



31-10-2014

Sagsnr.  
2014-0155093

Dokumentnr.  
2014-0155093-36  
Lars Korn

**Notat til TMU om oversvømmelser (Forside til MEMO fra DHI)**

## **Klima og oversvømmelser**

I overensstemmelse med rapporten fra Naturstyrelsen (der bygger på en IPCC rapport) der udkom den 25. oktober 2014, forventes lokalplanområdet at være sikret mod vandstigninger fra havnen i hvert fald i de næste 85 år.

Siden behandlingen på Teknik- og Miljøudvalgets møde d. 27.10.2014 har forvaltningen bedt DHI om at vurdere lokalplanens krav til koter (Enghave Brygges planlagte terrænniveau set i forhold til klima og oversvømmelser) ud fra indholdet i rapporten, der kom d. 25.10.2014. Rapporten vurderer, at verdenshavene globalt kan stige med op mod en meter i løbet af de næste 85 år. For København betyder det en vandstandsstigning der mest sandsynligt vil være omkring 70 centimer over nuværende vandstand.

DHI og forvaltningen har således ikke fundet anledning til ændringer i tidligere konklusioner vedrørende ”vandstandsdata” efter den nye rapport fra Naturstyrelsen af 25.10.2014 er udkommet jf. MEMO fra DHI af 29.10.2014

## **Baggrund**

### *Klimaændringer*

Udbygningen på Enghave Brygge ændrer ikke nævneværdigt på strømningsmodstanden gennem Københavns Havn og forårsager derfor ingen ændret tendens til, at vandet vil stuve yderligere op end med de nuværende forhold. Udbygningen vil derfor ikke føre til ændrede stormflodsniveauer eller øget vandstand i havnen. Risikoen for oversvømmelse og klimaeffekter er derfor alene bestemt af terrænkote og kan bestemmes og håndteres ud fra de retningslinjer som er givet i Kystdirektoratets højvandsstatistik for København. (2012).

### **Byplan Syd**

Njalsgade 13  
Postboks 348  
2300 København S

EAN nummer  
5798009493149

Den seneste nationale udmelding for Danmark forventer, i overensstemmelse med indholdet i rapporten, der kom d. 25.10.2014 en vandspejlsstigning på 30 cm +/- 20 cm fra nu og frem til år 2050 og 80 cm +/- 60 cm frem til år 2100. Når tallene korrigeres for "landhævninger" bliver den resulterende ændring i middelvandspejlsniveau + 25 cm i år 2050 og + 68 cm i år 2100. Der tages således i prognosen højde for de næste 85 år.

Såfremt man ønsker at dimensionere og klimasikre området ved Enghave Brygge for en 100-års vandstandshændelse indebærer det, at terrænkoten skal op i mindst: 150 cm + 68 cm = 218 cm.

Dette er i overensstemmelse med lokalplanen, der fastsætter den generelle terrænkote langs havnen og kanaler til ca. 210-230 cm.

Det kan oplyses, at bygherrerne har planlagt at etablere kajkanterne i kote ca. 230 cm. Derudover skal anføres, at bygningerne som hovedregel ikke kan placeres i kajkant. Bygherrerne oplyser i denne sammenhæng, at de forventer at etablere deres bygninger i kote ca. 240- 250 cm. Dette er i overensstemmelse med lokalplanen. Forvaltningen vurderer derfor, at der ikke er behov for at ændre på lokalplanens bestemmelser.

I øvrigt skal det bemærkes, at store dele af de havnenære byområder i København ligger i en kote på 210 cm eller derunder. Herunder kan nævnes at kajkanterne på Teglnholmen er på mellem 200- 210 cm, Sluseholmen har kajkanter på mellem 160 - 210 cm, og Holmen har kajkanter der ligger væsentligt under 210 cm. Det kan derfor slutes, at store dele af de havnenære byområder i København vil blive oversømmet inden Enghave Brygge bliver oversømmet.

Det bemærkes, at såfremt København etablerer en form for klimasikring, som lukker havnen af under stormflod, vil kravet til terrænkoten i fremtidige havneprojekter i princippet kunne slækkes væsentligt.



## MEMO

**Til:** Københavns Kommune

**Cc:** Orbicon

**Fra:** Bo Brahtz Christensen, DHI

**Dato:** 29.10.2014

**Vedr.:** Respons på indkommende hørings svar til Enghave Brygge projektet

---

Københavns kommune har gennem Orbicon bedt DHI, om at komme med et respons til de indsigelser og hørings svar som er kommet til Enghave Brygge projektet vedrørende gennemstrømning og klima effekter.

### **Gennemstrømning og vandskifte**

Til at undersøge effekter på vandgennemstrømningen er der anvendt en 3D computer model, som opløser vandets strømning i rum, tid og sted. Modellen har inkluderet effekter fra bundfriktion, vindfriktion på vandoverfladen og densitetsdrevne strømninger opstået som følge af variationer i salt og temperatur. Endvidere er stigbordet i havnen indeholdt i modellen.

Den primære strømning i havnen (og computermodellerne) er drevet af forskelle i vandstanden ved Trekroner i Øresund og Kalveboder i Køge Bugt. Der er i hørings svar fremsat påstande om at vandgennemstrømningen (hastighederne) er den samme overalt i modellen! Dette er ikke korrekt! Modellen har både en vertikal og horisontal opløsning. Den vertikale opløsning er beskrevet ved hjælp af sigma-lag, hvilket betyder at strømningen over vanddybden overalt er opløst med det samme antal lag. Dette betyder at den vertikale opløsning er bedst i de lavvandede kanaler. Modellen indeholder endvidere en grænselagsbeskrivelse af hastighedsprofilen i beregningscellerne nærmest bunden, som netop tager hensyn til bundruheden (friktionen).

De nye kanalers tværsnit er uniforme, der er derfor ingen mulighed for, at der opstår "stillestående vand i perifere lag". En høj rumlig opløsning er påkrævet, når der optræder betydende gradienter i strømningsforløbet, men det er der ikke tale om ved Enghave Brygge, da kanalforløbene er uniforme og derfor ikke giver anledning til ændrede strømforhold igennem de enkelte kanaler.

Modelleringen af vandets strømning er blevet udført ved hjælp af en 3D computer model, idet man herved kan belyse forholdene igennem vandsøjlen mere detaljeret. De i DHI's rapport præsenterede analyseresultater har fokuseret på overfladehastigheder, idet det er her strømhastighederne generelt er størst og dermed også det sted, hvor de største ændringer vil finde sted. Analysen af de modellerede strømhastigheder viste, at ændringerne som fremkommer som følge af Enghave Brygges udbygning er små. Så små, at de i praksis ikke vil kunne registreres, idet dag til dag variationen af strømforløbet i havnen er mere signifikant.

En helt analog analyse kunne være blevet præsenteret for strømhastighederne nær bunden, men da disse er svagere end overfladehastighederne (da der ikke er betydende lagdelingseffekter inde i havnen), vil ændringerne blive mindre og dermed ikke føre til nogen ændret konklusion.

Strømf forholdene er i DHI's tekniske rapport belyst for en sommerperiode og en sen efterårsperiode. Den sene efterårsperiode adskiller sig ikke strømningsmæssigt fra en vinterperiode eller tidlig forårsperiode. Det giver derfor ingen ny information at belyse de hydrauliske forhold for en forårs- og vinterperiode. Ikke mindst fordi de ændrede strømf forhold er uden nogen signifikant betydning.

Tværsnitsarealet af de nye kanaler er små i forhold til Tømmergravens tværsnitsareal. Den mængde vand som vil løbe igennem de nye kanaler, vil derfor kun føre til en svag strømningsændring i Tømmergraven. Husbådene vil fungere som en form for strømningsmodstand, men da strømhastighederne i Tømmergraven er små, vil det ikke kunne mærkes.

Der opstår ikke nogen stærk sidestrøm, når man passerer Enghave Kanal langs Tømmergraven, idet strømhastighederne generelt er mindre end 20 cm/s. De tilsyneladende markante ændringer i strømhastighederne, som er præsenteret i DHI's tekniske rapport, skyldes dels at skalaen er tilpasset de størst forekommende ændringer, dels er et udtryk for, at der ikke eksisterer nogen kanal i dag.

Modelberegningerne er blevet udført med et lukket kanalforløb mellem Gasværkshavnen og Tømmergraven. Åbnes kanalen mellem Gasværkshavnen og Tømmergraven, vil vandskiftet i området ved Enghave Brygge forbedres yderligere. Strømf forholdene vil kun ændres svagt, da kanalens kapacitet er lille i forhold til Tømmergraven. Åbningen vil sikre et mere harmonisk strømningsforløb igennem området, idet vandudvekslingen med havnekanalen vil blive mindsket til fordel for den åbne kanal.

Udbygningen på Enghave Brygge ændrer ikke nævneværdigt på strømningsmodstanden gennem Københavns Havn og forårsager derfor ingen ændret tendens til, at vandet vil stuve yderligere op end med de nuværende forhold. Udbygningen vil derfor ikke føre til ændrede stormflodsniveauer. Risikoen for oversvømmelse er derfor alene bestemt af terrænkote og kan bestemmes ud fra Kystdirektoratets højvandsstatistik for København.

Meget høje partikelkoncentrationer kan påvirke en strømning og give den andre egenskaber. Dette forudsætter dog helt andre strømningsforhold end dem, som vil forekomme i Københavns Havn. Det er derfor ikke korrekt at bundpartikler bragt i suspension under urolige vejforhold vil påvirke strømningsforløbet i nogen betydende grad.

Skrå stenkastninger vil ganske rigtigt kunne bruges til at absorbere dønninger forårsaget af motorbådstrafik, men samtidig vil de lægge beslag på et større areal, som følge af de skrå sider. I de mindre kanaler vil dønninger blive begrænset af lave sejlhastigheder og ikke udgøre et problem. I havnekanalen ud for Enghave Brygge adskiller den påtænkte udformning sig ikke væsentligt fra hvad der forekommer på store delstrækninger i den øvrige del af havnen, så eventuelle gener vil ikke opleves anderledes end i dag.

### **Klimaændringer**

Klimaeffekter er ikke noget, som er specifikt relateret til Enghave Brygge, og det giver ikke meget mening eller ny information at inddrage dem i en modelberegning på denne skala. Klimaeffekter håndteres i stedet for ud fra de retningslinjer som er givet i Kystdirektoratets højvandsstatistik (2012), ref. /1/.

Den seneste nationale udmelding for Danmark forventer en vandspejlsstigning på 30 cm +/- 20 cm fra nu og frem til år 2050 og 80 cm +/- 60 cm frem til år 2100, ref. /1/. Disse tal skal dog korrigeres for landhævninger. For København betyder landhævninger en reduktion på 5 cm i år 2050 og 12 cm i år 2100. Den resulterende ændring i middelvandspejlsniveau bliver derfor + 25 cm i år 2050 og + 68 cm i år 2100, idet der tages udgangspunkt i centrale estimater.

Ovenstående estimat kan opfattes som værende konservativt i forhold til DMI's nyligt publicerede rapport: Fremtidige klimaforandringer i Danmark, ref. /2/. Heri er der angivet en række klimascenarier. Tages der udgangspunkt i det scenarie som af IPCC betegnes som bedste bud (middelscenarie RCP4.5), bliver middelvandspejlsstigningen for Danmark 43 cm (20 cm – 70 cm) frem til år 2100. Naturstyrelsen har ligeledes udgivet: Analyse af IPCC delrapport 2, ref. /3/. I denne rapport er der

angivet et diagram som viser den relative sandsynlighed for en given havniveaustigning for København i år 2100. Heraf fremgår det, at sandsynligheden er størst for en stigning i intervallet 59 cm – 66 cm. Diagrammet viser også, at der ikke kan udelukkes havniveaustigninger på over 2 m, såvel som det ikke kan udelukkes at stigninger bliver meget små eller sågar nul.

Såfremt man ønsker at dimensionere og klimasikre området for en 100-års vandstandshændelse indebærer det, at terrænkoten skal op i mindst: 150 cm + 68 cm = 218 cm. Hvilket er i overensstemmelse med de projekterede 210-230 cm. Det skal dog bemærkes, at såfremt København etablerer en form for klimasikring, som lukker havnen af under stormflod, vil kravet til terrænkoten i princippet kunne slækkes væsentligt. Endvidere arbejdes der også med ideer om at en åbning af slusen, vil kunne bruges til at mindske vandstanden i Sydhavnen under stormflod.

Designkriteriet for en tunnelportal og metrobyggeri vil typisk blive baseret på en 10.000 eller 1.000 års hændelse. At metroselskabet har valgt at opjustere deres terrænkotekrav til 250 cm, kan man derfor ikke umiddelbart overføre til Enghave Brygge projektet.

- Ref. /1/: Sørensen, C., Madsen, H. T. og Knudsen, S. B. Højvandsstatistikker 2012. Kystdirektoratet. 160 sider
- Ref. /2/: Olesen, M., Madsen, K. S., Ludwigsen, C. A., Boberg, F., Christensen, T., Cappelen, J., Christesen, O. B., Andersen, K. K. og Christensen, J. H. Fremtidige klimaforandringer i Danmark, Danmarks Klimacenter rapport nr. 6, 2014. DMI. 31 sider.
- Ref. /3/: Christensen, J. H., Arnbjerg-Nielsen, K., Grindsted, A., Halsnæs, K., Jeppesen, E., Madsen, H., Olesen, J. E., Porter, J. R., Refsgaard, J. C. og Olesen, M. Analyse af IPCC delrapport 2, Effekter, klimatilpasning og sårbarhed – med særligt fokus på Danmark. Naturstyrelsen, 2014. 54 sider.