

## MEMO

Job **Eksisterende forbindelser over Limfjorden - Sårbarhedsvurdering**  
Client **Region Nordjylland**  
Memo no. **1**  
Date **14/05/2018**  
To **Svend Tøfting**  
From **Poul Hededal, Søren Randrup-Thomsen, Anders Rytter, Stig Grønning Søbjerg**  
Copy to

## 1. Introduktion - baggrund og formål

De eksisterende forbindelser over Limfjorden i Aalborg – jernbanebroen, vejbroen og Limfjordstunnelen - er helt grundlæggende forudsætninger for at fastholde en effektiv sammenhæng mellem by- og landsdele, såvel trafikalt, erhvervmæssigt, socialt etc. I den forbindelse er det derfor vitalt, at fjordkrydsningerne er tilgængelige og kan opretholde deres funktioner som forventet – altså at kunne danne grundlaget for, at trafikflowet via forbindelserne ved Aalborg kan afvikles effektivt. Er forbindelserne ikke tilgængelige, vil det have alvorlige konsekvenser for Aalborgs og landsdelens tiltrækningskraft, fastholdelseskraft, sammenhængskraft og udvikling.

Vejbroen passeres i øjeblikket af ca. 30.000 køretøjer i døgnet og tunnelen passeres af ca. 80.000 køretøjer i døgnet. Begge forbindelser er stærkt belastet i myldretiderne og også forbindelsesveje i området er belastede i myldretiderne som det fremgår af figuren nedenfor.

Date 02/05/2018

Ramboll  
Hannemanns Allé 53  
DK-2300 Copenhagen S  
Denmark

T +45 5161 1000  
F +45 5161 1001  
www.ramboll.com



**Figur 1 Oversigt over trafik på de eksisterende fjordkrydsninger i Aalborg**

Korte afbrydelser på de to forbindelser sker med jævne mellemrum, og har da også forårsaget kaotiske køsituationer med store forsinkelser for trafikanterne. I 2006 gav ulykken i forbindelse med udskiftning af broen ved Borgmestersvinget henover E45 umiddelbar nord for Limfjordstunnelen anledning til store trafikale problemer i en længere periode. I de første dage, hvor E45 var totalspærret blev al nord-syd gående trafik på E45 ledt af en omkørsel gennem Nørresundby med ekstra rejsetider på +1 time til følge. Ligeledes havde den langvarige afbrydelse af jernbanebroen i Aalborg endog meget store konsekvenser for både daglige pendleres mulighed for at passe deres arbejde og for erhvervsvirksomheders muligheder for effektivt at fragte gods med jernbanen. I nærværende notat ses nærmere på de effekter, det vil have på de nuværende forhold og på landsdelens udvikling, hvis det ikke er muligt at opretholde den nuværende tilgængelighed af broer og tunneler – i kortere eller i længere tid.

Det bemærkes, at nærværende notat ikke omfatter en vurdering af mulige positive effekter og samfundsøkonomiske forhold relateret til etablering af en ekstra forbindelse, men udelukkende på den effekt det vil have på regional og erhvervmæssig udvikling, hvis de nuværende forbindelser af forskellige årsager ikke kan opretholde de forventede funktioner.

## 2. Grundlag

De eksisterende forbindelser og deres fulde funktionalitet er meget betydende for at Aalborg som by og for at hele landsdelen kan opretholde sin daglige arbejdsmæssige struktur og handelsmæssige udvikling. Vejbroen og tunnelen er derfor at betragte som kritisk infrastruktur. Der er derfor god grund til at kunne godtgøre, hvilken effekt tilgængeligheden af infrastrukturen har for trafik, erhverv, etc.

Der er udført adskillige analyser af kritisk infrastruktur i udlandet, eksempelvis vurdering af sårbarhed af broer og tunneler i Shanghai, ref. 1, vurdering af tunneler og broer på veje i Tyskland, ref. 2, og i Danmark bl.a. for Øresundsforbindelsen, Storebæltsforbindelsen og den kommende Femern Bælt forbindelse. For de danske forbindelser er der udarbejdet ORA-dokumentation (Operational Risk Analysis), der har til formål at dokumentere, at risikoen for personskader samt for afbrydelser af forbindelserne i driftsfasen er på et acceptabelt niveau. Sund & Bælt har her som ejere af de tre forbindelser etableret overordnede krav til den årlige tilgængelighed af forbindelserne, og risikoanalyserne har på basis af identificerede hændelser, der kan forårsage delvis eller fuld afbrydelse som resultat givet et estimeret årligt antal dage med begrænset eller ingen tilgængelighed af forbindelserne.

Der er endvidere udarbejdet adskillige analyser af effekt af ændringer i forholdene omkring krydsning af Limfjorden, dels ved etablering af ekstra forbindelse og dels undersøgelser af kapacitet af de eksisterende forbindelser (ref. 5-8).

Specifikt for trafikforbindelserne over Limfjorden i Aalborg har Rambøll udarbejdet forskellige analyser og undersøgelser omkring jernbanebroen, vejbroen og Limfjordstunnelen. Dette omfatter vurdering af hyppigheder og konsekvenser for skibsstød mod vej- og jernbanebro, ref. 3 samt detaljerede risikoanalyser af hyppigheder og konsekvenser af uheld i Limfjordstunnelen, ref. 4.

Skibsstødsanalyserne på vej- og jernbanebro har dels haft til hensigt at vurdere aktuelle skibsstødsbelastninger, men har endvidere været grundlag for at estimere hvor ofte, der kan forventes afbrydelser af forbindelserne.

Risikoanalyserne for Limfjordstunnelen har primært haft et sikkerhedsmæssigt fokus, men som en del af disse analyser er der givet vurderinger af konsekvenser i form af afbrydelse af forbindelsen for forskellige uheldsscenerier i tunnelen – specielt brandscenerier.

### 3. Metodetilgang

Til vurdering af Aalborgs/regionens sårbarhed overfor afbrydelser af vejbroen eller vej-tunnelen anvendes en sædvanlig risikobaseret tilgang, hvor risici relateret til hel eller delvis afbrydelse af vejbro og tunnel identificeres og kvantificeres mht. hyppigheder og konsekvenser. Konsekvenser er her både de direkte trafikale/samfundsøkonomiske konsekvenser samt de indirekte længerevarende konsekvenser - sårbarhed. Processen er skitseret i Figur 2 nedenfor.



**Figur 2 Procedure til fastlæggelse af sårbarhed**

I det følgende er givet en kort beskrivelse af de enkelte skridt i løsningen af opgaven.

#### 3.1 Identifikation af hændelser

Hele overvejselsen omkring effekten af afbrydelser af de eksisterende forbindelser ved Limfjorden er baseret på det forhold, at der kan optræde hændelser, der kan forårsage sådanne afbrydelser – og eksemplet fra jernbanebroen, hvor en skibskollision forårsagede afbrydelse af jernbaneforbindelsen i mere end et år understreger jo dette. Et første skridt i en vurdering af den overordnede sårbarhed er derfor at få identificeret sådanne hændelser.

Der er for både vejbroen og for tunnelen foretaget tidligere analyser med identifikation af hændelser, der kan have effekt for sikkerhed og afbrydelse. Disse er udgangspunktet for en videre bearbejdning af hændelser. Hændelser er detaljeret beskrevet i afsnit 4 og 5.

#### 3.2 Hyppigheder for hændelser

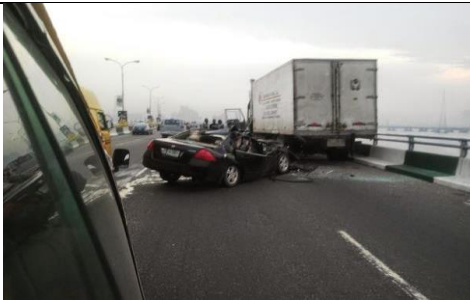



I en risikobaseret tilgang er det nødvendigt at kvantificere hyppigheden af de identificerede hændelser for at kunne give en samlet vurdering af kritikaliteten af sådanne hændelser. Der er i afsnit 4 givet overordnede kvantificeringer af hyppighederne af de identificerede hændelser.

### 3.3 Direkte konsekvenser

Hvis en af de identificerede hændelser indtræffer, vil det have konsekvenser for såvel sikkerheden for brugerne som for tilgængeligheden af bro og tunnel. Sikkerheden er vurderet i tidligere analyser, ref. 3 og ref. 4 og vurderes ikke yderligere i nærværende analyse. I det følgende er givet kommentarer til dels den umiddelbare nedetid (tid hvor bro/tunnel er delvist eller slet ikke tilgængelig for trafikanter) samt af de indirekte konsekvenser ved længerevarende afbrydelser.

#### 4. Hændelsesscenarier

En afdækning af mulige hændelser, der kan have effekt på broens og tunnelens tilgængelighed tager som nævnt udgangspunkt i allerede udarbejdede analyser. Der er således identificeret de i Tabel 1 beskrevne hændelser. I tabellen er angivet beskrivelse af hændelsen samt hvor ofte, den forekommer – i form af en overordnet returperiode (antal år i gennemsnit mellem forekomst af hændelse). Der er som udgangspunkt medtaget hændelser, der vil have en større effekt på nedetid – og altså ikke mindre uheld, der blot vil medføre korterevarende kødannelser.

Infrastruktur	Hændelse	Returperiode [år]	
Bro	Trafikuheld på bro	1-2	
	Skibskollision	40	
	Øvrige	100-1000	
Tunnel	Trafikuheld i tunnel	1-2	
	Brand i køretøj	10	
	Øvrige	100 - 1000	

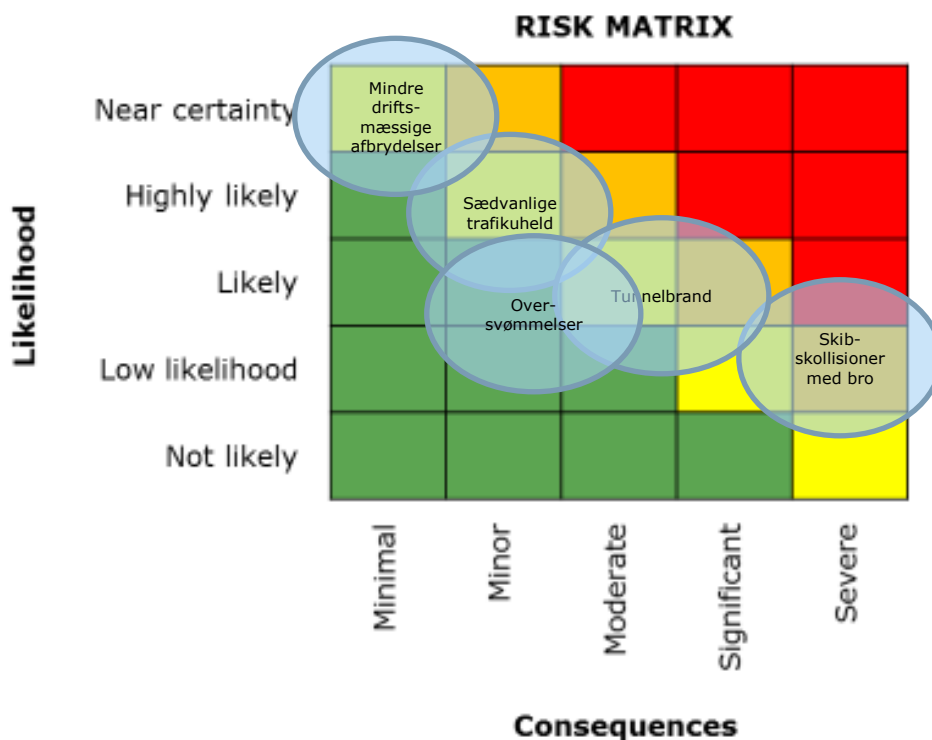
Tabel 1 Oversigt over hændelser med tilhørende returperioder

Som det ses af Tabel 1 kan der forekomme forskellige hændelsesscenarier. Ikke alle vil give store afbrydelser, men det er værd at bemærke, at der for såvel bro som for tunnel rent faktisk er nogle ikke ubetydelige sandsynligheder for hændelser, der kan give større afbrydelser.

Det ses eksempelvis, at der kan forventes kollision med broen i gennemsnit ca. hvert 40. år. Det er klart, at nogle af disse kollisioner vil være med mindre skibe, men der vil – som tilfældet var på jernbanebroen – altså eksistere en risiko for, at der fås en kollision, der vil afbryde broen i længere tid. Ligeledes vil der på årsbasis kunne forventes større trafikuheld med skader på broen, der vil give længerevarende afbrydelser.

Endvidere ses det, at for tunnelen vil der kunne forekomme ulykker med brand i tunnelen ca. hvert 10. år. Nogle af disse vil kunne forårsage større skader på tunnelen og vil medføre betydelige nedetider.

Det ses altså, at der kan forekomme forskellige typer hændelser med varierende sandsynligheder og konsekvenser. I risikomatrixen nedenfor er skitseret hvorledes disse hændelser kan have en ganske forskellig risikomæssig betydning.



## 5. Konsekvenser

Det følgende er en rent kvalitativ gennemgang og vurdering af, hvad der vil kunne ske, hvis forbindelsen over Limfjorden afbrydes eller generes, før der etableres en tredje forbindelse. Vurderingerne kan ses som et oplæg til en nærmere analyse, som evt. i højere grad kan baseres på et kvantitativt grundlag.

I den bestående situation, hvor bilforbindelsen over Limfjorden ved Aalborg er begrænset til en to-strengs-løsning – Limfjordsbroen og Limfjordstunnelen, der begge er trafikeret tæt på kapacitetsgrænsen – vil en længerevarende afskæring af en af disse to forbindelser eller den stadig voksende risiko for tilbagevendende kortere afbrydelser medføre alvorlige konsekvenser for hele landsdelen.

Med den nuværende trafikbelastning opleves der allerede i dag hyppige forstyrrelser af trafikken på forbindelserne over Limfjorden f.eks. i form af trafikuheld i tunnelen, på broen eller på det tilstødende vejnet. De synlige konsekvenser er tilbagevendende kødannelser og forsinkelser for den øvrige trafik. Men som diskuteret i foregående afsnit er der tillige en ikke ubetydelig risiko for større afbrydelser og forstyrrelser, som kan have alvorligere og mere langvarige konsekvenser, og for så alvorlige hændelser, at det kan give forstyrrelser af en grad, så den normale trafik over fjorden bliver alvorligt hæmmet og måske endog må finde andre kanaler.

Det er klart, at den slags alvorlige hændelser som beskrevet ovenstående vil have omfattende trafikale følgevirkninger, men mindst lige så alvorlige er de indirekte konsekvenser, der i sidste ende vil være ødelæggende for udviklingen i Aalborg og hele Nordjylland. Endvidere kan også den stadigt øgede frekvens af mindre afbrydelser nå et omfang og en hyppighed, hvor det påvirker tilliden til at man kan krydse Limfjorden efter behov, og hvor det vil have tilsvarende alvorlige konsekvenser for trafikanterne og for forbindelsernes opland.

Det er derfor ikke kun væsentligt at se på, hvilke hændelser, der kan være årsag til forstyrrelser og afbrydelser af trafikken, men at skelne mellem forstyrrelser og afbrydelser af forskellig omfang og med forskellig varighed eller frekvens.





De alvorligste scenarier er derfor situationer med hændelser, der

- Berører meget og mange
- Påvirker berørte i stort omfang
- Påvirker berørte ofte og/eller i længere tid – midlertidigt eller blivende
- Påvirker mulighed for at opfylde målsætninger med hensyn til miljø, erhvervsudvikling, serviceniveau mv.

Det er i sådanne scenarier, at de alvorligste konsekvenser kan forudses, og netop derfor er sårbarheden omkring den nuværende trafikløsning i Limfjordssnittet kritisk. Konsekvenserne af forskellige trafikafbrydelsesscenarier beskrives i det følgende for de forskellige grupper af interessenter og berørte.

**Mobilitet og bosætning:** De første, der direkte rammes af en trafikafbrydelse er trafikanter og de mange pendlere der dagligt krydser fjorden på vej til eller fra arbejde. Trafikanter og pendlere vil umiddelbart opleve en forsinkelse og meromkostninger som følge af ventetid og nødvendig omvejskørsel, men også naboer til vejnettet vil blive påvirket af den mere intense og forurenende trafik.

Ved hyppige eller langvarige trafikafbrydelser vil trafikanter og pendlere søge mod andre, mere eller mindre permanente løsninger. Nogle vil kunne skifte til togtransport, selvom det måske volder logistiske problemer i én eller begge ender, mens andre måske må leje sig ind i en bolig på den anden side af fjorden, tættere på arbejdspladsen. Alt sammen vil kunne opgøres i forøgede omkostninger, men vil ikke nødvendigvis have varige effekter ud over afbrydelsens varighed.

Er der tale om en mere permanent forøget risiko for afbrydelser i trafikken over fjorden, som medfører hyppigere trængselsperioder eller hyppige forstyrrelser af trafikken, vil pendlere – hvoraf hovedparten er bosiddende nord for fjorden med arbejdssted syd for fjorden – se sig nødsaget til at skifte arbejde eller bolig med de videre konsekvenser, det måtte have for familien, arbejdspladsen og boligmarkedet. Det gælder især, hvis der ikke er udsigt til forbedringer, og når der ikke kan sættes tid på varigheden af den forøgede risiko for afbrydelser og forsinkelser.

Derfor vil bosætningsmønstret potentielt blive påvirket af alvorlige trafikgener over vejforbindelserne over Limfjorden, og kommunerne nord for fjorden, der – med undtagelse af Brønderslev kommune – i forvejen kæmper med en vigende befolkningsudvikling, vil se denne udvikling forstærket: En langsommere, besværliggjort og usikker pendling over Limfjorden vil få mange til at overveje at flytte tættere på arbejdspladsen, hvilket typisk vil være syd for fjorden, hvor de fleste arbejdspladser er. Når hertil kommer en voldsom, reel forøgelse af transportafstanden til regionssygehuset og til indkøbsmulighederne syd for fjorden, svækket erhvervsudvikling i kommunerne nord for fjorden mv. skal man ikke undervurdere den effekt trafikgenerne over fjorden vil kunne have på bosætningsmønstret.

**Havne, godstransport og anden erhvervskørsel:** De nordenfjords havne – primært Hirtshals, Skagen og Frederikshavn – er i høj grad afhængige af transportforbindelserne

over Limfjorden, og selv korte afbrydelser kan med de forsinkelser, de vil medføre, indebære store gener for havnene og de anløbende skibe, der er afhængige af transporterens ankomst til tiden, og af pålideligheden af den videre transport, eksempelvis af frisk fisk der transporteres direkte fra båd til forarbejdning i Tyskland eller Polen.

Selv når det drejer det sig om en enkeltstående situation med nogle dages afbrydelser er det dyrt for havnene og dens brugere, men langvarige perioder med ekstraordinære trængselssituationer eller med konstant forøget risiko for lukning kan være katastrofalt for havnene, der vil kunne se frem til en permanent kraftig reduktion i markedsandele og havneomsætning, når nye og mere pålidelige logistikkæder bliver etableret.

For godstransporten og anden erhvervskørsel vil konsekvenserne af en trafikafbrydelse og af hyppige afbrydelser eller en generel forøgelse af trængslen over fjorden i første omgang primært være af økonomisk art. Der vil opstå forsinkelser, afhængigt af tilbageværende transportmuligheder og den omvejskørsel og de forsinkelser, det vil give anledning til, og der vil være omkostninger ved det forøgede tidsforbrug, den længere kørsel, og til den usikkerhed, der kan opleves af transportørerne, der hermed må gardere sig og foretage forskellige afværgetiltag med de omkostninger, dette måtte indebære.

De forøgede omkostninger vil i første omgang blive båret af transportørerne, men må antages i sidste ende at blive båret af disses kunder.

De videre konsekvenser vil ses hos de virksomheder og personer, der er afhængige af transporterne, som eksempelvis fiskeindustrien, og vil ultimativt resultere i nye transportmønstre og tab af arbejdspladser hos de nordjyske transportvirksomheder.

**Lufthavnen:** En stor del af Aalborg Lufthavns opland ligger syd for fjorden og en afbrydelse eller forringelse af forbindelserne over fjorden kan derfor have meget alvorlige konsekvenser for trafikken gennem lufthavnen, hvilket igen vil have konsekvenser for regionens fortsatte udvikling. Der er en skarp konkurrence mellem de jyske lufthavne, og Aalborg Lufthavn har formået at indtage en favorabel placering i kapløbet mellem lufthavnene. Dette har en stor betydning for regionens erhvervsliv og befolkning, som kan tabes ved en længerevarende afbrydelse eller en lang periode med en forøget risiko for nedbrud.

**Virksomheder og erhvervsudvikling:** Det er dyrt for virksomheder i regionen hver gang kapaciteten af vejforbindelserne over fjorden reduceres eller en af forbindelserne lukkes for kortere eller længere tid. Det skyldes dels en vanskeligere pendling for medarbejderne, der vanskeliggør forsyningen af arbejdskraft, men også de omkostninger der vil være forbundet med godstransportens forsinkelser og omvejskørsel. Hertil kommer en dårligere service på såvel havneområdet og mht. luftfart.

En anden alvorlig følgevirkning er en vigende investeringslyst i virksomhederne og reduceret interesse for at etablere nye virksomheder i regionen – primært nord for fjorden. Det er velkendt at ny forbedret infrastruktur skaber udvikling og tiltrækker investeringer. Omvendt vil en infrastruktur, hvor der er tvivl om pålidelighed og regularitet, og hvor der ikke er tillid til at den fremtidige udvikling vil ændre dette forhold, afholde virksomhederne fra at

investere eller de vil placere deres investeringer i udvikling og arbejdspladser andre steder med hurtigere og højere afkast af investeringen.

Dette vil alt sammen medvirke til at forringe regionens virksomheders konkurrencedygtighed og give et styrket incitament til at flytte ud af regionen.

En sådan udvikling vil virke stik imod de tiltag, der de seneste år er sket for at etablere arbejdspladser i regionerne gennem udflytning af statslige arbejdspladser, og forstærke de seneste års tendens med fald i antallet af jobs i kommunerne nord for fjorden.

**Turisme og handelsliv:** Med mere end 15.000 beskæftigede er turisme et af de rigtig store og betydende erhverv i Nordjylland.

Turister fra Norge og Sverige, kommer i stort tal via Hirtshals og Frederikshavn for at køre til destinationer langs Jyllands vestkyst eller længere mod syd, eller for at tilbringe en weekend i Aalborg. En situation med forlænget eller usikker rejsetid vil have en negativ indflydelse på antallet af turister, og ultimativt betyde at turister fravælger Jylland og Aalborg som rejsemål.

Også destinationer nord for fjorden vil i den situation opleve et vigende antal norske og svenske turister som følge af de begrænsede muligheder for at besøge Aalborg og destinationer syd for fjorden i det hele taget. Det vil derfor have konsekvenser for turismen og handelsliv i Nordjylland og i hele Jylland.

Ligeledes vil en eventuel afbrydelse af vejtrafikken i længere perioder og de hyppige afbrydelser eller trængselssituationer påvirke antallet af tyske turister fra syd, der ellers vil køre mod destinationer langs vestkysten, Skagen og østkysten, nord for Limfjorden.

En længerevarende og stadig forringelse af forbindelsen over Limfjorden vil derfor medføre en mærkbar reduktion af turismen, som vil gå ud over såvel handelsliv som de tilbud og de faciliteter, der tilbydes turisterne. Det vil tage tid at genvinde en sådan tilbagegang med den reduktion i beskæftigelse og indkomster, dette vil medføre.

**Sygehuset og akutberedskab:** Region Nordjylland bygger et nyt Universitetshospital på 170.000 m<sup>2</sup> (inklusiv serviceby). Byggesummen beløber sig til omkring 5 mia. kr. Hospitalet bliver bygget i Aalborg Øst på et område tæt på motorvejen, vest for Hadsund Landevej. Det forventes at stå færdigt i 2020, men i en årrække herefter vil der fortsat blive bygget nyt på områder som Psykiatrien, Onkologi samt faciliteter til det sundhedsvidenskabelige fakultet på Aalborg Universitet. En markant fordel ved flytningen til det nye hospital er netop placeringen tæt på motorvejen og tæt på tunnelen under fjorden.

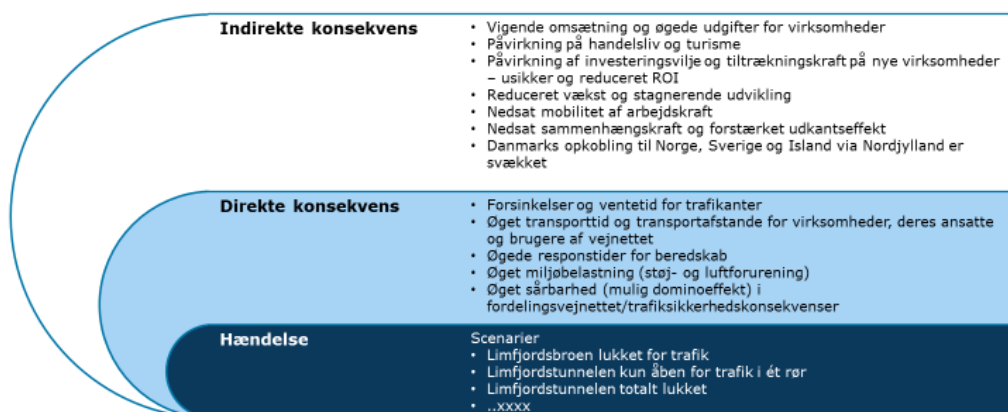
Trafikafbrydelser af kortere eller længere varighed vil gå ud over det serviceniveau, som sygehuset som det nordjyske Akuthospital skal tilbyde borgere såvel syd som nord for fjorden. Trafikproblemer ved krydsning af fjorden vil derfor have fatale følger, såfremt der ikke findes alternative forbindelser. Her kan yderligere investeringer i akut-helikoptere udgøre et delvist afværgende tiltag, men det vil være en dyr løsning.

## 6. Sammenfatning – sårbarhed

Konsekvenserne for Aalborg og Region Nordjylland ved hyppige og/eller langvarige forstyrrelser af trafikken gennem Limjordstunnelen og Limfjordsbroen er vidtrækkende og omfattende, og der tegner sig på flere områder et dystert billede for både borgere, erhvervsliv og samfund såfremt der ikke skabes større robusthed i vejnettet:

- Vigende konkurrencekraft og vigende investeringslyst for virksomheder
- Tab af arbejdspladser
- Vigende arbejdsudbud og jobmuligheder for den enkelte
- Nedsat mobilitet af arbejdskraft
- Forringet serviceniveau og beredskab

### KONSEKVENNS AF HÆNDELSE



Det mest bekymrende er dog, at der er tale om en selvforstærkende kæde af konsekvenser, som er initieret af den negative effekt på jobudbud, erhvervsudvikling og virksomhedernes konkurrencekraft.

Endelig spiller tiden en betydelig rolle: Selv i tilfælde af at en beslutning om realisering af en 3. Limfjordsforbindelse træffes indenfor det næste års tid, vil der gå op mod 10 år inden forbindelsen kan åbnes. I denne periode vil selv en stagnerende trafikvækst forøge konsekvenserne, og tiden det vil tage at genoprette det tabte vil vokse.

Det samlede billede er derfor foruroligende og vil reelt true sammenhængskraften regionen. Limfjorden vil blive en fysisk barriere for udvikling.

## 7. Referencer

1. Vulnerability of Long-Distance Bridges and Tunnels in Urban Roadway Networks, Yao Tong, Linjun Lu, Zhan Zhang, Yi He and Weijie Lu, Engineering Science and Technology Review, 2017
2. Protection of vulnerable Infrastructures in a Road Transport Network, Heimbecher and Kaundinya, Transport Research Arena Europe 2010
3. Frekvensanalyse for skibsstød, Jernbanebroen og vejbroen over Limfjorden i Aalborg, Rambøll for Banestyrelsen & Aalborg Kommune, December 2000
4. Risikoanalyse i henhold til EU-direktiv, Limfjordstunnelen, Rambøll for Vejdirektoratet, 2011
5. Trafik- og erhvervsanalyse af 3. Limfjordsforbindelse, Rambøll, september 2013
6. Mobilitet i Nordjylland – de regionale prioriteter, Region Nordjylland og KKR Nordjylland, januar 2015 – opdateret 2017
7. Et Nordjylland i udvikling, Komiteen 3. Limfjordsforbindelse
8. COWI, teknisk notat "Kapacitetsforhold i Limfjordstunnelen" – 17.10.2017