

Bilag 2 til ansøgning om udledning til Øresund

Helsingør Klimabykerne

Model for opblanding i havn og Øresundsstrøm

Udledningen fra den påtænkte renseløsning for separatkloakeret overfladevand sker til Helsingør Havn umiddelbart nord for anløbsstedet for Sundbusserne. Placeringen sker ud i den mest åbne del af havnebassinerne, og med en næsten direkte adgang til den godt 55 m brede havneåbning til Øresund.

Udledningen har et volumen på af størrelsesordenen maksimalt 180 L/s og består af ferskvand fra befæstede flader med en årstidsafhængig temperatur, der generelt ikke afviger markant fra havnevandets temperatur. Der antages på dette grundlag en mindre densitetsforskel som følge af salinitet, og en minimal effekt af temperaturforskellen.

Initialt sker der en opblanding af vandstrømmen fra renseløsningen i det mest åbne havnebassin mod Øresund, hvorfra den opblandede vandstrøm ved kontinuert tilførsel af yderligere rensset vand vurderes at blive fortrængt ud af havneåbningen som en vandstrøm med en bredde på godt 30 m svarende til halvdelen af åbningen. En konceptuel model for denne udledning til Øresund er vist i figur 1.



Figur 1 Konceptuel model for udledningen af vand fra renseløsningen til initial opblanding (rød cirkel) i det åbne havnebassin, og efterfølgende udstrømning gennem havneåbningen til vandstrømning nord-syd i Øresund.

Initialopblandingen i det åbne havnebassin forventes umiddelbart at være stor, men over kortere tidsrum dog begrænset af den samlede vandudveksling gennem havneåbningen til Øresund. Dette fører til, at opblandingsvandet løbende får en ”i forvejen forekommende koncentration” (IFFK), hvorved fortyndingsgraden mindskes gennem udledningsperioden. Samlet set påfører volumen af den udledte vandstrøm fra renseløsningen dog en fortrængning af et tilsvarende vandvolumen fra det åbne havnebassin og ud gennem åbningen i Helsingør Havn.

Det antages, at initialopblandingen i det åbne havnebassin svarer til 20% af en opblanding på åbne kystområder jf. Miljøstyrelsens anbefalinger, og at den fortrængte vandstrøm løber ud gennem havneåbningen i en 30 m bred og 1,5 m dyb strømning, hvorved strømningshastigheden over dette areal for en maksimal udledning på 180 L/s svarer til 0,004 m/s.

DHI har i 2006 udarbejdet en oversigt over beregnede opblandinger langs danske kyststrækninger /1/. Det fremgår af rapportens figur 4.2, at middelfortyndingen langs kysten omkring Helsingør er markeret med rød svarende til en fortyndingsgrad >10.000 gange. Initialopblandingen i det åbne havnebassin kan derved antages at være af størrelsesordenen >2.000 gange. Beregningerne er baseret på en udledning på blot 0,1 L/s, og med en aktuel maksimal udledning på 180 L/s godt 1.800 gange større en i modelopsætningen fra DHI, så vil opblandingen blive mindsket til blot >1,11 gange.

Der er derfor foretaget en vurdering af den samlede udledning gennem havneåbningen til Øresund med ovenstående forudsætning om en udstrømning med en bredde på 30 m, og spredt fra overfladen og ned til 1,5 m dybde.

Beregning af initial opblandingsgrad

Baseret på en box-model, som vist i figur 1, kan den udledte fanes bredde på tværs af Øresundsstrømningen langs havneåbningen beregnes ved hjælp af ligning 2.2 i DHI-rapporten /1/. Strømningen i Øresund er 0,1 m/s langsgående af havneåbningen.

Fanens bredde svarer til den påvirkede vandstrømnings bredde i Øresunds-strømningen, og dermed det samlede opblandingsvolumen for udledningen. Bredden er beregnet til 11 m. Beregning med Box-modellen vil derved føre til en volumenstrømning i Øresund [$11 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} \times 0,1 \text{ m/s}$] = 1,65 m³/s og en udledningsstrøm på 0,18 m³/s, svarende til et samlet flow ud af Box-modellen på 1,83 m³/s.

På dette grundlag kan der beregnes en initial opblandingsgrad for den udledte vandstrøm i Øresundsstrømningen langs strækningen forbi havneåbningen ved at dele det samlede flow ud af Box-modellen med udledningsstrømmen [$1,83 \text{ m}^3/\text{s}$ delt med $0,18 \text{ m}^3/\text{s}$] = 10. Strømningshastigheden ud af box-modellen bliver 0,11 m/s [$1,83 \text{ m}^3/\text{s}$ gennem $11 \text{ m} \times 1,5 \text{ m} = 16,5 \text{ m}^2$].

Initial opblandingsgraden sættes således på baggrund af ovenstående beregning til 10.

Tallet for opblandingsgraden kan nu bruges til at vurderes om stoffer, hvor udløbskoncentration til Øresund overstiger miljøkvalitetskrav, vil kunne medføre en forringelse af overfladevandområdets tilstand, og vil kunne hindre opfyldelse af det fastlagte miljømål.

/1/ DHI: ”Fortynding langs danske kyster.” Rapport udarbejdet for Miljøstyrelsen dateret juni 2006.