



Statens vegvesen

Riksveg 356 Porsgrunnsbrua

Risikovurdering av bruåpningsprosessen



Region sør
Dato: 2009-05-18

Innholdsfortegnelse

1. Bakgrunn for risikovurderingen	3
1.1 Bestilling	3
1.2 Metode.....	3
1.3 Prosess	3
2. Beskrivelse av prosjekt, hensikt og vurderingskriterier	5
2.1 Avgrensing og fokus for analysen som skal gjøres	5
2.2 Hensikten med risikoanalysen	5
2.3 Systembeskrivelse.....	5
3. Identifisering av sikkerhetsproblemer	7
3.1 Registrerte uønskede hendelser	7
3.2 Identifiserte uønskede hendelser og medvirkende faktorer.....	8
4. Risikovurdering	11
5. Mulige tiltak.....	12
6. Operatørpåkjenninger.....	13
7. Anbefaling	15
7.1 Prioritering av tiltak	17

1. Bakgrunn for risikovurderingen

1.1 Bestilling

Statens vegvesen ved Vegtrafikksentralen (VTS) har ansvaret for bruåpningen av Porsgrunnsbrua når høye båter skal passere. Operatørene ved VTS'en har registrert mange risikofylte situasjoner og ledelsen ved VTS'en har derfor bestilt en risikovurdering av bruåpningsprosessen. Rapporten skal dokumentere risikoanalysen, konkludere og anbefale eventuelle tiltak.

1.2 Metode

En enkel modell basert på HAZID (hazard identification) ble i utgangspunktet lagt til grunn for risikovurderingen. Metoden omfatter 5 trinn:

1. Beskrive analyseobjekt, formål og vurderingskriterier. Avgrensning, hensikt og krav.
2. Identifisere sikkerhetsproblemer. Hvilke uønskede hendelser kan inntreffe og hvorfor?
3. Vurdere risiko. Hvor ofte kan de uønskede hendelsene inntreffe og hva er konsekvensene?
4. Foreslå tiltak. Hva er effektive risikoreducerende tiltak?
5. Dokumentere. Beskrive datagrunnlag, fremgangsmåte og resultater av vurderingen.

For mer informasjon vises det til Håndbok 271: *Risikovurderinger i vegtrafikken*.

1.3 Prosess

Risikoanalysen som gjennomføres kan inndeles i tre faser:

1. Forarbeid

Systembeskrivelse, grovkartlegging av problemer og definisjon av problemstillinger som skal belyses i analysen (planleggingsmøte, erfaringsinnhenting internt på VTS, rapporter fra Merkur og STRAKS).

2. HAZID-samling

Kort dagsorden: Systembeskrivelse, demonstrasjon/orientering i kontrollrom, introduksjon risikoanalyse, gjennomgang av mulige uønskede hendelser, vurdering av hyppighet og konsekvens ved hver enkelt hendelse, rangering av hendelser ut fra risikoen de utgjør, mulige tiltak rettet mot de alvorligste hendelsene, rangering av tiltak.

3. Etterarbeid

Systematisering og bearbeiding av informasjonen framkommet i HAZID-samlingen, skriving av rapport som dokumenterer risikoanalysen med konklusjoner og anbefalinger av eventuelle tiltak. Kvalitetssikring av rapporten og oversendelse til oppdragsgiver.

Den 21. januar 2009 ble det gjennomført en HAZID-samling. Deltakende i møtet var:

Arild Nærum, prosessleder	Veg- og trafikkavdelingen, Region sør
Ann Karin Midtgaard, prosessleder	Veg- og trafikkavdelingen, Region sør
Anniken Island	Veg- og trafikkavdelingen, Region sør
Jan Ove Grave	VTS, Region sør
Sissel Kjelstad Høgli	VTS, Region sør
Kristin Våsjo	VTS, Region sør
Hans Sandland	Byggherre, Nedre Telemark distrikt
Bjørn Richard Kirste, sekretær	Plan og forvaltning, Nedre Telemark distrikt
Arvid Løver	Plan og forvaltning, Øvre Telemark distrikt
Randi Størdal Lund	Bedriftslege
Helge Kise	Mesta A/S (teknisk drift og vedlikehold)
Kåre Follaug	Mesta A/S (teknisk drift og vedlikehold)
Asbjørn Høie	Grenland Havn
Dag Thomassen	Telemark politidistrikt
Hans Martin Gullhaug	Porsgrunn kommune
Svein Olaf Heibø	Rådet for funksjonshemmede i Porsgrunn kommune

2. Beskrivelse av prosjekt, hensikt og vurderingskriterier

2.1 Avgrensning og fokus for analysen som skal gjøres

Bare drift og bruk av Porsgrunnsbrua inngår i analysen, selv om det er en liknende bru (Frednesbrua) ca 900 m nedenfor. Porsgrunnsbrua er mer kritisk siden den er lavere (8 meter seilingshøyde kontra 13 meter), er den første brua fartøyene kommer til når de kjører ned elva og har et mer komplisert trafikkmønster (dobbeltsidig fortau og sykkelfelt). Det er fokusert spesielt på mulige uønskede hendelser i forbindelse med åpning av brua, siden dette er en krevende driftsoperasjon med potensielt alvorlige konsekvenser av uønskede hendelser.

Samspeillet mellom bruoperatører på VTS-en og trafikanter og båtførere er vektlagt i analysen da dette er avgjørende for risikoen ved bruåpning. Driftsrommet for bruåpning på VTS-en (overvåkings- og styringssystemer) og driftsorganisasjonen inkl arbeidsforhold, kompetanse, organisering og rutiner blir derfor et viktig element i analysen, og ikke bare det som skjer på og ved brua.

Hovedutfordringen blir i utgangspunktet ansett å være store nyttefartøy på veg nedover elva fra Skien (gjennomsnittlig 1-2 pr døgn). Vannet har typisk en hastighet på rundt 3 knop (men kan gå opptil 4-5 knop) og kritiske situasjoner kan oppstå i tilfelle tekniske problemer med bruklaffene, ekstremt dårlig sikt, strømbortfall eller uønsket trafikantatferd på brua. På grunn av vannhastigheten og at fartøyene må holde en fart som er høyere enn denne, kan de ikke stoppe på normal måte på kort varsel.

2.2 Hensikten med risikoanalysen

Kartlegge risikobildet ved brua og spesielt bruåpning for å skape et felles bilde av hva som er de største truslene og hva som er relevante tiltak og aksjoner for å skape sikker drift. Tekniske og organisatoriske barrierer mot uønskede hendelser og alvorlige konsekvenser av disse, blir en viktig del av analysen. Målet er å konkludere om dagens brusystem og drift har forsvarlig sikkerhet eller hva som eventuelt må til for å skape et forsvarlig sikkerhetsnivå.

2.3 Systembeskrivelse

Brua har brukere som en typisk bygate; ÅDT₂₀₀₇ er 14 200 og det er mange myke trafikanter. Trafikantgrupper er førere av lette kjøretøy, bussjåførere, syklister og gående. Blant de gående er det berusede, relativt mange eldre og også folk med en eller annen funksjonshemming som for eksempel bevegelseshemmede, hørsels- og synshemmede, demente. Dimensjonerende brukere er derfor de mest sårbare trafikantgruppene.

Bruas tverrprofil: Fortau (1,5 m) sykkelfelt (1,4 m), kjørefelt (2 x 3,4 m), sykkelfelt (1,4 m), fortau (1,5 m)

Elva er klassifisert som "hovedled" for fartøy og disse har derfor høyere prioritet enn biltrafikken på brua. Fartøy har lovhemlet rett til framkommelighet i elva uten forsinkelser. Dette forutsetter at brua åpnes når de skal forbi, bortsett fra to timer i døgnet hvor det er bestemt at brua ikke åpnes pga. svært stor biltrafikk (mandag – fredag kl. 07.30-08.30 og kl. 15.00-16.00). En bruåpning medfører ca. 5 minutters ventetid for trafikantene. Mannskapet om bord i båtene og folk som bor eller befinner seg nær elva i en nødsituasjon kan også omfattes av en ulykke. Høye lystbåter (seilbåter) har også rett til bruåpning når de kommer og

de har mange bruåpninger om sommeren. De har imidlertid større mulighet til å kunne stoppe og vente en stund. Skilt langs elva opplyser lystbåteierne om at de skal ringe Vegtrafikksentralen før ankomst og bestille bruåpning.

Bruåpninger fjernstyres fra Vegtrafikksentralen som ligger mellom de to vippebruene og innen synsvidde fra begge. Hver av bruene overvåkes av tre kameraer (to faste og ett bevegelig) som har hvert sitt skjermbilde på kontrollrommet på VTS'en. Operatørene kan se båter som kommer nedover fra Skien visuelt (gjennom vinduene eller på skjerm) ca. fem minutter før de er ved Porsgrunnsbrua. Brua åpnes når båten passerer Osebro

Bruoperatørene følger faste prosedyrer ved åpning og lukking, som omfatter å sette på røde varsellys og lydsignal, samt å senke bommene. Det finnes en nødstopppknapp på kontrollpanelet som låser klaffene i enhver åpen posisjon. Flere typer instruksjoner er etablert for håndtering av hendelser. Uønskede hendelser tilknyttet brua har vært HMS tema i mange år.

Brua, som er bygget i 1957, er godt vedlikeholdt og det er ikke åpenbare mangler ved styrings- eller overvåkingssystemet til VTS'en. Det gjennomføres ukentlige vedlikeholdsrutiner. Det planlegges en større oppgradering av bruas elektroutstyr i 2009, men ingen endringer for trafikkregulerende utstyr.

Litt historie:

- Varslingssystem var i utgangspunktet 1 bom, 2 stk vekselblinkende stopplys og 1 stk vekselblinkende stopplys for fotgjengere på hver side av brua.
- Brua ble styrt fra tårnet på brua frem til 1995.
- I 1995 ble brua bygget om til fjernstyring fra VTS'en. Videokameraer ble montert og brumannskapet flyttet til VTS'en. Ingen ombygging tilknyttet bomber og stopplys.
- Sommeren 2005 ble det etablert sykkelfelt på hver side av brua.
- Sommeren 2006 ble det etablert bomber i motgående kjørefelt samt nye og flere stopplys.

3. Identifisering av sikkerhetsproblemer

3.1 Registrerte uønskede hendelser

Det ble gjennomført et HAZID møte (Hazard identification) på Vegtrafikksentralen i Porsgrunn 21. januar 2009. Målet var å identifisere uønskede hendelser, medvirkende årsaker til disse og eventuelle risikoreducerende tiltak.

Det er registrert (både i registeret Merkur og gjennom erfaring) mange uønskede hendelser i tilknytning til brua. De vanligste er kjørende, syklende og gående trafikanter som ikke stopper når rødlisene slås på, men skynder seg over brua før klaffene går opp. Noen svinger også ut i motgående kjørefelt og forbi bommen. Dette krever stor oppmerksomhet fra operatørene slik at klaffene ikke åpnes mens det er folk i faresonen. Andre hendelser er biler som blir stående ute på klaffen eller under bommen slik at denne ikke kan gå ned, uvarslet drift og vedlikehold av brua (for eksempel av kommunens entreprenører), uvarslede utrykningskjøretøy, tekniske feil ved brua (klaffene blir stående oppe), kamerabortfall, dårlig sikt pga. tett tåke eller mørke/lysreflekser som gir dårlige skjermbilder. Det har også vært tilfeller av klatring under brua og selvmord fra brua.

Eksempler på registrerte hendelser:

- To ungdommer som sprang ut på klaffen når brua var på vei opp. (Trykket på stoppknappen)
- Mange syklister tar ikke hensyn til at de skal holde seg i sykkelfeltet i kjøreretningen. Spesielt fra vest mot øst (oppstrøms) sykles det mye mot kjøreretningen.
- Biler blir stående for langt frem, får panikk og rygger i bilen bak.
- Store båter følger ikke alltid reglementet. Hadde stor båt på vei opp elva. Fikk høre en annen stor båt kalle opp denne og sa han var på vei ut elva og var i nærheten av fagskolen. Han hadde ikke kontaktet oss. *Seilingsforskriftene og brureglementet har klare regler for bl.a. kommunikasjon.*
- Mindre båter. Ofte dårlig kommunikasjon med båtene, spesielt båter som tar kontakt via mobiltelefon.
- Kameraovervåkingen har varierende kvalitet. Spesielt ved nedbør (regn og snø) og i skarpt sollys. Også nattkameraene er dårlige, spesielt i regnvær. Derfor må det til tider være to personer i brurommet, slik at én operatør kan bruke kikkert for å se at det ikke er bevegelse på brua.
- Ofte brukes høytaleranlegget for å rope til fotgjengere som ignorerer igangsatt bruåpning.
- Sporadisk vedlikehold: Det er meget viktig med god kommunikasjon med de ulike firmaene som utfører arbeid på brua. Det er også forskjellige aktører som brøyter kjørebanelen og fortauet.

3.2 Identifiserte uønskede hendelser og medvirkende faktorer

Følgende uønskede hendelser og medvirkende årsaker ble identifisert på HAZID-samlingen:

Uønskede hendelser (Uh)	Medvirkende årsaker
Fotgjengere faller fra klaff og blir klemt eller faller i elva	<ul style="list-style-type: none"> • Overser sperringer og rødblink • Passerer med vilje (ignorerer / manglende respekt for rødblink; vet at de har litt ekstra tid før klaffene går opp) • Spenningssøking • Lang åpningstid – vil ikke vente • Teknisk svikt ved kommunikasjon med brua (kameraer kutter ut) • Blindsoner for kameraene • Belysning/lysforhold/værforhold (tåke) i forhold til kameraovervåkingen • Delvis bruåpning ved vedlikehold oppleves annerledes enn ved full åpning. (Spesielt ungdom og berusede personer prøver å passere) • Mangler fysisk sperre for gående på fortauet. • Noen blir usikre når klokkene begynner å ringe mens de er ute på brua
Syklist faller ned fra klaff	<ul style="list-style-type: none"> • Sykler i sykkelfelt på venstre (feil) side og møter stengt bom – blir deretter stengt mellom bommer. • Sykkelvelt på brua • Kort avstand fra stopp til klaff. Skal lite til før klaffen er blokkert.
Fotgjenger/syklist blir klemt av rekkverket under åpning/lukking	<ul style="list-style-type: none"> • Unger/ungdom henger på rekkverket/klaffene når klaffene går ned. • Fysisk uheldig løsning at rekkverket følger med ved åpning.
Påkjørt syklist	<ul style="list-style-type: none"> • Kryssing av vegbanen på brua • Sykler på feil side, møter syklist og foretar unnamanøver. • Påkjøring bakfra ved stopp på brua ved bom eller bak annet kjøretøy bl.a. pga. manglende synlighet/uoppmerksomhet/ blanding av sol • Rødblink tar fokus vekk fra stanset sykkel. • Stanset sykkel oppfattes som kø som kan kjøres forbi.

Uønskede hendelser (Uh)	Medvirkende årsaker
	<ul style="list-style-type: none"> • Krumning på brua gir mindre oversikt fremover. • Dårlig sikt pga. tårn ved sykling på fortauet • Konflikt på fortau ved feing/snørydding
Mopedist/MC påkjørt	<ul style="list-style-type: none"> • Påkjøring bakfra ved stopp på brua ved bom eller bak annet kjøretøy bl.a. pga. manglende synlighet/uoppmerksomhet/ blending av sol. • Rødblink tar fokus vekk fra stanset moped/MC. • Stanset moped/MC oppfattes som kø som kan kjøres forbi. • Krumning på brua gir mindre oversikt fremover.
Bil påkjøres bakfra	<ul style="list-style-type: none"> • Overser rødblink/stansede biler • Glatt vegbane • Uoppmerksomhet • Blending av sol
Bruåpning blokkeres	<ul style="list-style-type: none"> • Bil kjører på rødt eller utenom kø • Bil påkjøres bakfra og skyves under bom og ut på klaff. • Fotgjenger/syklist fjerner seg ikke fra bruklaffen.
Påkjenning for operatører ved VTS	<ul style="list-style-type: none"> • Uønskede hendelser på brua • Fartøy på veg ned mot brua samtidig som det oppstår trafikale eller tekniske problemer • Spesielle værforhold, spesielt tåke. • Dilemmaer – tvilstilfeller • Når øvrig arbeidsbelastning er stor (vinter – vanskelige kjøreforhold)
Feilhandling av operatører	<ul style="list-style-type: none"> • Overser trafikanter på brua • Feilbedømmer trafikale forhold • Prosedyrene ”glipper” • Stress
Påkjenning av operatør som utfører vedlikehold på brua	<ul style="list-style-type: none"> • Beslutning om stengning av brua for trafikk • Utrykningskjøretøy kommer etter stengning • Tidspres • Direkte kjeft fra trafikanter
Fartøy/nyttefartøy kjører på brua (klaffene nede)	<ul style="list-style-type: none"> • Høy vannhastighet, vanskelig å stoppe/snu • Tekniske problemer med å åpne brua • Trafikanter på brua forhindrer bruåpning

Havnevesenet opplyser at normal hastighet på vannet i elva er rundt 3 knop og da er det innbefattet vannet som går gjennom kraftstasjonen i Skien samt utgående vann i forbindelse med vannstandsskiftninger. Hvis vannhastigheten kommer over 6 knop, skal leden stenges for båttrafikk. I praksis vil det si at leden stenges når vannmengden ut fra Hjellevannet er ca. 1100 m³/sek

Nyttefartøyer kan ha en vekt på 1000 tonn og går normalt uten los.

Hvis brua ikke går opp, kan fartøyet treffe landkaret, men båtføreren vil prøve alle andre løsninger på å stoppe enn å treffe brua. Den vil evt. gå på grunn før den treffer bebyggelsen. Selv ved sammenstøt med brua vil det neppe føre til personskade på mannskapet.

Bruvedlikeholdsseksjonen i Veg- og trafikkavdelingen (Trygve Stien) sier på spørsmål i etterkant av HAZID-samlingen at et fartøy normalt fanges inn av ledelensene og styres mot bruas høyeste punkt. Da er det bare hytta på fartøyet som treffer brua og brukonstruksjonen vil ikke få noen skade. Hvis en tung båt (f.eks. lastet med sand) i verste fall skulle komme helt ut av kurs og treffe en brusøyle, kan det føre til kraftig setning av brua med vridning av vegbanen. Dette kan forplante seg langt innover mot land. Det er bare trafikantene på klaffene som vil berøres av en slik påkjørsel. En slik hendelse forutsetter at det skjer et trafikkuhell rett før bruåpningen eller oppstår tekniske problemer med brua og at fartøyet ikke klarer å stoppe. Sannsynligheten for dette er liten.

4. Risikovurdering


De uønskede hendelsene kan samles i 5 hovedhendelser (Uh):

1. Fotgjengere kommer ut på brua etter igangsatt prosedyre for bruåpning.
2. Syklister kommer ut på brua etter igangsatt prosedyre for bruåpning.
3. Bil blir påkjørt bakfra
4. Moped/MC blir påkjørt bakfra
5. Fartøy kjører på brua

Risikomatrise			
Antatt konsekvens \ Antatt frekvens	Lettere skadd	Hardt skadd	Drept
Svært ofte (minst 1 gang per år)			
Ofte (1 gang hvert 2 -10. år)	Uh1, Uh2, Uh3		
Sjelden (1 gang hvert 11. - 30. år)		Uh1, Uh2, Uh4	
Svært sjelden (sjeldnere enn hvert 30. år)	Uh5		Uh1, Uh2, Uh4

Risikomatrisen viser hvordan gruppa anslo frekvens (sannsynlighet) og konsekvens av de ulike uønskede hendelsene. Nummereringen av hendelser henviser til listen over.

Fargekodene angir en vurderingsskala for risiko i henhold til Håndbok 271 og kan tolkes slik:

	Tiltak ikke nødvendig		Tiltak skal vurderes
	Tiltak bør vurderes		Tiltak nødvendig

Siden det er gjennomført en kvalitativ og ikke en kvantitativ risikoanalyse, er risikoprofilen (de ulike hendelsenes bidrag til risiko) som framkommer i matrisen viktigere enn antall drepte og skadde. Risikoprofilen viser at det er uønsket hendelse 1 og 2 som gir de største bidragene til risiko og ergo er de mest kritiske. Deretter kommer uønsket hendelse nr 4, 3 og 5.

5. Mulige tiltak

Mulige tiltak mot de uønskede hovedhendelsene:

Uønskede hendelser (Uh)	Tiltak
Uh1: Fotgjengere kommer ut på brua etter igangsatt prosedyre for bruåpning	<ul style="list-style-type: none">• Bedret belysning ved bommer og venteområder. Kobles til bruåpningen og strømforsyning hentes fra brua.• Fysisk sperre/bomløsning med underhinder plassert på fortauet. Plassering må unngå innesperring av trafikanter• Vurdere flytting av bommer og rødblink lenger vekk fra klaffene• Politikontroll ved planlagt vedlikehold• Vurdere mulighet for effektiv fysisk sperring på begge bruendene ved vedlikeholdsarbeid (uttrekkssperring)
Uh2: Syklister kommer ut på brua etter igangsatt prosedyre for bruåpning.	<ul style="list-style-type: none">• Bedret belysning ved bommer og venteområder. Kobles til bruåpningen og strømforsyning hentes fra brua.• Fysisk sperre/bomløsning med hinder under plassert på fortauet. Plassering må unngå innesperring• Vurdere ensidig sykkelveg atskilt fra kjørevegen som erstatning for sykkelfeltene• Vurdere flytting av bommer og rødblink lenger vekk fra klaffene• Politikontroll ved planlagt vedlikehold• Vurdere mulighet for effektiv fysisk sperring på begge bruendene ved vedlikeholdsarbeid (uttrekkssperring)
Uh3: Bil blir påkjørt bakfra Uh4: Mopedist/MC påkjørt bakfra	<ul style="list-style-type: none">• Bedret belysning ved bommer og venteområder. Kobles til bruåpningen og strømforsyning hentes fra brua.• Forvarsel av bruåpning ved variable skilt og gulblink. Vurdere plassering i forbindelse med omkjøringsmuligheter.
Uh5: Fartøy kjører på brua	<ul style="list-style-type: none">• Alle tiltak som hindrer trafikanter i å være på brua ved åpning• Gode vedlikeholdsrutiner• God kommunikasjon mellom VTS og fartøyene

6. Operatørpåkjenninger

Operatørpåkjenninger, der operatøren på VTS'en ikke har full kontroll over gående og syklende, kan oppsummeres i følgende hendelser (Op):

1. Trafikantenes stopper ikke når stengig varsles (rødlys, lyd, bommer))
2. Dårlig kamerakvalitet ved spesielle værforhold
3. Manglende kameradekning (*bidrar ikke til økt risiko, men til økt usikkerhet*)
4. Tekniske problemer med å få åpnet brua
5. Vegbelysningen faller ut

Tunge fartøy som kjører på brua ble vurdert som svært lite sannsynlig i HAZID-samlingen. For at et sammenstøt skal forekomme må to sjeldne hendelser inntreffe samtidig:

- 1) Bruklaffene går ikke opp som de skal pga trafikale eller tekniske problemer og
- 2) Fartøyene klarer ikke å snu eller manøvrere seg bort fra brua. Det antas at fartøyene vil prøve alle utveier for å unngå å treffe brua.

Et "worst case" scenario er imidlertid en situasjon hvor et tungt fartøy kommer i relativt høy fart (opp mot 10 knop pga høy vannhastighet) ned mot brua samtidig med at et akutt teknisk eller trafikalt problem gjør bruåpning umulig. Ledelensene skal føre fartøyet inn mot midten av brua slik at bare mast/skorstein/hytte ødelegges, men i verste fall går båten ukontrollert inn i et landkar og store deler av brua får en setning/vridning. Det kan føre til både store materielle skader og alvorlige personskader.

Selv om sannsynligheten for en slik hendelse er lav vil et hvert tilløp til et slikt scenario utgjøre en stor mental belastning for operatørene på VTS'en. Det er generell enighet om at risikoen knyttet til påkjørsel av brua er lav fordi sannsynligheten for at det skal skje er svært liten. Det er etablert en rekke barrierer både mot at brua ikke skal kunne åpnes på en sikker måte og at et fartøy skal komme for nær brua med klaffene nede (f.eks. varsling av trafikanter, ekstraordinære vedlikeholdsrutiner, visuell og verbal kontakt mellom VTS'en, brua og fartøy). Usikkerheten som fortsatt måtte eksistere er knyttet til påliteligheten av barrierene; Vil alle stoppe for rødt lys og bommer? Vil kameraene virke når det virkelig er bruk for dem? Vil alle fartøy klare å manøvrere seg unna landkarene i en akutt situasjon?

Man kan tenke seg to prinsipielt ulike situasjoner: 1) Et tungt fartøy i høy fart er på veg mot brua mens tekniske problemer umuliggjør en åpning. I en slik situasjon har ikke operatøren annet valg enn å varsle/evakuere trafikantene på brua og varsle fartøyet. 2) Et tungt fartøy i høy fart er på veg mot brua mens operatøren er usikker på om det er folk ute på bruklaffene (f.eks. pga. tåke og manglende sikt). I denne situasjonen har operatøren valget mellom å åpne brua og risikere å skade noen som befinner seg der eller å la være å åpne brua og risikere at båten kjører på brua. På grunn av det aktive valget som operatørene må gjøre, vil situasjon nr. 2 vil være mest belastende.

Mulige tiltak:

1. Redusere antall bruåpninger (Op1 og 4)
2. Vurdere kamerakvalitet, plassering og antall kameraer (reserve) (Op2 og 3)
3. Kontakt med AMK – gjensidig varslings
4. Revurdering av prosedyrer knyttet til valg ved usikkerhet om brua er tømt for trafikanter. (Op2 og 3)
5. Øving på vanskelige beslutninger, jf pkt. 4. (Op2 og 3)
6. Informasjon om ønsket trafikantatferd ved bruåpning: Invitere på besøk til VTS'en: skoler (ungdomsskoler, videregående), ATL (innspill i kjøreopplæring, mopedopplæring) (Op1)
7. Egen strømforsyning fra brua for ekstra belysning (Op5)

7. Anbefaling

Fotgjengere og syklister som kommer ut på brua etter igangsatt prosedyre for bruåpning er vurdert som den mest kritiske hendelsen i risikoanalysen. Tiltak mot dette problemet antas derfor å ha størst effekt og må prioriteres. Det vil i stor grad være de samme tiltakene som virker mot begge trafikantgruppene.

Moped, MC og bil som blir påkjørt bakfra etter å ha stoppet for rødt lys og bom, kan også ses som ett problem selv om skadegraden blir ulik. Tiltaket som har høyest prioritet virker også mot dette problemet.

Mulige risikoreducerende tiltak mot uønskede hendelser	Antatt effekt	Antatt kostnad
1. Bedret belysning ved bommer og venteområder. Kobles til bruåpningen og strømforsyning hentes fra brua. Bedrer også forholdene for kameraovervåkingen	Høy	150 000,-
2. Fysisk sperre/bomløsning med underhinder plassert på fortauet. Plassering må unngå innesperring av trafikanter	Middels	350 000,-
3. Flytting av bommer og rødblink lenger vekk fra klaffene	Middels	300 000,-
4. Vurdere ensidig sykkelveg som erstatning for sykkelfeltene	Middels	Små
5. Effektiv fysisk sperring på begge bruendene ved vedlikeholdsarbeid (uttrekkssperring)	Middels	200 000,-
6. Politikontroll ved planlagt vedlikehold	Lav	Politi
7. Forvarsel av bruåpning med variable skilt og gulblink. Vurdere plassering i forbindelse med omkjøringsmuligheter.	Lav	200 000,-
Mulige usikkerhetsreducerende tiltak mot operatørpåkjenninger		
A. Forbedre kamerakvalitet, plassering og antall kameraer (reserve)	Høy	300 000,-
B. Gjennomgå og komplettere prosedyrer knyttet til beslutning om bruåpning når det er usikkerhet om brua er tømt for trafikanter.	Middels	Små
C. Øving på vanskelige beslutningssituasjoner	Middels	Små

Kommentar til tiltak 4:

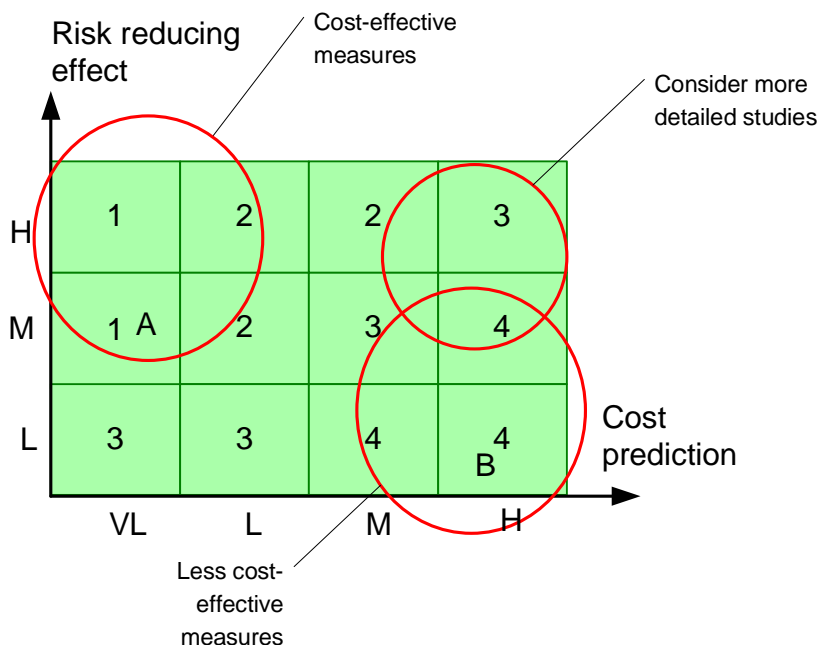
Det er et problem at det er mange som sykler i sykkelfeltet mot kjøreretningen. Når varslingen er igangsatt kommer de først til en åpen bom og når de har passert klaffene møter de en stengt bom og er på en måte innestengt. Problemstillingen og mulige tiltak vurderes i en større sammenheng i forbindelse med sykkelplan for Grenland.

Systematisering av tiltakenes risikoreduserende effekt og kostnader:

Kostnad Effekt	Svært lav (< kr 100.000)	Lav (kr 0,1 - 1 mill)	Middels (kr 1 - 5 mill)	Høy (> kr 5 mill)
Høy		<ul style="list-style-type: none"> • Bedret belysning ved bommer og venteområder. • Forbedre kamerakvalitet, plassering og antall kameraer 		
Middels	<ul style="list-style-type: none"> • Gjennomgå og komplettere prosedyrer knyttet til beslutning om bruåpning når det er usikkerhet om brua er tømt for trafikanter. • Øving på vanskelige beslutnings-situasjoner 	<ul style="list-style-type: none"> • Fysisk sperre/bom-løsning med underhinder plassert på fortauet. • Flytting av bommer og rødblink lenger vekk fra klaffene • Effektiv fysisk sperring på begge bruendene ved vedlikeholds-arbeid 		
Lav	<ul style="list-style-type: none"> • Politikontroll ved planlagt vedlikehold 	<ul style="list-style-type: none"> • Forvarsel av bruåpning med variable skilt og gulblink 		

7.1 Prioritering av tiltak

Figuren under viser et forslag til prioritering av tiltak basert på kostnadseffektivitet, som er fulgt i bl.a. oppgradering av eksisterende tunneler på E18 i Telemark og Aust-Agder.



Kostnadseffektivitetsmatrise for tiltak i eksisterende tunneler (Haver et al, 2008)

Nummereringen angir prioriteringsrekkefølgen fra 1 til 4. Hovedprinsippet er at tiltak øverst til venstre i matrisen prioriteres foran tiltak nede til høyre. Kostnader tillegges her stor vekt siden ingen tiltak med middels eller høye kostnader blir prioritert høyest uansett effekt. En sammenlikning av kostnadseffektivitet ved ulike tiltak i en slik matrise forutsetter at både effekt og kostnader er på "samme skala" og ikke i helt ulike klasser.

Prioritet	Tiltak
1	<ul style="list-style-type: none"> Gjennomgå og komplettere prosedyrer knyttet til beslutning om bruåpning når det er usikkerhet om brua er tømt for trafikanter. Øving på vanskelige beslutningssituasjoner
2	<ul style="list-style-type: none"> Bedret belysning ved bommer og venteområder. Forbedre kamerakvalitet, plassering og antall kameraer Fysisk sperre/bomløsning med underhinder plassert på fortauet. Flytting av bommer og rødblink lenger vekk fra klaffene Effektiv fysisk sperring på begge bruendene ved vedlikeholdsarbeid
3	<ul style="list-style-type: none"> Politikontroll ved planlagt vedlikehold Forvarsel av bruåpning med variable skilt og gulblink
4	<ul style="list-style-type: none"> Ingen av de foreslåtte tiltakene har så høy kostnad at de havner i kategori 4