

Københavns Kommune

Bro over Christianshavns Kanal og Trangraven - Model
for afvikling af trafikken

COWI A/S

Parallelvej 2
2800 Kongens Lyngby

Telefon 45 97 22 11
Telefax 45 97 22 12
www.cowi.dk

Indholdsfortegnelse

1	Indledning	1
2	Resumé	2
3	Forudsætninger	3
3.1	Både	3
3.2	Ventepladser	4
3.3	Broåbninger	6
3.4	Cykeltrafik	10
4	Åbningstider	13
5	Kommentarer til beregningerne	14
5.1	Vurdering af ventetider	15

1 Indledning

I forbindelse med planlægning af etablering af to nye broer for cykel- og gangtrafik over henholdsvis Trangraven og Christianshavns Kanal har Københavns Kommune anmodet COWI om at analysere og vurdere de trafikale konsekvenser, herunder at opbygge en simuleringsmodel til analyse af længden af åbningstider for broerne, samt at klarlægge ventetider for både og cyklister.

Nærværende notat beskriver afviklingen af cykel- og bådtrafik i forbindelse med etablering af en cykel- og gangbro over Trangraven og Christianshavns Kanal. Afviklingen vurderes ud fra en simuleringsmodel.

Endvidere beskrives de forudsætninger og antagelser, der er gjort i forbindelse med beregningen af afviklingen.

2 Resumé

Der blev i sommeren 2009 gennemført en tælling af både ved Trangraven for at klarlægge antallet samt størrelsen (højden) af de både, der benytter kanalen. Sideløbende blev der gennemført en analyse og vurdering af antallet af cyklister på de kommende broer. På baggrund af disse notater er der opstillet et trafikalt grundlag til brug for analyserne.

På baggrund af tællingerne er der opstillet et trafikalt grundlag som sikrer, at beregningerne er på den sikre side, hvorved de beregnede ventetider for både, cyklister og gående og åbningstider ved broåbning må betegnes som "worst-case". Yderligere er det antaget, at der kun er mulighed for ensrettet trafik gennem den åbne bro.

Med den opstillede simuleringsmodel er det beregnet, at der i højsæsonen er behov for broåbning en gang i timen, dog med den undtagelse at der efter eftermiddagsspærretid kan være behov for to åbninger inden for en time. Den længste åbningstid forekommer på hverdage i højsæsonen umiddelbart inden spærretiden om eftermiddagen, hvor den beregnede åbningstid er 17 min. I de øvrige perioder af dagen i højsæsonen er åbningstiden typisk mellem 8 og 14 min.

Det anbefales at broen åbnes en gang i timen, da flere åbninger i evt. spidsperioder vil betyde en længere samlet åbningstid (og spærretid for cyklister) og derved en samlet større gene for alle da det tager tid at åbne og lukke broen. Flere åbninger vil ligeledes medføre en forvirring af åbningstiderne. Dette kan give en gene for både sejlende, cykellister og fodgængere.

Antallet af åbninger pr. år er 1.937 for Christianshavns Kanal og ca. 500 for Trangraven. Åbningerne fordeler sig forskelligt på de tre sæsoner, hvor der er flest åbninger i højsæsonen.

I højsæsonen for bådene vil der i spidsperioderne være omkring 17 indgående både, der venter på at broen åbner. Der har ikke været muligt at beregne en præcis ventetid, da det forventes, at sejlerne vil tilpasse deres indsejling efter hvornår broen åbner.

Det er vurderet, at der kan være op til 40 cyklister på hver side af broen ved endt åbning (for bådene). Den gennemsnitlige ventetid er vurderet til 5 min.

Ud fra de gennemførte trafikale analyser og vurderinger konkluderes det, at det er muligt at opretholde sejlads efter etablering af broerne over Trangraven og Christianshavns Kanal. I spidsbelastningerne vil der dog opstå gener for både sejlere og trafikken på broen. Samlet set vurderes det, at alle trafikarter vil tilpasse sig mønstret for broåbningerne, hvorved de reelle forsinkelser vil være mindre end de beregnede.

3 Forudsætninger

Simuleringen foretages alene for broen over Christianshavns Kanal og ikke for broen over Trangraven. Der er i dag plads til ca. 50 både i Trangraven øst for den nye bro, og flere af disse er husbåde, der ligger fast, eller små både (under 2,2 m), der kan komme under broen, når den er lukket. Det vurderes derfor, at der kun vil være et lille behov for broåbninger på broen over Trangraven, og afviklingen af disse er ikke medtaget i kapacitetsvurderingerne. Broen over Trangraven åbnes i forbindelse med åbning af broen over Christianshavns Kanal. Af tekniske årsager kan de to broer ikke åbnes samtidig, men af hensyn til cyklisterne bør broerne åbnes, enten umiddelbart før eller efter hinanden.

Det har i forbindelse med simuleringen været nødvendigt at foretage visse forudsætninger og antagelser om både, hastigheder, cykler osv., hvilket er beskrevet nærmere i det følgende.

3.1 Både

Alle både, der skal afvikles i kanaler/igennem en bro, fremføres for motor og afvikles som søvejsreglerne foreskriver, dvs. svarende til højre vigepligt.

Broerne har en frihøjde på 2,3 m over vandoverfladen i kote 0,0, ved højvande vil den reelle frihøjde være mindre. Som en beregningsforudsætning antages det at små både med en højde under 2,2 m kan passere hele tiden, og bliver der åbnet, mens de er på siden af de store, afvikles de med vigepligt, således at de store viger for de små. En båd, der er lagt til, viger for både i fart. Der forudsættes en indfletning af store og små både. Hvis den store båd har påbegyndt sin sejlads, og den lille båd kommer på siden, afvikles trafikken efter normal vigepligt for både, nemlig at den indhentende båd viger.

Dog forudsættes det, at der i mere udpræget grad viges for/afventes på kanalrundfartsbådene. Da der er 31,5 m fri bredde under broen kan kanalrundfartsbådene afvikles samtidig med udgående både.

Når både sejler forbi hinanden, er den ønskede afstand imellem dem afhængig af hastighed og vind og vejr. Generelt er der forudsat en afstand imellem modsatte både på mindst 2 m til siden. I længderetningen er der indregnet to bådlængder, svarende til 30 m imellem bådene. Dette skyldes, at bådene er i et havneområde, og at de sejler med begrænset hastighed.

Hastigheden for bådene er sat til 3 knob (den maksimalt tilladte hastighed i kanalerne er 4 knob). Det forudsættes, at bådene accelererer op til sejlhastigheden på to bådlængder. Tilsvarende forudsættes det, at både decelererer lige så hurtigt som de accelererer, nemlig to bådlængder.

Der er ved "Skibstælling 2009" registreret antallet af ind- og udgående både fra Christianshavns Kanal.

Bådene er opdelt i kategorier svarende til tællingen "Skibstælling 2009". Den i 2009 registrerede trafik med både i snittene er benyttet uden fremskrivning. Det

vil sige, at der i de travleste perioder kan forventes op imod 10-12 høje både pr. time pr. retning.

Dimensionerne på bådene i de forskellige kategorier antages at være, som angivet i Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Bådlængder fordelt på kategorier.

Højde over 2,2 m	Længde, (m)	Bredde (m)
Lystsejler/sejlbåd med mast	12,0	3,5
Lystsejler/motorbåd	10,0	3,5
Erhverv/andet fartøj	25,0	6,0
Fiskefartøj	7,0	2,5
Højde under 2,2 m		
Lystsejler/motorbåd	7,0	2,5
Kanalrundfart	20,0	5,0
Robåd/Kajak	3,0	1,0
Erhverv/andet fartøj	7,0	2,5
Fiskefartøj	7,0	2,5

Det er vanskeligt at udarbejde arealbehovskurver for både, idet forskellige vind- og strømforhold medfører ændrede arealbehovskurver for den samme båd. De fleste både sejler i store kurver i stedet for i nærheden af det nødvendige arealbehov. Der er således ikke udarbejdet deciderede arealbehovskurver for bådene.

3.2 Ventepladser

Den bedste løsning for de ventende både er, at der er plads til, at de kan cirkulere i kø. Der er dog ikke i Trangraven ved broen plads til at cirkulere, hvis der skal være mulighed for, at de lave både (der kan afvikles under lukkede broer) skal passere imens, specielt ikke de største af disse både. Derfor er det nødvendigt, at der udpeges et område, hvor både, der venter på broåbning kan lægge til.

Det er ikke hensigtsmæssigt for lystsejlerne at lægge til de eksisterende bolværker, da de er for høje. Det forudsættes derfor, at alle de både, der i dag er placeret mere eller mindre permanent i Trangraven langs sydsiden ved den Grønlandske handelsplads imellem Christianshavns Kanal og inderhavnen (f. eks. filmbåden, færgen Grønsund og Sundet), flyttes for at gøre plads til ventende både. Der er ikke taget stilling til, hvor de kan placeres i fremtiden. Desuden forudsættes det, at der etableres nye fortøjningsmuligheder, hvor lystsejlerne kan ligge med siden til langs Trangraven på den sydlige side dedikeret til både, der afventer indsejling igennem broerne.

Det er af Københavns Kommune oplyst, at det ikke er muligt at etablere anlægspladser på nordsiden af Trangraven. Hvis magasinkapaciteten for anlægget på sydsiden overstiges, forudsættes det, at de ekstra både lægger til udenpå de allerede ventende både i andet "lag".

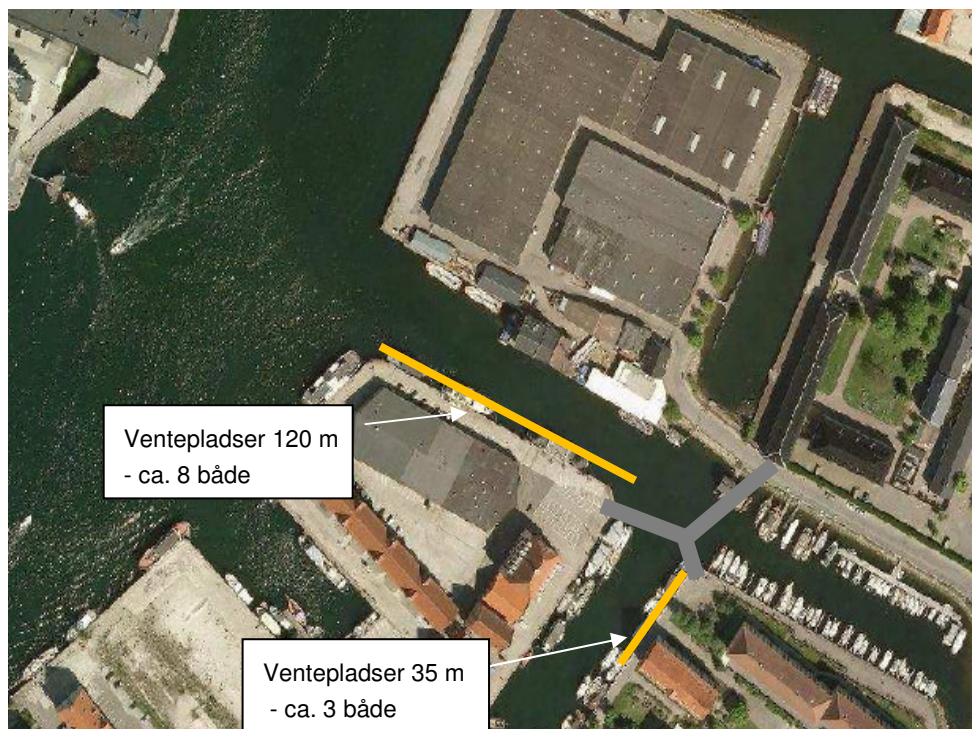
Af hensyn til afviklingen foreslås det at der opstilles store og tydelige elektroniske tavler i Trangraven, både ved Christianshavns Kanal og ved indsejlingen fra Inderhavnen, der informerer sejlerne om ventetiden, før broen åbner og hvis muligt orienterer om antallet af ledige pladser i Christianshavns Kanal.

Det forudsættes, at bådtrafikken afvikles med udgående trafik først og derefter indgående trafik. Dette er en konservativ vurdering, da bådtrafikken med en 15 m bred broåbning under normale forhold må forventes at kunne afvikles dobbeltrettet.

Det bør overvejes, om der skal være en mulighed for, at små både kan blive bedt om at vente med indsejling, til de store både er afviklet. Det kan gøres for at reducere generne for cyklister og gående mest muligt.

Det optimale er at etablere et område inden for broen, hvor udgående både kan afvente afvikling. Af hensyn til afviklingen bør der etableres pladser på østsiden af Christianshavns Kanal. Da den udgående trafik forudsættes at ankomme tæt på åbningstiden, vurderes det, at tre ventepladser er tilstrækkeligt til de udgående både. Dette vil medføre mulighed for at afvikle bådtrafikken dobbeltrettet. Hvis dette ikke er muligt, forudsættes det, at de udgående sejler op imod åbning af broen, så det passer med, at broen åbnes. Dette kræver, at der skiltes tydeligt med den præcise tidsafstand til næste åbning af broen.

De foreslåede placeringer af ventepladser er angivet på Figur 3-1. Hvis antallet af ventende både overstiger den kapacitet, der er angivet, forudsættes det, at de ekstra både lægger til udenpå de allerede ventende både i andet "lag".



Figur 3-1 Foreslået placering af ventepladser.

Det er vurderet, at der ikke er behov for ventepladser i Trangraven og at både, der afventer indsejling til Trangraven, kan afvente samme sted som både til Christianshavns Kanal. Det må i broreglementet angives, hvordan sejlere tilkendegiver over for brovagten, at de ønsker broen over Trangraven åbnet

3.3 Broåbninger

Der er beregnet på en periode på en hverdag og en lørdag i højsæsonen og i mellemsæsonen.

Mellemtiden er den tid, der bruges til at rømme broen, åbne og lukke den. Den gennemsnitlige tid til at åbne broen er vurderet til 3 min. og den samlede tid til lukning er vurderet til 2 min., da der ikke skal bruges til tid rømning. Det vil sige, at den samlede mellemtid ved en broåbning er 5 min. Dette er et konservativt estimat, da tiden til åbning henholdsvis lukning maksimalt er 1½ min.

Det foreslås, at broen som udgangspunkt kan åbnes ved minuttallene 00 i mellem kl 06.00 og kl. 22.00, undtagen i spærretiden. Der er regnet med spærretider for broåbning i hverdage mellem kl. 07.30 og 09.00. Dette medfører, at den seneste åbningsmulighed om morgenen er kl. 07.00 og den næste åbning er kl. 09.00. Om eftermiddagen er der spærretid mellem kl. 15.30 og 17.30. På grund af den forholdsvis store bådtrafik i denne periode er der indregnet en broåbning kl. 17.30 og igen kl. 18.00.

Der er ikke spærretider i weekenden.

Der er benyttet den fordeling, som er registreret ved "Skibstælling 2009". Denne tælling har registreret både, der sejler uhindret ind og ud af kanalen. En fremtidig hindring af den frie sejlads kan ændre døgnvariationen, f. eks. ved at flere vil forsøge at komme af sted inden spærretid. Denne mulige konsekvens er ikke medtaget i beregningerne.

I en åbningstid afvikles primært de både, der ligger klar til afvikling. Der holdes kun åbent for de både der er på vej i det omfang brobestyreren vurderer det fordelagtigt.

Der er som udgangspunkt valgt at benytte antallet af både i den maksimale time for henholdsvis hverdags- og weekendregistreringer.

Der er ved "Skibstælling 2009" registreret antallet af henholdsvis ind- og udgående både og døgnvariationen, men ikke en fordeling imellem Trangraven og Christianshavns Kanal.

Ved Christianshavns Kanal er fordelingen benyttet til at beregne det forventede antal både i de enkelte broåbninger. Antallet af ind- og udgående både foreligger således for hver enkelt broåbning. På baggrund af disse tal er det valgt at beregne åbningstider for de tre broåbninger, hvor der forventes mest bådtrafik. Broåbninger med den største bådtrafik er som angivet i Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Broåbninger i Christianshavns Kanal med mest bådtrafik i både mellem og højsæson

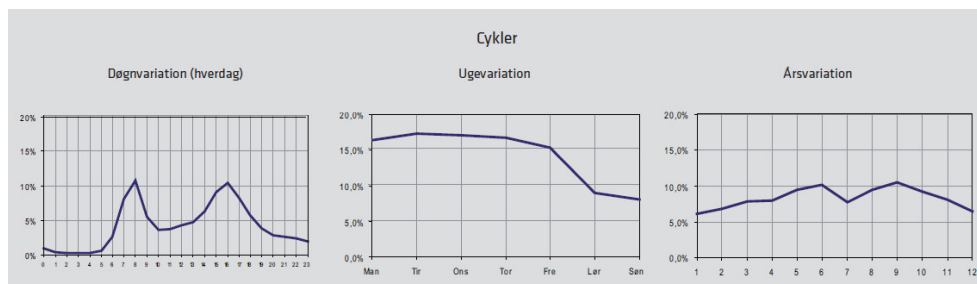
	Broåbninger, kl.:		
Hverdag	09.00	15.00	17.30
Weekend	10.00	15.00	16.00

Ved Trangraven er der ikke foretaget tællinger. Det forudsættes, at bådtrafikken ind og ud er af en så begrænset mængde, at broen ikke åbner fast, men kun efter ønske, hvilket forventes at være væsentligt sjældnere end for broen over Christianshavns Kanal. Som udgangspunkt bør denne bro kun kunne åbnes på samme tidspunkter som broen over Christianshavns Kanal.

3.3.1 Højsæson (Uge 26 - 33)

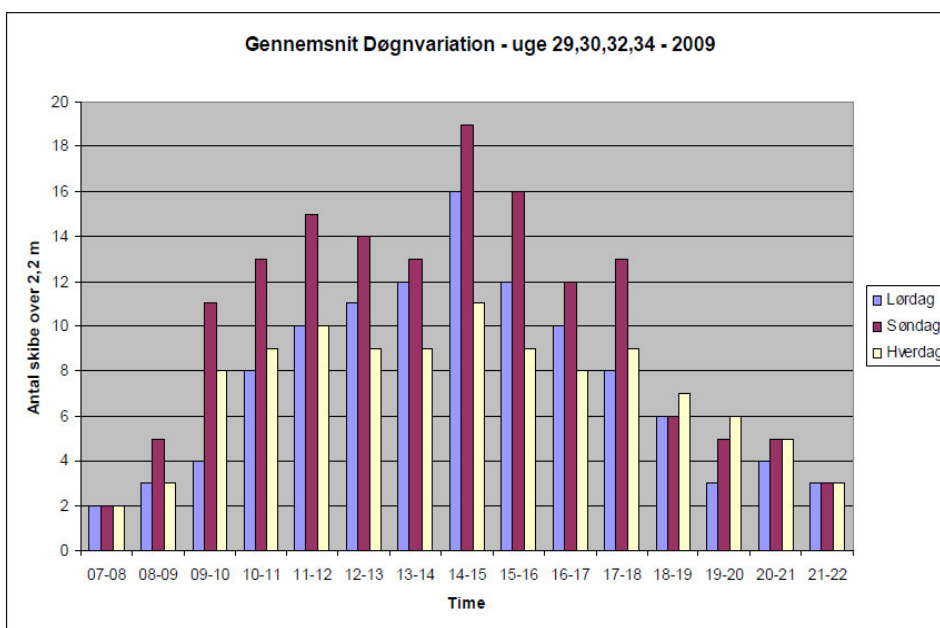
Højsæsonen er i skolernes sommerferie, hvor det forventes, at bådtrafikken er størst. Cykeltrafikken har til gengæld højsæson i juni måned, lige inden sommerferien, mens der er et dyk i cykeltrafikken i sommerferien. Med andre ord har de to trafiktyper - både og cykler - forskellige tidspunkter for spidsbelastningen. Det samme gælder i øvrigt for ugevariationen, hvor bådtrafikken toppe i weekenden, mens cykeltrafikken er størst på hverdage.

Variationerne i den samlede cykeltrafik i Københavns Kommune er angivet i kommunens publikation "Trafiktal og andre færdselsundersøgelser 2005-2009", som findes på kommunens hjemmeside. Nedenstående figur stammer fra denne publikation:



Figur 3.2 Variation i cykeltrafik i København (Kilde: Københavns Kommune)

Den registrerede bådtrafik er angivet i Figur 3.3.



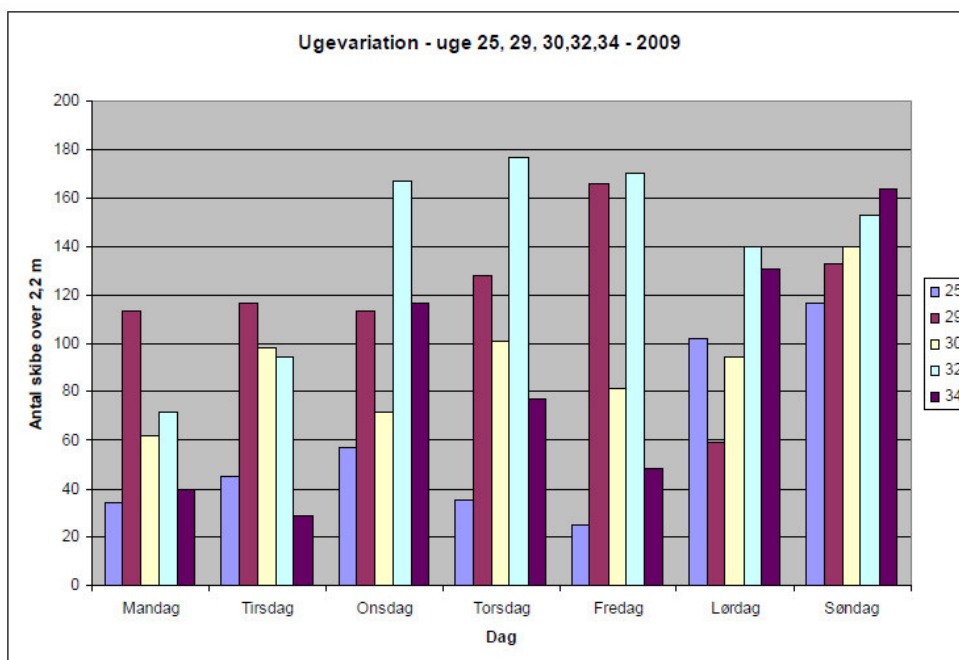
Figur 3.3 Døgnvariation af både, der kræver broåbning.

For at finde bådtrafikken i højsæsonen er benyttet den gennemsnitlige største uge sammen med den maksimale dag fra ugevariationen. Denne bådtrafik er fordelt svarende til den gennemsnitlige døgnvariation i ugerne 29, 30, 32 og 34 for 2009.

3.3.2 Mellemsæson (Uge 18 - 25 og 34 - 42)

Mellemsæsonen er tidsmæssigt mellem højsæsonen og lavsæsonen.

Det fremgår af Figur 3.4, at bådtrafikken i uge 25 er højest i weekenden, da uge 25 ikke er i skolernes sommerferie vurderes det, at den registrerede koncentration i denne weekend er repræsentativ for mellemsæsonen, hvor bådene stadig sejler, men ikke så ofte i hverdagene.



Figur 3.4 Ugevariationen af både, der kræver broåbning

Det må forventes, at bådtrafikken i uge 25 er i den høje del af mellemsæsonen og således på den sikre side. Der er ikke registreret døgnfordeling af bådene i uge 25, men det er forudsat, at døgnvariationen svarer til højsæsonen.

3.3.3 Lavseson (uge 1 - 17 og 43 - 53)

Der er ikke lavet beregninger for broåbninger i lavsesonen. Det forudsættes, at broen i lavsesonen alene åbnes, når der er specifikke ønsker om åbning. Broen kan åbnes ved minuttallene 00, undtagen i spærretiden.

3.3.4 Samlet antal åbninger pr. år

Det forudsættes, at højsæsonen varer 8 uger i sommerferien, mellemsæsonen varer 8 uger i foråret og 9 uger i efteråret, mens lavsesonen varer de resterende 27 uger. Fordelingen er angivet i Tabel 3.3 Antal broåbninger for broen over Christianshavn Kanal. Tabel 3.3.

Ud fra tællingerne er det fastlagt, at der i højsæsonen på hverdage skal åbnes 12 gange i perioden kl. 06.00 til kl. 22.00. Udenfor dette tidsrum kan der evt. åbnes efter behov, det antages maksimalt at være to gange efter kl. 22.00 og to gange inden kl. 07.00, dvs. samlet 16 gange i døgnet. I weekender vurderes det, at der skal åbnes 12 gange pr. døgn. Det vil sige, at der i højsæsonen åbnes 104 gange pr. uge.

I alle sæsoner åbnes broen kun, hvis der er både, der ønsker afvikling. Det må forventes, at der i mellem og lavsesonen er perioder, hvor der ikke er nogen både og derved ingen åbning. På den baggrund vurderes det, at antallet af broåbninger i mellemsæsonen er 50 % af højsæsonen og i lavsesonen er det 7,5

% af højsæsonen. Dette giver det samlede antal åbninger, som angivet i Tabel 3.3 herunder.

Tabel 3.3 Antal broåbninger for broen over Christianshavn Kanal.

Måned	Sæson	Antal åbninger pr. måned
Januar	lav	32
Februar	lav	32
Marts	lav	32
April	lav	32
Maj	mellem	224
Juni	50 % mellem/50 % høj	335
Juli	høj	447
August	50 % mellem/50 % høj	335
September	mellem	223
Oktober	50 % mellem/50 % lav	181
November	Lav	32
December	Lav	32
I alt		1.937

Med hensyn til broen over Trangraven foreligger der ikke tællinger for antallet af både til og fra denne del af havnen. Antallet af åbninger er vurderet til maksimalt 25 % af antallet af åbninger af broen over Christianshavns Kanal. Det vil sige, at det samlede antal åbner pr. år således forventes at være ca. 500.

3.4 Cykeltrafik

Cykeltrafikken er estimeret i notatet "Cykeltrafik på ny stiforbindelse Nyhavn-Kløvermarken", COWI, 18. september 2009. Estimatet er baseret på den nuværende cykeltrafik på tværs af Kalveboderne, statistikker fra havnebusserne, overvejelser om arealanvendelse mv.

Der estimeres i notatet en daglig cykeltrafik på broen mellem Nyhavn og Grønlandske Handels Plads på mellem 3.000 og 7.000 cyklister i de to retninger tilsammen. I notatet vurderes de 7.000 at være et optimistisk skøn, hvorfor det reelle antal vurderes at være nærmere de 3.000.

I det følgende er der derfor regnet med et trafiktal på 4.000 cyklister pr. døgn.

Det er antaget, at langt de fleste cyklister vil fortsætte ad broen over Christianshavns Kanal, hvor der er skønnet et trafiktal på 3.700 cyklister pr. døgn.

På sydøstsiden af Christianshavns Kanal vil cyklisterne enten køre videre ad broen over Trangraven eller mod syd til det centrale Christianshavn. Det er skønnet, at cykeltrafikken på broen over Trangraven er 3.000 cyklister pr. døgn, som primært skal til boliger, uddannelsesinstitutioner mv. på Holmen.

Der er kun få cyklister (700 pr. døgn), som kører ad broen over Christianshavns Kanal og derefter mod det centrale Christianshavn. Årsagen til det forholdsvis lave antal er, at de fleste cyklister mellem City og det centrale Christianshavn vil køre ad Knippelsbro.

Ovenstående tal er hverdagsdøgntrafik (HVDT), dvs. den gennemsnitlige trafik i et hverdagsdøgn. Cykeltrafik varierer mere end biltrafik hen over året, men i København er variationen dog mindre end på landsplan.

I kommunens årlige publikation "Færdselstællinger og andre undersøgelser" er der angivet tal for døgn-, uge- og årsvariation. Tallene viser, at den travleste måned er juni måned, der står for lidt over 10 % af årets samlede cykeltrafik. En gennemsnitsmåned står for 1/12 af årstrafikken, eller 8,3 %, og juni kan dermed antages at have en cykeltrafik, der er ca. 20 % højere end ÅDT.

Ovenstående tal kan derfor ganges med en faktor 1,20 for at få tallene i højsæsonen, og i så fald vil der være ca. 4.400 cyklister pr. døgn på broen over Christianshavns Kanal og 3.600 cyklister pr. døgn på broen over Trangravnen.

Som tidligere nævnt er højsæsonen for cyklister ikke sammenfaldende med højsæsonen for både. Cykeltrafikken når sit højeste punkt i juni lige inden sommerferien, mens bådtrafikken er størst i selve sommerferien.

Endvidere er cykeltrafikken størst på hverdage, mens bådtrafikken er størst i weekenderne.

I det følgende er der dog for cyklisternes vedkommende taget udgangspunkt i en hverdag i juni måned for at beskrive det værste scenario for cyklister. Det skal erindres, at cykeltrafikken vil være 20-30 % mindre i de perioder, hvor bådtrafikken kulminerer.

Fordelingen hen over døgnet er ikke angivet i notatet, men ud fra de nævnte tal fra kommunen, er der skønnet nedenstående antal cyklister for de relevante perioder (som er spærretiderne samt de travleste timer uden for spærretiderne). Der er endvidere skønnet en retningsfordeling ud fra en antagelse om, at morgentrafikken hovedsageligt er orienteret mod centrum og eftermiddagstrafikken væk fra centrum.

Tabel 3.4 Estimeret cykeltrafik på broen over Christianshavns Kanal, hverdag i højsæson.

Tidsrum, kl.	Varighed (timer)	Cyklister mod centrum	Cyklister fra centrum	Cyklister i alt
07.30 - 09.00	1½	440	220	660
09.00 - 10.00	1	150	70	220
14.30 - 15.30	1	190	160	350
15.30 - 17.30	2	250	500	750
17.30 - 18.30	1	70	150	220
Resten af døgn	17½	1.100	1.100	2.200
I alt	24	2.200	2.200	4.400

Tabel 3.5 *Estimeret cykeltrafik på broen over Trangraven, hverdag i højsæsonen.*

Tidsrum	Varighed (timer)	Cyklister mod centrum	Cyklister fra centrum	Cyklister i alt
07.30 - 09.00	1½	360	180	540
09.00 - 10.00	1	120	60	180
14.30 - 15.30	1	160	130	290
15.30 - 17.30	2	200	410	610
17.30 - 18.30	1	60	120	180
Resten af døgnet	17½	900	900	1.800
I alt	24	1.800	1.800	3.600

Den travleste periode uden for spærretiderne er om eftermiddagen lige inden spærretiden, hvor der forventes 350 cyklister pr. time på broen over Christianshavns Kanal.

Hvis broen er åben i et kvarter, vil det derfor påvirke ca. 90 cyklister, hvoraf 50 skal mod centrum og 40 den modsatte vej.

Antallet af ventende cyklister må dog i praksis antages at være mindre af følgende grunde:

- Lokalkendte cyklister, der kender broens åbningstider, vil tilpasse deres tidspunkt, så de undgår at ramme broåbningen.
- Cyklister, der ankommer, mens broen er ved at åbne, vil formentlig ikke vente i 15 minutter, men vil snarere køre en omvej ad Skt. Annæ Gade, hvilket skønsomt tager ca. 5 min.

Antallet af ventende cyklister kan yderligere reduceres med variable tavler langs cykelstien, der varsler broåbningen, således at cyklister i god tid kan vælge en alternativ rute.

På baggrund af ovenstående antages det, at der maksimalt vil være ca. 40 ventende cyklister på hver side af broen ved en åbning i den mest trafikerede periode.

Hvis cyklisterne ankommer jævnt fordelt i broens åbningstid på 15 min., vil den gennemsnitlige ventetid være 7½ min. I praksis vurderes den gennemsnitlige ventetid dog at være ca. 5 min. ud fra en betragtning om, at det især er cyklister, der ankommer i slutningen af åbningsperioden, der vil vente.

For lørdage og søndage kan der regnes med tal i størrelsesordenen 60 % af hverdagstrafikken. Fordelingen over døgnet er lidt anderledes med mindre markante spidstimer, men det samlede antal cyklister i spidsbelastningsperioder vil være mindre i weekender end på hverdage.

Antallet af fodgængere på broen er ikke estimeret, da det er meget afhængigt af vejrforholdene. På en kold vinterdag vil være ganske få fodgængere, mens der

på en solrig sommerdag kan være mange fodgængere - ikke mindst turister. Disse giver dog ikke anledning til kapacitetsproblemer.

4 Åbningstider

På baggrund af det forventede antal både pr. broåbning er der i simuleringssmodellen beregnet den nødvendige åbningstid for broen i højsæsonen, som angivet i Tabel 4.1 og Tabel 4.2. I det omfang de små ankommer i selve åbningstiden indgår de i beregningen af afviklingstiden for bådene.

Tabel 4.1 Forventet antal både og åbningstid på en hverdag i højsæsonen.

Hverdag	kl. 09.00	kl. 15.00	kl. 17.30
Store både, ind	3	17	11
Store både, ud	8	9	9
Små både, ind	5	33	10
Små både, ud	15	17	8
Åbningstid	10 min.	17 min.	13 min. 30 sek.

Tabel 4.2 Forventet antal både og åbningstid i en weekend i højsæsonen.

Weekend	kl. 10.00	kl. 15.00	kl. 16.00
Store både, ind	2	11	10
Store både, ud	11	9	6
Små både, ind	5	28	26
Små både, ud	27	23	16
Åbningstid	10 min. 30 sek.	14 min.	14 min.

På baggrund af tællinger er der beregnet den nødvendige åbningstid for de tre broåbninger i mellemsæsonen, som angivet i Tabel 4.3 og Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Forventet antal både og åbningstid på en hverdag i mellemsæsonen.

Hverdag	kl. 09.00	kl. 15.00	kl. 17.30
Store både, ind	2	12	7
Store både, ud	5	6	6
Små både, ind	5	31	10
Små både, ud	14	17	8
Åbningstid	8 min.	14 min. 30 sek.	12 min.

Tabel 4.4 Forventet antal både og åbningstid i en weekend i mellemsæsonen.

Weekend	kl. 10.00	kl. 15.00	kl. 16.00
Store både, ind	1	7	7
Store både, ud	7	6	4
Små både, ind	4	25	24
Små både, ud	25	22	15
Åbningstid	9 min.	11 min. 30 sek.	11 min.

Det er tendensen i "Skibstølling 2009", at der var få både tidligt om morgenen, men at bådtrafikken derefter er jævnt fordelt over dagen.

Der kan opstå situationer, i højsæsonen, hvor åbningstiden overstiger 15 min. og derved giver lang spærretid for cyklister og fodgængere. En mulighed for at nedbringe de lange åbningstider er at åbne broen en ekstra gang pr. time i spidsperioderne ved minuttallet 30. Der er gennemført simuleringer af en ekstra åbning i timen for spidsperioden i hverdage og weekender i højsæsonen. Den nødvendige åbningstid for broen i højsæsonen med ekstra åbninger er angivet i Tabel 4.5 og Tabel 4.6.

Tabel 4.5 Forventet åbningstid på en hverdag i højsæsonen med ekstra åbninger.

Hverdag	kl. 14.30	kl. 15.00
Store både, ind	5	13
Store både, ud	3	5
Små både, ind	10	24
Små både, ud	6	10
Åbningstid	8 min. 30 sek.	14 min. 30 sek.

Tabel 4.6 Forventet åbningstid i en weekend i højsæsonen med ekstra åbninger.

Weekend	kl. 14.30	kl. 15.00	kl. 15.30	kl. 16.00
Store både, ind	6	5	6	4
Store både, ud	5	4	4	3
Små både, ind	14	13	14	11
Små både, ud	13	11	9	8
Åbningstid	9 min. 30 sek.	9 min.	9 min.	8 min.

En ekstra åbning vil betyde en ekstra, samlet spærretid for cyklister og fodgængere, men til gengæld skal der ikke ventes så længe ved den enkelte åbning. Det anbefales at der åbnes en gang i timen + en ekstra åbning før spærretiden.

5 Kommentarer til beregningerne

Det er i notatet nr. 5013359 tilsendt fra Københavns Kommune den 20. september 2010 vurderet, at bådene kan afvikles dobbeltrettet igennem den åbne bro ved gode forhold. Det forudsættes, at brovagten kan vurdere, om trafikken kan afvikles dobbeltrettet og give signal til det. Beregningerne er udført på baggrund af ensrettet trafik, hvilket giver en længere åbningstid end dobbeltrettet. Ved afvikling med dobbeltrettet trafik kan åbningstiden derfor reduceres ved de åbninger, hvor der er trafik i begge retninger.

Efter tidsmæssige begrænsninger af muligheder for at komme ind og ud af havnen må det forventes, at bådene tidsmæssigt koncentrerer sig om enkelte ind- og udsejlingsperioder. Det er ikke muligt at inddrage denne måske irrationelle koncentration af både i enkelte intervaller. Dette medfører, at det må forventes, at der er visse åbninger, der skal være længere end de beregnede, samtidig med at der vil være flere åbninger, der er kortere.

Hvis åbningstiden for enkelte åbninger er for lang, kan det overvejes at indføre ekstra åbninger. Ekstra åbninger vil øge tilgængeligheden for bådtrafikken, mens den periode, hvor der er spærret for cyklister og fodgængere, vil øges væsentligt på grund af den lange mellemtid, det tager at åbne og lukke broen.

Det anbefales derfor, at broen åbnes en gang i timen, da flere åbninger i evt. spidsperioder vil betyde en længere samlet åbningstid (og spærretid for cyklister) og derved en samlet større gene for alle, da det tager tid at åbne og lukke broen. Ligeledes vil flere åbninger medføre en forvirring af åbningstiderne, hvilket vil være til unødigt gene for både sejlene, cyklister og fodgængere.

5.1 Vurdering af ventetider

Køllængderne og forsinkelserne for henholdsvis cyklister og både er vurderet ud fra overvejelser om forholdene ved broen over Christianshavns Kanal, herunder om broens åbningstid og om cyklisternes ankomstfordeling. Antallet af cyklister varierer som tidligere nævnt hen over døgnet med spidsbelastninger om morgenen og om eftermiddagen. Inden for et kortere tidsrum - f.eks. en halv eller en hel time - antages trafikanten normalt at ankomme jævnt fordelt. I det aktuelle tilfælde antages det dog, at stedkendte cyklister i en vis udstrækning vil tilpasse sig broens åbningstider. Dette er nærmere beskrevet i det følgende.

5.1.1 Cyklister

Som tidligere nævnt antages der at være 4.400 cyklister på en hverdag i højsæsonen. Heraf vil ca. 1.400 cyklister passere broen i de to spærretider, hvor de kan køre uhindret over.

De sidste 3.000 cyklister kommer derimod i perioder, hvor de risikerer at møde en åben bro. Hvis broen er åbnet i 15 min. hver hele time, betyder det, at den ikke kan passeres på cykel i 25 % af tiden i højsæsonen.

Hvis de 3.000 cyklister ankommer jævnt fordelt, betyder det i grove træk, at 750 cyklister pr. døgn vil komme til broen, mens den er åben for bådtrafik. I praksis antages det dog, at antallet vil være lavere, idet lokalkendte cyklister vil tilpasse køreturen, så de ikke ankommer i åbningstiden for bådtrafik. Gennem dynamisk skiltning kan cyklister endvidere ledes ud på andre ruter, inden de kommer til broen.

På den baggrund antages det, at det snarere vil være 500-600 cyklister pr. døgn, der ankommer, mens broen er åben. Det svarer til 11-15 % af det samlede antal cyklister.

Den gennemsnitlige ventetid for disse anslås som tidligere nævnt til 5 min., idet cyklister, der ankommer lige når broen er ved at åbne, ikke vil vente, men snarere kører en omvej ad Skt. Annæ Gade. Det maksimale antal ventende cyklister forekommer ved den sidste åbning inden eftermiddagsspærretiden, hvor der forventes ca. 40 ventende cyklister på hver side af broen, jf. afsnittet om cykeltrafik.

I en gennemsnitlig time vil antallet af ventende cyklister ved en broåbning snarere være ca. 20 på hver side.

5.1.2 Både

I et gennemsnits døgn forventes ca. 120 både, der kræver broåbning i højsæsonen.

De følgende betragtninger refererer til højsæsonen.

Ud fra registreringerne antages der at være meget få både i morgenspærretiden (ca. 5 både i alt), mens der i dag er ca. 20 både i den planlagte eftermiddags-spærretid.

Disse både - som altså i alt udgør ca. 20 % af døgnets samlede bådtrafik - vil være nødsaget til at passere broen på andre tidspunkter, end de gør i dag, hvilket betyder, at de må ændre deres planlægning.

Af de resterende 95 både kommer de fleste - ca. 75 - jævnt fordelt i perioden mellem de to spærretider, hvilket betyder, at der i en gennemsnitlig time ankommer omkring 12 både. De sidste 20 både ankommer om aftenen efter eftermiddagsspærretiden med en frekvens på 4-5 både pr. time.

Broen antages at være passabel for både i 10 min. pr. time (eftersom bådene ikke kan passere i de 5 min., der går med rømning, åbning og lukning), svarende til 17 % af den samlede tid.

Hvis de indgående både ankommer tilfældigt, betyder det derfor, at 83 % af dem - svarende til 79 af de 95 både - vil blive udsat for en forsinkelse, mens 16 både vil ramme åbningstiden og dermed sejle igennem uden forsinkelse.

De udgående både kan i nogen grad tilpasse deres sejltidspunkt efter broåbningerne, idet de skal tilpasse klargøring af båd, så det passer med broens åbning. Hvis sejlerne kan tilpasse sig dette, er der derfor kort ventetid for dem. Der kan imidlertid også opstå en form for skjult ventetid for de sejlere, der ikke når at blive klar til én broåbning og derfor må vente ved kajen i 50 minutter på den næste broåbning.

For indgående både er det mere vanskeligt, da de er på vej ind fra en sejlads. I modsætning til cyklister er det svært for sejlerne at tilpasse deres ankomst efter åbningstiderne, da farten afhænger af vind- og strømforhold. Det antages derfor antages det, at de indgående både ankommer tilfældigt. Dette medfører, at de får en gennemsnitlig forsinkelse på 25 min.

De travleste perioder med hensyn til bådtrafik vil være de to broåbninger i hver sin ende af eftermiddagsspærretiden, hvor der kan forventes køer med over 15 indgående både.

5.1.3 Registrering af den reelle bådtrafik

"Skibstælling 2009" beskriver den bådtrafik, der forekommer ved fri og uhindret adgang til Christianshavns Kanal og Trangraven. I forbindelse med etablering af de nye broer ændres adgangen til Christianshavns Kanal og Trangraven.

Som det fremgår af forudsætninger og beregninger, er bådtrafikken fordelt i forhold til broåbningerne, hvorved der opstår et andet mønster i bådtrafikken, end det der er i dag. En del af den eksisterende bådtrafik til og fra Christianshavns Kanal, er f. eks. besøgstrafik, som afsøger muligheden for bådplads i en kortere eller længere periode. Efter etablering af broerne må det forventes, at denne søgetrafik reduceres, fordi det bliver mere besværligt grundet broerne. Trafikken i beregningerne er dog ikke reduceret, hvorved beregningerne vurderes at afspejle en situation med maksimal belastning i forhold til broåbninger.

Der findes flere metoder til at registrere antallet af ledige bådpladser, men der findes umiddelbart ingen systemer, som automatisk kan foretage registreringen. Det er muligt at tælle passagen af forskellige både ved ind- og udsejling af kanalen, hvorved antallet af ledige bådpladser kan beregnes.

Det foreslås at der implementeres et system, hvor sejlerne indrapporterer, hvor lang tid bådpladsen er fri og hvor bred og lang pladsen er, så det kan kommunikeres til de søgende både. Denne indrapportering kan foregå med sms-beskeder til systemet. Det er vigtigt, at ønskerne til et sådan system udarbejdes sammen med brugerne af Christianshavns Kanal.