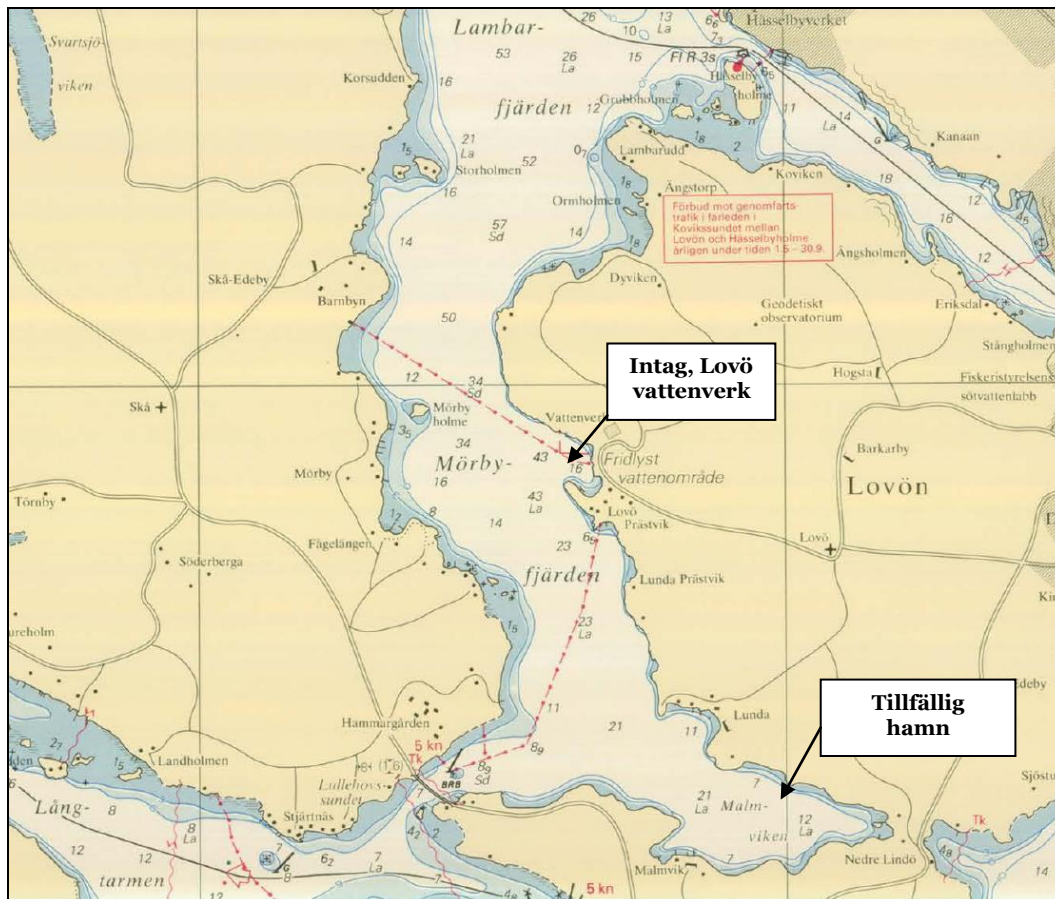


Bild 1.1. Sjökort över Malmviken och Mörbyfjärden samt angränsande vattenområden, Lambarfjärden och Långtarmen.

2 Metodik

Strömningsberäkningarna i Mörbyfjärden/Malmviken har utförts med en tredimensionell (3D) hydraulisk beräkningsmodell.

En storskalig tvådimensionell (2D) modell över östra Mälaren har använts för att etablera randvillkor i form av vattenföring och vattenstånd till den mindre och mer detaljerade 3D-modellen.

Programvara är MIKE21 (2D) och MIKE3 (3D), utvecklade av Dansk Hydraulisk Institut.

MIKE3 är ett modellpaket avsett för 3D-modellering av hydraulik i såväl vattendrag, hamnar, öppet hav, sjöar och kustområden.

MIKE3 tillämpar Navier-Stokes ekvationer, där horisontella och vertikala hastighetsvariationer ingår till skillnad från 1D-modeller där vattenföring, vattenstånd och vattenhastighet är lika tvärs över vattendraget.

Till skillnad från MIKE3 så ingår ej vertikala hastighetsvariationer i MIKE21. Vinddriven strömning ingår även i 2D-modellen.

MIKE21 och MIKE3 är helt kompatibla då de är produkter ur samma familj. Beräkningsfilerna från en 2D-modell kan enkelt omvandlas till en 3D-modell.

Sedimentspridningen räknas med hjälp av tillvalsmodulen Mud Transport (MT). I denna nyttjas transportekvationer som i den enklaste formen är beroende av densitet och sjunkhastighet på det material som transporteras av vattnet. Deposition, erosion, flockning mm. är ytterligare parametrar som kan aktiveras. Detta har dock inte bedömts vara erforderligt för att besvara den problemställning som rapporten avser att belysa.

2.1 Strömningsmodell

Beräkningsmodellerna är uppbyggda med Sjöfartsverkets digitala sjökort. För den storskaliga modellen har detta bedömts vara tillfylles för att beskriva strömningen i östra Mälaren.

I den nedskalerade modellen över Mörbyfjärden/Malmviken har kompletterande ekolodning utförts, se Bild 2.1.



Bild 2.1. Ekolodning utförd av SWECO 2009 markerad med röda punkter.

Ekolodningen utfördes i december 2009 och fick avbrytas på grund av snöstorm och isläggning. Ytterligare några stråk i Mörbyfjärden var planerade. Som komplement till digitala sjökort har dock den sträcka som kördes medfört en förbättring av modellen. Malmviken och sundet mot Lullehovsbron blev väl inmätt.

Beräkningsmodellens batymetri som baseras på sjökort och ekolodning visas i Bild 2.2.

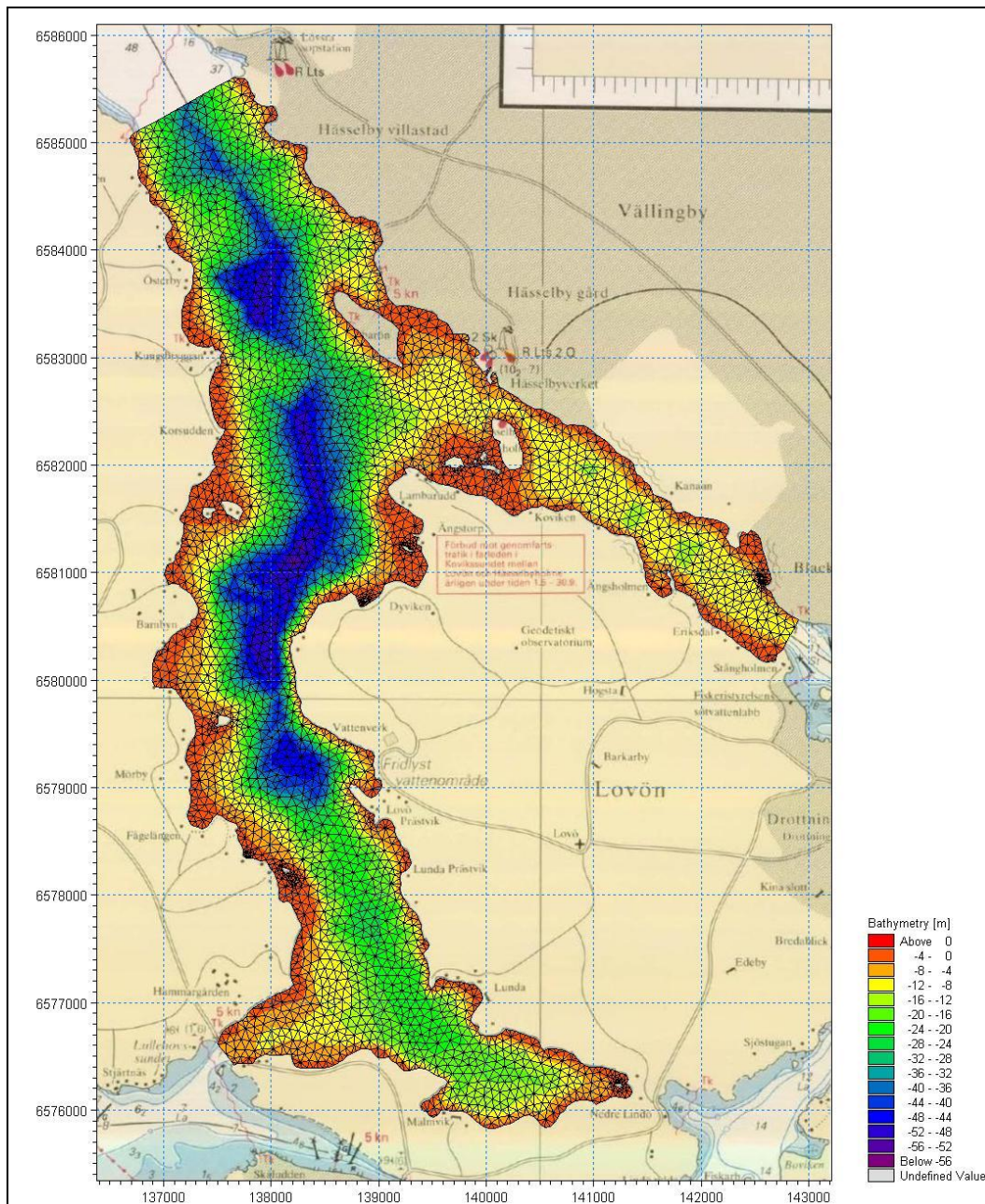


Bild 2.2. Den hydrauliska modellens utbredning, beräkningsceller och batymetri.

Beräkningscellernas utbredning i djupled visas i Bild 2.3 nedan. Den varierande bredden på cellerna (de vertikala linjerna) beror på hur snittet är draget genom varje enskild beräkningscell. I djupled är modellen indelad i tio lager.

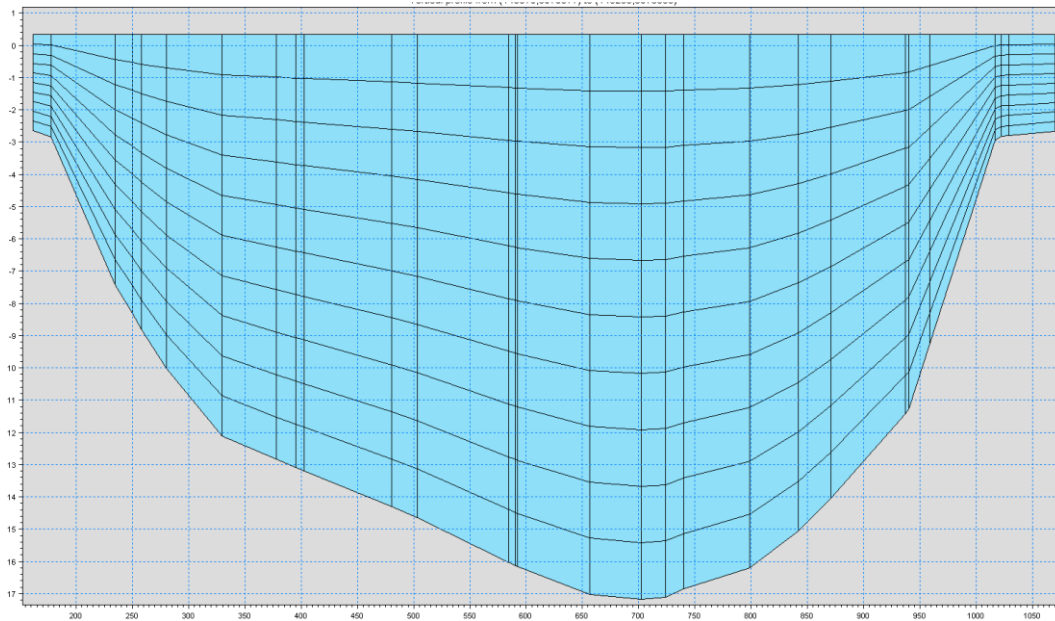


Bild 2.3. Beräkningsceller i djupled markerade med heldragna svarta linjer. Vänster sida av bilden är söder och höger sida är norr. Snittet visar Malmviken längs den röda linjen i Bild 2.5.

2.1.1 Storskalig modell över östra Mälaren

Strömningsmönstret i Mälaren är komplext. Den grundläggande strömningen utgår från inflödena mot utloppen i Stockholm och Södertälje. Strömningen varierar dock i olika delar av Mälaren, runt öar etc., på grund av att vindar driver vattenmassorna i olika riktning såväl i plan som i djup. Temperaturväxlingar ombländar också djupt och ytligt vatten under olika perioder på året. Temperatur ingår inte som parameter i den modell som upprättats, däremot ingår vinden som är en viktig parameter för strömningen.

För att erhålla erforderliga randvillkor till den lokala beräkningsmodellen för Mörbyfjärden /Malmviken har en större beräkningsmodell över östra Mälaren upprättats. Modellens utbredning visas i Bild 2.4.

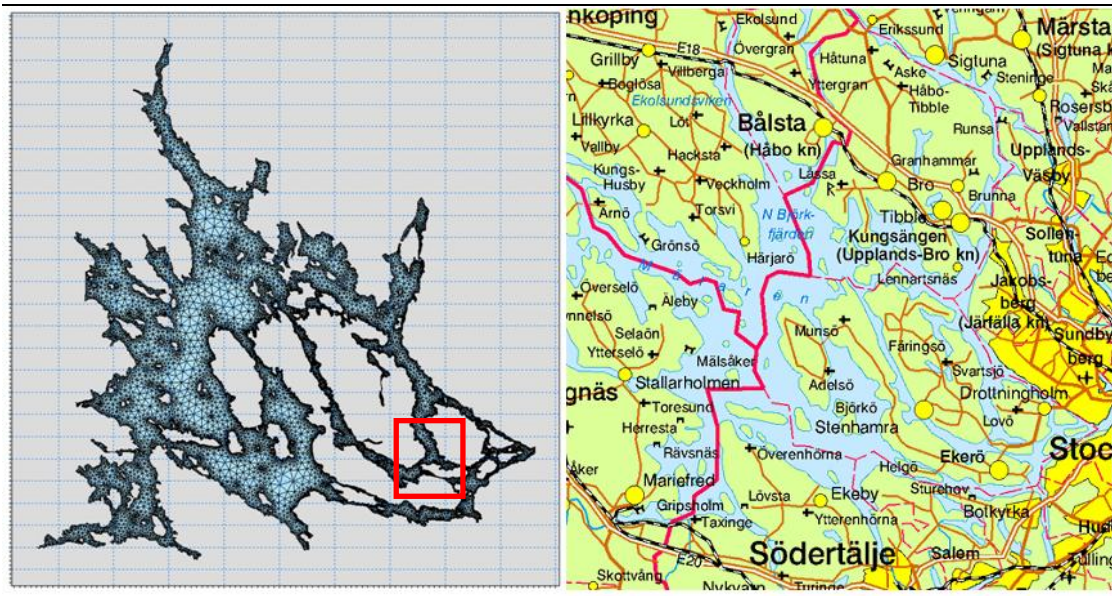


Bild 2.4. Till vänster visas den storskaliga strömningsmodell över östra Mälaren som finns upprättad och till höger ett kartutsnitt som i princip motsvarar samma område. Den röda rutan markerar den lokala modell som beskrivs i Kap. 2.1.2.

Den storskaliga modellen är uppbyggd med ett flexibelt beräkningsnät som kan formas längs strandlinjer, öar etc. och förfinas i trånga passager o.d. medan stora fjärdar kan representeras av större beräkningsceller.

2.1.2 Lokal modell över Mörbyfjärden/Malmviken

Den lokala beräkningsmodellen är även den uppbyggd av ett flexibelt beräkningsnät. Beräkningsnätet är jämnt fördelat över hela modellområdet för att erhålla så god upplösning som möjligt i sedimentspridningsberäkningarna. Beräkningscellerna är triangulära i plan med sidor om c:a 70 meter, se Figur 2.5.

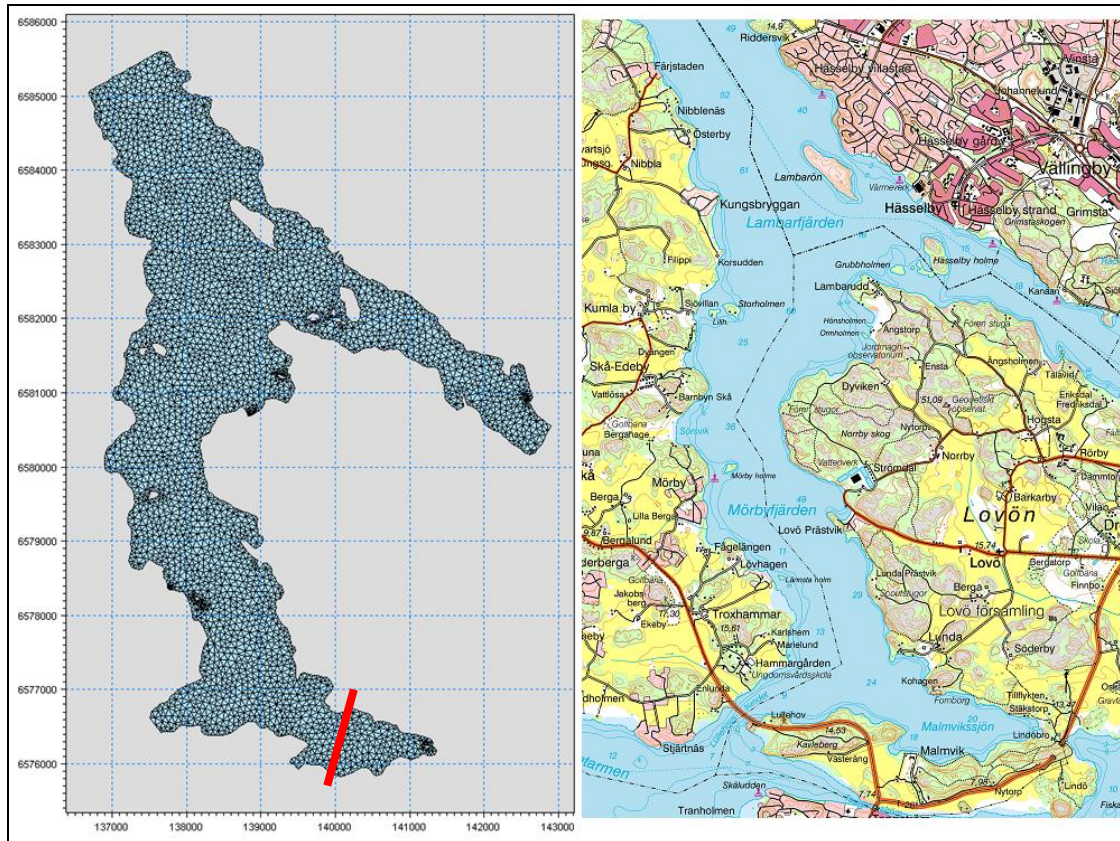


Bild 2.5. Till vänster visas den lokala strömningsmodellen över Mörbyfjärden/Malmviken och till höger ett kartutsnitt som i princip motsvarar samma område. Det röda strecket markerar det tvärsnitt som visas i Figur 2.3.

2.2 Sedimentspridning

Sedimentspridning beror av flera parametrar. De viktigaste parametrarna är sedimentets fallhastighet, vattenhastigheten och koncentrationen suspenderat material.

Vid naturlig sedimenttransport brukar sedimenthalten avta med avståndet från botten. Vid jämvikt är de turbulenta transportmekanismerna och gravitationen i jämvikt på varje djup. Detta förutsätter en relativt hög koncentration av suspenderat material (Graf, 1971).

Östra Mälaren har en naturligt låg koncentration suspenderat material. Detta medför att eventuell uppvirvling av bottensediment så småningom kommer att sedimentera. Tabell 2.1 och Bild 2.6 redogör för sambandet mellan kornstorlek och sedimenteringstid respektive kornstorlek och fallhastighet.

Tabell 2.1: Partiklars sedimenteringshastighet (Graf, 1971). Anges som sedimenteringstid per fallmeter.

Partikeldiameter (mm)	Typ av partikel	Sedimenteringstid
10	Grus	1 s/m
1	Sand	10 s/m
0,1	Fin sand	2 min/m
0,01	Silt	2 tim/m
0,001	Ler	8 dygn/m

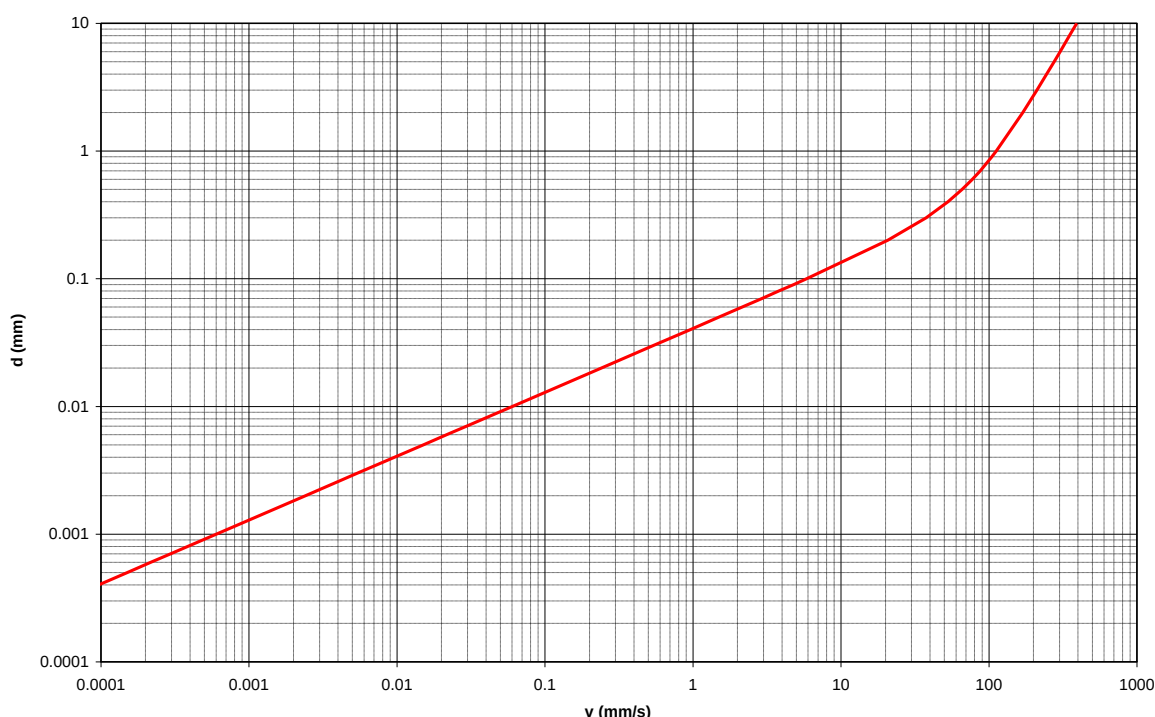


Bild 2.6. Samband mellan fallhastighet (v) och kornstorlek (d) för sediment (Graf, 1971).

Sedimentspridning begränsas av hur långt lokala strömningsförhållanden hinner sprida plymen innan allt suspenderat material sedimenterats.

De viktigaste ingående parametrarna som representerar beräkningsfallen i Kap. 3.2 är:

- Materialets densitet är ansatt till 2650 kg/m³ som får antas representera ett lermaterial.
- Antal fraktioner. Här antas att en fraktion frisläpps
- Sjunkhastigheten är ansatt till 8 dagar per meter (typvärde för lera) och har därmed möjlighet att spridas långt.
- Allt material frisläpps, dvs. utan att material klumpar ihop sig och sjunker till botten.
- Utsläppet av materialet släpps ut som en kontinuerlig puls om 50 kg per sekund under 10 minuter, vilket motsvarar c:a 10 m³ frisläppt material.

Den känsligaste parametern avseende sedimenttransporten är sjunkhastigheten. Ju långsammare sjunkhastighet desto längre spridningssträcka för materialet. Det får anses att beräkningsfallet bygger på konservativa antaganden då totalt 10 ton finkornigt material med långsam sjunkhastighet släpps kontinuerligt inom en tidsrymd av 10 minuter.

3 Beräkningar

3.1 Kalibrering

Underlag för en detaljerad kalibrering av de båda modellerna saknas.

Få studier av strömförhållandena i Östra Mälaren har utförts. SMHI har utvecklat en stationär spridningsmodell för Mälaren, Seatrack Mälaren, där strömfält för olika vindförhållanden används för att modellera utsläpp av olja eller liknande. Resultatet från modellen har granskats av Anders Engqvist medelst en förenklad (barotrop) enlagersmodell. Granskningen/modelljämförelsen bedömer att de två modellerna överensstämmer skapligt avseende beräknade sundflödesuppskattningar.

SWECOs modell för Mälaren där strömfält för olika vindförhållanden och vattenföringar beräknats har jämförts med de två ovannämnda modellerna. Vattenföringens fördelning mellan olika sund stämmer väl överens för samtliga förhållanden som jämförts. Avvikelsen i beräknade sundflöden för typiska förhållanden uppgår till ca 10 %.

Det går ej att avgöra vilken av de tre modellerna som bäst återger de faktiska förhållandena då det finns mycket lite strömdata från Mälaren. Likväl går det, någotsånär bestämt, att kvalitativt fastställa strömbilden vid olika förhållanden då tre oberoende modeller påvisar korroborerade resultat. För en fullständig kalibrering skulle akustiska mätningar av flöden genom olika delar av Mälaren erfordras.

Ett 30-tal tillämpningar av framförallt MIKE21 som utförts av SWECO har bekräftat att MIKE21/MIKE3 är ett robust modellsystem som påvisar mycket god samstämmighet med olika typer av detaljerat kalibrerings- och valideringsunderlag (vattennivåer, flödesfördelning, vattenhastighet etc.) när bra geometriskt underlag finns till hands. I de fall där både 2D och 3D-modeller har upprättats har resultaten med 2D-modeller påvisat mycket god samstämmighet. Baserat på dessa erfarenheter och genom att följa vetenskapliga publikationer om olika modelltillämpningar med MIKE21/MIKE3 har lämpliga parametrar ansatts i modellen.

3.2 Beräkningsfall

Dimensionerande strömningsfall utgår ifrån vilka förhållanden som ger störst ytström respektive bottenström i riktning från Malmviken mot Lovö vattenverk.

Lokalt inom Malmviken blir ytströmmen som störst vid sydostlig vind. Vid ihållande sydostlig vind uppstår emellertid en medsols cirkulation runt Färingsö. I Mörbyfjärden blir då den huvudsakliga flödesriktningen från Lambarfjärden mot Långtarmen. Konservativt antas att cirkulationen runt Färingsö inte utvecklats fullt och att flödet genom Lullehovssundet är litet. Flödet ut ur modellen vid Lullehovsbron har av konservativa skäl satts till 0 (noll) i modellen i syfte att kvarhålla sedimentet i Mörbyfjärden och därigenom forcera fram ett riskscenario.

Bottenströmmen och det huvudsakliga flödet in via Lullehovsbron blir som störst vid nordvästlig vind. Nordvästlig vind ger en snedställning av vattenytan i Malmviken vilken ger upphov till en utåtriktad bottenström. Samtidigt uppstår en motsols cirkulation runt Färingsö vilket ger ett stort flöde från Långtarmen till Lambarfjärden.

Beräkningsfall 1 och 2 representerar medelvattenföring. Båda beräkningsfallen har pålagts en vindstyrka om 5 m/s i två riktningar (SO resp. NV) som ger störst skillnad i strömningsriktning. Vindstyrkan representerar en vind som är något starkare än medelvindstyrkan, se Tabell 4.1. Fall 3 representerar högvattenföring vid högsta avtappning ur Mälaren (nedan kallat *"Högsta avtappning ur Mälaren"*) med NV-vind om 5 m/s vilket ger mest genomströmning via Lullehovsbron. Eftersom flödet genom Lullehovsbron vid SO-vind är låg – i modellen ansatt till 0 m³/s av konservativa skäl – utgår beräkningsfallet vid högsta avtappning ur Mälaren då resultaten i Malmviken blir likvärdiga.

Högflöden sker vanligen under snösmältningen på våren men kan även ske vintertid (vilket skedde vintern 2000).

Tabell 3.1 sammanfattar randvillkoren för de två dimensionerande strömningsfallen.

Tabell 3.1: Använda randvillkor för de dimensionerande strömningsfallen.

Fall	Vind	Inflöde från Lullehovssundet	Utflöde från Brommasundet	Vattenstånd
Fall 1	SO, 5 m/s	0 m ³ /s	120 m ³ /s	+0,33 m
Fall 2	NV, 5 m/s	200 m ³ /s	120 m ³ /s	+0,33 m
Fall 3	NV, 5 m/s	600 m ³ /s	0 m ³ /s	+0,33 m

Resultterande inflöde söderut från Hässelby blir 120 m³/s i Fall 1.

Resultterande utflöde norrut mot Hässelby blir 80 m³/s i Fall 2.

Resultterande utflöde norrut mot Hässelby blir 100 m³/s i Fall 3.

För att bedöma om sedimenttransporten av eventuellt uppvirvlat material antas att ett punktutsläpp av uppvirvlat material sker vid det planerade läget för tillfällig hamn i Malmviken, se Bild 4.1.

4 Resultat

Som referens till strömningsmönstren nedan kan bilden på rapportens framsida användas. Det representerar strömningen vid medelvattenföring och vindstilla förhållanden.

4.1 Strömningsmönster

Vattenområdet, Mörbyfjärden/Malmviken, angränsar till Lambarfjärden i norr och Långtarmen i söder. I söder avgränsas vattenområdet av Lullehovssundet där vattenvägens tvärsektion är ca 1700 m². I norr finns ingen tydlig gräns mot Lambarfjärden.

Medelvattenföringen i Mälaren är 163 m³/s. Enligt strömningsberäkningar i den storskaliga modellen går c:a 70 % av vattenföringen norr om Ekerön. Flödet genom Tappströmmen är mycket begränsat varför merparten av flödet genom de norra förbindelserna går genom Brommasundet.

Huvudsaklig strömningsriktning i Mörbyfjärden är från Långtarmen till Lambarfjärden. Vinden har emellertid en stor betydelse på strömningsriktningen i Mörbyfjärden. Vid ihållande vind i en riktning, med snedställning av vattenytan som följd, uppstår en flödescirkulation runt Färingsö. Beroende på vindriktning är cirkulation medsols respektive motsols. Företeelsen med flödescirkulation runt Färingsö på grund av vindskjuvning har iakttagits i tre oberoende flödesmodeller över Östra Mälaren. Tabell 4.1 och 4.2 redovisar karakteristiska vinddata från vindstationen på Adelsö.

Tabell 4.1: Medelvärden av vindhastighet (m/s) 1991-2004 för station Adelsö, nr.9728. (SMHI, 2006).

jan	feb	mar	apr	maj	jun	Jul	aug	sep	okt	nov	dec	År
3,8	3,7	3,5	3,5	3,4	3,2	2,9	3,0	3,3	3,6	3,8	3,9	3,5

Tabell 4.2: Frekvenser av vindriktning (%) för station Adelsö, nr. 9728. (SMHI, 2006).

N	NO	O	SO	S	SV	V	NV	Lugnt
9,8	6,6	8,9	11,0	12,8	12,7	20,8	12,5	4,9

Vid ihållande vind har inte bottenström och ytström samma strömningsriktning i Mörbyfjärden/Malmviken. Detta medför att dimensionerande strömningsfall inte är självklara. Till exempel, vid ihållande sydlig vind har ytströmmen en nordlig riktning (samma riktning som vinden) medan det huvudsakliga flödet och bottenströmmen är riktad från Lambarfjärden mot Långtarmen. På liknande sätt är ytströmmens riktning sydlig medan det huvudsakliga flödet och bottenströmmen är riktad från Långtarmen mot Lambarfjärden vid ihållande nordlig vind.

Även om den förhärskande vindriktningen är västlig varierar vindriktningen betydande. Att fastlägga dimensionerande strömningsfall utifrån olika vindriktningars varaktighet bedöms därför inte som tillämpligt. Istället har de två dimensionerande strömningsfallen utgått ifrån vilka förhållanden som ger störst ytström respektive bottenström i riktningen, från Malmviken mot Lovö vattenverk.

I Bild 4.1-4.12 nedan visas ytvattenström och bottenström för de tre beräkningsfallen.

4.1.1 Beräkningsfall 1 - Strömningsmönster & vattenhastighet

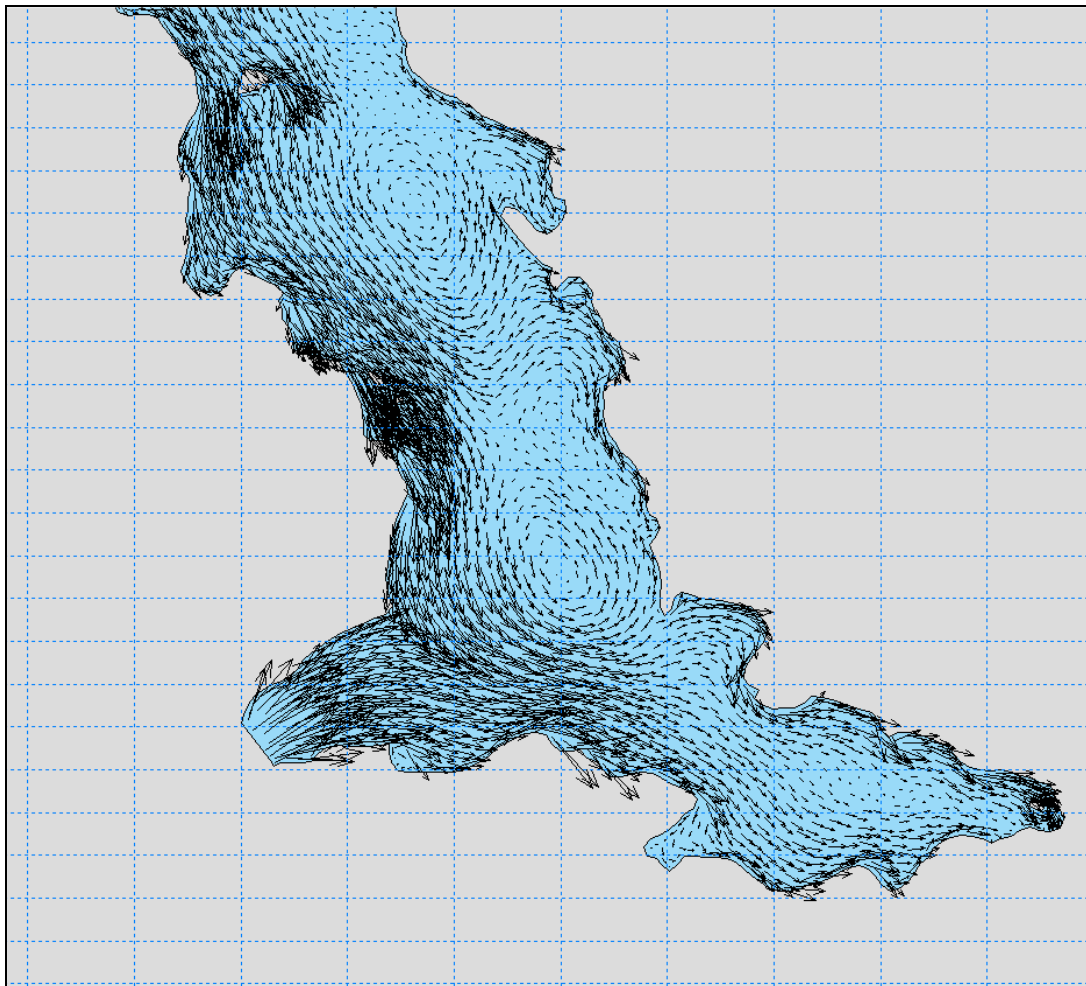


Bild 4.1. Strömningsmönster för ytligt vatten med NV vind 5 m/s samt medelvattenföring.

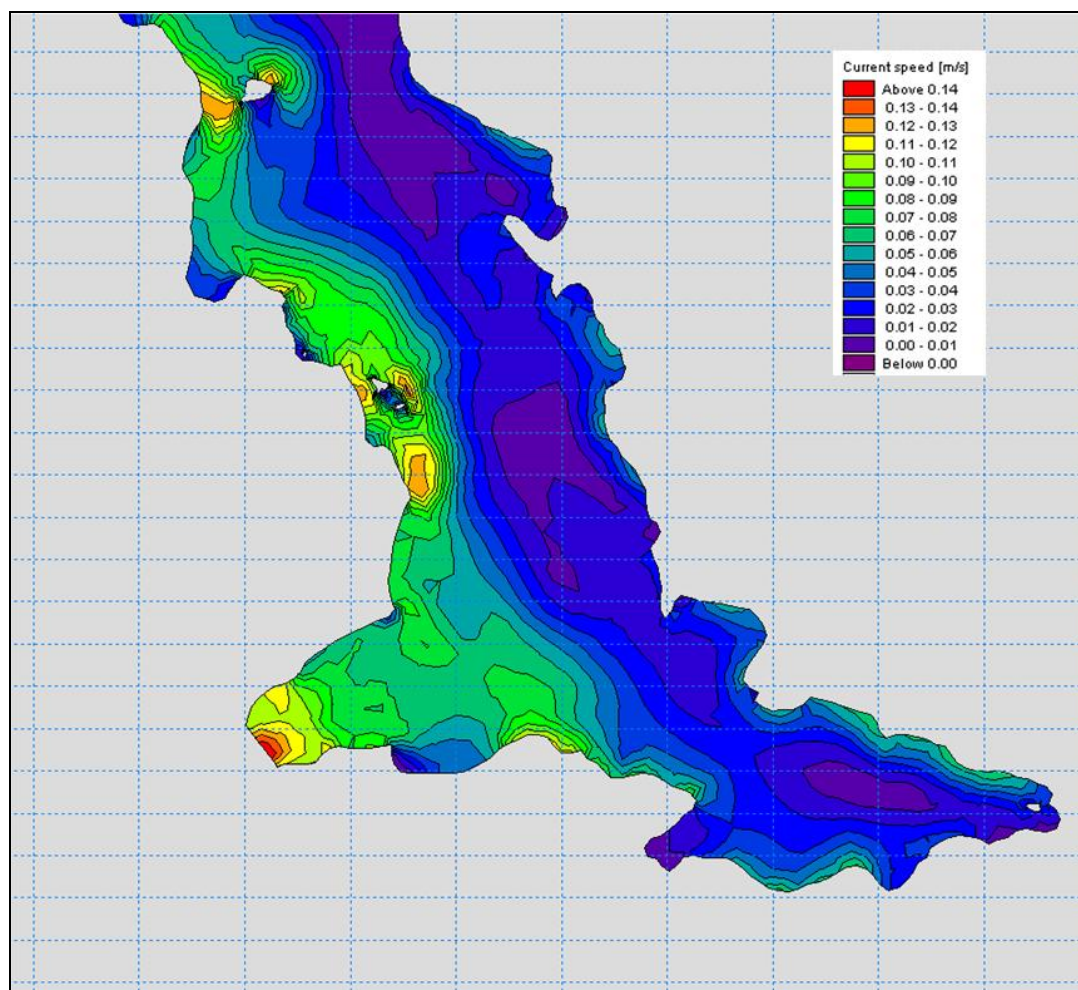


Bild 4.2. Vattenhastighet för ytligt vatten med NV vind 5 m/s samt medelvattenföring.

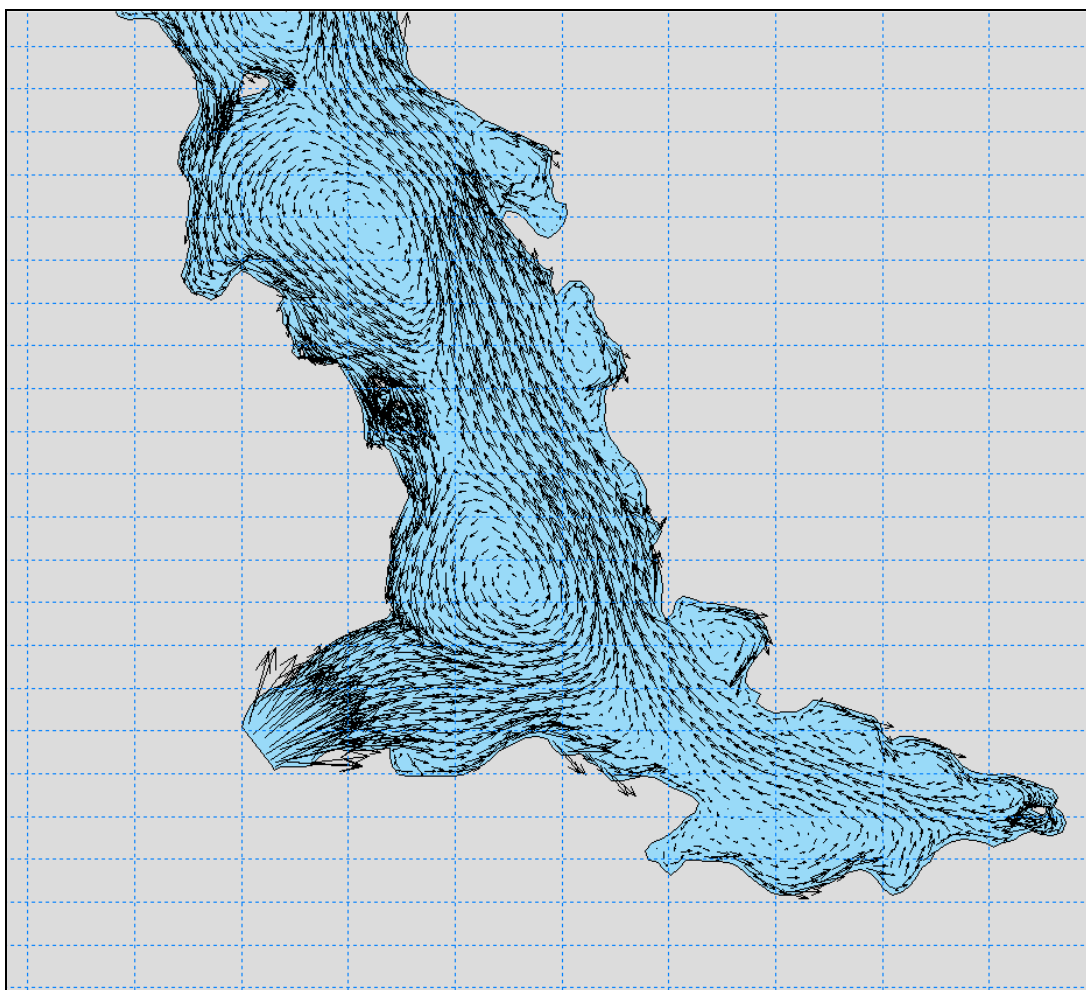


Bild 4.3. Strömningsmönster för bottenvatten med NV vind 5 m/s samt medelvattenföring.

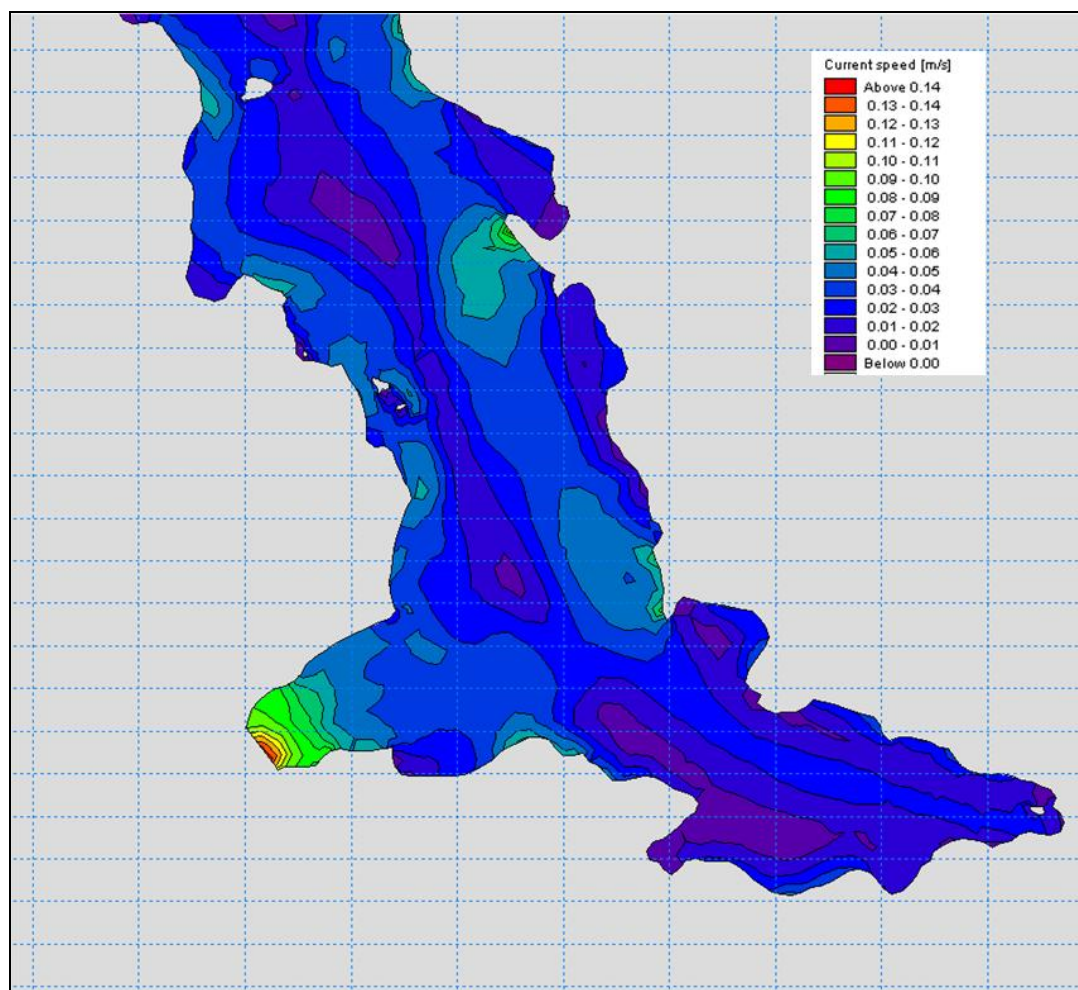


Bild 4.4. Vattenhastighet för bottenvatten med NV vind 5 m/s samt medelvattenföring.

4.1.2 Beräkningsfall 2 - Strömningsmönster & vattenhastighet

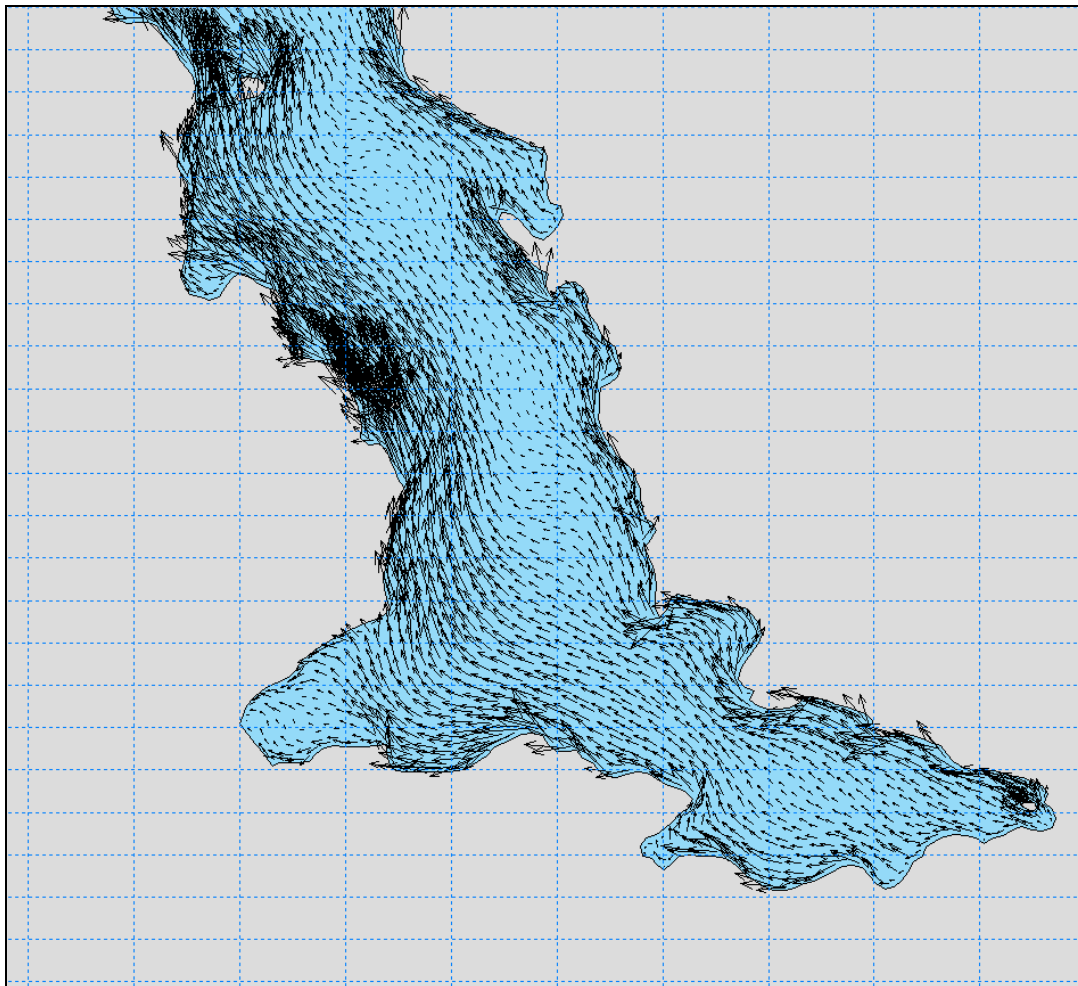


Bild 4.5. Strömningsmönster för ytligt vatten med SO vind 5 m/s samt medelvattenförling.

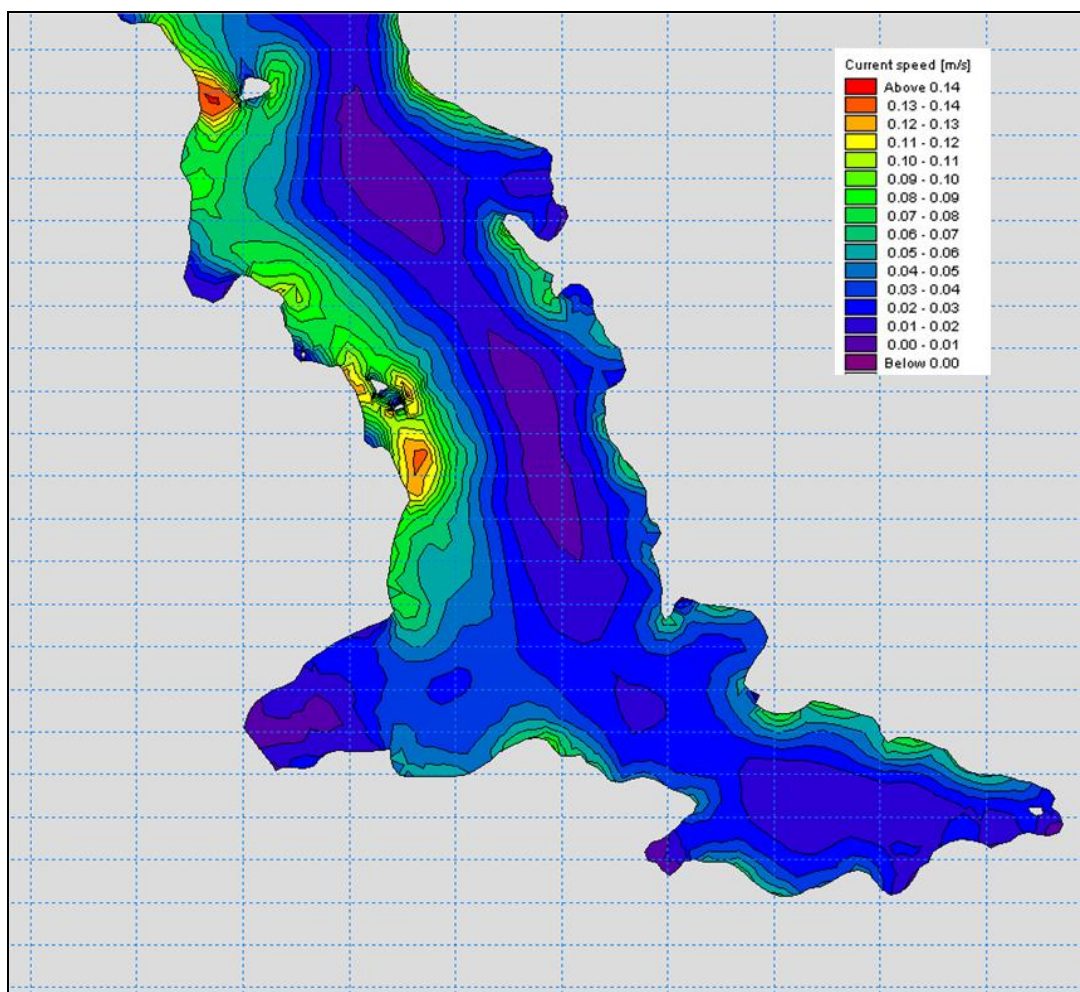


Bild 4.6. Vattenhastighet för ytligt vatten med SO vind 5 m/s samt medelvattenföring.

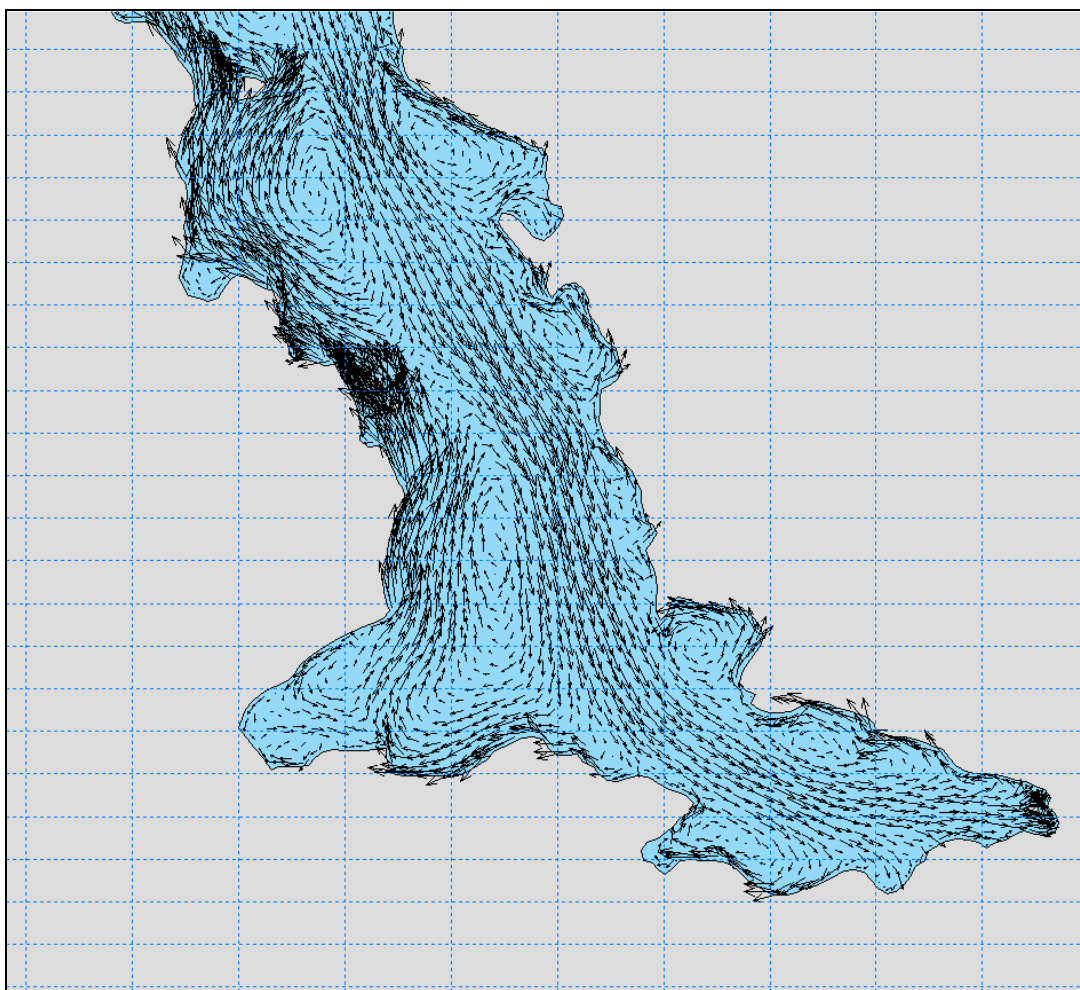


Bild 4.7. Strömningsmönster för bottenvatten med SO vind 5 m/s samt medelvattenföring.

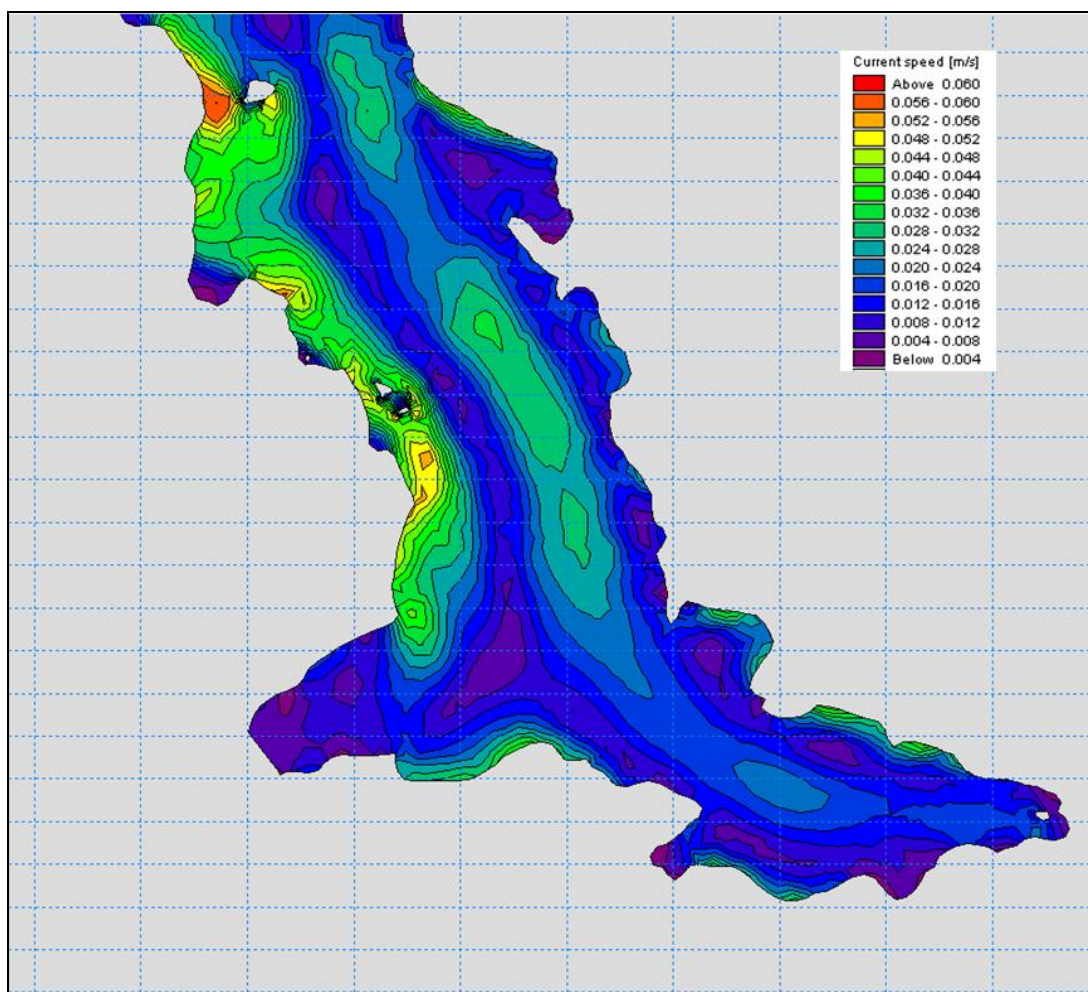


Bild 4.8. Vattenhastighet för bottenvatten med SO vind 5 m/s samt medelvattenföring.

4.1.3 Beräkningsfall 3 - Strömningsmönster & vattenhastighet

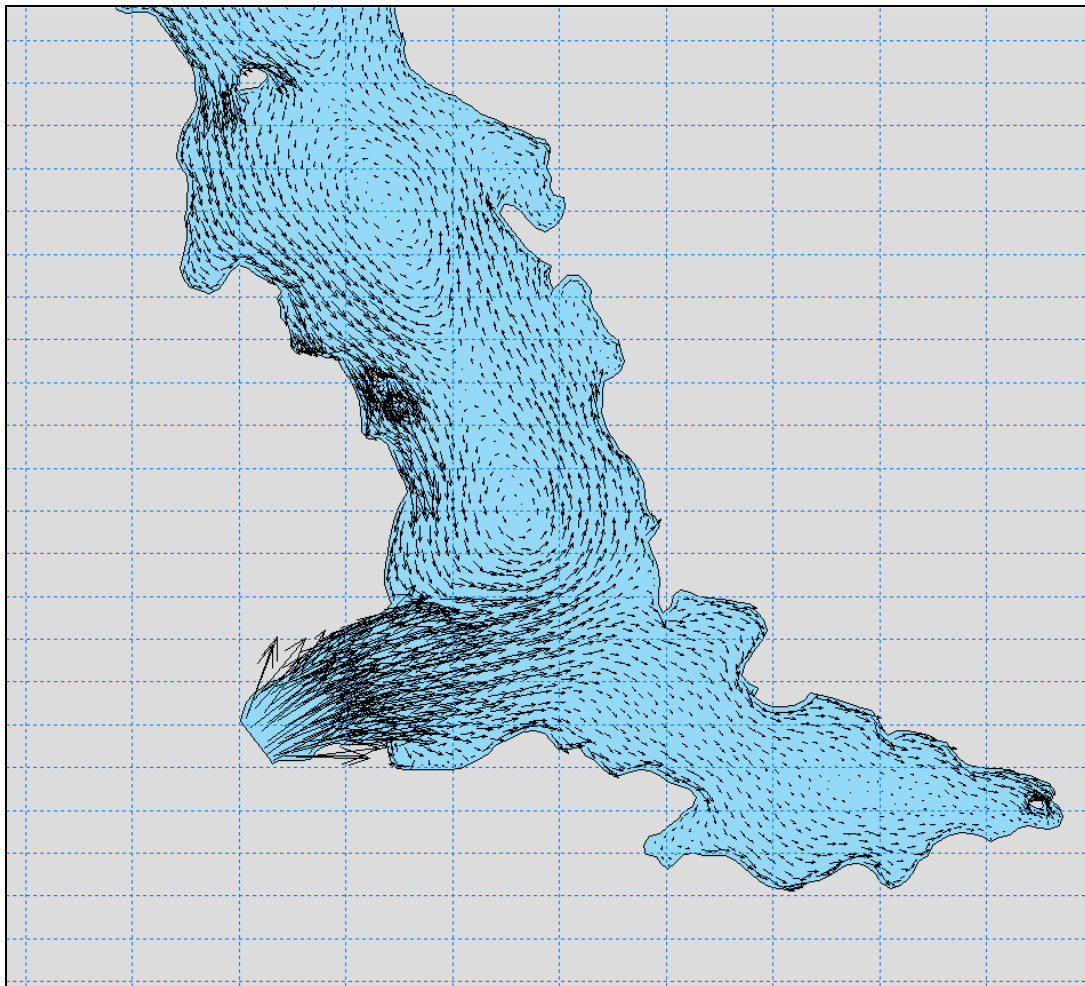


Bild 4.9. Strömningsmönster för ytligt vatten med NV vind 5 m/s samt högsta avtappning ur Mälaren.

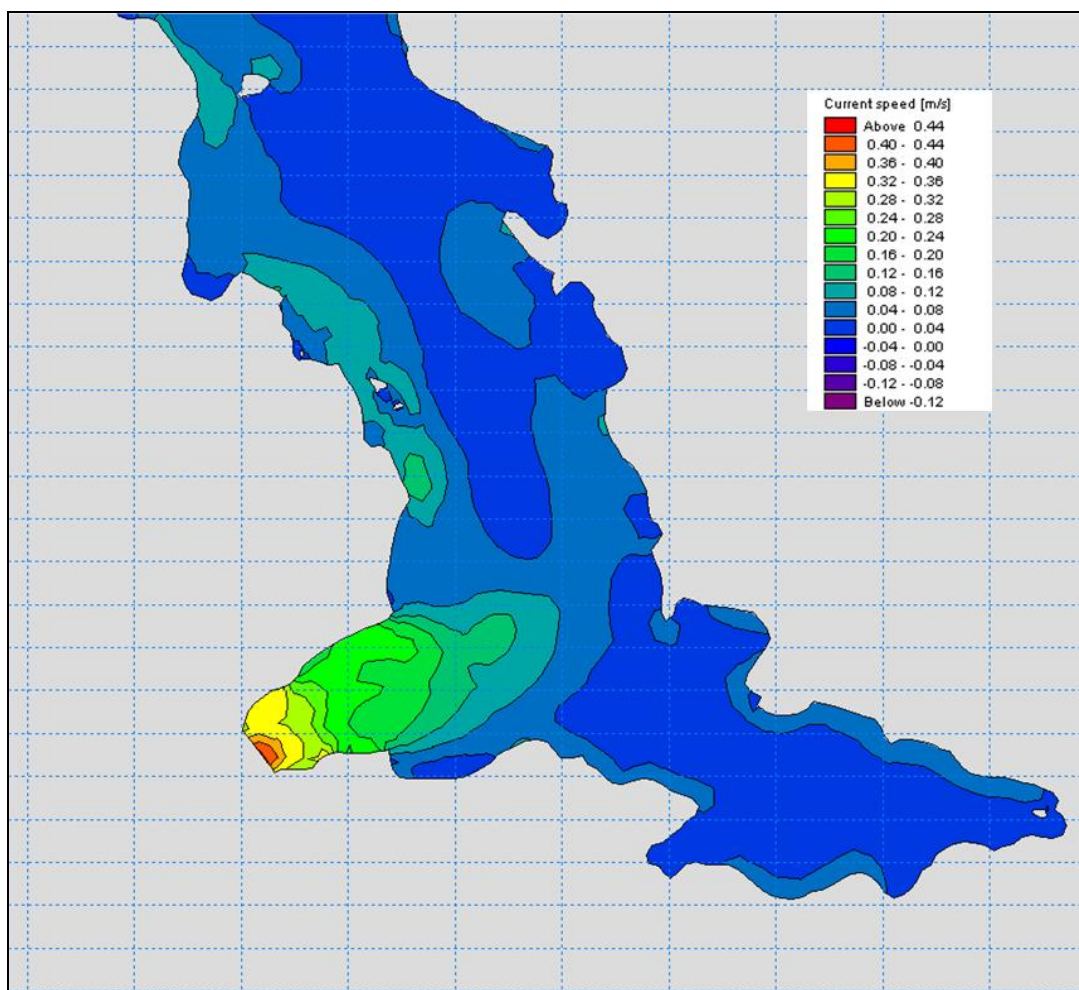


Bild 4.10. Vattenhastighet för ytligt vatten med NV vind 5 m/s samt högsta avtappning ur Mälaren.

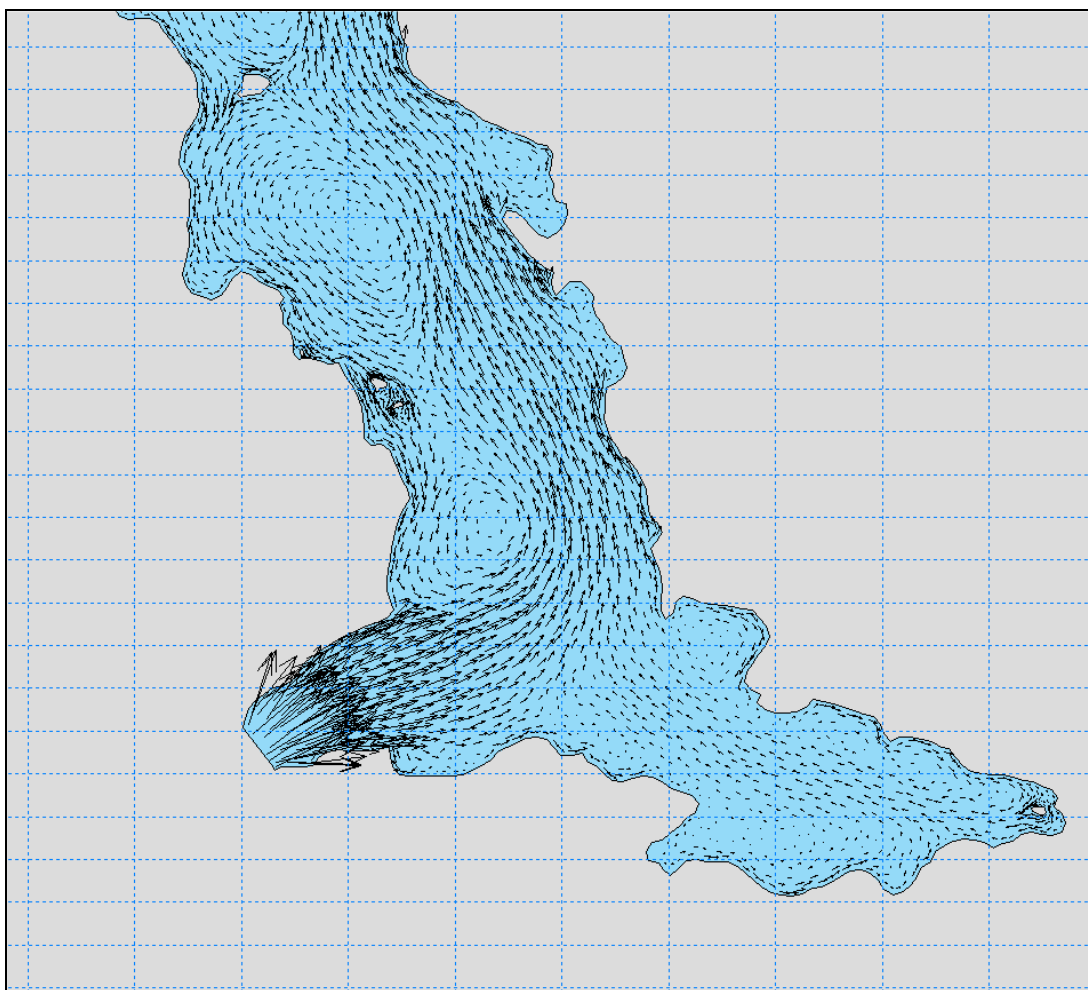


Bild 4.11. Strömningsmönster för bottenvatten med NV vind 5 m/s samt högsta avtappning ur Mälaren.

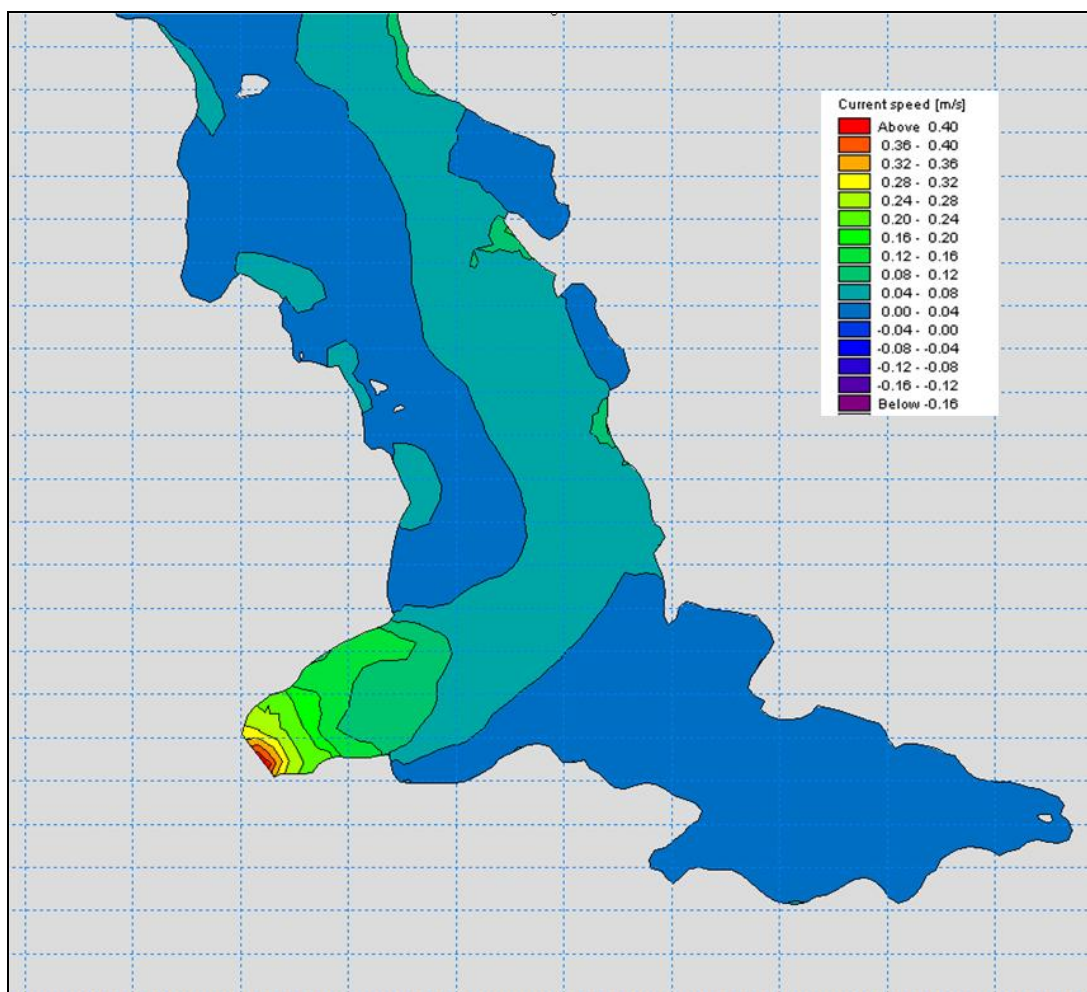
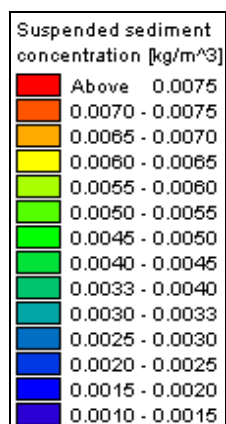


Bild 4.12. Vattenhastighet för bottenvatten med NV vind 5 m/s samt högsta avtappning ur Mälaren.

Cirkulationen i Malmviken är i huvudsakligen vinddriven eftersom Mälarens vattenståndsvariationer är små och flödet i Mörbyfjärden inte maktar med att blanda om vattnet i Malmviken. Eftersom viken är orienterad i nordvästlig-sydöstlig/västlig-östlig riktning är det också dessa vindar som genererar de största transportererna in i och ut ur Malmviken. Tabell 4.2 visar att vindar med nordvästlig-sydöstlig/västlig-östlig riktning förekommer ca 50 % av tiden. Vinden åstadkommer en ström i storleksordningen 1 % av vindhastigheten i den översta metern av vattenmassan. En medelvind på 3,5 m/s ger en ström på 0,035 m/s i ett metertjockt ytlager i det omkring 500 m breda tvärsnittet vid Kohagen. Vattentransporten blir med dessa förutsättningar av storleksordningen 17-18 m³/s. Vattenvolymen i Malmviken uppgår till ca 10 Mm³. Givet ett flöde om 17-18 m³/s 50 % av tiden blir omsättningstiden för vattnet i Malmviken cirka 2 veckor.

I Malmviken består botten sedimentet till stor del av sandig lera. Givet en sjunkhastighet om 8 dygn per meter och ett vattendjup om cirka 17 meter riskerar uppslammat material att transporteras ut i Mörbyfjärden och därmed ge upphov till ökad slamhalt i vattenområdet och/eller Lovö vattenverks råvatten.

Den färgskala som används i Kap 4.3.1 och 4.3.2 redovisas i Bild 4.14 nedan.



*Bild 4.14. Färgskala avseende koncentrationen av suspenderat sediment (slamhalt).
Enheten kg/m³ motsvarar g/l som är en vanligare för att beskriva vattenkvalitet.*

4.3.1 NV-vind, medelvattenföring

Sedimentspridning vid NV-vind (5 m/s) och medelvattenföring visas i Bild 4.15. I detta fall drivs ytvatten in i Malmviken och utflödet sker längs botten.

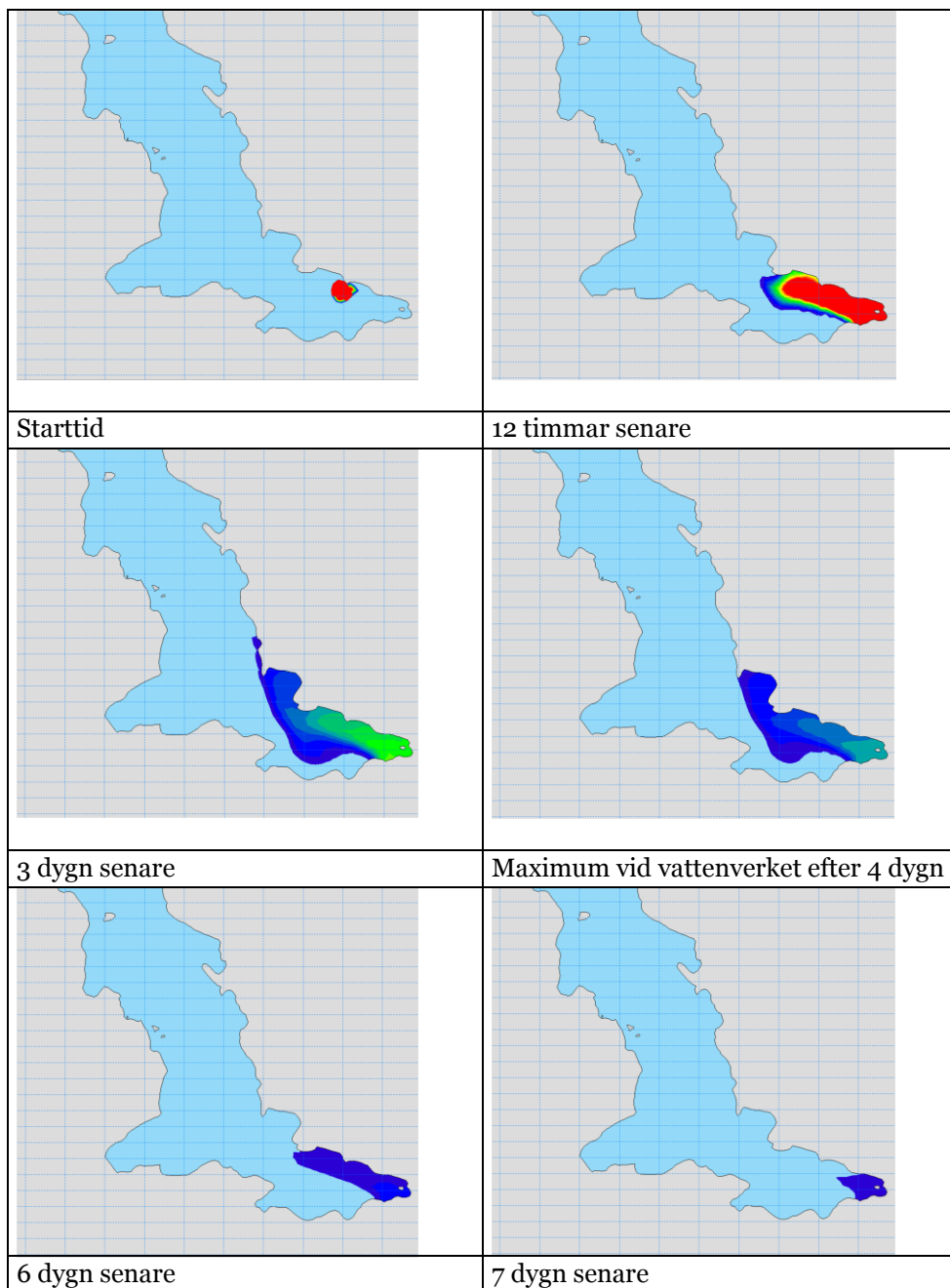


Bild 4.15. Koncentration av slamhalt vid olika tidpunkter.

I Bild 4.16 nedan visas koncentrationen i ett tvärsnitt över Mörbyfjärden utanför Lovö vattenverk vid maximal koncentration.

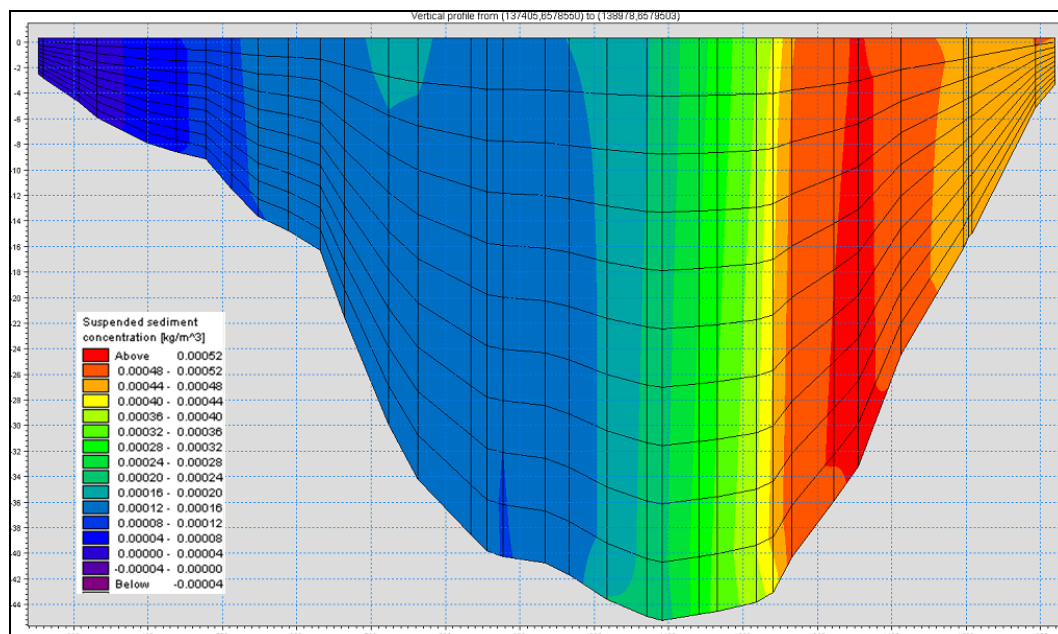


Bild 4.16. Maximal koncentration av slamhalt utanför Lovö vattenverk.

Råvattenintagen är belägna i höger sida av Bild 4.3. Halterna understiger 1 mg/l.

4.3.2 SO-vind, medelvattenföring

Sedimentspridning vid SO-vind (5 m/s) och medelvattenföring visas i Bild 4.17. I detta fall drivs ytvatten ut ur Malmviken och inflödet sker längs botten.

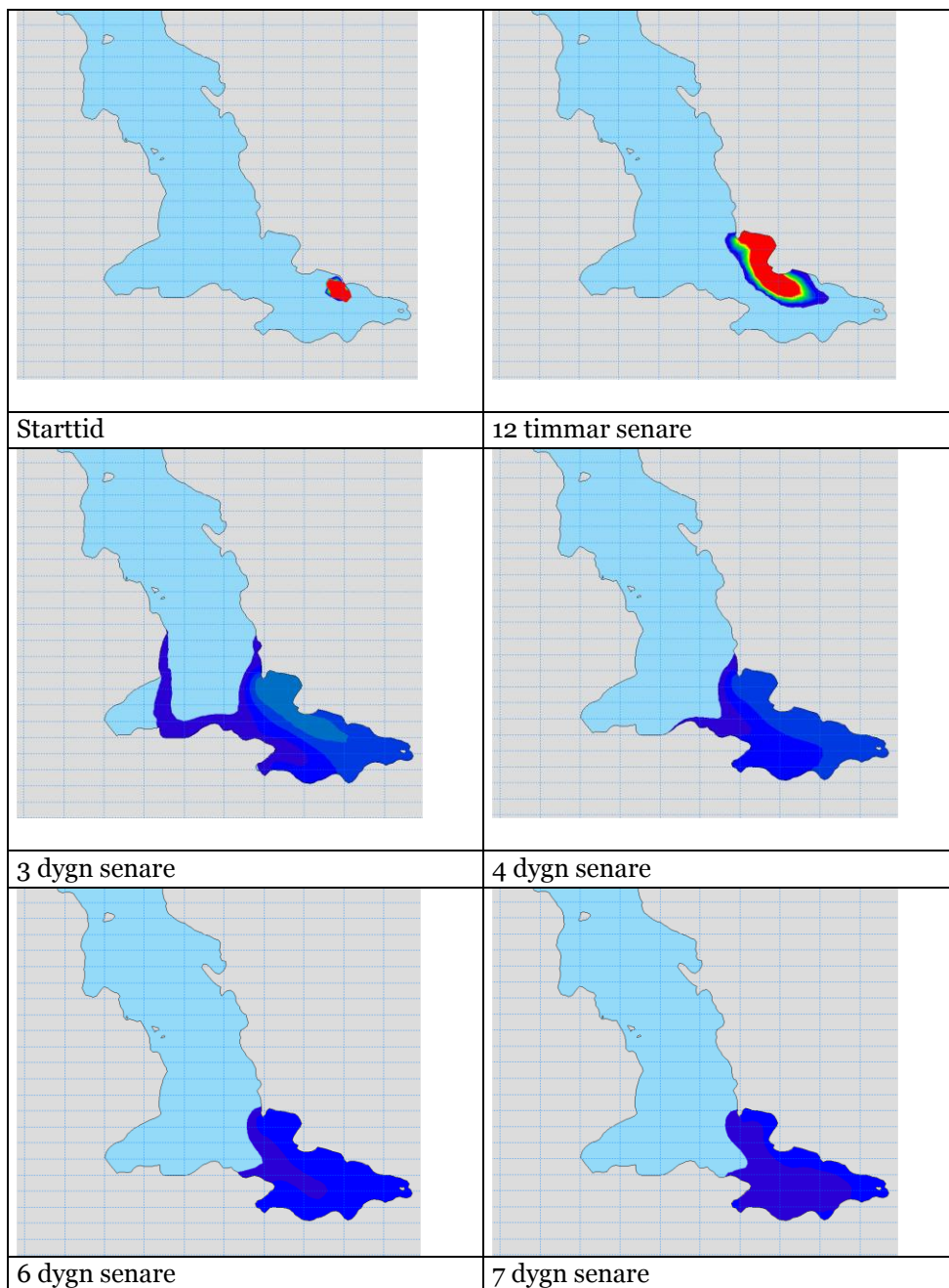


Bild 4.17. Koncentration av slamhalt vid olika tidpunkter.

4.3.3 NV-vind, högsta avtappning ur Mälaren

Sedimentspridning vid NV-vind (5 m/s) och högsta avtappning ur Mälaren visas i Bild 4.18. I detta fall drivs ytvatten in i Malmviken och utflödet sker längs botten.

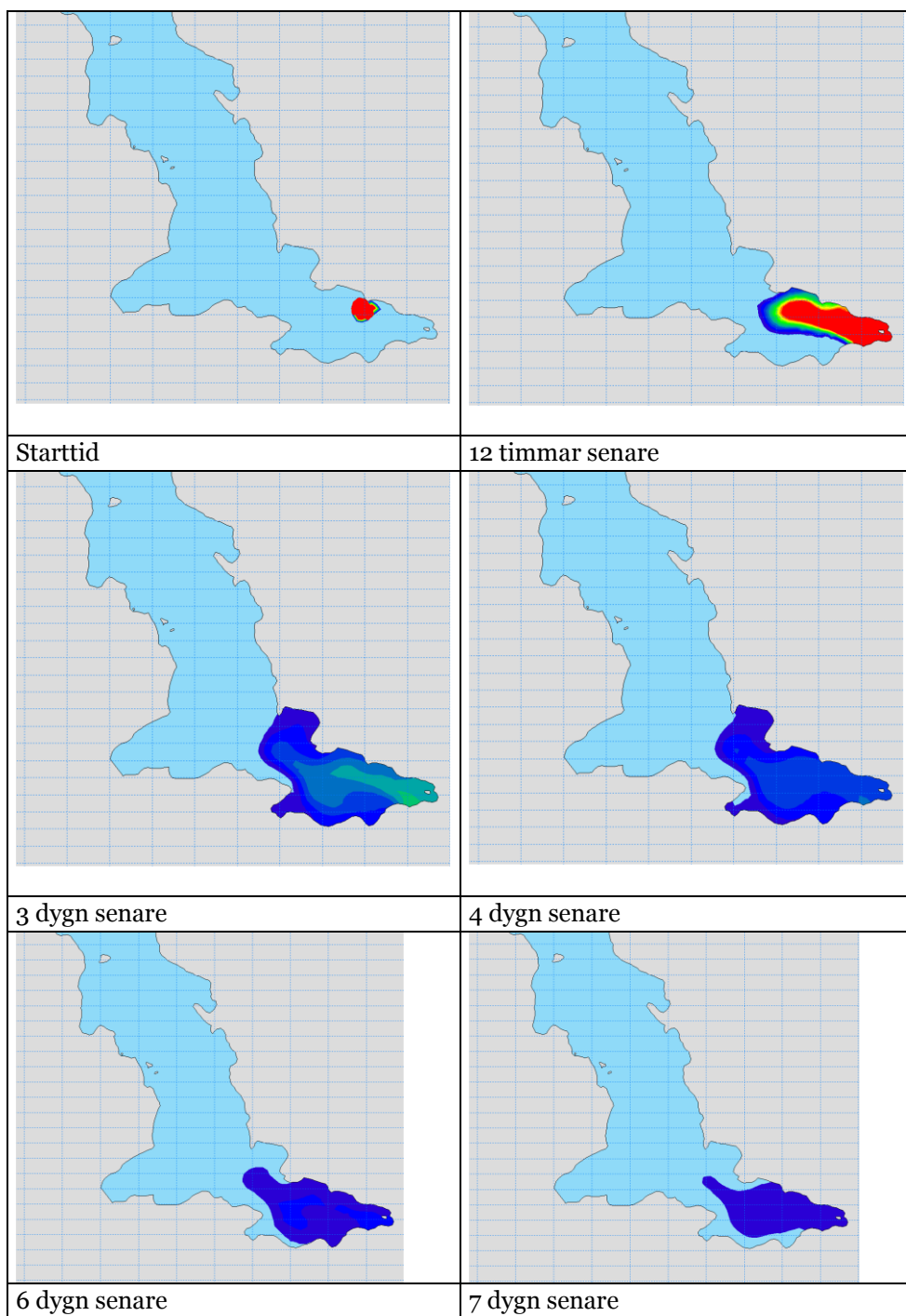


Bild 4.18. Koncentration av slamhalt vid olika tidpunkter.

5 Slutsatser

Sammantaget så är risken låg för att få fram uppslammat material mot råvattenintagen. Halterna kommer som mest upp i 0,8 mg/l, dvs. understigande 1,5 mg/l som enligt Naturvårdsverket är gränsen mellan "Mycket låg slamhalt" och "Låg slamhalt".

En jämförelse mellan Bild 4.14 och 4.15 visar att en vind om 5 m/s inte har någon påverkan på spridningen av partiklar vid högflöden (motsvarande dagens maximala avbördning ur Mälaren). Det kraftiga inflödet via Lullehavsbron dominerar strömningsmönstret och kvarhåller vattenmassan och slamkoncentrationen inne i Malmviken.

Av försiktighetsskäl bör ändå skyddsåtgärder vidtas vid anläggningsarbete och masshantering i Malmviken. En åtgärd för att minimera grumling och spridning av sediment till omgivningen är att avskärma allt arbete under vatten. Geotextildukar och/eller bubbelridåer är tänkbara skyddsåtgärder vid anläggningsarbete för att minska spridningen av uppgjumat material. Kontroll av skärmarnas funktion görs exempelvis genom att provtagning utförs utanför skärmarna.

6 Referenser

A&I Engqvist Konsult HB, 2006-12-12, Engqvist, A. Granskning av resultat från Seatrack-modellen rörande vattenutbyte i Östra Mälaren.

Graf, W. (1971). Hydraulics of Sediment Transport.

Länsstyrelsen i Stockholms län, 2008-11-25. Vattenskyddsområde med föreskrifter för ytvattentäkter vid Lovö, Norsborg, Görveln och Skytteholm inom Östra Mälaren, Stockholm län.

Naturvårdsverket, september 2003. vattenskyddsområde – Handbok med allmänna råd. Handbok 2003:6.

Norvatten, Ekerö kommun och Stockholm vatten, 2001-10-18. Vattenskydd Östra Mälaren – Ytvattentäkterna Lovö, Norsborg, Görveln samt Skytteholm.

SMHI, 2009-61, Nerheim, S. Strömmar i Östra Mälaren – förstudie.

SMHI, 2009-11-09, Andréasson, J och Gustavsson, H. Huvudalternativ fas III – flödesreglering.

SMHI, Nr 121, 2006, Alexandersson, H. Vindstatistik för Sverige.

SWECO, 2009. Strömningsberäkningar, östra Mälaren.

Vägverket, september 2009. Konsortiet Förbifart Stockholm Samrådsunderlag september 2009 – Vattenverksamhet m.m.