
Sammendrag:

Nytte-kostnadsanalyse av tiltak rettet mot å redusere skadekonsekvensen av rullebaneutforkjøring ved Tromsø lufthavn

TØI rapport 1507/2016

Forfattere: Knut Veisten, Rune Elvik, Paal Brevik Wangsness
Oslo 2016, 32 sider

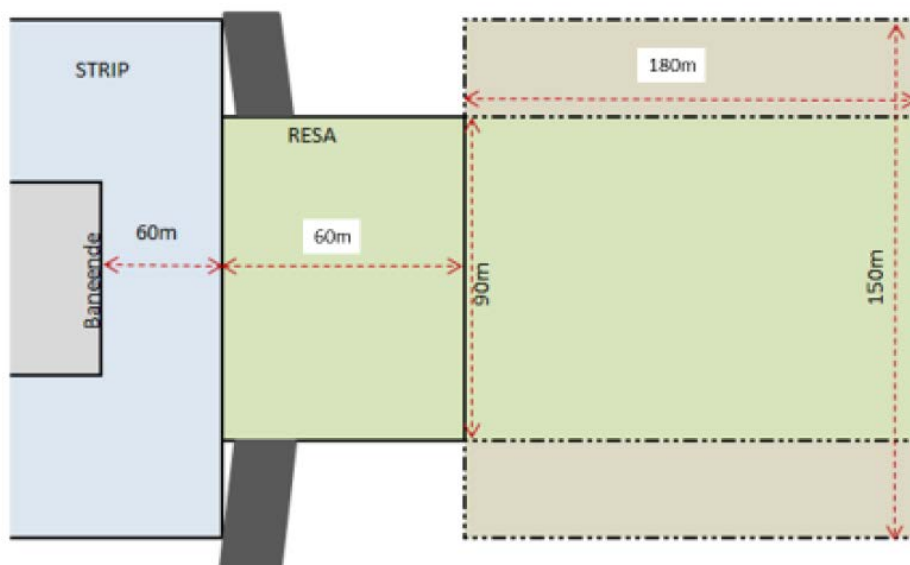
Rapporten gjennomgår en nytte-kostnadsanalyse av et foreslått tiltak om å utbedre sikkerhetsområdet bak rullebaneenden, i sørenden av Tromsø lufthavn Langnes. Hensikten med tiltaket er å redusere det potensielle skadeområdet av såkalte utforkjøringstilfeller ved landing/avgang. Nytte-kostnadsanalysen er basert på usikker informasjon, både om utgangssituasjonen og om den endringa som tiltaket skal føre til. Imidlertid finnes et godt datagrunnlag for statistisk modellering av stoppunkter i lengde fra rullebaneenden og i bredde fra senterlinja. Dette gir grunnlag for å estimere andelen av fly, som ikke klarer å stoppe, eller ikke evner å lette, før rullebaneenden, som vil havne i de «manglende ytre rektanglene» i sikkerhetsområdet ved Langnes. Dette kan skje anslagsvis i 10-15% av alle tilfellene der et fly kjører utfor rullebaneenden, og dermed vil også det forventede skadeområdet være høyere ved Langnes enn ved lufthavner som har standardbredde på sikkerhetsområdet, alt annet likt. Skadeområdet omfatter både primæreffekter, som skader på fly, installasjoner og passasjerer, og sekundæreffekter, som forsinkelse og venting/stenging for passasjerer, flyselskap og lufthavn. I Tromsø kommer det også med effekter på den fylkesvegen som går i tunnel under det innsnevrede feltet i sikkerhetsområdet. Med antatt fordeling av skadeomfang ved ulike typer ulykker og hendelser, og med tilordnede skadekostnader basert på nasjonale verdsetninger og opplysninger fra internasjonal litteratur, så estimeres en nytte-kostnadsbrøk til så vidt under 1. Med spesifisert usikkerhet i inputverdiene, blir gjennomsnittlig simulert nytte-kostnadsbrøk litt over 0,9, med 90 % av de simulerte nytte-kostnadsbrøkene mellom 0,6 og 1,3. Det er tiltaks-kostnaden som primært styrer utfallet av nytte-kostnadsanalysen.

Bakgrunn

Luftfartstilsynet har ønsket ei nytte-kostnadsvurdering av et tiltak for å redusere det potensielle skadeområdet av ei utforkjøring av rullebanen ved Tromsø lufthavn Langnes. Bakgrunnen for dette er at sikkerhetsområdet ved Tromsø lufthavn, i den sørlige enden, har ei innsnevring over veien som går mellom Tromsø by og Kvaløya (Fv 862). Dermed har flyplassen to «manglende felt» på hver side av sikkerhetsområdet som i verste fall kan føre til at et fly som ikke får stoppet (eller ikke får lettet, ved avgang) kan havne utfor tunneltaket.

Utforkjøring av rullebane (eng.: *runway excursion*, RE) er en type uønsket hendelse der fly havner utenfor den avgrensede rullebanen ved avgangs- eller landingsfasen. Sikkerhetsområdet bak rullebaneenden, er vanligvis et flatt og gruslagt/gressbevokst område med standardmål 300 meter lengde og 150 meter bredde. Sikkerhetsområdet skal bidra til at evt. utforkjøring fra rullebanen, ved landing eller avgang, evt. også ei for tidlig landing, ikke skal føre til store skader på fly og passasjerer/besetning.

Det konkrete tilfellet som ligger til grunn for denne nytte-kostnadsanalysen er Tromsø lufthavn Langnes, der sikkerhetsområdet etter rullebaneenden er delvis innsnevret (Luftfartstilsynet, 2013). Under sikkerhetsområdet i sørenden av rullebanen går fylkesveg 862 i en tunnel (108 m lang). Over denne tunnelen er sikkerhetsområdet kun 90 m bredt. Hele sikkerhetsområdet er dermed oppdelt i ei 60 meter lengde som er 150 meter bred, og så ei 60 meters lengde som er 90 meter bred (det innsnevrede området), og deretter ei 180 meters lengde som er 150 meter bred. Pga innsnevringa over fylkesvegen kan en vurdere den effektive bredda av sikkerhetsområdet til 90 m i hele dens lengde (grønt område i figur S.1), selv om en ytre del, sør for fylkesvegen, har 150 m bredde (inkludert de brune områder i figur S.1).



Figur S.1: Sikkerhetsområdet i sørenden av Tromsø lufthavn Langnes (for avganger og landinger mot sør, samt landinger mot nord). Standard for sikkerhetsområdet er 300×150 m. Det som er farget grønt (og brunt) i figuren betegnes på engelsk som «Runway end safety area» (RESA), mens det som er farget blått i figuren betegnes på engelskspråklig terminologi betegnes som «Strip», et flatt område langs rullebanen på begge sider, samt de første 60 m etter rullebaneenden. Sikkerhetsområdet i sørenden av Langnes er altså sammensatt av et felt på 60×150 m rett etter rullebaneenden, så et innsnevret felt over Fv862-tunnelen på 60×90 m (det er dermed to «manglende siderrektangler» à 60×30 m i sikkerhetsområdet), før det siste feltet på 180×150 m (Kilde: Luftfartstilsynet, 2013, samt ettersendt korrigerert figur fra Luftfartstilsynet).

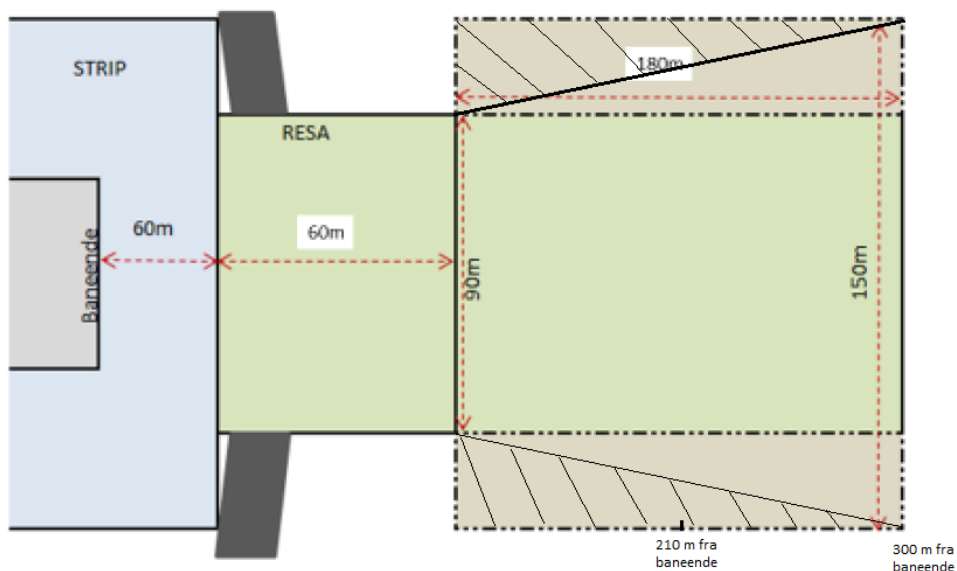
Ved avgang/landing mot sør (der flyene altså kommer i retning fra venstre, i figur S.1) vil et RE-tilfelle bety at flyet stopper etter passering av baneenden. Ved landing mot nord (der flyene altså kommer i retning fra høyre, i figuren) så vil for tidlig landing bety at flyet lander før det når rullebanen – lander til høyre for det som i figuren er betegnet som «baneende».

Nytte-kostnadsanalyse av et tiltak som skal redusere konsekvensen av rullebaneutforkjøring (RE)

Nytte-kostnadsanalyser gjennomføres for prosjekter og tiltak som gir opphav til ei eller anna endring. Det vil alltid være usikkerhet rundt slike estimerte framtidige endringer. I noen analysesituasjoner vil man ha god kjennskap til utgangssituasjonen, dvs. de ulike fysiske og monetære størrelsene uten tiltak. I vårt tilfelle med Tromsø lufthavn Langnes og et innsnevret sikkerhetsområde i sørenden av rullebanen, så har vi usikre estimater for flere av de fysiske og monetære størrelsene som gjelder i utgangssituasjonen. Den beregnede frekvensen av rullebaneutforkjøringsulykke (RE-

ulykke) ved landing med fly tyngre enn 5,7 tonn på norske flyplasser er basert på kun seks tilfeller av 6,2 mill. bevegelser over en femtenårsperiode. Dessuten tar vi i våre beregninger kun med den andelen av RE-tilfeller som har havnet over rullebaneenden (samt for tidlig landing), ikke RE-tilfeller til siden av rullebanen før rullebaneenden. Videre er det betydelig usikkerhet tilknyttet konsekvensen, det skadeomfanget ulike typer RE-ulykker eller RE-hendelser medfører.

Stoppunkt i økende longitudinell distanse fra rullebaneenden og stoppunkt i økende lateral distanse fra rullebanesenterlinja kan regnes som uavhengige av hverandre, så dermed kan stoppunkt i en bestemt longitudinell og lateral distanse gis som produktet. Med dette har vi kunnet estimere relativ frekvens av stoppunkt i de «manglende ytre rektanglene» i sikkerhetsområdet i sørenden av Langnes. Vi legger også til to trekantede felt som ligger lenger ut fra rullebaneenden enn disse to «manglende ytre rektanglene», for fly som har stoppunkt (figur S.2).



Figur S.2: Skraverte trekantområder lenger ut enn innsnevringa med RE-stoppunkter som antas «berørt av» det innsnevrede feltet – at stoppunkter i trekantene kan antas «teoretisk» å ha innbefattet passering over de «manglende siderektanglene» i sikkerhetsområdet (kilde: Luftfartstilsynet 2013, samt ettersendt korrigeret figur fra Luftfartstilsynet; egen bearbeiding).

Det ble estimert at ca. 10-15 % av stoppunktene ved RE eller for tidlig landing vil ligge i disse ytre områdene av sikkerhetsområdet, en litt høyere andel enn 15 % for RE ved avgang, og en litt lavere andel enn 10 % for for tidlig landing. Dette er estimater som følger av en såkalt overlevelseshetsfunksjon, med parametere som er estimert slik at funksjonen har god tilpasning til observasjonene – de registrerte stoppunktene i et stort datamateriale fra europeiske flyplasser.

Selve skadekostnadsestimatene for ulike RE-ulykker er i stor grad basert på internasjonal litteratur. Fordelinga mellom ulykker og hendelser (25 % - 75 %) synes rimelig robust, men selve spesifikasjonen av skadegrader innenfor ulykketkategorien er opplagt usikker. Likevel, at en får ei vridning oppover i forventet skadeomfang ved Tromsø, er for så vidt styrt av den estimerte andelen stoppunkter i de «manglende siderektanglene» (eller, teoretisk, har medført passering over disse).

Følsomhetsanalysen indikerer at mer presisering av tiltakskostnaden er viktigst for nettonytteestimatet

Pga. usikre estimater og manglende kjennskap til ulike bakenforliggende inputfordelinger til nytte-kostnadsanalysen av feltutvidelsestiltaket (til standard 300×150 meter) på sikkerhetsområdet i sørenden av Langnes, så har vi inkludert en relativt omfattende følsomhetsanalyse. Endringer i ulike input til det som er forventet skadeomfang av en hendelse (rullebaneutforkjøring landing/avgang eller for tidlig landing), ved (større) norske flyplasser generelt og ved Langnes, vil påvirke den estimerte nytten av tiltaket. I hovedestimatet er den årlige forventede konsekvensen, skadeomfanget, ved Tromsø lufthavn Langnes estimert til i overkant av 9 mill. kr, mens det er estimert til snaut 5 mill. kr ved andre norske flyplasser. Dette gir et årlig nytteestimat av tiltaket på snaut 5 mill. Endringer i noen enkeltinput (som forutsetningen om hvor stor økningen er i andelen katastrofale og store ulykker ved Langnes pga innsnevret sikkerhetsområde i sørenden) vil alene kunne bevege (netto)nytteestimatet ca 1 mill. kr opp og ned. Hvis flere inputverdier går mot de lavere anslagene, f.eks. flyplassstengetida etter ulykker, så kan nettonytten ende opp godt under null (når tiltakskostnaden holdes fast lik 100 mill. kr.). Men, det er altså forutsetningen om størrelsen på tiltakskostnaden som har størst effekt på nettonytte- og NK-brøkestimatene.

Usikkerhetsintervallet for tiltakskostnaden er satt slik at det er en sterkere tendens til underestimering enn overestimering, som stemmer med etterundersøkelser som er blitt foretatt av tiltakskostnadsestimat. Det er denne inputverdien som primært styrer utfallet av nytte-kostnadsanalysen. Det er dermed tiltakskostnaden for å utvide sikkerhetsområdet ved Langnes som bør tallfestes sikrere, for evt. å innsnevre det resultatet som nå foreligger (tabell S.1): Gjennomsnittlig årlig nettonytte basert på (10.000) simuleringer, med trekking fra inputintervaller, er negativ (henimot minus 600.000 kr). Basert på «deterministiske analyse», med bruk av hovedinputverdiene, blir nettonytten nesten minus 200.000 kr. 90 % konfidensintervall fra simuleringene er lik ca {-2,4 mill.; +1,1 mill.}. Den gjennomsnittlige NK-brøken basert på (10.000) simuleringer er i underkant av 1, ca 0,92, og ligger nær den estimerte NK-brøken på den «deterministiske» analysen (ca 0,96), med 90 % konfidensintervall fra simuleringene lik {0,6; 1,3}.

Tabell S.1: Nettonytteestimat for tiltak (utvidelse av sikkerhetsområdet ved Tromsø lufthavn Langnes) og NK-brøk – deterministisk og simulert.

	Nytte	Tiltakskostnad	Nettonytte	NK-brøk
Deterministisk (hovedestimat)	4 670 000	4 860 000	-190 000	0,96
Simulert (følsomhetsanalyse)			-580 000	0,92