

**Memo**

åbnepraksis for broer.

**COWI A/S**  
Oplukningsarbejde i trafikken i Danmark og udlandet med

**COWI A/S**

**Parallelvej 2  
2800 Kongens Lyngby**

**Telefon 45 97 22 11**

**Telefax 45 97 22 12**

**www.cowi.dk**

## **1 Indledning**

I det følgende er angivet erfaringer fra oplukkelige broer mht. betjening og trafikpassage i dette tilfælde gående og cyklister.

Baggrunden er etableringen af nye broer i Københavns Havn, hvor samspillet mellem fritidssejleres passage skal koordineres med den nye hovedfærdselsåre for gående og cyklende trafik mellem København og Christianshavn.

Nærværende notat er en udbygning af notatet, der blev udleveret på Teknik- og Miljøudvalgets møde den 21. oktober 2009.

Sigtet med notatet er at skabe klarhed over, hvorledes erfaringer fra et betydeligt antal eksisterende broer kan udnyttes som erfaringsgrundlag ved fastlæggelse af åbneprocedurer for de kommende oplukkelige broer i og ved Christianshavns kanal.

Der tages i bearbejdningen af erfaringsgrundlaget primært afsæt i erfaringer med danske broer. Herudover har vi indhentet oplysninger om en del af de særdeles mange broer i Europa og USA, hvor samme problematik er kendt. Eksemplerne er således udvalgt med fokus på broer, hvor der er forhold for de sejlede, der svarer til Christianshavn med mange fritidssejlere.

Notatet omhandler indledningsvis danske broer og sluttelig udenlandske erfaringer fra UK, USA, Spanien, Sverige og Holland.

## **2 Resume - opsamling af erfaringer fra Danmark og udlandet**

De gennemgående karakteristika og erfaringer med broåbning er angivet i afsnit 3 for de danske broer og i afsnit 4 for de udenlandske broer. De indsamlede erfaringer resumeres i det følgende med en anbefaling af principper.

### *Startindkøring*

Brobestyrerne oplyser, at oplukkelige broer efter startindkøring fungerer tilfredsstillende for såvel trafikanterne på land som for de sejlede. En justering af procedurerne kan være hensigtsmæssigt efter en indkøringsperiode.

### *Driftssikkerhed og reparation*

Brobestyrerne og de projekterende har ikke kendskab til vedvarende problemer med åbninger og lukninger af oplukkelige broer. Men som ved alle tekniske anlæg kan der opstå driftsfejl og reparationer, der kortvarigt generer trafikanterne og de sejlende.

#### *Ventetid*

Ventetid er et centralt emne for såvel trafikanter som sejlende. Af hensyn til alle brugerne skal ventetiden være så kort som mulig og gerne være planlagt. Derfor er en hurtig åbnings- og lukketid vigtig. Ud over faktisk at forkorte ventetiden får de ventende en oplevelse af, at der sker noget med korte intervaller, der psykologisk gør ventetiden kortere.

#### *Samtidig gennemsejling*

Samtidig gennemsejling af flere både i samme retning praktiseres i vid udstrækning som beskrevet under de danske broer, bl.a. Kronprins Frederiks bro, Guldborgsundbroen og Chr. X's bro. Broerne har en gennemsejlingsbredde på ca. 30 m.

Samtidig gennemsejling er aktuelt i spidsbelastninger for sejlende, hvor mange åbninger på anmodning er u hensigtsmæssigt. Dette princip er udtalt praksis i Holland på kanaler med mange fritidssejlere i spidsbelastninger.

Denne velfungerende procedure kan i højere grad praktiseres i Christianshavns Kanal, hvor kontakten mellem operatøren og skibsførerne er tætte, således at nødvendige instrukser kan gives nærmest direkte. For at udnytte denne kontakt optimalt i det lille og overskuelige bassin skal der lægges stor vægt på en hensigtsmæssig placering af operatørens placering med manøvrepult, så det optimale udsyn og overblik opnås.

Bredden af fartøjerne er afgørende for, om brooperatøren tillader og giver signal for samtidig gennemsejling i begge retninger. Almindelige lystsejlskibe har en bredde, der gør dem i stand til passere i hver sin retning i en broåbning på ca. 15 m, idet der er tale om lave hastigheder og det forudsættes, at der er rimeligt godt sømandskab. Hvis brooperatøren skønner, at skibene er for brede må de indsejlende ligge stand by i styrbordside til de udgående har passeret. Under disse forudsætninger kan gennemsejlingen holdes nede på ca. 6 min. for 10 fartøjer baseret på erfaringer fra store broer, svarende til åbnings- og gennemsejlingstiden. For flere skibe vil tiden forøges mindre end proportionalt.

#### *Service*

Opfattelsen af god service for brugerne af broen på land og på vand, er fasterammer der overholdes af alle parter.

Rammerne er i alt væsentlighed:

- Åbning på vilkårlig anmodning
- Åbning i faste intervaller for flere fartøjer

De undersøgte broer betjenes efter begge principper der er tilpasset geografi,

typografi, lokale forhold og trafikbelastning. Åbning i faste intervaller er aktuelt i spidsbelastninger for sejlende, hvor mange åbninger på anmodning er uhensigtsmæssigt. De to muligheder er uddybet i afsnit 5.

#### *Bemanding af broerne*

Med det estimerede antal trafikanter på og under broen bør broerne være dagbemandede i højsæsonen for sejlads.

### **3 Danske broer**

COWI har i de sidste 20 år projekteret, ombygget og udvidet samt administreret drift og vedligehold på ca. 25 broer i Danmark, Norge og Sverige.

Vi har udvalgt de broer, hvor fritidssejladsen er dominerende og medfører hyppige åbninger. Samtlige broer opereres manuelt fra en pult eller manøvrehus på eller ved brostedet.

Der er ikke rapporteret om problemer med rømning af broerne ifm. varslet åbning, hvor der anvendes klokker, blink og bomme i den angivne rækkefølge. Publikum respekterer varslingen og er indstillet på at følge de anvisninger, der meddeles med klare og entydige signaleringer samt anvisninger fra bropersonalet. Hyppige eller sjældne åbninger synes ikke at have indflydelse på, i hvilken udstrækning publikum efterkommer signalgivning og anvisninger.

De broer, hvor sejltrafikken har eller har haft stor indflydelse på åbnesekvenserne er:

#### **1 Kronprins Frederiks bro over Roskilde fjord ved Frederikssund:**

Broen åbnes ca. 2700 gange om året / eller ca. 20 gange dagligt i sæsonen med hovedvægt på fritidssejlere fordelt på sommermånederne maj – september.

Broen åbnes på minuttal 00 for de både, der har meldt deres ankomst og er til stede samt de både, der flager iht. reglerne i Den Danske Havnelods.

Broen krydses daglig af ca. 20.000 biler og ca. 4000 cyklister og fodgængere.

Broen er åben på hverdage for gratis gennemsejling fra 9:00 til ½ time efter solnedgang. Lørdage, søndage og helligdage fra ½ time før solopgang til ½ time efter solnedgang.

I nærmere angivne intervaller er broen lukket for gennemsejling i eftermiddagstimer 15:30 -18.

Broen har været i funktion siden 1936.

#### **2 Guldborgsund broen:**

Broen, der er en kopi af Kronprins Frederiks bro med samme alder, betjener samme mængde sejlende og med en tilsvarende vejtrafik.

#### **3 Chr X bro i Sønderborg:**

Broen krydses daglig af ca. 25.000 biler og ca. 8000 cyklister og

fodgængere. Broen åbner ca. 2500 gange om året, dagligt ca. 15 gange med hovedvægt på fritidssejlere fra maj til september.

#### **4 Bryggebroen i Københavns ved Islands Brygge:**

Broen er en cykel- og gangbro, der åbner ca. 20 gange om måneden.

Broen krydses af ca. 6.000 cyklister og fodgængere daglig.

Erfaringerne indtil videre er, at åbning af broen og tilhørende rømning er forløbet tilfredsstillende.

#### **5 Karrebæksminde:**

Broen er fra 1926 og har cirka 3000 broåbninger om året, hovedsagelig i sommermånederne for lystfartøjer.

Broen er i sommerperioden fast bemandedet i tidsrummet mellem 05.00 og 21.30 og om vinteren fra 05.00 til 17.00. Når broen ikke er fast bemandedet er der etableret en vagtordning. Bro betjenes fra et manøvrehus i tilknytning til broen.

#### **6 Andre broer i Danmark kan tages frem, dog med færre broåbninger for sejlskibe.**

Eksempelvis:

- Limfjordsbroen i Aalborg
- Egersundbroen i Sønderjylland
- Stege havnebro
- Aggersundbroen

Fælles for de broer, der er nævnt, er tilfredsstillende åbningsforhold uden kendte personuheld relateret til åbneproceduren, samt at trafikanter og sejlene har tilpasset sig forholdene.

### **4 Sammenlignelige udenlandske broer**

Vore datterselskaber og samarbejdspartnere har samlet eksempler på bevægelige broer, der kan sammenlignes med de fremtidige broer på Christianshavn. Eksemplerne er udvalgt på baggrund af en beskrivelse af de vilkår, der gælder for de planlagte broer ved Christianshavns Kanal.

Mere eller mindre samstemmende oplyser vores kontakter, at en bevægelig bro i almindelighed servicerer den sejlede trafik som første prioritet, fordi vandtrafikken var der først.

Det er denne strategi og procedure, der lægges til grund for projektering af broerne samt for udarbejdelse af driftsmanualer og regulativer til de søfarende.

#### **4.1 USA broer**

Der er blandt mange eksempler udvalgt broer i Florida. Helt overordnet er det strategien i USA at lade skibe have forrang med vise restriktioner, der dog mest er relateret til kommercielle hensyn.

Generelt åbnes broen på anmodning fra skibsføreren, hvilket er almindelig praksis og et krav fra søfartsmyndighederne. Det gælder for alle skibstyper og har vist sig som en bæredygtig og holdbar praksis med sikker operation til følge, idet reglerne er klare med en entydig hensigt, der respekteres.

De refererede broer betjenes overvejende efter anmodning med krav om, at skibsføreren skal informere operatøren i så god tid, at skibsføreren kan være sikker på uhindret passage uden ventetid.

Det er således et ansvar, man pålægger skibsføreren, så han ikke kan anke over ventetid med skibet foran broen.

Er anmodningen derimod fremsat for tidligt, så broen åbnes unødigt tidligt, pålægges skibsføreren ansvar for en for lang ventetid for trafikanterne på vejnettet. Det er opfattelsen hos brodesignerne, at operationer i praksis fungerer med respekt for begge parter.

#### **4.2 UK broer**

Vort datterselskab har udvalgt broer i UK og Australien. Af erfaringerne i UK fremhæves interessant nok betydningen af en hurtig åbning af selve klappen.

En hurtig åbning - har den effekt, at der signaleres, at der sker noget, trods den nok så lange tid broen står åben under selve passagen af ét eller flere skibe. Endvidere er det et ikke regulativ krav, men god designpraksis at sikre en hurtig rømning af broen, så oplevelsen af ventetid yderligere minimeres.

En mindre bro i Swansea blev etableret ved en sluse ved indgangen til havnen. Broen åbner på anmodning og ofte flere gange i timen. Broen er manuelt bemannet og åbner og lukker upåklageligt. Selve broåbningen tager < 90 sek for åbning og < 60 sek ved lukning.

#### **4.3 Svenske broer**

Vort datterselskab i Göteborg har fremhævet eksempler langs Göta Elven og i Lenet omkring Göteborg.

Her skal specielt fremhæves den igangværende projektering af GC broen over Göta Elven som forbindelse mellem de to store bydele på hver side af elven. Som grundlag for dette projekt blev der for Göteborg Stad gennemført særdeles omfattende forundersøgelser netop med sigte på hyppige åbninger for skibstrafikken sammenholdt med 12.000 krydsende cyklister om dagen. Broen åbnes på anmodning og der forventes ca. 20 åbninger om dagen.

Det er på grund af stærk strøm ikke hensigtsmæssigt at lade skibene vente, til der kan åbnes i bestemte intervaller.

#### **4.4 Hollandske broer**

Vor samarbejdspartner har henvist til oversigt over samtlige broer i Holland. Oversigten angiver alle væsentlige data for hver enkelt bro, desværre på hollandsk. Det har ikke været muligt inde for tidsrammen at gå i dybden og referere til de enkelte broer.

Man oplyser imidlertid, at de mange broer opereres uden problemer for begge trafikantkategorier, idet det i Holland er en stadfæstet tradition med bevægelige

broer. Åbning af broer på stisystemer finder typisk sted på anmodning, både med og uden bemanning.

En åbning med bundter af fritidsskibe på to - tre skibe tager typisk i alt 5 min, fra start af signal til den sidste båd er passeret.

Folk på landsiden accepterer gerne længere passager, blot de kan se båden og der er et formål med åbningen. Det tilføjes, at teståbninger uden skibe ikke er populære. Sti til oversigten:

[http://www.zuid-holland.nl/overzicht\\_alle\\_themas/c\\_e\\_thema\\_verkeer-vervoer/content\\_verkeer\\_over\\_water/bruggen\\_en\\_sluizen.htm](http://www.zuid-holland.nl/overzicht_alle_themas/c_e_thema_verkeer-vervoer/content_verkeer_over_water/bruggen_en_sluizen.htm)

#### **4.5 Spanien Rambla del Mar**

Broen i Barcelona er en kombination af bro, opholdsted og skulptur. Broen tiltrækker sig opmærksomhed tæt ved Ramblaen og passeres årligt af 12 mio. fodgængere koncentreret i højsæsonen.

Broforbindelse har afskåret den oprindeligt frie sejlads til og fra lystbådehavnen, idet åbnefaget har en begrænset frihøjde og derved kræver åbning for større skibe, lystyachter og skibe med mast.

Broen var genstand for en omfattende debat i planlægningsfasen foranlediget fortrinsvis af fritidssejlerne.

Projektet forudsatte indledningsvis broen bemanded, så den kunne åbnes vilkårligt på anmodning fra skibsførerne.

Det fungerede imidlertid ikke tilfredsstillende, idet broen var åben for sejlede i uforholdsmæssig lang tid og til stor gene for trafikanterne på land og for så vidt også for sejltrafikken, idet rømningen af åbnefaget tog meget lang tid. Man havde undervurderet problemet med rømningstiden.

Der blev derfor indført fast åbning hver time i dagtimerne samtidig med en stramning af rømningsproceduren. Det blev imidlertid uacceptabelt for den sejlede trafik.

Åbnesekvensen blev herefter sat ned til hver ½ time, hvilket er regulativet nu. Med de mange mennesker der bevæger sig langsomt på grund af det seværdige område for turister, er bemanningen særskilt øget for at fremme rømning af broen i forbindelse med åbning i højsæsonen.

Den nuværende ordning er tilfredsstillende for den sejlede trafik, fordi den giver faste rammer samtidig med at havnemyndigheden har øget bemanningen betydeligt, så åbnetiden fra signalgivning til broen er åben for gennemsejling er ca. 90 sek. Hurtig rømning og åbning af klappen nedsætter oplevelsen af ventetid, selv om det drejer sig om små tidsenheder.

#### **5 Principper for manøvrering**

Broerne ved Christianshavns Kanal forventes dagligt at betjene mellem 3000 og 7000 cyklister og op til 100 sejlbåde med motorkraft pr. dag i højsæsonen.

Med fast bemanning kan broen opereres for vilkårlig åbning på anmodning fra de

sejlende. Dette betyder, at der reelt ikke er ventetid for den sejlende, når de kommer enkeltvis, men løsningen kan medføre hyppige og vilkårlige åbninger til gene for landtrafikken. Alternativt kan der indlægges fast åbneintervaller, som erfaringsmæssigt viser sig mest hensigtsmæssigt, når der er så mange sejlpassager per tidsenhed som kræver broen åbnet. Erfaringerne viser endvidere, at begge trafikantkategorier meget hurtigt tilpasser sig sådanne procedurer.

I weekender og højsæson for sejlads er der sandsynligvis et behov for hyppigere åbninger. Det vil da være hensigtsmæssigt i disse perioder at introducere faste åbneintervaller, således at flere traditionelle lystfartøjer kan sejle igennem i begge retninger. Det er der god praksis for mange andre steder endog på åbne farvande, hvor opmarchforholdene er vanskeligere end i kanalerne, hvor der ingen strøm er og forholdsvis gode læ forhold.

Opmarch positioner på begge sider af broerne skal organiseres og specificeres efter nærmere forskrifter. I kanalområdet op mod broerne kan der etableres tæt kontakt mellem operatøren og skibsførerne, så en passage af 10 både kan gennemføres på ca. 6 min. inklusiv selve broåbningen, hvilket praktiseres andre steder med godt resultat.

For at udnytte denne kontakt optimalt i de små og overskuelige havnebassiner, skal der lægges stor vægt på en hensigtsmæssig placering af operatøren med manøvreplads, så det optimale udsyn og overblik opnås.

Varigheden af åbneoperation har stor betydning for oplevelsen af ventetid både for trafikanter og de sejlende. Oplevelsen af operationen med anbefalede tidsvarighed opdeles i:

- |                   |                  |
|-------------------|------------------|
| 1. Signalgivning  | 20 sek           |
| 2. Rømning af bro | 30 sek > 50 sek  |
| 3. Åbning         | 70 sek > 120 sek |

1.-3. er en fælles oplevelse for begge trafikantkategorier

4. Gennemsejling, opleves som en aktiv handling for de sejlende

5. Lukningen har betydning for trafikanterne på broen, men har ingen betydning for de sejlende

Rømningen kan variere meget og eksempelvis er der på broen i Barcelona store problemer med rømning af mange turister. På broerne i Christianshavn kanal er der en anden trafikart med hovedvægt på cykler svarende til Bryggebroen, hvor rømningstiden er registreret til 20 sek.

Der bør være en indkøringsfase, hvor der kan foretages eventuelle nødvendige justeringer i åbningsproceduren med sigte på at optimere oplevelsen for både

trafikanter og de sejlende i forbindelse med passage af broen.