

MASTEROPPGAVE

Emnekode:

BE326E

Navn på kandidater:

Morten Vilh. Drefvelin, Ola-Kenneth Kobberrød og
John Arne Lande

Hvordan påvirker fastsand flyets reelle
retardasjonsevne?

Dato: 19. Mai 2016

Totalt antall sider: 148

Abstract

This master thesis is about the use of frozen sand on runways and how it's use influences an aircraft's real retardation capabilities. In Norway, there's been a general consensus of frozen sand's effectiveness for quite some time. Experience in this context is essential - as in the runway inspectors' approach of assessing all information available to him, consequently deciding if, when and how to apply the frozen sand.

Our subject was:

“How does frozen sand influence the aircraft's real retardation capability?”

We compared the IRIS-data against actual braking action-limited landings. The landings were completed on runways prepared with frozen sand. We collected data from five winter seasons from 2008-2013 and interviewed several runway inspectors with comprehensive experience.

We found that the use of frozen sand does have a positive impact on the aircraft's retardation capability. Another major finding is, that no standardized or special procedure applicable for the use of frozen sand exists. The individual runway inspector solely chooses whether or not to use frozen sand as a tool to enhance the braking action on the runway. They rely almost exclusively on their own acquired experience on the matter.

Forord

Med denne Masteroppgaven avsluttes en lang reise. Reisen ender i en avsluttende 30-poengs Masteroppgave i MBA i Luftfartsledelse, og den markerer slutten på et utrolig lærerikt og givende studium som har gått over tre år ved Nord Universitet i Bodø.

Det unike samværet på samlingene i Bodø sammen med andre betydningsfulle kolleger i vår bransje, har vært svært givende så vel faglig som sosialt. Det har blitt knyttet sterke bånd på tvers av ulike organisasjoner. Luftfartsstudiet og arbeidet med masteroppgaven har gitt oss mye ny kunnskap og mange positive erfaringer som vi vil kunne ta med oss videre i utøvelsen av vårt yrke som operative trafikkflygere.

Vi er tre stykker som har samarbeidet over lang tid med denne oppgaven. Det er ikke til å legge skjul på at arbeidet til tider har vært krevende og utfordrende. Samtidig har vi vært i den unike situasjon at vi har hatt veldig god veiledning fra to velrenommerte utdanningsinstitusjoner på samme tid; nemlig fra via vår bi-veileder Alex Klein-Paste, NTNU, institutt for bygg, anlegg og transport og gjennom vår hovedveileder på Nord Universitet; Jan-Oddvar Sørnes.

Vi vil derfor benytte anledningen til å behørig takke våre to veiledere, men også våre velvillige informanter som stilte opp for oss i denne oppgaven. Uten deres bidrag, hadde vi nok ikke kommet helt i mål.

Vi ønsker også å rette en stor takk til Armann Norheim, leder av ICAO Friction Task Force. Uten ham ville ideen til denne oppgaven ikke ha kommet opp. Han har vært en god diskusjonspartner underveis samtidig som han har vært en god bidragsyter med historisk materiale.

Avslutningsvis må vi også få lov til å takke våre aller næreste som har utvist stor grad av overbærenhet i forbindelse med studiet og i arbeidet med masteroppgaven. De har i lang tid vært eksponert for store praktiske utfordringer i hverdagen - kanskje spesielt i den siste fasen, hvor tiden viste seg å bli knapp. Uten uvurderlig hjelp fra våre familier hadde ikke dette prosjektet vært gjennomførbart.

Gjerdrum, 19. Mai 2016

Morten Vilh. Drefvelin

Ola-Kenneth Kobberrød

John Arne Lande

Sammendrag

Temaet for denne masteroppgave har bakgrunn i at det i Norge lenge har eksistert konsensus for at bruk av fastsand på rullebaner vinterstid under gitte forhold kan være et effektivt verktøy. Det blir ofte referert til erfaring i så henseende. Det refereres til den opplevde bremseeffekten flygerne har i det de lander, samt den erfaringen brøytemannskapene erverver seg om bruken og måten de preparerer banen på før landing.

Frem til nå har ingen tidligere koplet IRIS-data mot faktiske landinger på rullebaner preparert med fastsand med fokus på hvilke landinger som er såkalt friksjonsbegrenset. Selve metoden har blitt belyst tidligere, men ingen har sett på den reelle *effekten* av fastsand.

Vi så en mulighet til å gjøre noe med dette og utarbeidet følgende problemstilling;

«Hvordan påvirker fastsand flyets reelle retardasjonsevne?».

Den teoretiske delen ligger forankret primært i endringsledelse. Implementering av ny teknologi og nye prosedyrer er ofte vanskelig å akseptere uten videre. Menneskets naturlige skepsis mot forandring spiller en sentral rolle i vår teoretiske tilnærming.

Selve datainnsamlingen var delt i to. Brorparten av de empiriske data er innhentet fra fem vintersesonger fra 2008 til 2013. Dette er IRIS-data, SNOWTAM-data og ferdsskriver-data, innhentet gjennom avtale mellom Avinor og oss.

Under arbeidet oppstod det et behov for å innhente mer utfyllende informasjon om hvilke faktorer som ligger til grunn for at fastsand blir brukt, hvilke metoder som benyttes og om det eventuelt eksisterer ulike retningslinjer for bruken. Slik endte vi opp med å gjennomføre dybdeintervjuer av til sammen ni anonymiserte informanter i Avinor. De ulike dataene, gjennom tall og intervjuer er med på å underbygge hverandre, og vi ervervet en bedre forståelse for fenomenet vi studerte.

Resultatene viser at det er grunnlag for å mene at fastsand har en målbar effekt på flyets retardasjonsevne. Videre funn viser at det ikke eksisterer noen etablerte og sammenfallende retningslinjer innad i Avinorsystemet på bruk av fastsand. Bruken er kun basert på opparbeidet erfaring hos den enkelte brøyteleder på de ulike lufthavnene.

Begrepsordliste

ADOP: Aerodrome Operations and Design Panel

Advisory Circular: Anbefalingsnotat fra FAA

AFM: Airplane Flight Manual, Boeing aircraft only

AIBN: Accident Investigation Board Norway, Statens Havarikommisjon for Transport

Aircraft Performance: Flyets ytelser og begrensninger

AIS: Aeronautical Information Services

Annexer: Vedlegg fra ICAO

Anti-Skid: ABS bremses på fly

ARC: Aviation Rulemaking Committee

ATIS: Automatic Terminal Information Service

Aviform L50: Fargeløs, luktfri væske brukt for å forbedre bremseeffekt på kontaminerte rullebaner

B737: Fellesbetegnelse for Boeing 737, To-motors mellomdistanse jetfly

Best Practice: Engelsk fellesbetegnelse på den beste sammenfallende praksis

CPDLC: Controller Pilot Data Link Communication

FAA: Federal Aviation Administration

FOD: Foreign Object Damage

FoU: Forskning og Utvikling

Frozen sand: Fastsand

FTF: Friction Task Force

GFMD: Ground Friction Measurement Device

IATA: International Air Transport Association

ICAO: International Civil Aviation Organization

IRIS: Integrated Runway Information System

JWRFMP: Joint Winter Runway Friction Measurement Program

Kontaminant: Uspesifisert type av forurensning på en rullebane (av engelsk Runway Contaminant)

NASA: National Aeronautics and Space Administration

NOTAM: Notice To Airmen

NSD: Norsk Senter for Forskningsdata

RCAM: Runway Condition Assessment Matrix

RCR: Runway Condition Report

RERR: Runway Excursion Risk Reduction

RWYCC: Runway Condition Code

SARP: Standards And Recommended Practices

SNOWTAM: Spesialisert NOTAM format som omhandler is- og snøforhold på rullebaner

TALPA ARC: Takeoff And Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee

μ : Den greske bokstaven my, i denne forbindelse brukt om friksjon

μ_B : Braking Action μ , i denne sammenheng brukt som total friksjonskoeffisient

Oversikt over figurer

Figur 1-1 Havaristen få minutter etter ulykken (Havarirapporten etter G-ALZU, 1959)	3
Figur 1-2 Air Ontario Flight 1363 endte i et skogholt i enden av rullebanen. (Havarirapporten etter C-FONF, 1992)	6
Figur 1-3 Southwest Airlines Flight 1248 endte opp i et veikryss i forlengelsen av rullebanen (Havarirapporten etter N471WN, 2007)	7
Figur 1-4 Rullebanekondisjonskoder som angitt i TALPA ARC matrisen (ICAO SL, 2015) ..	9
Figur 1-5 Modell over selve masteroppgaven og dens struktur	11
Figur 1-6 Elementer som bestemmer estimert rullebanefriksjon	12
Figur 2-1 Teori om struktur (Giddens, 2007).....	16
Figur 2-2 Reflekterende overvåkning (Giddens, 2007).....	18
Figur 2-3 Swiss Cheese modellen (J. Reason, 1990)	24
Figur 2-4 Prosentvis slipp på en våt rullebane (ICAO Doc 9137, 2002)	32
Figur 2-5 IRIS-modellen (Klein-Paste et al., 2015)	38
Figur 2-6 Forurensningskoder K (Klein-Paste et al., 2015)	39
Figur 2-7 Klassifisering av forskjellig forurensning (Klein-Paste et al., 2015)	40
Figur 2-8 Effekten av rullebanens overflatetemperatur (Klein-Paste et al., 2015)	42
Figur 2-9 Sammenligning av predikert og opplevd bremseeffekt (Klein-Paste et al., 2015)...	44
Figur 2-10 RCAM (ICAO SL, 2015)	47
Figur 3-1 Den hermeneutiske spiral (Jacobsen, 2013)	54
Figur 3-2 Klassifisering av relevant lufthavn	57
Figur 3-3 Utvalg av kilder – ulike typer frafall	59
Figur 3-4 Datamaterialets variabler	60
Figur 4-1 Friksjonskraft mot normal slipp rate (%)	74
Figur 4-2 Sannsynlighet for å få friksjonsbegrenset landing på type kontaminant (med tillatelse, Klein-Paste, 2015)	75
Figur 4-3 Oversikt over friksjonsklasse med tilhørende μ_B (Klein-Paste, 2015)	76
Figur 4-4 Friksjonsbegrensede landinger på fastsand.	76
Figur 4-5 Fordeling av friksjonsbegrensede landinger i klasser før fastsand er pålagt.....	80
Figur 4-6 Landinger på kombinasjon av våt bane og is.	81
Figur 4-7 Forbedring fra «POOR».	82
Figur 4-8 Forbedring fra «NIL».	82
Figur 4-9 Forbedring fra «MEDIUM-POOR».	84
Figur 4-10 Forbedring fra «MEDIUM».	85
Figur 4-11 Forbedring fra «GOOD-MEDIUM».	86
Figur 5-1 Innovasjon-avgjørelses prosessen (Everett M. Rogers, 1962)	103
Figur 5-2 «Bøtter» med kontaminanter som gir lik rullebanekondisjonskode.....	110
Figur 6-1 Oversikt over pilotrapporter	119

Oversikt over Appendiks/Vedlegg

Vedlegg 1: Avtale inngått med Avinor, Nord Universitet og studentene

Vedlegg 2: Taushetserklæring inngått med Avinor

Vedlegg 3: Notat – Ikke friksjonsbegrensede landinger fastsand

Vedlegg 4: Technical Note - IRIS

Vedlegg 5: Epost til Lufthavnsjefer

Vedlegg 6: Intervjuguide

Innholdsfortegnelse

Abstract	i
Forord	ii
Sammendrag	iii
Begrepsordliste	iv
Oversikt over figurer	vi
Oversikt over Appendiks/Vedlegg	vii
Innholdsfortegnelse	viii
1 Innledning	1
1.1 Bakgrunn	1
1.1.1 Sertifiseringskrav	2
1.1.2 Første viktige hendelse, Manchester United ulykken	3
1.1.3 Andre viktige hendelse, introduksjon av SNOWTAM	4
1.1.4 Tredje viktige hendelse, Air Ontario ulykken	5
1.1.5 Fjerde viktige hendelse, Chicago Midway ulykken	7
1.2 Aktualisering	8
1.2.1 Fastsand - en innovasjon	10
1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål	11
1.4 Oppgavens struktur	11
2 Teori	14
2.1 Historisk perspektiv på sikkerhetskultur	15
2.2 Teori om struktur	16
2.2.1 "The Agent", "Agency"	17
2.2.2 Agency and Power	18
2.2.3 Structure, Structuration	18
2.3 Diffusjon av en innovasjon	21
2.4 Sikkerhet på en annen måte?	23
2.5 Avinors virksomhet	26
2.6 Fysiske begrensninger	28
2.6.1 Prosentvis slipp	31
2.6.2 Friksjonskoeffisient	32
2.6.3 Låst hjul	32
2.6.4 Bremsesystem	32
2.6.5 Rullemotstand	33
2.6.6 Tribosystem	33
2.6.7 Behandling av rullebaner som er dekket av fryst vann	33
Behandling med løs sand	34
Behandling med fastsand	34
Behandling med kjemikalier	35
2.7 IRIS rullebane modell (en beslutningsstøtte modell)	36
2.7.1 Beskrivelse av modellen	38
2.8 Forslag til et forbedret globalt rapporterings format	44

2.9 Oppsummering	49
3 Metode.....	50
3.1 Innledning.....	50
3.2 Fremgangsmåte og tilnærming.....	51
3.3 Hermeneutisk spiral.....	52
3.4 Utvalg.....	55
3.5 Forforståelsen.....	57
3.6 Datamaterialet.....	58
3.7 Det kvalitative intervju.....	61
3.7.1 Tematisering.....	61
3.7.2 Design.....	61
3.7.3 Intervjuer.....	62
3.7.4 Transkribering.....	63
3.8 Analysering.....	63
Fenomenologisk tilnærming.....	63
Fenomenologisk-hermeneutisk analyse.....	64
3.8.1 Koding.....	65
Åpen koding.....	66
Aksial koding.....	67
Selektiv koding.....	68
3.9 Verifisering.....	69
3.10 Rapportering.....	70
3.11 Etske hensyn.....	71
3.12 Oppsummering.....	72
4 Funn og analyse.....	73
4.1 Funn fra IRIS-data.....	73
4.1.1 Datagrunnlaget.....	73
4.1.2 Friksjon på fastsand.....	76
4.1.3 Korrigering og reduksjon av utvalget.....	78
Rullebanetemperatur.....	78
Luftfuktighet.....	79
Dybde på kontaminant.....	79
Kategorisering.....	79
4.1.4 Analyse «POOR».....	80
4.1.5 Analyse «NIL».....	82
4.1.6 Analyse «MEDIUM-POOR».....	83
4.1.7 Analyse «MEDIUM».....	84
4.1.8 Analyse «GOOD-MEDIUM».....	85
4.1.9 Ikke friksjonsbegrensede landinger.....	86
4.2 Intervjuer.....	87
4.2.1 Erfaring.....	87
4.2.2 Utstyr.....	90

4.2.3 Sandtype	93
4.2.4 Effekt	95
4.2.5 Værforhold	96
4.3 Oppsummering funn	99
5 Drøfting og diskusjon	100
5.1 Forsknings spørsmål 1	100
5.2 Forsknings spørsmål 2	104
5.3 Forsknings spørsmål 3	105
5.4 Problemstillingen	108
6 Oppsummering, konklusjon og veien videre	113
6.1 Delkonklusjon, forsknings spørsmål 1	113
6.2 Delkonklusjon, forsknings spørsmål 2	114
6.3 Delkonklusjon, forsknings spørsmål 3	114
6.4 Konklusjon problemstilling	115
6.5 Implikasjon av nytt regelverk	115
6.6 Veien videre	116
Litteraturliste	120

1 Innledning

Målet med denne masteroppgaven er å se nærmere på hvordan friksjonen på en rullebane preparert med fastsand påvirker et luftfartøys retardasjonsevne under landing. Vinterdrift av rullebaner har vært diskutert i en årrekke i flyindustrien. Selv om internasjonal luftfart fyller 113 år i 2016, og norsk luftfart 104 år, har man ikke kommet til en konsensus om hvordan rullebanefriksjon skal rapporteres internasjonalt. Før et fly skal lande må pilotene kalkulere ut flyets landingsdistanse basert på aktuell vekt. Dette gjøres av den enkle grunn for å kontrollere at rullebanen er tilstrekkelig lang for å motta flyet. Noe annet ville vært uheldig.

Dersom banen er glatt vil flyet kreve en lengre bane å stoppe på. Hvor lang denne banen må være er helt avhengig av friksjonen. Det er varslet en internasjonal regelverksendring på dette temaet i nær fremtid, innen 2020. Denne endringen kan påvirke hvordan rullebanefriksjon blir rapportert i Norge. I sin ytterste konsekvens vil dette påvirke regulariteten i lufttrafikken under norske vinterforhold.

Fastsand er en relativt ny metode som blir brukt for å heve friksjonen på islagte rullebaner. Denne metoden er enda ikke internasjonalt anerkjent. En lufthavnbetjent illustrerte det på følgende måte; strø sukker på et A4 ark og stryk hånden over det. Dette illustrerer løs sand på rullebanen. Stryk deretter hånden over et sandpapir, som illustrerer fastsand, og kjenn forskjellen. For å forstå dagens situasjon, samt noe av usikkerheten rundt dette må vi se litt på historien.

1.1 Bakgrunn

Helt siden asfalten ble introdusert i de største europeiske og amerikanske byene midt på 1800 tallet har begreper som friksjon og struktur i forbindelse med gate overflater blitt diskutert blant ingeniører. Man forsto tidlig at asfalt hadde en betydning for vei sikkerheten. Under våte forhold ble asfalten glatt. Dette i kombinasjon med at hester hadde sko av jern, samt la fra seg etterlatenskaper i gatene, gjorde at hestene falt. Det ble gjort en serie med tester i flere store byer og sikkerheten ble målt i antall knefall (av hest) pr antall passeringer. Rengjøring av gatene ble diskutert som en viktig faktor for å øke sikkerheten sammen med måter å endre strukturen i asfalten (Haywood, 1874). I dag, mer enn 150 år senere, diskuteres temaet fremdeles. Dog har hestene blitt byttet ut, så sikkerhetsmålet er noe annerledes, men fremdeles er ruhet og friksjon meget aktuelle temaer i forbindelse med vei konstruksjon (Cerezo, 2016). Ingeniørene ønsker å ha en overflate på veien som gir god drenering av vann for å hindre at den blir våt. Dette gjøres ved å ha en porøs overflate slik at vannet dreneres,

samt at veibanen har en helning ut mot sidene slik at vannet renner bort. I kaldere deler av verden blir det brukt mye ressurser på rengjøring av veibanen i forbindelse med frost og snøfall. Det forskes på forskjellige måter å øke friksjonen mellom veibane og bilhjul som for eksempel bruk av salt og sand.

I den spede begynnelsen av flyhistorien var overflaten på rullebanene laget av gress eller sand/grus. Når jetflyene gjorde sitt inntog tidlig på 1950 tallet ble det behov for lange og rene rullebaner. Jetmotorene var følsomme for fremmed legemer som gjorde stor skade dersom de ble sugd inn i motoren. Det var derfor et behov for en rullebaneoverflate som var hard og ren. Det naturlige valget falt derfor på betong og asfalt. Betong hadde en dårlig dreneringsevne slik at porøs og rillet asfalt ble mer standarden i de områder hvor man måtte ta hensyn til nedbør (Morris et al, 1966).

Til og begynne med var det ikke vanlig at flyfabrikanter oppga ytelsesdata for landing på våte og glatte rullebaner. Sertifiseringskravene omtalte kun tørre baner. Sertifiseringskravene baserer seg på anbefalinger gitt av ICAO (International Civil Aviation Organization).

ICAO er et FN organ som ble opprettet i 1944 gjennom signeringen av Chicago konvensjonen (Convention on International Civil Aviation). ICAO jobber sammen med de 191 medlemslandene og flyindustrien for å få konsensus i anbefalt praksis i internasjonal luftfart. Disse anbefalte standardene (Standards and Recommended Practices, SARPs) utgir ICAO som vedlegg, kalt annexer, til Chicago konvensjonen. Det er i dag 19 annexer hvorav Annex 8 tar for seg luftdyktighet av fly (ICAO, 2016).

1.1.1 Sertifiseringskrav

Medlemslandene bruker disse annexene når de utvikler sine egne lover og regler. I norsk lov om luftfart §4-1 heter det; «Et fartøy kan ikke ansees som luftdyktig, med mindre det er slik konstruert, bygd, utstyrt og vedlikeholdt og har slike flyegegenskaper at det tilfredsstillter sikkerhetens krav». Videre heter det i §4-3; «Når det ved besiktigelse eller på annen måte er godtgjort at et luftfartøy er luftdyktig og miljødyktig, utsteder luftfartsmyndigheten luftdyktighetsbevis henholdsvis miljødyktighetsbevis for fartøyet» (Lov om Luftfart, 2016). For å kunne operere i et nasjonalt luftrom må et luftfartøy være utstyrt med et slikt luftdyktighetsbevis. For at andre nasjoners luftfartøy skal kunne operere i det nasjonale luftrommet må det ha utstedt et luftdyktighetsbevis fra et ICAO medlemsland som er i henhold til Annex 8. Flyfabrikantene må videre bevise, eller sertifisere, at deres fly tilfredsstillter kravene gitt i sertifiseringsbestemmelsene når flyet blir registrert for første gang.

Bevismaterialet presenteres i flyets flyge håndbok (Airplane Flight Manual, AFM) som alltid skal medbringes i flyet (Stinton, 1993).

Ved inntoget av de nye jetflyene på 60-tallet ble det et press på sertifiseringsmyndighetene å endre regelverket i takt med de nye innovasjonene. Det kunne være en utfordrende oppgave da de største flyprodusentenes nasjoner (USA, Storbritannia og Frankrike) ikke helt kunne enes om hvordan dette skulle gjøres. En regelendring kunne fort skape et konkurranse fortrinn for en aktør på bekostning av en annen. Med tanke på flyets ytelse ble sertifiseringen gjort på tørre rullebaner, og helst på tørr betong da dette ga den beste friksjonen (Pradal, 1966).

1.1.2 Første viktige hendelse, Manchester United ulykken

6. februar 1958 styrtet et fly av typen «Ambassador» operert av European Airways Corporation (BEA) når det forsøkte å ta av fra flyplassen i München. Flyet klarte ikke å bli luftdyktig og fortsatte med full motorkraft ut av rullebaneenden, over et 270m langt sikkerhetsområde, gjennom flyplassgjerdet til det traff et hus. Der tok både huset og flyet fyr. 23 av de 44 personene om bord omkom hvorav 8 spillere fra det engelske fotball laget Manchester United. En av hovedårsakene til ulykken tilskrives slaps på rullebanen, samt is og snø på vingene. Slaps laget så mye rullemotstand at flyet aldri kom opp i flyhastighet. Dette kombinert med mulig is på vingene gjorde at flyet aldri fikk nok løftkraft (Havarirapporten etter G-ALZU, 1959).



Figur 1-1 Havaristen få minutter etter ulykken (Havarirapporten etter G-ALZU, 1959)

I 1961 kom det amerikanske luftfartstilsynet (Federal Aviation Agency, FAA) med et forslag til en regelendring som ville kreve at flyoperatører tok hensyn til slaps på rullebanen i sine avgangskalkulasjoner. Flyoperatøren måtte bestemme hvilken effekt slaps hadde på akselerasjonen for sine fly, samt at slaps måtte måles i dybde og tetthet etter godkjente metoder. Videre måtte det også settes maksimumsverdier for kontaminering slik at spray fra hjulene ikke laget strukturelle skader på skrog og motor. Denne regelendringen ble møtt med massiv motstand, noe som gjorde at FAA trakk forslaget (Walker, 1965). Det hadde blitt gjort omfattende studier av FAA sammen med National Aeronautics and Space Administration (NASA) som viste at kunnskapen var for liten på området til at en slik regelendring kunne forsvares. I stedet utga FAA i 1965 en anbefaling (ikke krav) i form av et «advisory circular» som ber (anbefaler) operatørene å sette en maksimum dybde grense for slaps til en halv tomme (13mm) for avgangsberegninger. Videre henstilles det til at operatørene må ta hensyn til all forurensing på rullebanen opptil en halv tomme i sine avgangs- og landingskalkulasjoner. Det er da underforstått at det er fly fabrikantene som skal fremskaffe data for dette. Det presiseres i anbefalingen at det på det tidspunktet ikke eksisterer gyldige data som kan gi operatørene nøyaktige korreksjonsfaktorer til sine beregninger (FAA AC 91-6, 1965). I Europa følger man amerikanernes anbefalinger, dog ingen regelverk tar dette opp i seg. All sertifisering av fly ble fremdeles gjort på tørre rullebaner.

1.1.3 Andre viktige hendelse, introduksjon av SNOWTAM

I og med at flyoperatørene måtte (eller ble sterkt anbefalt til å) ta hensyn til kontaminerte rullebaner ville det nå falle på lufthavnoperatørene å rapportere rullebane status til pilotene. På innspill fra flyselskapene kom ICAO med en anbefalt rapporteringsmåte av rullebanestatus i 1967. Anbefalingen ble gitt i Annex 15 som omhandler kunngjøringstjenesten. Det vil si at man søkte en standardisert måte å melde rullebanestatus på. Dette formatet ble kalt «SNOWTAM» som er en spesialisert rapport til flygende personell (Notice To Air Men, NOTAM) som omhandler snø og is forhold på rullebanen. Flere ICAO medlemsland adopterte denne måten å rapportere på, men ikke alle. Årsaken til at ikke alle fulgte standarden, var at det var mange forskjellige måter å inspisere banen på. Mens noen ønsket å rapportere type og dybde kontaminant, ville andre rapportere friksjon. Det fantes jo ikke et entydig regelverk på dette.

Det har ikke manglet interesse for temaet og det har vært gjort mange studier. Det var anerkjent at man måtte løse problemet med rullebanerapportering. Problemet var at ingen av studiene kom opp med entydige svar. Friksjon er et meget vanskelig tema.

“There is no subject in science, perhaps, on which there is a greater diversity of opinion than in the laws which govern friction; and the previous experiments, though sufficient, in many cases, for practical purposes, yet by no means tend to bring the inquiry into any more settled state.”

Nicholas Wood, Treatise upon railroads, 1836 (*The Engineer's and Mechanics Encyclopedia, comprehending practical illustration of the machinery and processes employed in every description of manufacture of the British Empire, by Luke Herbert, London 1836*).

Selv om det er allmenn kunnskap at asfalt har en tendens til å bli glatt når den er fuktig eller dekket av snø, slaps og is, har vi ingen komplett forståelse av fysikken som forårsaker reduksjonen i friksjon. Denne friksjonsreduksjonen har igjen vært årsak til mange ulykker opp igjennom årene. Bare i årene 1971 til 1973 hadde USA 78 ulykker hvor fly havnet utenfor rullebanen på grunn av glatte forhold (Staats, 1975). Anbefalingene etter disse ulykkene var at man måtte intensivere forskningen på temaet rullebanefriksjon. Igjen på grunn av manglende entydig forskning ville ikke myndighetene regulere hvordan man måler slik friksjon. I en rapport fra den amerikanske riksrevisjonen til den amerikanske kongressen i 1975 tar de opp problematikken (ibid). Rapporten hevder at forskjellige nasjoner, myndigheter og forskjellige grupperinger innad i FAA favoriserer forskjellige teknikker, gjerne fordi de har vært med å utvikle teknikkene selv. Man ønsket selvfølgelig at man skulle velge en teknikk som standard, spørsmålet var bare hvilken, og på hvilket grunnlag?

En fellesnevner for disse teknikkene var at man så for seg et måleinstrument som kunne måle friksjonskoeffisienten på rullebaneoverflaten. Dette instrumentet utviklet seg til å bli en bremsevogn, tilsvarende slik som ble brukt på veier. Det ble etter hvert mange forskjellige typer bremsevogner som alle ga en friksjonskoeffisient, dog relatert til den spesifikke bremsevogna. Det var allment akseptert at den beste måten å måle friksjon på var å bruke bremsevogn. ICAO har tatt dette inn i sine anbefalinger, men presiserer at det ikke finnes gode korrelasjoner mellom data fra bremsevognene og flyets reelle ytelsesdata. Dette på grunn av faktorer som rullebanetemperatur, dekktrykk, hastighet, kontamineringsdybde osv. som kunne være svært variable (ICAO Doc 9137, 2002).

1.1.4 Tredje viktige hendelse, Air Ontario ulykken

10. mars 1989 styrtet en Fokker 28 fra Air Ontario etter avgang fra Dryden, Ontario. Av 69 personer om bord omkom 24. Flyet klarte ikke å få nok løftekraft etter avgangen og styrtet i et skogholt 962 m fra rullebaneenden. Årsaken til ulykken var at snø på vingene ikke ble fjernet

før avgang samt at hele rullebanen hadde et 6-12 mm lag med slaps (Havarirapporten etter C-FONF, 1992). Således var ikke denne ulykken veldig ulik den i München i 1958.



Figur 1-2 Air Ontario Flight 1363 endte i et skogholt i enden av rullebanen. (Havarirapporten etter C-FONF, 1992)

Den kanadiske havarikommisjonen skrev i sin rapport at manglende sertifiserte data for avgang på kontaminerte rullebaner gjorde det umulig å gjøre en korrekt avgangskalkulasjon. De påpekte at ingen nasjonale myndigheter adresserte denne problematikken i sine regelverk. Fraværet av et slikt regelverk gjør at den risikoen som passasjerer og besetning utsettes for er forskjellig fra om rullebanen var tørr, hevdet de (Havarirapporten etter C-FONF, 1992).

Således ble denne ulykken en start på et nytt internasjonalt krafttak i å få utviklet gode tekniske virkemidler som kan definere rullebane overflate forhold samt hvordan disse påvirker flyets ytelse. Rapporten etterlyser nye effektive metoder for å sikre at rullebaner blir vedlikeholdt slik at forurensinger som påvirker flyets ytelse blir fjernet.

Fokuset ble nå satt på bremsevognen og friksjonskoeffisienten (Klein-Paste, 2007). Det ble anerkjent at det ikke fantes en standard for dette utstyret og at en bremsevogn kunne gi helt forskjellig data fra en annen bremsevogn på samme underlag. Transport Canada (det kanadiske luftfartstilsyn) tok initiativ til et internasjonalt forsknings program kalt «Joint Winter Runway Friction Measurement Program, JWRFMP». Hensikten var å teste både bremsevogner og fly for å komme frem til en internasjonal rullebane friksjons indeks (Shokr og Sinha, 2015). Denne indeksen skulle således kunne korreleres til alle friksjonsmålere slik at resultatet ble entydig. Programmet ble avsluttet i 2004. Canada utviklet sin egen

friksjonsindeks som kun blir brukt i Canada. Det hersker fremdeles stor uenighet og usikkerhet rundt den internasjonale friksjons koeffisienten slik at ingen nasjoner har adoptert denne (AIBN, 2011). Det kunne virke som det store krafttaket ebbet ut.

1.1.5 Fjerde viktige hendelse, Chicago Midway ulykken

Det måtte en ny luftfartsulykke til for å sette fart i utviklingen igjen. Den 8. desember 2005 gikk en Boeing 737 fra Southwest Airlines av rullebanen etter en landing på Chicago Midway. Det var rapportert redusert friksjon på rullebanen. Flyet skled av rullebanen, gjennom flyplass gjerdet og ut på en offentlig vei hvor det traff en bil. Et barn som var passasjer i bilen omkom (Havarirapporten etter N471WN, 2007).



Figur 1-3 Southwest Airlines Flight 1248 endte opp i et veikryss i forlengelsen av rullebanen (Havarirapporten etter N471WN, 2007)

Normalt etter større ulykker med amerikansk registrerte fly gjør FAA en intern kvalitetskontroll på eget regelverk som omhandler temaer som kommer under lupen i havarirapportene (FAA, 2007). Dette var også tilfelle etter denne ulykken. FAA konkluderte med at deres regelverk og anbefalinger til luftfarts industrien angående operasjoner på forurensede rullebaner var utilstrekkelig. De evaluerte også ICAO sine anbefalinger, andre nasjoners regelverk på området og fly fabrikanters sin dokumentasjon på temaet. De ønsket nå å finne en langsiktig løsning på problemet og satte ned en komité (Aviation Rulemaking Committee, ARC) hvis oppgave var å komme med anbefalinger til revidert regelverk. De kalte denne komiteen for «Takeoff And Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee» (TALPA ARC). Mandatet til TALPA ARC var å etablere sertifiserings- og operasjonelle krav (inkludert trening) for avgang og landing på forurensede rullebaner. De skulle spesielt se på vurderingskravene i forbindelse med operasjonelle

landingsdistanser og eventuelle sikkerhetsmarginer. De skulle også utvikle standarder for rapportering av rullebaneforhold samt sette minimumskrav for kontinuerlig drift på rullebanene (FAA, 2007). TALPA ARC iverksatte sitt arbeid i 2008 og kom med sine anbefalinger i 2009 (AIBN, 2011).

Vedrørende rullebaneforhold og rapportering av disse er det mange ledd mellom observatøren av forholdene på bakken og sluttbrukeren, piloten, i flyet. Forholdene skal observeres og bedømmes med tanke på type forurensing, dybde og friksjon. Dette skal videreformidles gjennom publiseringstjenesten og lufttrafikkenhetene. Flyfabrikantene må utarbeide tabeller som piloten kan putte denne informasjonen inn i. Til slutt må piloten kunne vurdere resultatet og gjøre seg opp en mening om hvorvidt forholdene er sikre for videre drift. TALPA ARC konkluderte med at mange av leddene i denne kjeden var brutt. Dette fordi det var store forskjeller i både prosedyrer og terminologi. Det var et klart behov for standardisering. TALPA ARC utviklet en matrise med standardiserte navn på rullebaneforhold med tilhørende estimerte friksjonsverdier for å møte dette behovet. I årene som fulgte ble det gjort omfattende tester av denne matrisen. Grunnideen var å samle forskjellige typer rullebaneforhold i «bøtter» som gav omtrent samme friksjon. Hver «bøtte» fikk sin rullebane kondisjons kode. I samarbeid med flyfabrikantene ble man enige om hvilken friksjonskoeffisient hver «bøtte» skulle ha. Ved å henvise til matrisen når man oppga rullebane kondisjons kode ville man oppnå standardisering. Alle vil nå snakke det samme språket. TALPA ARC har levert sin rapport, men regelverket er enda ikke innført pr 2016 i USA (ibid).

1.2 Aktualisering

ICAO på sin side anerkjente at SNOWTAM formatet som ble introdusert i 1967 ikke er blitt globalt akseptert. Formatet skulle ta vare på formidlingen av rullebaneforhold, men det ble implementert ulikt av medlemslandene. Dette fører til at piloter mottar inkonsekvent informasjon. I lys av den siste tidens hendelser opprettet ICAO en «Friction Task Force» (FTF) i 2008 hvis oppgave var å revidere det globale SNOWTAM formatet. Videre skulle de også foreslå endringer til affekteerte SARPs som omhandler rullebane friksjon. Arbeidet til ICAO FTF er enda ikke slutført pr 2016, men deres arbeid baserer seg tungt på TALPA ARC. De har fremmet et forslag til revidering av en rekke SARPs og i disse forslagene ligger det en matrise som er identisk med TALPA ARC matrisen. Endringene i affekteerte SARPs forventes implementert i 2020 (ICAO SL, 2015).

Runway condition description	Runway condition code (RWYCC)
DRY	6
FROST WET (The runway surface is covered by any visible dampness or water less than 3 mm deep.) SLUSH (less than 3 mm depth) DRY SNOW (less than 3 mm depth) WET SNOW (less than 3 mm depth)	5
COMPACTED SNOW (Minus 15°C and lower outside air temperature)	4
WET ("Slippery wet" runway) DRY SNOW (3 mm and more depth) WET SNOW (3 mm and more depth) DRY SNOW ON TOP OF COMPACTED SNOW (Any depth) WET SNOW ON TOP OF COMPACTED SNOW (Any depth) COMPACTED SNOW (Higher than minus 15°C outside air temperature)	3
STANDING WATER (Water of depth equal to or greater than 3 mm.) SLUSH (3 mm and more depth)	2
ICE	1
WET ICE WATER ON TOP OF COMPACTED SNOW DRY SNOW OR WET SNOW ON TOP OF ICE	0

Figur 1-4 Rullebanekondisjonskoder som angitt i TALPA ARC matrisen (ICAO SL, 2015)

Norge var medlem av JWRFMP. Følgelig gikk ikke resultatene herfra upåaktet hen. Man forsto at friksjonstallene fra friksjonsvogna var upålitelige og gav resultater med for stor toleranse under spesielle forhold (Klein-Paste, 2007). Det norske Luftfartstilsyn besluttet derfor at man i 2008 skulle slutte å oppgi friksjonstall til pilotene, men heller bruke koden som angitt i SNOWTAM formatet (Luftfartstilsynet, 2008). Avinor på sin side, som statseid lufthavn operatør, iverksatte et omfattende trenings- og autoriserings program for deres brøyteledere, slik at de fikk hevet kompetansen på området (Norheim, 2008). Tanken var at brøytelederne skulle kunne estimere friksjonen basert på støtteverktøy som tabeller og friksjonsmålere samt en egen vurdering av vær, temperatur og fuktighet. Autorisasjonen forlenges hvert 4. år med en praktisk og skriftlig test (ibid). Parallelt med dette utviklet Avinor et Integrert Rullebane Informasjon System (IRIS) som skal fungere som et

støtteverktøy til brøyteledere og lufthavnspersonell generelt. Basert på erfaringsdata fra fly og gjeldene værforhold, skal IRIS kunne estimere en friksjons kode i henhold til SNOWTAM (AIBN, 2011).

I årene fra 2008 til i dag kan man hevde at Norge med sitt autorisasjonsprogram av brøyteledere og utviklingen av IRIS tok en litt annen retning enn ICAO og FAA. Selv om grunnprinsippene er de samme, det vil si at en type forurensing gir en fast estimert friksjon, går Norge lenger. Brøytelederne har mulighet til å overprøve denne friksjonen basert på erfaring. De kan vurdere spesielle værforhold samt preparere rullebanen med kjemikalier eller sand, for så å vurdere hvorvidt dette har påvirket friksjonen. De vil så oppgradere eller nedgradere forholdene. Denne oppgraderingen/nedgraderingen gir ICAO matrisen lite rom for. Slik det tyder i dag, har det globale luftfarts samfunnet mottatt forslagene fra ICAO med entusiasme. Flere nasjoner har gjort egne tester av TALPA ARC matrisen og det er indikasjoner på at det nye SNOWTAM formatet vil bli implementert globalt (DGAC, 2016).

1.2.1 Fastsand - en innovasjon

Det nye SNOWTAM formatet tar ikke høyde for spesielt preparerte rullebaner, som for eksempel islagte baner preparert med sand. Norske lufthavner som opplever stabil vinterdrift over en lengre perioder har adoptert en ny måte å sande rullebanene på. Statens Vegvesen har utviklet denne metoden for offentlige veier (Vaa, 2004). De brukte varm sand som ville fryse fast i isen. For så vidt er ikke varm sand en ny oppfinnelse. Dette er blitt brukt på lufthavner i over 60 år. Det som er nytt, er metoden sanden blir lagt. Tidligere varmet man tørr sand, eller man strødde kald sand som man kjørte over med brennere, slik at sanden smeltet ned i isen. Med den nye metoden fukter man sanden først med varmt vann. Dette har vist seg å være meget effektivt. Den nye metoden blir referert til som fastsandmetoden (frozen sand) (ibid).

I Norge er det alminnelig akseptert at fastsand er et effektivt hjelpemiddel for å oppgradere islagte baner. Man refererer til erfaring. Det er gjort forskning på selve metoden, men ingen har analysert hvilken effekt fastsand har på større passasjerfly med ABS bremses. Dette ønsket vi å ta tak i. Resultatet av en slik analyse ville kunne verifisere hvorvidt en oppgradering/nedgradering av rullebaneforhold kan rettferdiggjøres. Da Norge er i en situasjon hvor vi må ta stilling til om vi skal følge resten av verden eller hvorvidt vi skal melde avvik fra de kommende ICAO anbefalinger, gjør at denne oppgaven er meget tids aktuell.

1.3 Problemstilling og forskningsspørsmål

Vi ønsket å se på følgende problemstilling:

«Hvordan påvirker fastsand flyets reelle retardasjonsevne?».

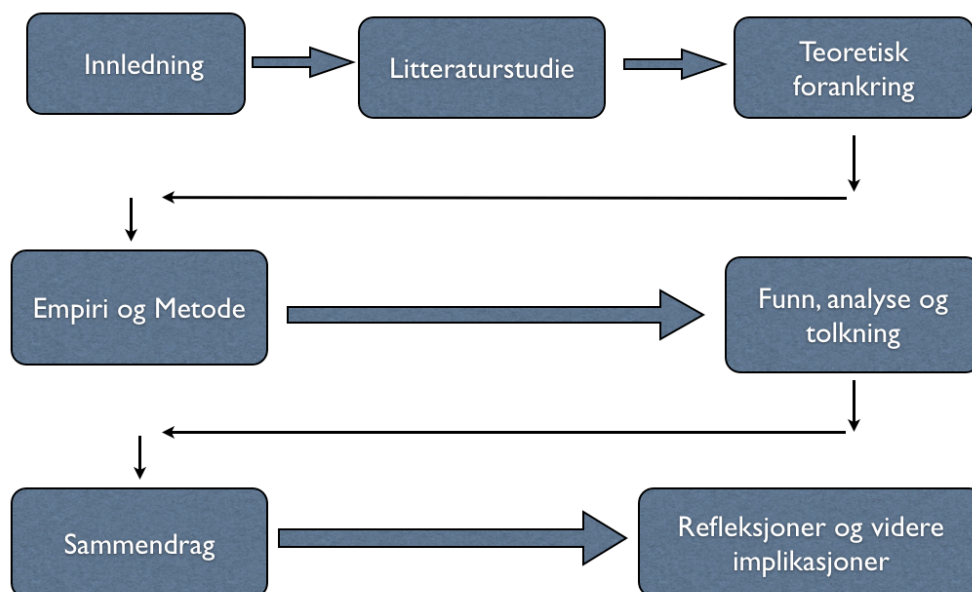
For å belyse vår problemstilling bedre, ønsket vi også å stille oss noen forskningsspørsmål:

1. *Hvilken betydning har brøyteleders opparbeidede erfaringsgrunnlag for bruk av fastsand?*
2. *Hvilken betydning kan fastsand ha på lufthavnens regularitet?*
3. *I hvilken grad skal vi ta hensyn til menneskelige vurderinger når vi måler, evaluerer og rapporterer aktuell friksjon på en glatt rullebane?*

Igjennom vårt faglige virke var vi klar over at IRIS-dataene inneholdt informasjon som kunne gi svar på vår problemstilling. Vi ønsket å kople IRIS-dataene mot faktiske landinger på rullebaner preparert med fastsand. Så vidt oss bekjent var ikke dette gjort tidligere. Videre ønsket vi å intervju de lufthavner i Norge som er i besittelse av fastsand spredere for å få ytterligere svar på våre spørsmål.

1.4 Oppgavens struktur

Ettersom bakgrunnshistorien, problemstillingen og våre forskningsspørsmål nå er beskrevet, ønsker vi videre å gi en liten innføring i hvilken struktur vi har valgt i oppgaven.



Figur 1-5 Modell over selve masteroppgaven og dens struktur

Som vi kan se av modellen har vi valgt en forholdsvis tradisjonell fremgangsmåte i hvordan vi har valgt å strukturere vår oppgave. I innledningen presenteres den historiske bakgrunnen for valget av problemstillingen og formålet for prosjektet. Videre går vi til en forklaring om hvordan vi har måttet gjennomgå foreliggende litteratur for å sette oss inn i oppgaven.

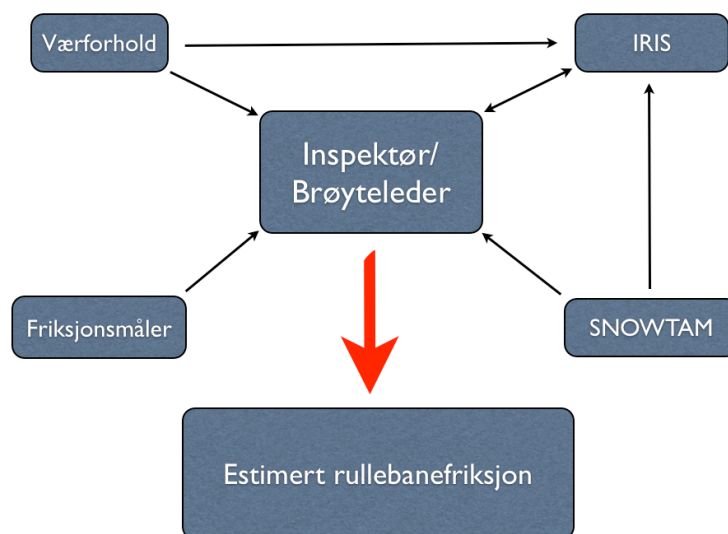
Hovedkapitlene består av den teoretiske forankringen, og valg av ulike metoder. Analyser, funn og drøfting av våre data er samlet i slutten av oppgaven.

I oppsummeringen forsøker vi å trekke opp i de store linjene i studien, mens vi avslutningsvis redegjør for noen refleksjoner om veien videre.

Vår primære fokus i denne Masteroppgaven har vært å finne ut om bruk av fastsand har en effekt på flyets reelle retardasjonsevne. I denne sammenheng snakker vi om kommersielle flyoperasjoner vinterstid i Norge. På grunn av meteorologiske og naturlige fenomen vinterstid, geografisk og topografisk plassering, tilgjengelighet av utstyr, samt ulik praksis og ikke minst erfaring med fastsand, velger noen flyplasser å bruke dette som et mulig verktøy til å bidra til en bedre opplevet bremseeffekt.

I litteraturstudiet har vi måtte sette oss godt inn i hvordan IRIS-modellen til Avinor fungerer. IRIS står for Integrated Runway Information System.

Før flyene trygt kan lande på vinterføre må flygerne ha en formening om friksjon som kan forventes mellom hjul og rullebane.



Figur 1-6 Elementer som bestemmer estimert rullebanefriksjon

Vår teoretiske del i oppgaven er forankret hovedsakelig i endringsledelse og menneskets iboende motstand mot endring. Ny teknologi og nye metoder kan være vanskelig å akseptere og implementere uten en viss form for naturlig motverge. IRIS-modellen kan være et eksempel på dette. Dessuten eksisterer det en generell motsigelse på internasjonalt nivå gjenspeilet gjennom ICAO mot å bruke sand, og kanskje spesielt fastsand. Dette begrunnes med utgangspunkt i manglende forskning, og vi finner dette svært interessant.

Datainnsamlingen representerer en av hoveddelene av studien, og ble gjennomført ved at vi inngikk en samarbeidsavtale med Avinor om å hente ut data de hadde tilgang til. Vi snakker om data fra IRIS-databasen.

Vårt tallmateriale inneholder data fra fem vintersesonger. Disse ble strukturert, analysert og behandlet med fokus på hvilke landinger som var såkalt friksjonsbegrenset, det vil si når flyets anti-skid system slipper opp bremsen for å oppnå optimal slipp.

Vi ønsket parallelt å innhente informasjon om hvilke ulike forutsetninger som ligger til grunn for at fastsand skal bli brukt, og eventuelt hvilke retningslinjer som gjelder. I den forbindelse foretok vi intervjuer av til sammen ni informanter i Avinorsystemet med kompetanse på vinterdrift.

Gjennom denne studien har vi gjort mange interessante, og for oss uventede funn ved bruk av fastsand. Spesielt var det forbausende at erfaring er et så hyppig benyttet og effektivt verktøy i bruken av fastsand.

2 Teori

Vi lever i dag i et samfunn som består av mange forskjellige typer organisasjoner. Disse organisasjonene benytter seg mer og mer av kompleks teknologi. Ofte benyttes denne teknologien i et tett samspill med menneskelig aktivitet. Dette samspillet er sårbart både for teknologiske mangler og feil fra menneskelige handlinger. Luftfartsnæringen er en slik prosess som benytter seg av kompleks teknologi i et samspill med menneskelig aktivitet. Et eksempel på dette er nettopp hva denne oppgaven skal handle om. Når en teknologisk flymaskin skal ned å lande eller ta av på en rullebane som er forurenset med elementer som gjør rullebanen glatt, blir denne avanserte teknologien helt avhengig av hva mennesket klarer å utføre for å gjøre forholdene bra nok for at flymaskinen kan lande og stoppe, eller stoppe etter en avbrutt avgang. Denne kompleksiteten og samhandlingen medfører en stor grad av sikkerhetsfokus for å unngå ulykker. Små hendelser og avvik kan være forløpere til større ulykker. Derfor blir vurderingen som mennesket gjør av de faktiske forholdene kritisk, nettopp fordi teknologien og dens begrensninger skal kunne gjennomføre det vi forventer under de faktiske forholdene.

I dette kapitlet skal vi prøve å se på noen teorier om menneskelig kultur og sikkerhetskultur. Disse teoriene sier noe om hvilke utfordringer man står overfor når man prøver å forandre en nedskrevet prosedyre og vanlig oppfattet praksis. All kunnskap man selv sitter inne med, kan virke klar og utvetydig. Likevel oppfattes og tolkes dette annerledes, avhengig av hvilken kultur eller praksis som er gjengs i et spesifikt miljø eller samfunn. I denne sammenheng kan vi se at de som sitter inne med stor erfaring, nødvendigvis ikke får gjennomslag for sine oppfatninger eller ideer om hvordan ting skal tolkes eller brukes, for å oppnå en forbedret praksis. Det å forstå at en regel, eller struktur som Anthony Giddens kaller det, kan gi oss handlingsrom, men at den samtidig også kan begrense våre muligheter, er et viktig tema å diskutere. Derfor skal vi også redegjøre for denne tanken.

Avinors hovedoppgave er å drive et helhetlig system av 46 lufthavner og den samlede flysikringstjenesten i Norge. I denne forbindelsen er kvalitet og effektivitet et vesentlig punkt. I dette kapitlet bruker vi litt tid på å beskrive Avinor sin virksomhet og utfordringene de møter når fly skal operere på rullebaner som er forurenset med vann, slaps, snø eller is. Med disse utfordringene relatert til glatte rullebaner, møter lufthavnene og flyoperatørene en del fysiske begrensninger. Derfor mener vi det er viktig å beskrive disse begrensningene samtidig som vi forklarer en del begreper knyttet til disse fysiske begrensningene.

Vi kommer også til å beskrive IRIS-modellen som er et støtteverktøy til brøyteledere. Denne modellen blir brukt ved noen lufthavner i Norge. Modellen er et utgangspunkt for oss når vi skal analysere data fra landinger utført på glatte rullebaner ved norske lufthavner.

Utgangspunktet for denne oppgaven er at ICAO ønsker å innføre et felles system for vurdering og rapportering av rullebaneforhold. Dette nye systemet er ment å bli brukt globalt. Til sist i dette kapittelet kommer vi derfor til å beskrive dette nye forslaget til en felles global standard. Vårt hovedfokus for oppgaven er at fastsand ikke er et element i dette forslaget. For den operative operasjonen betyr det at flyoperatørene og lufthavnene hverken kan bruke fastsand for beskrivelse av rullebaneforhold, eller ved en operativ beregning av landingsdistanse eller stoppedistanse etter en eventuell avbrutt avgang.

2.1 Historisk perspektiv på sikkerhetskultur

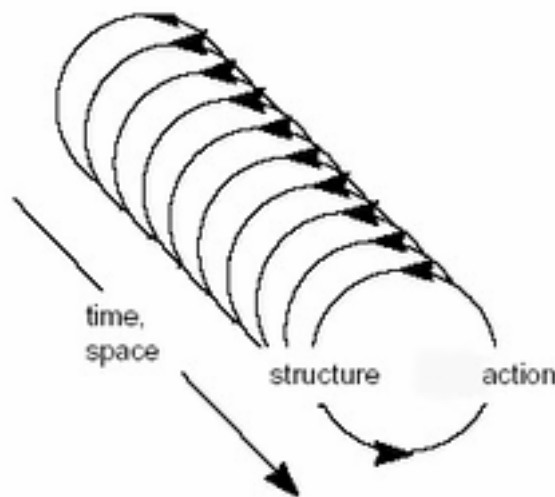
Barry A Turner skrev i 1976 en artikkel som ble publisert i "Administrative Science Quarterly". Artikkelen hadde som tittel: "The Organizational and Interorganizational Development of Disaster" (Turner, 1976). Dette var en kvalitativ studie hvor han observerte at i de fleste organisasjoner finnes det ulike normer og kulturelle oppfatninger relatert til farer og hvordan organisasjonene velger å styre og håndtere disse.

I organisasjonene var det ofte nedfelte regler, prosedyrer og arbeidsrutiner, elementer som i varierende grad var integrert åpenbart i organisasjonens kultur. Turner fant også ut at kulturens iboende forutsetning for farer, forbundet med ulykker og hendelser ofte kommer på kant med en stadig oppbygging av latente feil. Latente feil kan være handlinger eller beslutninger som potensielt sett kan resultere i skadelige konsekvenser. Dette blir særdeles tydelig når de kombineres med utløsende faktorer (van der Schaaf & Hale, 1991). En ulykke eller en hendelse vil kunne gjenkjennes ved at det har oppstått et sammenbrudd av kulturelt aksepterte forhåndsregler, som opp til hendelsestidspunktet var blitt sett på som tilstrekkelig.

Luftfartsnæringen sitt samspill mellom avansert teknologi, menneskelig handling samt organisasjonskultur kjennetegnes av høyt potensiale for ulykker, hvor sikkerhet må være forstått og akseptert som den øverste prioritet (Cooper, 2000). Vitenskapelige studier og etterforskning har vist til at samspillet mellom disse elementene (mennesket, teknologi og organisasjon), er avgjørende for sikkerheten (Petroleumstilsynet, 2003). En utfordring kan være å få gjennomslag for en praksis som noen oppfatter som sikker, og som kan føre til en høyere grad av regularitet. Andre igjen, mener at denne praksisen er for usikker med tanke på sikkerhet, og at en økt regularitet ved bruk av denne praksis ikke er opplagt nok til å forsvare

en forandring av gjeldene praksis. Dette kan få store konsekvenser når det gjelder operasjonelle utfordringer avhengig av klima, dersom en ser på hvor et flyselskap opererer. Bruk av fastsand er nettopp en slik utfordring, da noen mener at denne metoden kan ha stor betydning for gjennomføringen av sikre flyoperasjoner, mens andre igjen ikke har de samme utfordringene og vil vanskelig akseptere metoden. Dersom fastsand forbedrer friksjonen på en rullebane vil metoden ikke bare være med på å opprettholde regularitet, men også skape større sikkerhetsmarginer. Dersom man er usikker på metoden vil man hevde det motsatte, nemlig at den gir en falsk trygghet med påfølgende reduserte sikkerhetsmarginer.

2.2 Teori om struktur



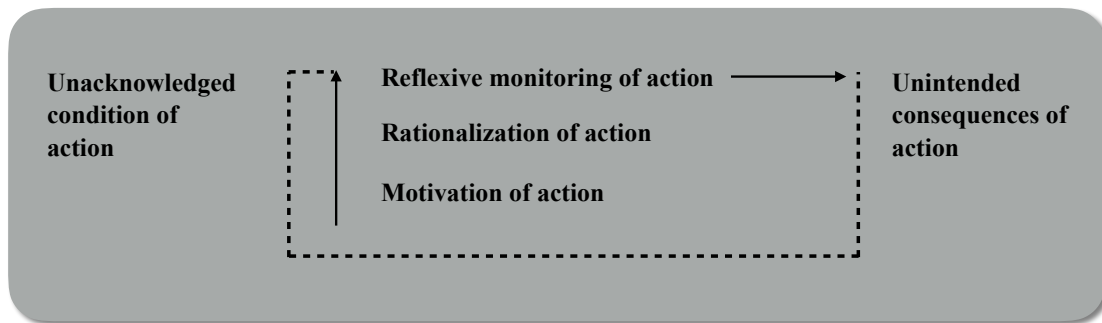
Figur 2-1 Teori om struktur (Giddens, 2007)

Anthony Giddens prøver med sin teori om struktur å forklare hvordan det sosiale liv har utviklet seg og utvikler seg gjennom tiden. Dette mener Giddens kan forklares gjennom bruk av tre begreper: Tid, Rom og Makt (Giddens, 2007). Disse begrepene fungerer i strukturen og blir brukt av "Agency". "Agency" er her forklart som et individ som, i lys av sin frie vilje, står fritt til å velge hvilke valg en skal ta. "Agency" refererer ikke til de intensjoner folk har i å gjøre ting, men til deres evne til å gjøre tingene i første omgang (som er grunnen til at "Agency" innebærer makt; Oxford English Dictionary definisjon av "agent": en som utøver makt eller frembringer en virkning). "Agency" referer til hendelser hvor et individ er gjerningsmannen, i den forstand at den enkelte kan, i alle faser i en gitt sekvens av atferd, ha handlet annerledes (ibid).

Det grunnleggende domenet til studiet av samfunnsfag, ifølge teorien om struktur, er verken opplevelsen av det enkelte individ, ei heller ikke eksistensen av noen form av samfunnsmessige helhet, men sosial praksis som skjer i tid og rom (figur 2-1). Menneskelige sosiale aktiviteter, akkurat som selvproduserende elementer i naturen, er gjentakende. Gjennom menneskets aktiviteter, reproducerer mennesket betingelsene som gjør disse aktivitetene mulige. Men, den sorten av "kunnskap" som vises i naturen, i form av kodete programmer, er langt fra de kognitive ferdigheter som utøves av mennesket. I teorien om struktur aksepteres et forklarende utgangspunkt i den form at det er anerkjent, når en beskriver menneskelige aktiviteter. Det kreves en fortrolighet og kunnskap om livet uttrykt i disse aktivitetene (Giddens, 2007). Det er den spesielle reflekterende form av kunnskap hos mennesket som er dypest involvert i den gjentakende rekkefølgen i sosial praksis. Kontinuitet i praksis forutsetter refleksivitet, men reflekterende kunnskap er kun mulig fordi kontinuiteten i praksis er utpreget "den samme" gjennom tid og rom. Refleksivitet må dermed ikke bare forstås som selvbevissthet, men også som et resultat av en overvåkende karakter av den pågående flyten av sosiale liv. Å være et menneske er å leve med en hensikt, som både har en grunn for sine aktiviteter og som kan, hvis spurt, utdype i detalj disse grunner, inkludert også å kunne lyve om disse grunnene (ibid).

2.2.1 "The Agent", "Agency"

Den reflekterende overvåkingen av aktivitet er en kronisk funksjon av daglige handlinger. Dette omfatter ikke bare det selvstendige individet, men også andre. En "agent" overvåker kontinuerlig ikke bare sine aktiviteter og forventer at andre gjør det samme for seg selv, men en "agent" overvåker rutinemessig også andre aspekter, både sosiale og fysiske, av den konteksten som de beveger seg i (Giddens, 2007). Ved rasjonalisering av handlinger, mener Giddens at en "agent" rutinemessig, og som oftest uten problemer, kan opprettholde en kontinuerlig teoretisk forståelse av grunnlaget for sin aktivitet. Giddens skiller den reflekterende overvåkingen og rasjonaliseringen av aktivitet fra motivasjonen for aktiviteten. Motivasjon er ikke like direkte bundet opp med kontinuiteten i handlingen som refleksiv overvåking eller rasjonalisering er. Motivasjon refererer til potensialet for handling fremfor den modus hvor handlinger kronisk blir drevet frem av "Agency". Det er en tendens til at motiver kun har en påvirkning på situasjoner som er relativt uvanlige, som på en måte fraviker fra rutinene. Det meste av våre daglige gjøremål er ikke direkte drevet frem av motivasjon. En "agent" kan nesten alltid beskrive i detalj om sin hensikt eller grunn til handling, men kan sjelden gjøre det samme når det gjelder sin motivasjon (ibid).



Figur 2-2 Reflekterende overvåkning (Giddens, 2007)

Det daglige livet oppstår som en strøm av tilsiktede handlinger. Men handlingene har utilsiktede konsekvenser, og disse utilsiktede konsekvensene kan systematisk medføre ubekreftede betingelser for ytterligere handlinger.

2.2.2 Agency and Power

Så hva er innholdet i den logiske sammenhengen mellom handling og makt? Giddens forklarer det på denne måten: For å kunne handle på en annen måte, må man være i stand til å gripe inn i verden, med en resulterende effekt som påvirker en bestemt prosess eller tilstand (Giddens, 2007). Dette forutsetter at en "agent" er i stand til å distribuere (kronisk, i flyten av dagliglivet) en rekke kausale krefter, som også inkluderer det å påvirke handlinger som er utplassert av andre. Handling avhenger av evnen til den enkelte til å kunne "gjøre en forskjell" fra en eksisterende tilstand eller hendelsesforløp. Makt innenfor sosiale system som innehar noe kontinuitet over tid og rom forutsetter regulerte relasjoner mellom autonomi og avhengighet mellom aktører. Eller vi kan snakke om kollektiver i sammenheng av sosiale interaksjoner. Men alle former for avhengighet tilbyr noen ressurser hvor de som er underordnet har mulighet til å påvirke virksomheten til sine overordnede. Dette er hva Giddens referer til som "dialektikk kontroll i sosiale systemer" (ibid).

2.2.3 Structure, Structuration

La oss som eksempel se på bilkjøring rundt omkring i verden. Her har ikke verden blitt helt enig. Noen land velger å kjøre på venstre side av veien, mens andre land igjen velger å kjøre på høyre side. Hvis vi nå tenker oss at alle fikk lov til å kjøre slik en selv ville eller ønsket, ville vi ganske snart se at dette hadde resultert i et stort kaos på veien. Det hadde vært en overhengende fare for å krasje når en var ute og kjørte en tur, kanskje til og med en stor usikkerhet i om en hadde mulighet til å overleve kjøreturen. Dette viser oss at vi mennesker trenger lover og regler. Vi trenger en struktur å fungere i. Denne strukturen hjelper oss med å

holde orden på ting, på systemer. Det at et land har en lov om hvilken side på veien en skal kjøre på, gjør at kjøreturen blir adskillig sikrere. Vi trenger også trafikklys, trafikkskilt og trafikkregler slik at vi mennesker vet hvordan vi skal forholde oss i trafikken. Dersom en velger ikke å følge denne strukturen, eller lovene, øker faren betraktelig for at det kan skje noe som vi ikke ønsker. Disse lovene, reglene eller strukturen begrenser oss også. Vi kan ikke kjøre hvordan eller hvor vi vil, eller ønsker. Poenget er at vi mennesker trenger strukturer i samfunnet, men disse strukturene begrenser oss også. Vi kan altså ikke fungere uten strukturer, men de samme strukturene begrenser oss.

Struktur er vanligvis forstått av funksjonalister, og faktisk av det store flertallet av sosiale analytikere, som et slags mønster av sosiale relasjoner eller sosiale fenomener. Dette er ofte naivt unnfanget i form av visuelle bilder, beslektet til skjelettet eller morfologi av en organisme eller til bjelkene i en bygning (Giddens, 2007). Slike oppfatninger er nært koblet til dualismen av sosiale emner og sosiale formål. Struktur vises her som noe eksternt for menneskelige handlinger, som en kilde til begrensninger av det frie initiativ av frie konstituerte emner. Som begrepsfestet i strukturalistisk og poststrukturalistisk tanke, på den annen side, er forestillingen om strukturen mer interessant (ibid). Her er det karakteristisk tenkt, ikke som et mønster av tilstedeværelse, men som et skjæringspunkt mellom tilstedeværelse og fravær. I dette må underliggende koder utledes fra overflate-manifestasjoner. Ved første øyekast kan det virke som om disse to ideene om struktur ikke har noe med hverandre å gjøre, men faktisk relaterer hver av disse ideene til viktige aspekter ved strukturering av sosiale relasjoner. Under analysen av sosiale relasjoner må vi erkjenne både en syntagmatisk dimensjon, et mønster av sosiale relasjoner i tid-rom som involverer reproduksjon av allerede akseptert praksis, men også en paradigmatisk dimensjon som involverer en virtuell orden som er rekursivt innblandet i en slik reproduksjon (ibid).

Å snakke om strukturer i denne sammenhengen som regler og ressurser som isolerte sett av regler og ressurser, kan være misvisende. Grunnen til dette er at det i filosofisk litteratur finnes en del dominante bruk av ordet ”regler” (Giddens, 2007).

- Regler blir ofte brukt i forbindelse med spill, som formaliserte resepter. Regler innblandet i gjengivelsen av sosiale systemer er generelt ikke slik. Selv de reglene som er karakterisert som lover, har som regel et langt større mangfold av tolkninger enn regler i spill.

- Regler er ofte behandlet i entall, som om de kan være relatert til konkrete tilfeller eller deler av en atferd. Dette er særdeles misvisende hvis en anser dette som en analog til funksjonen i sosiale liv, hvor praksiser opprettholdes i forbindelse med mer eller mindre løst organiserte sett av regler.
- Regler kan ikke konseptualiseres bort fra ressurser. Vi refererer her altså til de modi hvor transformative relasjoner faktisk er innlemmet i produksjonen og reproduksjonen av sosiale praksiser. Strukturelle egenskaper uttrykker dermed former for dominans og makt.
- Regler innebærer metodiske prosedyrer for sosial interaksjon. Regler skjærer vanligvis med kontekstualiseringen av situasjonsbetingede hendelser. Hoveddelen av ”ad hoc” hensyn som identifiseres er kronisk involvert i opprettelsen av regler og er samtidig en grunnleggende form av disse reglene. Ethvert kompetent sosialt individ er i praksis en sosial teoretiker på et diskursivt bevissthetsnivå og en metodisk spesialist på både diskursivt og praktisk bevissthetsnivå.
- Regler har to aspekter ved dem, og det er essensielt å skille disse konseptuelt, siden flere filosofiske forfattere har en tendens til å kombinere dem. Regler forholder seg på den ene siden til konstitueringen av betydning, og på den andre siden til sanksjonering av moduser av sosial atferd.

Det sosiale liv består altså i hovedtyngde av gjentakende elementer. Hvis noen individer eller institusjoner ønsker å forandre på disse reglene eller ressursene, vil disse individene eller institusjonene mest sannsynlig møte motstand. Dette medfører at det som hovedregel tar lang tid å innføre et nytt system eller en ny praksis. Men i det sosiale livet vil de som er motstandere etter hvert dø ut, slik at motstanden etterhvert blir mindre. Historisk sett ser vi at det ofte tar flere generasjoner å få forandret noe som er radikalt annerledes i det sosiale liv. Et eksempel på det er kvinnebevegelsen. Det tok mange generasjoner fra tanken om å gi kvinner stemmerett kom opp som et tema til de faktisk fikk lov til å utøve denne rettigheten (Giddens, 2007).

Nøkkelbegrepet er strukturering, som legger vekt på at operatører og strukturer er avhengig av hverandre, snarere enn å være i motsetning og konflikt. ICAO ønsker å lage et felles globalt rammeverk for behandling, vurdering og rapportering av forholdene på en forurenset rullebane. Dette vil for noen operatører oppleves som forandring av dagens strukturer eller regelverket, som gjør at operatørene må forandre praksis. Giddens legger også vekt på utilsiktede konsekvenser. Ifølge Giddens er de fleste store forandringer i historien ikke

intendert. Derfor må både kontinuitet og forandring bli forstått som en blanding av intenderte og utilsiktede konsekvenser av individers handlinger (Giddens, 2007).

2.3 Diffusjon av en innovasjon

Å få nye ideer innført, selv når de har åpenbare fordeler, er vanskelig. Mange innovasjoner krever en lengre periode på mange år fra det tidspunkt de blir tilgjengelige til den tiden da de er utbredt. Derfor er det et vanlig problem for mange enkeltpersoner og organisasjoner hvordan en best kan øke hastigheten på frekvensen av spredningen av en innovasjon.

Fastlagte regler/prosedyrer eller kulturelt aksepterte normer som har fått eksistere i lengre perioder, kan vise seg nesten umulig å få forandret. Dette til tross for at tilgjengelig forskning og kunnskap fra utenforstående, tilsier at en forandring vil være en fordel for den aktuelle gruppen. Et eksempel på en slik problemstilling er hentet fra boken "Diffusion of innovations" skrevet av Everett M. Rogers (1962):

Det offentlige helsevesenet i Peru forsøker å introdusere innovasjoner til landsbyboere for å forbedre deres helse og forlenge deres liv. Helsevesenet oppfordrer folk til å installere latriner, brenne søppel daglig, ha kontroll på husfluer, rapportere tilfeller av smittsomme sykdommer og koke drikkevann. Disse nyvinningene innebærer store endringer i tenkemåten og atferd for peruanske landsbyboere. De forstår nemlig ikke forholdet mellom sanitære forhold og sykdom. Å koke vann er spesielt viktig for denne gruppen mennesker når det gjelder å oppnå og bevare god helse. Hvis de ikke koker vannet vil pasienter som blir behandlet og kurert ved medisinske klinikker ofte returnere innen kort tid med samme sykdom.

En to års vann-kokings kampanje gjennomført i Los Molinas, en peruansk landsby med 200 familier ved kysten i Peru, klarte kun å overtale 11 kvinner til å begynne og koke vannet. Sett fra det offentlige helsevesenet hadde den lokale helsearbeideren, Nelida, en enkel oppgave: overtale kvinnene i Los Molinas til å begynne og koke vannet som en daglig oppgave. Selv med hjelp fra en medisinsk doktor, som ga offentlige taler om vannkoking og 15 kvinner som allerede kokte vannet som en daglig syssel, feilet Nelida sitt forsøk på å innføre vannkoking. For å forstå hvorfor, må vi se nærmere på kulturen, det lokale miljøet, og individene i Los Molinas.

De fleste beboere i Los Molinas er bønder som jobber på de lokale plantasjene. Vann blir hentet og brakt til landsbyen fra tre forskjellige kilder. En sesongbasert grøft med vann som ligger nære landsbyen, en kilde som ligger mer enn 1600 meter fra landsbyen og en offentlig brønn som har en smak på vannet som de fleste som bor i landsbyen misliker. Alle tre kildene

er utsatt for forurensning og viser spor av forurensning ved uavhengige tester. Selv om det ikke er mulig for landsbyen å installere et vann-rens system, vil forekomsten av tyfus og andre vannbårne sykdommer kraftig reduseres ved koking av vannet før det drikkes.

For å prøve å forstå hvorfor denne kampanjen ikke fungerte skal vi se nærmere på 3 forskjellige kvinner: Fru A som lot seg overtale, men av vikarierende argumenter. Fru B som lot seg overtale. Fru C som ikke lot seg bli overtalt (et eksempel på den meste generelle holdningen i landsbyen).

Fru A er omtrent 40 år og lider av bihulebetennelse. Landsbybeboerne kaller henne "den syke". Hver morgen koker hun en gryte med vann som hun bruker gjennom dagen. Hun forstår ingen ting av bakterie-teori som Nelida har forsøkt å forklare. Hennes motivasjon for å koke vannet bunner i en kompleks lokal skikk av et skille mellom "varmt" og "kaldt". Det grunnleggende prinsippet i denne troen er at all mat, vesker, medisiner og andre objekter er iboende enten varm eller kald uavhengig av deres egentlige temperatur. Kokt vann og sykdom er tett knyttet til normene i Los Molinas. Av gammel skikk er det kun de syke som koker vannet. Hvis noen blir syke er det utenkelig at en spiser gris (veldig kaldt) eller drikker brandy (veldig varmt). Ekstremer av varmt og kaldt må unngås av de syke. Derfor kan ikke syke drikke "røtt" vann som i utgangspunktet anses som veldig kaldt. De syke må altså koke vannet for at det skal få en riktig temperatur. Fru A koker altså vannet grunnet en gammel skikk, for hun anser seg selv som syk. Hun adopterte innovasjonen, men av gal grunn.

Fru B er innflytter til landsbyen for cirka en generasjon siden. Hun er fortsatt veldig orientert mot sin fødsels plass i fjellene i Andene. Fru B bekymrer seg for lavlands sykdommer som hun føler hjemsøker landsbyen. Det er delvis grunnet Fru B sin bekymring, at Nelida klarte å overtale henne til å koke vannet. Fru B er også "merket" som en utenforstående, og vil aldri oppnå mer enn en marginal sosial status i landsbyen. Siden fellesskapet i landsbyen ikke er en viktig referanse gruppe for Fru B, kan hun deviere fra vanlige felles normer om helse.

Fru C representerer majoriteten av Los Molinas familier som ikke lot seg overtale til å koke vannet. Fru C forstår ikke bakterie-teori. Hvordan, argumenterer hun, kan mikrober overleve i vann som mennesker drukner i? Hvis bakterier er så små, hvordan kan de da skade et menneske? Det er nok av andre farer i denne verden å bekymre seg over, som fattigdom og sult, enn å bekymre seg over bitte små dyr som en ikke en gang kan se, høre, ta på eller lukte. Fru C er også en stor tilhenger av "kald" og "varm" teorien og mener at kun de syke burde koke vannet.

Dette eksempelet illustrerer hvor vanskelig det kan være å forandre en vanlig praksis eller prosedyre, grunnet kultur eller gamle oppfatninger. Sett i lys av luftfart, kan vi relatere dette til myndighetspålagt trening for piloter og vanlig oppfatning om hva slags trening piloter trenger for at luftfart skal oppfattes som sikker. En annet element relatert til luftfart, er måling og forbedring av bremseverdier på en rullebane. Dette gjelder spesielt under vinterforhold, hvor problemet er at rullebanene er dekket av snø/slaps/is. Dette gir utfordringer utover det å operere på tørr eller våt bane, hvor flyets dekk reagerer annerledes i kontakt med underlaget. Å få forandret vanlig praksis her kan medføre problemer, spesielt hvis dette omfatter store forandringer av praksis. Et annet element kan også være hvis en liten gruppe operatører praktiserer utenfor en større gruppe. Det kan hende at vinteroperasjoner i Norge er et slikt eksempel. Her skiller operasjonen seg betraktelig fra vanlige operasjoner i resten av verden. Å lage et sett med regler som skal være felles for alle operatører, kan by på problemer. Spesielt da for en mindre gruppe som ønsker aksept for spesifikke regler eller prosedyrer som skiller seg betraktelig fra hva de fleste operatører opplever som riktig, eller nødvendig.

2.4 Sikkerhet på en annen måte?

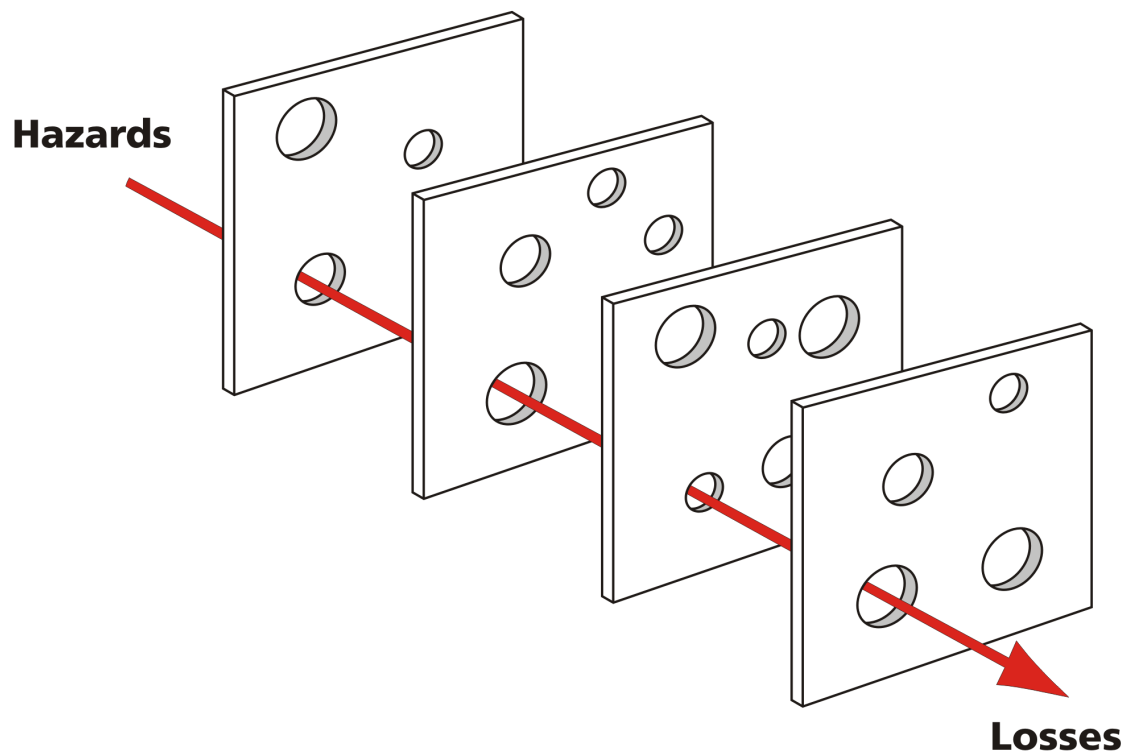
”Er mennesket et problem som må kontrolleres, eller en løsning som er effektiv i det rette miljø?” (Sidney Dekker, 2014).

I første halvdel av 1900 tallet var sikkerhets-tankegangen at mennesket var problemet. Mennesket måtte nøye selekteres, slik at en kunne plukke ut de rette, de som hadde de riktige kvalifikasjonene til å løse problemet med den teknologien som var tilgjengelig. Bli kvitt de ”råtne eplene” var en allment forstått praksis når det gjaldt sikkerhet. Det som var spesielt i måten en tenkte på, var at en ikke skulle selektere etter menneskets styrker, men heller etter menneskets manglende negativter (Sidney Dekker, 2014). Å ikke gjøre feil var viktigere enn å vise kreativitet og effektivitet.

I siste halvdel av 1900-tallet, oppstod det en dramatisk forandring av måten en tenkte sikkerhet på. Økende kompleksitet i teknologi, og en økende skepsis mot psykologien som hevdet at ”de råtne eplene” måtte fjernes, gjorde at en begynte å tenke annerledes. Teknologi skulle nå formes rundt styrkene og begrensningene til mennesket, uavhengig av deres individuelle forskjeller. Sikkerhets-problemer ble i økende grad løst ved å kontrollere teknologien, miljøet og systemet (Sidney Dekker, 2014).

Over de siste 40 årene har det vært en gjennomgående forståelse av at flyulykker er uløselig knyttet til om systemet (organisasjonene eller institusjonene) fungerer eller ikke. Mennesket

er ikke en start på problemene, de er heller mottaker av problemene (Sidney Dekker, 2014). Konstruksjonen og operasjonen av kommersielle flyselskap er basert på store nettverk av organisasjoner som støtter operasjonene, som forbedrer dem, og som kontrollerer og regulerer dem. Kompleks teknologi kan ikke eksistere uten disse organisasjonene (operatører, myndigheter, fabrikanter, støtteorganisasjoner, vedlikeholds fasiliteter, treningsfasiliteter) som i prinsippet er konstruert for å beskytte og sikre operasjonene. Dette har medført at sikkerhet har i økende grad blitt sett på som et administrativ system, og som kontrolleres av ledelsen. Det mest populære bilde på dette er ”Swiss Cheese” modellen.



Figur 2-3 Swiss Cheese modellen (J. Reason, 1990)

For å hindre ulykker, eller tap, setter det administrative systemet opp barrierer som skal stoppe feil. Dette kan være i form av prosedyrer og rutiner. Barrierene er illustrert som osteskiver, og latente feil i prosedyrene er illustrert som «hull i osten». Denne modellen illustrerer således at mange små feil i selskapets organisasjon og administrasjon kan føre til store ulykker i operasjons siste fase, den skarpe enden. Dette har medført at sikkerhet hovedsakelig er generert gjennom planlegging, prosesser, papirarbeid, tilsyn og administrativt arbeid. Det har igjen resultert i at ledelse av sikkerhetsarbeid lager et system hvor en teller og

systematiserer negative hendelser, prosedyre-samsvar og overvåking (Sidney Dekker, 2014). Dette har igjen satt begrensninger på hvilke mennesker som kan jobbe ved den skarpe enden.

Er det på tide å tenke annerledes rundt sikkerhet i luftfarten? Er det på tide å tenke på mennesket som løsning på problemet? Kan mennesket kanskje trenes til å fungere på riktig måte i samspill med teknologien, slik at vi kan redusere antall ulykker ytterligere? I sammenheng med disse spørsmålene har Sidney Dekker (2014) noen tanker:

- Vi må ikke se på sikkerhet som et byråkratisk ansvar oppover, men heller som et etisk ansvar nedover.
- Vi må ikke se på sikkerhet som fravær av negativer, men heller som en positiv kapasitet til å gjøre ting riktig.
- Vi må bort fra vår gamle (Cartesian-Newtonian) språk med et lineært årsak-virkning relasjon, og andre statistiske metaforer.
- Vi må bytte ut vårt vokabular av kontroll, begrensninger, og menneskelige mangler til et nytt vokabular som inneholder selvstendighet, mangfold, og menneskelige muligheter.

Er det mulig at vi må tenke på en annerledes måte? Skal vi gi menneskelige faktorer og påviste trender mulighet til å forbedre systemet, eller oppgradere et systems pålagte begrensning?

Dersom vi nå ser tilbake til vår problemstilling:

Hvordan påvirker fastsand flyets reelle retardasjonsevne?

For å belyse denne problemstillingen stilte vi oss også noen forskningsspørsmål. Et av de var:

I hvilken grad skal vi ta hensyn til menneskelige vurderinger når vi måler, evaluerer og rapporterer aktuell friksjon på en glatt rullebane?

Kan vi da stille oss følgende spørsmål:

Skal vi kun høre på en gruppes erfaringer, eller er det nødvendig med reelle empiriske data, før vi kan forandre en gjeldende praksis?

Sidney Dekker (2014) mener at den menneskelige ressurs er viktig sett i en flysikkerhet sammenheng. For en flyger handler ofte glatte rullebaner om nettopp flysikkerhet. I en kommersiell sammenheng snakker vi gjerne om regularitet. Hva vi kaller det er kanskje ikke

så viktig. Ved å gjøre det riktige kan vi oppnå en positiv faktor på både regularitet og flysikkerhet. I drøftingskapittelet skal vi ta opp tråen igjen i forhold til dette temaet.

2.5 Avinors virksomhet

Samferdselsdepartementet forvalter den statelige eierskapet i Avinor (Meld. St. 38, 2012-2013). Samferdselsdepartementet er altså den overordnede styringsmakten av luftfarten i Norge. Departementet tar sikte på å legge frem en eiermelding til Stortinget hver fjerde år eller oftere, hvis det er behov for dette. Hensikten med denne eiermeldingen, er å gi Stortinget en orientering om utviklingen i selskapet siden siste melding. Meldingen skal også gi en orientering om Avinors strategier og planer for de neste årene. Meldingen gir også en vurdering av viktige rammevilkår for virksomheten til Avinor.

I tillegg har Samferdselsdepartementet engasjert konsulentfirmaet Integra A/S til å gi en ekstern vurdering av flysikringstjenesten i lys av utviklingen i Europa under lovgivningen om et felles europeisk luftrom (Meld. St. 38, 2012-2013). Mye av regelverket i luftfartsområdet er felleseuropeisk regelverk som bygger på internasjonale standarder. EU regelverket om et felles europeisk luftrom skal medvirke til å effektivisere utviklingen av flytrafikken over Europa og samtidig gi positive virkninger på miljøet, flysikkerheten og brukerne i form av lavere avgifter.

Avinors hovedoppgave er å drive et helhetlig system av 46 lufthavner og den samlede flysikringstjenesten i Norge. I denne forbindelsen er kvalitet og effektivitet et vesentlig punkt. Avinor er, og har vært, en av de beste i Europa når det gjelder punktlighet og regularitet. I 2010 var punktligheten målt til 89,2 prosent og i 2011 var den på 87,5 prosent. I 2010 oppnådde Avinor en regularitet på 97,4 prosent og i 2011 lå den på 98,6 prosent (Meld. St. 38, 2012-2013). Dette er et relativt imponerende resultat når vi legger til grunn utfordringen Avinor har med mange flyplasser og relativt korte rullebaner. Dette blir spesielt utfordrende gjennom vinterhalvåret, hvor korte og glatte baner ikke gir det beste utgangspunktet for å holde regulariteten oppe. Men likevel har Avinor en uttalt målsetting om 98 prosent regularitet i 2012 (ibid). Det sier seg selv at for å oppnå denne regulariteten på korte rullebaner, er Avinor avhengig av å kunne holde bremseeffekten på rullebanene på et relativt bra nivå. Dette klarer Avinor ved å ha et effektivt system på rydding av baner for snø og is. Dette inkluderer brøyting, børsting, bruk av kjemikalier og bruk av sand. I de siste årene har bruk av fastsand vist seg å gi en gunstig effekt når det gjelder å holde bremseeffekten oppe på et akseptabelt nivå.

Miljøarbeid er en del av samfunnsansvaret til Avinor (Meld. St. 38, 2012-2013). Det har også vist seg at fastsand gir en gunstig effekt når det gjelder miljø, da hyppigheten av nødvendig gjentagelse av legging av sand på rullebanene er blitt redusert. Avinor registrerer også forbruk av flyavisningsveske og baneavisningskjemikalier (Meld. St. 38, 2012-2013). Det gir også en miljømessig gevinst av at man ikke bruker så mye kjemikalier på banen, som man ville ha brukt uten bruk av fastsand. Det viser seg også at enkelte lufthavner velger ikke å bruke kjemikalier, da de heller velger å bruke fastsand. Selve mengden av sand som må legges er også blitt redusert ved bruk av fastsand, sammenlignet med løs sand.

I disse dager blir Avinor utfordret når det gjelder bremseeffekt på rullebaner under vinterforhold. Avinor sine lufthavner bruker som sagt flere teknikker og produkter for å kunne forbedre bremseeffekten på baner som er dekket eller delvis dekket med tørr snø, våt snø, is eller en blanding av disse elementene. Vanligvis vil en rullebane først bli ryddet så godt det lar seg gjøre, slik at en fysisk fjerner så mye som mulig av elementene fra banen. Når dette er gjort vil en behandle banedekket med et av flere produkter for å kunne forbedre bremseeffekten enda mer. Et av disse elementene som har vist seg å gi positiv effekt er fastsand. Dette kan anses positivt i den forstand at det gir forbedret bremseeffekt, men også at det bidrar til en positiv miljøgevinst i form av mindre bruk av for eksempel kjemikalier. En trenger mindre mengder av sand og færre behandlinger av banen. Effekt varer altså lengre. I forbindelse med at ICAO prøver å standardisere hvordan en rullebane skal behandles, er ikke fastsand foreslått som et element i denne standardiseringen. Dette skyldes sikkert flere ting, men et av argumentene kan være manglende statistiske data.

Den nye standardiseringen ønsker å relatere bremseeffekt til spesifikke vær-situasjoner, hvor en kan bruke visse produkter til å oppgradere denne standardiserte bremseeffekten. TALPA ARC har utarbeidet en rullebanekondisjonsmatrise som ICAO har adoptert (Figur 2-10). Den relaterer enkle snø og is forhold direkte til rullebanefriksjon, og setter rigide krav til opp- og nedgradering. I dette bilde er det viktig for Avinor og flyselskapene å få kunne bruke fastsand for en mulig oppgradering av bremseeffekten. For at dette skal være mulig, må ICAO godkjenne dette produktet som ett av elementene som kan gi en oppgradering.

Slik situasjonen er i dag, gis det ikke noen begrensning i hva Avinor kan bruke på rullebanene, men det gis begrensninger på hva det gis tillatelse til å kunne offisielt bruke til å gi en oppgitt forbedret bremseeffekt. Det er ikke tillatt å oppgi friksjonstall direkte fra friksjonsvognene, men man må bruke standardiserte koder. Det er kun en offisielt oppgitt bremseeffekt som det

er mulig for en flyger/selskap å bruke som underlag, når det skal beregne stoppedistanse ved en landing eller stoppdistanse etter en eventuelle avbrutt avgang.

Avinor har som målsetning å være blant den beste tredjedelen av lufthavnene i Europa når det gjelder punktlighet, effektivitet og service (Meld. St. 38, 2012-2013). Avinor kartlegger årlig status gjennom en bred internasjonal sammenligning i regi av Transportøkonomisk institutt. Resultatet viser at Avinor er bedre enn gjennomsnittet, men selskapet har ennå ikke nådd målet om beste tredjedel. De interne punktlighets og regularitetsmålene er henholdsvis 88 og 98 prosent (Meld. St. 38, 2012-2013). Avinor ligger nær målsetningene både når det gjelder punktlighet og regularitet, men oppnår ikke målsetningen hvert år. I 2011 var værforhold skyld i 12 prosent av alle forsinkelser.

2.6 Fysiske begrensninger

Det er en generell bekymring over hvor tilstrekkelig den tilgjengelige friksjonen mellom flyets dekk og rullebanedekket er under visse værforhold (ICAO Doc 9137, 2002), spesielt under vinterforhold. Den generelle bekymringen gjør seg gjeldende under forhold hvor rullebanen er dekket med snø, slaps, is eller vann, og spesielt når flyets avgangs- eller landingshastighet er høy. Denne bekymringen er mer akutt for jet transportfly, siden muligheten for å stoppe for disse flyene er i større grad, avhengig av den tilgjengelige friksjonen mellom flyenes dekk og rullebaneoverflaten. Jetflyenes avgangs- og landingshastighet er i tillegg høy, og i noen tilfeller har banelengden som er nødvendig for landing eller avgang, en tendens til å bli kritisk i forhold til tilgjengelig rullebanelengde. Under slike forhold kan dessuten flyets retningskontroll bli svekket hvis flyet i tillegg er påvirket av kryssende vind relatert til baneretning (ibid).

Et mål på hvor alvorlig situasjonen er, ser vi indikert ved de nasjonale myndigheters luftdyktighetskrav, hvor de anbefaler at krav til landingsdistanse på en våt rullebane bør være lengre enn kravet til landingsdistanse på den samme rullebanen når den er tørr. Videre er det viktig at tilstrekkelig informasjon om rullebanens friksjonsegenskaper og flyets bremseegenskaper er tilgjengelig for flyverne og driftspersonell, slik at det er mulig å justere teknikk og gjøre korreksjoner på nødvendige resultat relatert til ytelse. Hvis rullebanen er forurenset med snø eller is, må tilstanden av rullebanen vurderes, friksjonskoeffisienten må måles og resultatet må videreformidles til flyverne. Dersom rullebanen er våt, og rullebanen har en slik egenskap at den blir glatt når den er våt, må flyverne bli gjort klar over de potensielle farlige forholdene (ICAO Doc 9137, 2002).

Før vi ser nærmere på behovet og fremgangsmåten for å vurdere rullebanens overflatefriksjon når den er forurenset med snø/slaps/is eller vann, må vi understreke en ting; Hovedmålet for flyplassmyndigheter må være å kunne få fjernet alle forurensende stoffer på rullebanen så raskt og fullstendig som mulig, det være seg også andre elementer på rullebanen som kan påvirke flyets ytelse (ICAO Doc 9137, 2002).

Bevis fra hendelser og ulykker hvor flyet har brukt mer enn tilgjengelig rullebane enten ved landing eller ved en avbrutt avgang, viser at det i mange tilfeller var en manglende overflatefriksjon på rullebanen, eller manglende bremseegenskaper oss flyet som var hovedgrunnen eller i det minste en medvirkende årsak til hendelsen/ulykken. Hvis vi ser bort fra dette sikkerhetsaspektet, kan vi si at regularitet og effektivitet av flyoperasjoner kan bli betydelig svekket som følge av dårlig bremseeffekt på en rullebane. I denne sammenheng, er det viktig at en rullebane er slik konstruert at den gir gode friksjonsegenskaper når banen er våt. For å oppnå dette, er det ønskelig at den gjennomsnittlige overflatestrukturdybden av en ny overflate ikke skal være mindre enn 1,0 millimeter (ICAO Doc 9137, 2002). Dette krever vanligvis en form for spesiell overflatebehandling.

Tilstrekkelig rullebanefriksjonsegenskaper er nødvendig for tre forskjellige formål:

1. Nedbremsing av flyet etter landing eller etter en avbrutt avgang.
2. Opprettholdelse av retningskontroll på bakken ved avgang eller landing, spesielt under forhold med kryssende vind, asymmetrisk motoreffekt eller teknisk funksjonsfeil.
3. Oppspinn av hjulene ved landing.

Hvis vi ser på flyets bremseegenskaper eller flyets mulighet for å opprettholde retningskontroll, må det bemerkes at et fly selv om det opererer på bakken fremdeles er gjenstand for betydelig aerodynamisk krefter eller andre krefter som kan påvirke flyets mulighet for å stoppe eller flyets retningskontroll. Slike andre krefter kan være asymmetrisk motorkraft, asymmetrisk hjulbrems eller kryssende vind. Resultatet kan bli kritisk relatert til retningsstabilitet. I hver av disse tilfelle spiller rullebanens overflatefriksjon en viktig rolle. Når det gjelder kryssende vind, er alle fly underlagt spesifikke begrensninger vedrørende styrken på denne vinden. Disse begrensningene øker når friksjonen på rullebaneoverflaten reduseres (ICAO Doc 9137, 2002).

Redusert rullebanefriksjon har en annen betydning under landing sammenlignet med en avbrutt avgang. Dette skyldes forskjellige kriterier ved de to forskjellige situasjonene. Under landing, er rullebanens overflatefriksjon spesielt viktig for å oppnå full rotasjon på hjulene så

fort som mulig. Dette er viktig for å optimal drift av elektroniske og mekaniske blokkeringsfrie bremsesystemer som er installert på de nyeste flyene. Dette er også viktig for å oppnå best mulig styringsevne på bakken. De armerte automatiske luftbremsene som ødelegger gjenværende løft fra vingen samt øker luftmotstanden er som regel satt opp slik at de også blir utløst som et resultat av hjulrotasjon. Dette gjelder også hvis flyet er satt opp med automatiske bremsesystemer. Det er ikke uvanlig at under faktiske operasjoner så blir hjulrotasjonen ved landing forsinket fordi rullebanen er forurenset av gammel gummi fra andre fly. I ekstreme tilfeller, kan enkelte hjul mislykkes i å spinne opp i det hele tatt, og dermed skape en potensielt farlig situasjon og muligens føre til dekk svikt (ICAO Doc 9137, 2002).

Generelt er flyets sertifisering og driftskrav basert på overflatefriksjon som er gitt ved en tørr rullebaneoverflate, det vil si når flyets maksimale bremseeffekt er oppnåelig på denne overflaten. En ytterligere økning av landingsdistansen er vanligvis nødvendig når rullebanen er våt. For å kompensere for den reduserte bremseevnen under ugunstige rullebaneforhold, for eksempel våt eller glatt føre, er korreksjon av ytelse gjort på en av to måter. Enten en økning av den banelengde som kreves eller en reduksjon i tillatte startmasse eller landingsmasse. For å kompensere for redusert retningskontroll, vil den tillatte kryssvind komponenten reduseres (ICAO Doc 9137, 2002). For å møte mulige problemer forårsaket av utilstrekkelig overflatefriksjon på rullebanen, eksisterer det i utgangspunktet to mulige tilnærminger:

1. Bestemme pålitelige ytelsesdata for avgang og landing relatert til rullebanens gjeldene overflatefriksjon eller flyets bremseegenskaper; eller
2. levere tilstrekkelig rullebanefriksjon til alle tider og under alle miljøforhold.

Det første konseptet, som bare ville forbedret sikkerheten, men ikke virkningsgrad og regularitet, har vist seg vanskelig hovedsakelig på grunn av:

- Problemer med å bestemme rullebanens friksjonsegenskaper i operasjonelt meningsfull terminologi; og
- problemer med korrelasjonen mellom friksjonsmåleenheten som brukes på bakken og flyets bremseegenskaper. Dette gjelder spesielt når rullebanen har karakteristikken våt.

Den andre er en ideell tilnærming og adresserer spesielt den våte rullebanen. Den består i det vesentligste av å spesifisere minimumsnivåer av krav til friksjonsegenskaper for rullebane konstruksjoner og vedlikehold. Det er dokumentert at rullebaner som er konstruert i henhold

til aktuelle standarder og som er tilstrekkelig vedlikeholdt, gir optimale driftsforhold og møter disse kravene. Følgelig bør mye av innsatsen konsentreres om å utvikle og implementere nødvendige standarder for rullebane design og vedlikehold (ICAO Doc 9137, 2002).

Det er ikke mulig å diskutere metoder for måling av friksjon og vurdering forurensingsdybde uten først å vurdere noen av de grunnleggende fenomener som forekommer både under og rundt et rullende dekk. For enkelhets skyld, kan disse imidlertid bli gitt i en kvalitativ måte (ICAO Doc 9137, 2002):

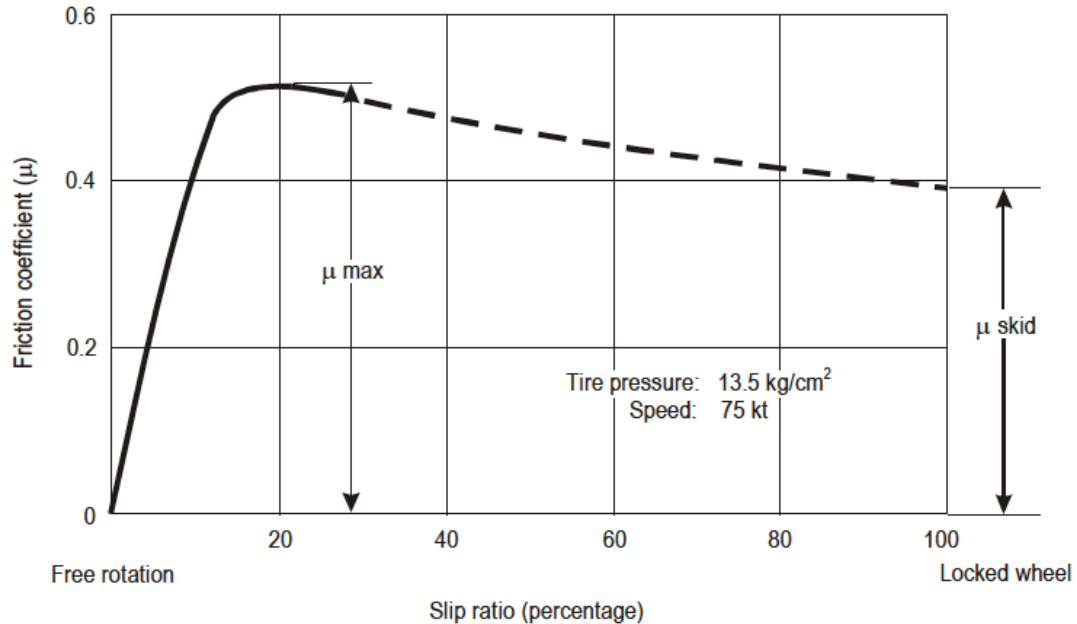
2.6.1 Prosentvis slipp

Bremsene i eldre flymodeller var ikke utstyrt med anti-skli system (ICAO Doc 9137, 2002).

Det vil si at jo hardere flygeren bremses, desto mer bremsemoment ble utviklet. Når det ble påført bremsetrykk, ble hastigheten på hjulrotasjonen redusert. Og forutsatt at det var tilstrekkelig bremsemoment, kunne hjulet bli låst. Hvis vi forutsetter at flyets hastighet over bakken er 185 km/t (100 knop) og hastigheten på dekket ved dens kontaktpunkt med bakken er 148 km/t (80 knop), vil vi kunne si at dekket sklir over bakken med 37 km/t (20 knop).

Dette blir betegnet som 20 prosent slipp. Hvor mye dekket sklir blir også gjerne uttrykt i et forholdstall kalt slipprate (Statens vegvesens rapporter nr. 365, 2015). Slippraten er sliphastigheten delt på dekkets hastighet. Slippraten er dermed et tall mellom 0 og 1.

Alternativt kan en uttrykke dette i prosent hvor 0% slipp er et frittrullende hjul og 100% slipp er et låst hjul (ibid). Betydningen av dette begrepet ligger i det faktum at når den prosentvise slipp varierer, så varierer også mengden av friksjonskraft som frembringes av hjulene. Dette er skjematisk vist i figur 2-4 for en våt bane. Ut ifra dette ser vi at den maksimale friksjonskraften oppstår når slipp prosenten ligger mellom 10 og 20 prosent (ICAO Doc 9137, 2002). Dette faktum utnytter moderne bremsesystemer seg av for å øke bremseeffekten.



Figur 2-4 Prosentvis slipp på en våt rullebane (ICAO Doc 9137, 2002)

2.6.2 Friksjonskoeffisient

Friksjonskoeffisienten er definert som forholdet mellom den tangensiale kraften som er nødvendig for å opprettholde en ensartet relativ bevegelse mellom to kontaktflater (dekket til et fly og rullebaneoverflaten), og den vertikale kraften som holder dem i kontakt (vekten av flyet distribuert på flyets dekkflate) (ICAO Doc 9137, 2002). Friksjonskoeffisienten er ofte betegnet med den greske bokstaven μ , uttalt my.

2.6.3 Låst hjul

Begrepet ”låst hjul” er akkurat som underforstått, nemlig at hjulet ikke spinner.

Friksjonskoeffisienten μ som skapes ved denne forutsetningen er ved 100 prosent slipp, vist i figur 2-4. Det må bemerkes at denne verdien er mindre enn μ max som oppnås ved optimal slipp. Tester har vist at for et fly dekk så varierer μ slipp mellom 40 og 90 prosent av μ max avhengig av baneforhold (ICAO Doc 9137, 2002). Det har blitt brukt kjøretøy med påmontert låst hjul for å måle rullebanens friksjonskoeffisient (ibid). I så tilfelle ville resultatet av en slik måling være en god indikasjon på potensialet for hjuloppspinn ved en eventuell landing, da hjulene på et fly står stille i det flyet setter seg på bakken.

2.6.4 Bremsesystem

Moderne blokkeringsfrie bremsesystemer er konstruert til å operere så nær toppfriksjonsverdien (μ max) som mulig (ICAO Doc 9137, 2002). Bremsesystemets effektivitet på en flymaskin, derimot, gir vanligvis bare en prosentandel av denne

toppverdien. Effektiviteten har en tendens til å øke med økende hastighet. Tester utført på våt bane med eldre type bremsesystem ga verdier på 70 prosent ved en hastighet på 56 km/t (30 knop), mens effektiviteten steg til nesten 80 prosent ved en hastighet på 222 km/t (120 knop). Det har blitt hevdet at en har målt enda høyere verdier med mer moderne systemer. For anti-skli systemer som brukes på mange transportfly, har den effektive bremseeffekten (μ_{eff}) blitt empirisk etablert som (ibid):

$$\mu_{\text{eff}} = 0,2 \times (\mu_{\text{max}}) + 0,7 \times (\mu_{\text{max}})^2 \text{ for } \mu_{\text{max}} \text{ mindre } 0,7$$

$$\mu_{\text{eff}} = 0,7 \times (\mu_{\text{max}}) \text{ for } \mu_{\text{max}} = 0,7 \text{ eller større}$$

2.6.5 Rullemotstand

Rullemotstand er den motstanden som er forårsaket av den elastiske deformasjonen av dekket som skjer i kontakt med en overflate. For et dekk på et konvensjonelt fly, regnes denne koeffisienten å være 0,02 ganger den vertikale belastningen på dekket. For at et dekk skal begynne å rotere, må denne rullemotstand koeffisienten være mindre enn friksjonskoeffisienten mellom dekket og rullebanen (ICAO Doc 9137, 2002).

2.6.6 Tribosystem

I tillegg til samspillet mellom gummiene til landingshjulene på et fly og rullebaneoverflaten er det mange andre ytre faktorer som også er med på å bestemme hvor mye bremsekraft som kan overføres fra landingshjulene til rullebanen. På fagspråket kalles hele dette samspillet for tribosystemet (Statens vegvesens rapporter nr. 365, 2015). Tribosystemet består av fire hovedkomponenter: dekk, rullebane, kontaktmedium og luftlag/omgivelser. Med kontaktmediet menes alt som kan ligge mellom dekk og rullebane som vann, snø, is, slaps, sand, kjemikalier etc. Vinterdrift handler mye om å kontrollere (redusere), endre og overvåke kontaktmediet.

2.6.7 Behandling av rullebaner som er dekket av fryst vann

I mai 2011 publiserte Accident Investigation Board Norway en rapport som omhandlet vinteroperasjoner, friksjonsmålinger og forhold for friksjons estimering (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011). I denne rapporten er både behandling med sand og behandling med kjemikalier på rullebaner dekket av fryst vann beskrevet som tema. Under skal vi prøve å beskrive litt dypere hvordan man i bransjen beskriver bruk av sand og kjemikalier under disse forholdene. Grunnen til at vi beskriver temaene sand og kjemikalier er fordi under forhold hvor en rullebane er dekket av fryst vann, så er det disse elementene som

er tilgjengelig for brøyteleder til å oppgradere bremseeffekt foruten å prøve å fjerne isen/snøen mekanisk.

Behandling med løs sand

I følge Statens Havarikommisjon for Transport er sand brukt under flytende forurensing (vann, slaps, eller løs snø) ineffektivt (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011).

Anvendelsen av sand på is eller kompakt snø, er ment å forbedre utvekslingen av longitudinale og laterale skjærkrefter mellom dekket og den forurensete rullebanen. Primært skjer dette likt prinsippet med et tannhjul, men det er også en komponent av adhesjon (en molekylær attraksjon i kontaktflatene mellom stoffenheter i fast eller flytende form) (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011). Tannhjulprinsippet krever at vi har tilgjengelige skarpe kanter. I denne sammenhengen tenker vi på kileformede sandkorn som trenger inn i gummien på dekket og samtidig trenger inn i isen. Sandkornene kan være bundet til isen på forhånd, og det er her prinsippet til fastsand er relevant. Når temperaturen nærmer seg smeltepunktet øker deformasjonen av isen til flytende form eksponentielt. Krefte som holder et korn fast i isen svekkes tilsvarende.

Løse sandkorn kan smelte inn i isen når de blir varmet opp til over 0°C, ofte som et resultat av absorbert solenergi. Den kraften som kan overføres ved korn som er bundet til isen er avhengig av egenskapene til isen. Egenskapene til isen er et resultat av dens historie, altså hvordan den er dannet og isens transformasjon som påvirker formen og stabiliteten av iskrystallene.

Behandling med fastsand

Sandkorn kan med hensikt bindes til isen enten ved å varme sanden alene, eller ved å blande varmt vann (90°C til 95°C) med sanden. Erfaringer, snarere enn teoretiske betraktninger, ser ut til å være avgjørende (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011).

Sandkorn som smelter helt inn i isen vil være ineffektivt. Varmt vann tiner overflaten av den opprinnelige isen og lager et nytt lag som ikke må skjule den øvre delen av kornene. Det viser seg at toppen av våte korn tørker fort ved høye temperaturer, og dermed blir ikke den øvre delen av sandkornene dekket av fryst vann. Is som dekker alle sandkornene er ennå ikke observert, så mest sannsynlig er ikke dette et problem (ibid). Selvfølgelig vil sandkorn som er bundet til is ikke ha noen effekt hvis de er dekket av snø eller blir dekket av is som et resultat av for eksempel underkjølt regn.

Hvis en ønsker en langvarig effekt, slik at en kan feie banen for snø flere ganger uten at sanden også blir feid bort, må fastsand bli lagt på rullebanen ved lave temperaturer. Temperaturen må være tilstrekkelig under frysepunktet, slik at sandkornene har mulighet til å bli bundet i krystallstrukturen av isen. Ved kaldere is, binder sandkornene seg bedre. Dog kan varm sand, selv ved smeltepunkts temperatur, forbedre friksjonen på rullebanen der hvor løs sand (kald sand) har liten effekt. Varme sandkorn vil smelte små spor i isen rundt hvert sandkorn. Hvis vi forutsetter at isen ennå ikke er oppløst av smeltevann og ikke har oppnådd myk konsistens, vil sandkornene motstå en hvis kraft fra hjulene slik at de ikke blir flyttet på, men forblir i sine spor i isen. Dette er tilfelle selv om sandkornene ikke fryses inn i en fast stilling (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011). Erfaringen kan forklares med at is som omgir sandkornene fortsatt er sterk nok til å plukke opp skjærkraft. En del av erfaringen kan også forklares med adhesjon til korn som er blandet i et våt is miljø.

Behandling med kjemikalier

Salter kan bli brukt til å forhindre at vann fryser, men salter kan også bli brukt til å forhindre at is smelter. Størrelsen på doseringen av salter kan være vanskelig å justere i forhold til værforholdene. Resultatet kan faktisk bli motsatt av intensjonen. Salter kan også korrodere flymaskiner og infrastruktur ved en lufthavn. (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011)

I henhold til Raoult's lov, er frysepunktet til en viss form for saltoppløsning proporsjonalt med konsentrasjonen av det saltet som er oppløst (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011). Hvis kjemikalier blir brukt riktig kan de enten bli brukt til å forhindre at is bygger seg opp eller bli brukt til å smelte is som er blitt dannet tidligere. Den første strategien går ut på å dekke rullebanen med kjemikalier og senere etterfylle slik at rullebanen holder seg "svart" og at ingen is for mulighet til å bli dannet. Den andre strategien er basert på granulater. I en kombinasjon av gravitet og smelting, penetrerer partiklene islaget og ned til den "svarte" rullebanen. Her smelter kjemikaliene isen fra banedekket og isen løsner i flak eller smelter til flytende form. Dette må igjen fjernes mekanisk fra banen.

Den vanligste form for salter som i dag blir brukt kommersielt er basert på kaliumformiat CHKO_2 , kaliumacetat CH_3OOK , natriumformiat HCOONa , eller natriumacetat CH_3OONa (Temarapport, Accident Investigation Board Norway, 2011). Alle har et mye lavere frysepunkt enn vann. Kalium produkter har et frysepunkt mellom minus 50°C og minus 60°C , mens natrium produkter har et frysepunkt på mellom minus 20°C og minus 25°C . Hvis en

reduserer konsentrasjonen av produktet ved å blande inn vann, vil frysepunkttemperaturen øke. Men generelt sier man at det er vanskelig å få effektiv smelting av is under minus 30°C. Dette er fordi dette blir beskrevet som den eutektiske temperaturen (laveste frysepunkt av vann blandet med salter). Erfaring tilsier at halvparten av denne temperaturen igjen er det som er mulig å få til i praksis (ibid). Hvis vi videre ser på hva våre informanter sier om bruk av kjemikalier, hevder de at det er vanskelig å få et effektivt resultat under en temperatur på minus 5-6°C.

”Vi bruker kjemikalier i fra 0 og rundt en minus 5-6, så går vi over på fastsand når kjemikaliene begynner å ikke virke lenger.” (Informant)

2.7 IRIS rullebane modell (en beslutningsstøtte modell)

Før flygere kan lande på snø- eller is-forurensede rullebaner, trenger de nøyaktig informasjon om de rådende forhold på rullebaneoverflaten. Derfor er rapportering av overflateforhold en viktig oppgave for rullebane vedlikeholds-personell ved en flyplass. Om vinteren er det vanlig at inspektører kjører over rullebanen og samler visuell informasjon om de rådende forhold på overflaten (Klein-Paste et al., 2015). Dette kan være seg typen og dybden samt prosentvis dekning av forurensning (is, slaps, snø eller vann), men også tilstedeværelsen av sand og kjemikalier. I tillegg er det vanlig å utføre friksjonsmålinger under disse inspeksjonene. Dette gjøres ved hjelp av en bakkefriksjonsmåleenhet, «Ground friction measurement device» (GFMD). Denne informasjonen blir så samlet og overført til flygerne i en såkalt SNOWTAM rapport (ibid).

Flygere referer til glattheten på en rullebane uttrykt som bremseeffekt. De bruker vanligvis en skala inndelt i fem kategorier:

”POOR”, ”MEDIUM to POOR”, ”MEDIUM”, ”MEDIUM to GOOD” og ”GOOD”.

Noen ganger blir en sjette kategori brukt; ”NIL”. Dette uttrykker at det er svært glatt og at det ansees som usikkert å lande. GFMD har blitt brukt siden 1950-tallet for å forutsi rullebanens bremseeffekt (Klein-Paste et al., 2015). Over hele verden blir ulike modeller og merker brukt på flyplasser og deres målinger blir ofte rapportert direkte til flygerne. Dessverre har det vist seg at de forskjellige GFMD ikke alltid kan gi konsistente målinger på samme overflate. Derfor er det viet stor innsats for å korrelere enheter med hverandre og å korrelere enhetene med flyets bremseegenskaper. Til tross for dette arbeidet, er det fortsatt stor uenighet innad i bransjen om kvaliteten, og om hvordan resultatene skal tolkes og videreformidles til flygerne.

Bruken av friksjonsmålere har vært diskutert i lengre tid, og ved flere ulykker har det vist seg at de reelle forholdene er betydelig dårligere enn det som ble påvist med en GFMD (Klein-Paste et al., 2015). En av grunnene til at det er så vanskelig og få en gyldig måling med en GFMD, er at testdekket danner et skalert Tribosystem sett i forhold til det som dannes ved dekket til et luftfartøy. Parametere som hastighet, dekkegenskaper, normal belastning, bremsing og kontakttid er signifikant annerledes på testdekket til en GFMD sammenlignet med dekket på en flymaskin. Under bremsing er rotasjonshastigheten av dekket mindre, sammenlignet med et fritt rullende dekk. Et dekk som blir brems ned induserer altså en prosentvis slip. Når et dekk ruller og glir, skapes friksjon av at den myke gummien og den harde rullebaneoverflaten griper inn i hverandre. Jo større normalkraften er, jo større friksjon. Når gummi og rullebaneoverflate griper inn i hverandre, kan det skapes en horisontalkraft fra luftfartøyet til overflaten. Denne mekaniske innlåsing er en av årsakene til friksjon. Når det skapes en prosentvis slip grunnet oppbremsing av hjulet, skapes en dynamisk friksjon. Dynamisk friksjon skapes når at gummien på et dekk skal gli over toppene på en ru overflate. For at det skal være mulig må gummien deformeres/komprimeres før gummien kan komme seg over toppene. Friksjon skapes også av deformasjoner og ødeleggelse av grensesnittet i kontaktpunktene. Den høye ”skli” hastigheten på et luftfartøys dekk kan skape friksjon grunnet smelting (Klein-Paste et al., 2015). I tillegg må alt løst materiale som vann, slaps, våt eller tørr snø, bli presset ut av kontaktområdet på dekket før det kan oppnås en friksjon. Interaksjonen av disse forskjellige typer skapt friksjon og andre mekanismer virker samtidig på ulik skala. Dette gjør det ekstremt vanskelig, om ikke praktisk talt umulig, å gjenskape realistiske prosesser under en måling med et skalert test dekk (ibid).

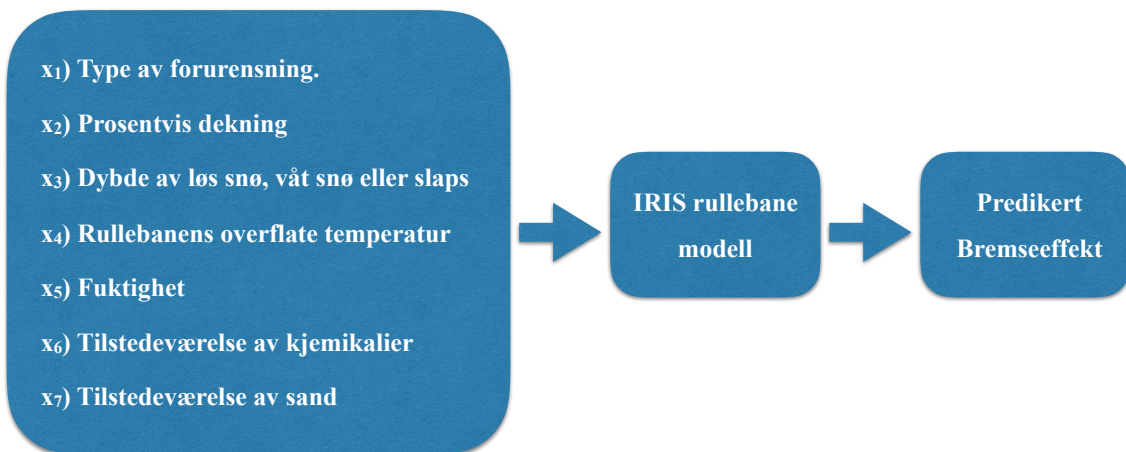
I 2009 endret det norske Luftfartstilsynet loven, og forbød at målinger fra GFMD kunne rapporteres direkte til flygerne (Klein-Paste et al., 2015). I stedet skulle trente og autoriserte rullebaneinspektører (brøyteledere) beregne bremseeffekten på rullebanen på en skala fra 1 til 5 (”POOR” til ”GOOD”). De tillot fortsatt bruk av GFMD, men kun som et beslutningsstøtteverktøy for å hjelpe til å komme frem til et estimat. Med denne lovendringen ble det lagt større vekt på ekspertvurderinger fra rullebaneinspektører og mindre vekt på friksjonsmålinger. Dette paradigmeskiftet gjenspeiles også i siste SNOWTAM-format som ikke lenger legger til rette for rapportering av målte friksjonsverdier (ibid).

Lovendringen har skapt et behov for ytterligere beslutningsstøttesystemer. Avinor har gjennomført, og gjennomfører fremdeles et stort FoU-prosjekt for å utvikle et Integrated Runway Information System (IRIS). All relevant vær og rullebane data har, og blir samlet

inn, sammen med landingsdata fra to kommersielle flyselskap. Et flys bremsemodell ble benyttet for å beregne luftfartøyets bremsekoefisient. Målet er å utvikle et beslutningsstøttesystem som gir vintervedlikeholdspersonell all relevant værinformasjon og som gir rullebaneinspektører et verktøy som hjelper dem med å vurdere rullebanens bremseeffekt (Klein-Paste et al., 2015). IRIS-modellen er en ”ekspert modell” som prøver å vurdere de visuelle informasjonene som blir samlet inn under en inspeksjon. Dette blir deretter brukt til å forutsi en gjeldene bremseeffekt.

2.7.1 Beskrivelse av modellen

IRIS-modellen evaluerer et sett av informasjon som er gitt i en SNOWTAM rapport sammen med rådende værdata og returnerer en prediksjon på bremseeffekt gitt på en skala fra 1 til 5 (”POOR” til ”GOOD”) (Klein-Paste et al., 2015). Modellen predikerer ikke 0 (”NIL”) fordi SNOWTAM rapporter utstedes i Norge kun når rullebanen er åpen for flytrafikk. I svært dårlige forhold er rullebanene i Norge stengt, og det finnes derfor ingen data tilgjengelig for modellen når det gjelder forhold som kunne gi 0. Modellen evaluerer syv ulike faktorer som påvirker bremseeffekten på rullebaneoverflaten.



Figur 2-5 IRIS-modellen (Klein-Paste et al., 2015)

Den matematiske strukturen av modellen er gitt ved:

$$P = x_1 + x_2 + x_3 + x_4 + x_5 + x_6 + x_7$$

Variabel x_1 kan betraktes som en basis prognose med en verdi mellom 1 og 5. Denne er basert på den type observerte forurensning som er tilstede på rullebanen. Variablene x_2 til x_7 er andre faktorer som enten nedgraderer eller oppgraderer basis prognosen. Disse verdiene varierer fra

-2 til +2, og gjenspeiler antall kategorier som enten er nedgradert (-) eller som er oppgradert (+). Hvis P overstiger 5 blir P satt til 5, og samme hvis P blir lavere enn 1 blir P satt til 1. Dette blir gjort for å sikre at P holder seg innenfor området mellom 1 ("POOR") og 5 ("GOOD"). De forskjellige faktorene i den matematiske strukturen blir ikke veiet for å justere den relative følsomheten av de forskjellige faktorene. Denne "veiingen" blir utført innenfor faktoren ved å justere hvor raskt den enkelte faktoren enten nedgraderer eller oppgraderer prognosen.

x₁ Type av forurensing

SNOWTAM-formatet definerer 9 forskjellige forurensningskoder K som er gjengitt i figur 2-6. Det er tillatt å rapportere flere lag som for eksempel 48, som ville gitt tørt snø på kompakt snø. Hvis det blir rapportert flere lag så består rapporten av maksimalt et løst lag som: rim, tørt snø, slaps eller vann. Rapporten består også av maksimalt 2 faste lag som is, kompakt snø eller frosne hjulspor. For å redusere antall mulige kombinasjoner, blir frosne hjulspor ansett som kompakt snø når det rapporteres sammen med andre lag. Når forurensningen på banen består både av is og kompakt snø, blir det regnet som is.

K	Description
NIL	Bare and dry
1	Damp
2	Wet
3	Rime
4	Dry snow
5	Wet snow
6	Slush
7	Ice
8	Compacted or rolled snow
9	Frozen ruts or ridges

Figur 2-6 Forurensningskoder K (Klein-Paste et al., 2015)

En oppslagstabell er utarbeidet som klassifiserer de forskjellige typer av forurensning. Denne er gjengitt i figur 2-7. Denne tabellen blir brukt til å klassifisere et utgangspunkt for bremseeffekten på rullebanen (x_1). Klassifiseringen er basert på erfaring fra vintervedlikeholdspersonell, tidligere publiserte klassifikasjoner (Subbotin og Gardner, 2013) og evalueringer av bremseegenskaper under operasjonelle forhold (Klein-Paste et al., 2012).

$x_1 = 1$	$x_1 = 2$	$x_1 = 3$
Wet ice (27) Wet compact snow (28)	Wet snow (5) Wet snow on ice (57) Wet snow on compact snow (58) Slush on ice (67) Slush on compact snow (68)	Slush (6) Ice (7) Compact snow (8) Rime on ice (37) Rime on compact snow (38) Dry snow on ice (47) Dry snow on compact snow (48)

$x_1 = 4$	$x_1 = 5$
Rime (3) Dry snow (4) Frozen ruts (9)	Dry (NIL) Damp (1) Wet (2)

Figur 2-7 Klassifisering av forskjellig forurensning (Klein-Paste et al., 2015)

x_2 Prosentvis dekning

Når en rullebane kun delvis er dekket av forurensning, har den tilgjengelige bremseeffekten en tendens til å være bedre (Klein-Paste et al., 2012). Derfor blir P oppgradert hvis rullebanen har en prosentvis dekning som er mindre enn $S = 50\%$. Er S lik eller mindre enn 10%, anses rullebanen for å være ubetydelig dekket av forurensning. I dette tilfellet blir P satt lik 5 og modellen ignorerer de andre evalueringene i modellen (x_3 til x_7). Algoritmen for å beregne x_2 er gitt ved:

$x_2 = 0$		$S > 50\%$
$x_2 = +1$		$10\% < S \leq 50\%$
$P = 5$		$S \leq 10\%$

x_3 Dybde av tørr snø, våt snø eller slaps

Dybde på tørr snø, våt snø og slaps blir rapportert i millimeter. SNOWTAM-formatet angir en nøyaktighet på 20mm for tørr snø, 10mm for våt snø og 3mm for slaps. Den norske lovgivningen avviker fra SNOWTAM standard ved å rapportere dybder i intervaller på henholdsvis 8mm, 6mm og 3mm (Klein-Paste et al., 2015). Målt dybde blir alltid rundet opp til nærmeste rapporterte intervall (6mm tørr snø blir rapportert som 8mm). Virkningen av økt dybde av forurensning på bremseeffekt er ikke klar. I modellen ble det valgt et konservativt regnestykke. Modellen teller antall intervaller av målt type forurensning som blir rapportert n_i

(for eksempel vil 6mm slaps gi $n_i = 2$, eller 18mm våt snø gi $n_i = 3$). P blir nedgradert når n_i blir større en 1 i gitt formel:

$x_3 = 0$		$n_i = 1$
$x_3 = -1$		$n_i = 2$
$x_3 = -2$		$n_i \geq 3$

x₄ Rullebanens overflate temperatur

Effekten av rullebanens overflatetemperatur på bremseeffekten avhenger av type forurensning. Hvis banen er bar og tørr, vil det være liten forskjell på friksjonen mellom dekket og rullebanen om temperaturen er 0° C eller om temperaturen er -10° C. Men når rullebanen er dekket med is, er det en høyere sjanse for å få glatte forhold rundt 0° C sammenlignet med forholdene ved -10° C. Tre forskjellige profiler ble utviklet for å gi de nødvendige oppgraderinger eller nedgraderinger avhengig av rådende forhold (Klein-Paste et al., 2015).

Profil 1) Ingen temperatureffekt.

Denne profilen brukes når rullebanens overflate er tørr, fuktig, våt eller dersom forurensningen inneholder våt snø, slaps, våt is eller våt kompakt snø.

Profil 2) ”is eller kompakt snø”

Denne profilen brukes når rullebanen er forurenset med is, kompakt snø, frosne hjulspor og det i tillegg ikke er noe løs snø tilstede. I disse forholden bli P nedgradert når temperaturen er lik eller over -2° C, mens P blir oppgradert når temperaturen er under -8° C. En ytterligere nedgradering vil være gjeldene når temperaturen er varmere enn -0,5° C. Når temperaturen er så nære 0° C, så er det sannsynlig at smelting har begynt eller er på vei til å begynne.

Profil 3) ”løs snø”

Selv om kompakt snø og is kan gi relativt høy friksjon ved temperaturer godt under 0° C, kan det blir mer glatt når løse snøkrystaller er tilstede (Gnörich og Grosch, 1974; Klein-Paste og Sinha, 2010a). Derfor er profil 3 lik profil 2, bortsett fra at det ikke gis en oppgradering ved lavere temperaturer. Denne profilen brukes når løssnø (tørr snø eller rim) er rapportert.

RWY temp		Profil 1	Profil 2	Profil 3
	$T_{\text{rwy}} >$	- 0,5	0	- 2
- 0,5	$\geq T_{\text{rwy}} >$	- 2	0	- 1
- 2	$\geq T_{\text{rwy}} >$	- 8	0	0
- 8	$\geq T_{\text{rwy}}$		0	1

Figur 2-8 Effekten av rullebanens overflatetemperatur (Klein-Paste et al., 2015)

x₅ Fuktighet

Ved temperaturer godt under 0° C, pleier rullebaner som er dekket med kompakt snø eller is å være glattere når fuktigheten i luften over rullebanen er høy (AIBN, 2011). Grunnen kan være at rim krystaller dannes på overflaten og dermed skaper løse partikler - eller at overflatens topografi forandres, en slags selvpolerende effekt. Et mål for høy fuktighet er forskjellen mellom lufttemperaturen (T_{air}) og duggpunktet (T_{dew}). Forskjellen (ΔT) er gitt ved:

$$\Delta T = T_{\text{air}} - T_{\text{dew}}$$

Resultatet blir:

$$\begin{array}{l|l} x_5 = - 1 & \text{Fast forurensning og } T_{\text{air}} < - 3^{\circ} \text{ C og } \Delta T \leq 3^{\circ} \text{ C.} \\ x_5 = 0 & \text{alle andre situasjoner.} \end{array}$$

x₆ Kjemikalier

Anti- eller avisingskjemikalier blir ofte brukt for å sikre at vannet på en våt rullebane ikke fryser, for å hindre at snø/is binder seg til rullebanedekket, eller for å fjerne tynne islag. Vanligvis når kjemikalier påføres en våt overflate, blir ikke friksjonsforholdene bedre, men det hindrer at forholdene blir verre. Når kjemikalier blir påført en rullebane dekket av tørr snø, kompakt snø eller is, begynner en smelteprosess. I disse tilfellene blir ofte friksjonsforholdene verre før de igjen blir bedre når snøen eller isen har smeltet eller fjernet. IRIS-modellen nedgraderer derfor prediksjonen når kjemikalier blir brukt på tørr snø, rim, kompakt snø eller is. Nedgraderingen skjer kun når rullebanen er forurenset mer enn 50% (Klein-Paste et al., 2015).

Resultatet blir:

$$\begin{array}{l|l} x_6 = - 1 & \text{tørr forurensning og Kjemikalier = sant og } S > 50\%. \\ x_6 = 0 & \text{alle andre situasjoner.} \end{array}$$

x₇ Tilstedeværelse av sand/fastsand

Mange flyplasser bruker sand for å forbedre friksjonen mellom dekk og rullebanen. I Norge blir sand påført enten tørr eller forfuktet med varmt vann. Den varmfuktede sanden fryser på rullebanen og skaper en sandpapirlignende overflate (Klein-Paste et al., 2015). Denne type sand kalles ”frosset sand” eller ”frozen sand”. Å bruke sand kan forbedre bremseeffekten, men det er vanskelig å oppnå et høyt nivå av friksjon når det blir brukt sand, spesielt gjelder dette bruk av tørr sand. IRIS-modellen oppgraderer bremseeffekten på rullebanen når det blir brukt sand, men modellen setter en maksimumsgrense for $P = 3$ for løs sand og $P = 4$ for frosset sand (ibid).

Frossen sand er mest effektiv når den blir brukt på et fast kompakt vinterunderlag. Dette sikrer en sterk binding mellom sandkornene og isen/snøen. Hvis frossen sand blir brukt på et vinterunderlag som ikke er fast og kompakt, vurderer IRIS-modellen sanden som løs. Frossen sand kan også løsne når temperaturen blir for høy. Og siden temperatursensorene i rullebanen kan være begravet under et lag av sammenpakket snø eller is, blir lufttemperaturen brukt til å bestemme om temperaturen er for høy eller ikke (Klein-Paste et al., 2015). De definerte i denne sammenhengen en ”Boolean sand” og en ”Boolean frozenSand”. I denne forbindelse ble det utviklet tre forskjellige rutiner for identifisere tallet for x_7 . De tre rutine er noSand, looseSand og frozenSand som igjen gir følgende resultat (ibid):

Routine = noSand		sand = false
Routine = looseSand		sand = true and frozenSand = false
Routine = looseSand		sand = true and frozenSand = true and $T_{air} > -2$
Routine = looseSand		sand = true and frozenSand = true and $T_{air} \leq -2$ and $K \neq \text{solidContamination}$
Routine = frozenSand		sand = true and frozenSand = true and $T_{air} \leq -2$ and $K = \text{solidContamination}$

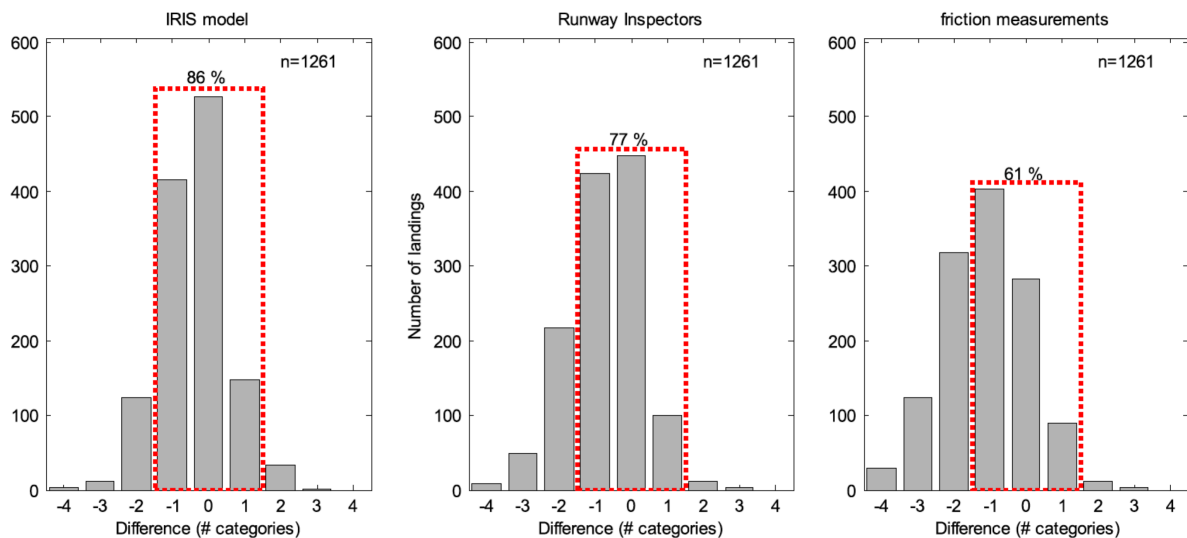
Resultatet for x_7 blir som følger:

$x_7 = 0$		Routine = noSand
$x_7 = 0$		Routine = looseSand and $K \neq \text{solidBaseLayer}$
$x_7 = +1$		Routine = looseSand and $K = \text{solidBaseLayer}$
$x_7 = +2$		Routine = frozenSand

Samtidig påser modellen at P er maks = 3 når Routine = looseSand og at P er maks = 4 når Routine = frozenSand.

Resultat

Som et forsøk ble IRIS-modellen brukt til å forutsi bremseeffekten gjennom 9073 SNOWTAM rapporter utgitt ved Tromsø lufthavn og Oslo lufthavn gjennom vintersesongene 2008/2009, 2009/2010 og 2010/2011 (Klein-Paste et al., 2015). Hver SNOWTAM rapport beskriver baneforholdene i tre rullebane seksjoner. Dette resulterte i 27219 seksjons rapporter. Totalt ble det registrert 46153 landinger gjennom disse vintersesongene. 1261 av disse landingene ble av flymaskinen opplevd som friksjonsbegrensende ved at anti-skid systemet jobbet på maks og måtte slippe opp. Derfor kunne disse 1261 landingene si noe om flyets opplevelse av bremseeffekten på banen. Hvis vi sammenligner med hva flymaskinen opplever av friksjon på banen, ser vi av figur 2-9 at IRIS-modellen gjorde det bedre en lufthavninspektørene og GFMD.



Figur 2-9 Sammenligning av predikert og opplevd bremseeffekt (Klein-Paste et al., 2015)

2.8 Forslag til et forbedret globalt rapporterings format

ICAO ønsker å innføre et felles system for vurdering og rapportering av rullebaneforhold som skal gjelde og brukes globalt. Denne metoden avviker fra den norske IRIS-modellen. Navnet som brukes når en vanligvis relaterer samtalen til denne modellen er TALPA-ARC. Under skal vi prøve å forklare bakgrunnen og de generelle ideer for dette nye systemet:

Rullebanens overflateforhold har vært en medvirkende årsak til flere luftfartshendelser (ICAO SL, 2015). Undersøkelser har avdekket manglende nøyaktighet og aktualitet i de vurderings- og rapporteringsmetoder som for tiden er fastsatt i ICAO sitt bestemmelse- og veiledningsmaterieell.

En rapport som ble utgitt av "Flight Safety Foundation" med tittelen: "The Runway Safety initiative – Reducing the Risk of Runway Excursion", fastslo at ineffektiv bremsing grunnet rullebaneforurensning, var den tredje mest vanlige faktoren relatert til risiko for å rulle/gli utenfor baneenden etter landing eller avbrutt avgang (ICAO SL, 2015).

Den andre utgaven av "IATA/ICAO Runway Excursion Risk Reduction (RERR) Toolkit" (mai 2011) fastslo at ut av 164 hendelser relatert til avkjøring utenfor baneenden etter landing eller avbrutt avgang, rapportert 62 (38 prosent) at det fantes forurensning på rullebanen i en eller annen form (ICAO SL, 2015).

En global-harmonisert metode for å vurdere og rapportere rullebaneforhold er nødvendig for å kunne gi rullebanerapporter som er direkte relatert til flyets bremseevne. Metoden inkluderer potensialet for å kommunisere aktuelle rullebaneforhold med en terminologi som er direkte relatert til flyets bremseevne.

"Friction Task Force (FTF)" av "Aerodrome Operations and Design Panel (ADOP)" har utviklet et forbedret globalt format for vurdering og rapportering av rullebane forhold basert på "Take-off and Landing Performance Assessment (TALPA) – Aviation Rulemaking Committee (ARC)", et prosjekt initiert av USA. Metoden, som har som intensjon og bli brukt globalt, baserer seg på følgende (ICAO SL, 2015):

- Et avtalt sett av kriterier som blir brukt likt for vurdering av rullebaneforhold, sertifisering av flyets tillatte operasjon og ved kalkulering av aktuelle operasjonelle landingsbegrensninger eller avgangsbegrensninger.
- En unik "Runway condition code (RWYCC)" som linker de avtalte sett av kriterier med flyets operasjonelle tabeller relatert til avgang og landing og relatert til opplevd bremseevne og eventuelt rapportert av flygere, og
- en standardisert vanlig terminologi for å beskrive rullebane forhold rapportert av lufthavnenes bane mannskap, lufttrafikkjenesten, og "aeronautical information services" gitt til luftfartøy operatører, spesielt flygere.

Metodologien baserer seg på følgende prinsipper:

- Vurdering og rapportering av rullebaneforhold skal bli uttrykt i form av en uniform ”runway condition report RCR”. Rullebaneforholdene, inkludert forurensning, for hver tredel av banen, skal vurderes av trent banemannskap.
- Denne forurensningen skal kategoriseres i grupper basert på deres påvirkning av flymaskinens bremseevne.
- Disse skal igjen kodes i en matrise ”runway condition assessment matrix” (RCAM), se figur 2-10, som skal brukes av flyfabrikanter til å bestemme fornuftige data som skal bli tilgjengelig for flyoperatører og flygere og hvordan disse dataene skal brukes for å kalkulere riktige tabeller for bruk under forskjellige rullebane forhold.
- Resultatet av disse beregningene (bremseeffekt og rullebaneforhold) skal kommuniseres til brukerne via radio eller CPDLC (controller-pilot data link communication), vanlig ATIS eller digital ATIS. Mer detaljert beskrivelse av forholdene skal kommuniseres via et forbedret SNOWTAM format.

Runway condition assessment matrix (RCAM)			
Assessment criteria		Downgrade assessment criteria	
Runway condition code	Runway surface description	Aeroplane deceleration or directional control observation	Pilot report of runway braking action
6	<ul style="list-style-type: none"> • DRY 	---	---
5	<ul style="list-style-type: none"> • FROST • WET (The runway surface is covered by any visible dampness or water less than 3 mm deep) <p>Less than 3 mm depth:</p> <ul style="list-style-type: none"> • SLUSH • DRY SNOW • WET SNOW 	Braking deceleration is normal for the wheel braking effort applied AND directional control is normal.	GOOD
4	<p>-15°C and Lower outside air temperature:</p> <ul style="list-style-type: none"> • COMPACTED SNOW 	Braking deceleration OR directional control is between Good and Medium.	GOOD TO MEDIUM
3	<ul style="list-style-type: none"> • WET ("Slippery wet" runway) • DRY SNOW or WET SNOW (Any depth) ON TOP OF COMPACTED SNOW <p>3 mm and more depth:</p> <ul style="list-style-type: none"> • DRY SNOW • WET SNOW <p>Higher than -15°C outside air temperature¹:</p> <ul style="list-style-type: none"> • COMPACTED SNOW 	Braking deceleration is noticeably reduced for the wheel braking effort applied OR directional control is noticeably reduced.	MEDIUM
2	<p>3 mm and more depth of water or slush:</p> <ul style="list-style-type: none"> • STANDING WATER • SLUSH 	Braking deceleration OR directional control is between Medium and Poor.	MEDIUM TO POOR
1	<ul style="list-style-type: none"> • ICE ² 	Braking deceleration is significantly reduced for the wheel braking effort applied OR directional control is significantly reduced.	POOR
0	<ul style="list-style-type: none"> • WET ICE ² • WATER ON TOP OF COMPACTED SNOW ² • DRY SNOW or WET SNOW ON TOP OF ICE ² 	Braking deceleration is minimal to non-existent for the wheel braking effort applied OR directional control is uncertain.	LESS THAN POOR

Figur 2-10 RCAM (ICAO SL, 2015)

Det nye systemet for vurdering og rapportering av rullebaneforhold skal, som beskrevet over, rapporteres i henhold til en satt RWYCC. De mulige bestemte beskrivelsene av forholdene er som følger:

DRY	- Tørr
WET ICE	- Våt is
WATER ON TOP OF COMPACTED SNOW	- Vann oppå kompakt snø
DRY SNOW	- Tørr snø
DRY SNOW ON TOP OF ICE	- Tørr snø oppå is.
WET SNOW ON TOP OF ICE	- Våt snø oppå is.
ICE	- Is
SLUSH	- Våt snø og is.
STANDING WATER	- Vann som ikke dreneres bort.
COMPACTED SNOW	- Kompakt snø.
WET SNOW	- Våt snø.
DRY SNOW ON TOP OF COMPACTED SNOW	- Tørr snø oppå kompakt snø.
WET SNOW ON TOP OF COMPACTED SNOW	- Våt snø oppå kompakt snø.
WET	- Våt.
FROST	- Frost.
CHEMICALLY TREATED	- Behandlet med kjemikalier.
LOOSE SAND	- Løs sand.

Som en kanskje legger merke til er ikke fastsand et begrep som er beskrevet. Dette faktum er grunnlaget til vår oppgave. Vi ønsker å analysere det datamaterialet som vi har tilgang til. Dette datamaterialet er hentet fra faktiske landinger utført på glatte rullebaner i Norge. I denne analysen ønsker vi å undersøke om det er grunnlag for og si noe om fastsand burde vurderes som et element til bruk for oppgradering av en rullebanes bremseeffekt.

ICAO sier også litt om hva holdningen til sand er i sitt forslag til nytt format:

”Effekten av å bruke løs sand på rullebaner relatert til sikkerhet av flyoperasjoner er usikker. Forskning gir ikke et uniformt svar på effekten og det er vanskelig å si noe konkret om operasjonelle forbedringer av å bruke sand.” (Informant)

I dette ser vi at ICAO mangler data på bruk av sand, og det tenker vi at vi kan si noe om når det gjelder fastsand.

ICAO nevner også relatert til løs sand:

”Løs sand blåser lett av banen i forbindelse med et flys landing eller avgang. Effekten av å bruke løs sand er derfor veldig kortvarig i tid. På grunn av dette har ICAO foreslått å fjerne begrepet 'Sanding treatment' og erstatte det med 'Loose sand on the runway'.” (Informant)

I våre intervjuer fikk vi bekreftet at effekten av å bruke fastsand sammenlignet med løs sand, relatert til tiden hvor sanden var effektiv i forbedring av bremseeffekt, var mye lengre. Dette var den erfaringen som banemannskapene satt inne med og denne uttalelsen var ensidig.

2.9 Oppsummering

I dette kapitlet har vi prøvd å gjøre rede for noen teorier som vi synes er relevante i vår søken etter svar på vår problemstillingen og våre forskningsspørsmål. Disse teoriene sier noe om hvilke utfordringer en står overfor når en prøver å forandre en nedskrevet prosedyre og/eller vanlig oppfattet praksis. Sentralt står utfordringer en støter på ved å innføre en endring. Et annet element, er hvor lett mennesket har for å akseptere målte tall eller naturvitenskapen som sannhet, mens menneskelige faktorer er vanskeligere å akseptere uten en egen opparbeidet erfaring. Vi som mennesker er også avhengig av regler eller strukturer for å fungere, men er vi for ”strenge” i disse reglene, kan det også begrense vår fleksibilitet. Og i denne sammenhengen er vi mest opptatt av den operative fleksibilitet eller en ønsket regularitet.

ICAO har foreslått en global standardisering av hvordan en behandler, evaluerer og rapporterer en rullebane som er forurenset av vann, slaps, snø eller is. Når en behandler en forurenset rullebane er det forskjellige elementer en kan ta i bruk. I Norge har det i de senere år vært vanlig å bruke fastsand under visse forhold. Dette er et element som ICAO ikke har foreslått som et element som skal kunne brukes. Vi har i denne sammenheng prøvd å beskrive IRIS-modellen som er sentral i vår analyse. IRIS-modellen er et støtteverktøy til brøyteledere brukt i Norge. Vi har også beskrevet begreper og begrensninger samt Avinor sine utfordringer under vinterforhold. Til slutt har vi forsøkt å gi en innføring i ICAO sin foreslåtte standardisering.

3 Metode

”La oss overveie hvordan vi best bør velge tidspunkt og metode, så vi kan nå vårt mål.”

Hamlet (William Shakespeare 1564-1616)

3.1 Innledning

Siden en viktig del av det å være forsker er det metodiske arbeidet samt valg av forskningsdesign, vil metodene vi velger, avhenge av hva vi ønsker å få svar på gjennom vår forskning. I oppgaven vår har vi et ønske om å se nærmere på et spesifikt fenomen som omhandler bruk av fastsand på utvalgte norske rullebaner vinterstid.

Videre i kapitlet vil vi beskrive hvilke vurderinger og beslutninger vi har lagt til grunn for vår metodetilnærming.

Vårt utgangspunkt for studien består av en eksplorativ og fenomenologisk-hermeneutisk tilnærming, og vi vil etter hvert søke å redegjøre kort for begrepene. Videre ønsker vi også å gi en beskrivelse av hvordan vi gikk frem med arbeidet i studien, samt den metodiske tilnærmingen.

I vår studie startet arbeidet med å innhente datamateriale fra Avinor og NTNU i forskjellig form som muligvis kunne gi svar på vår problemstilling. I prosessen som fulgte, dukket det opp et behov for å få svar på de mer menneskelige aspekter ved problemstillingen. Dette omhandler aspekter og begrep som erfaring, praksis og metode. På bakgrunn av dette, valgte vi i tillegg å gjennomføre kvalitative dybdeintervjuer for å kunne belyse problemstillingen ytterligere.

Kunnskap, erfaring og praksis er temaer som alltid står svært sentralt i vår bransje, og vi vil forsøke å belyse noen epistemologiske antakelser om nettopp disse temaene og hvordan dette påvirker våre funn.

Forforståelse eller erfaring på området står også sentralt i studien, da både oppgaveskriverne og de enkelte brøyteledere har inngående og årelang personlig erfaring om bruken og de operative konsekvenser av fastsand.

Metodekapitlet gir videre et innblikk i eventuelle styrker og svakheter som eksisterer ved de ulike metodevalgene og fremgangsmåtene, og vi vil søke å gjøre rede for oppgavens validitet og reliabilitet underveis. Metodekapitlet avsluttes ved at vi ser på de forskningsetiske hensyn og noen oppsummerende betraktninger.

3.2 Fremgangsmåte og tilnærming

”Den vise veileder fører meg ikke inn i sin egen visdoms hus, men leder meg til min egen klokskaps dørterskel.” (Søren Kierkegaard)

Som tidligere presentert i oppgaven, ønsket vi å forske på hvorvidt fastsand har noen effekt på flymaskinens retardasjonsevne. Dette ved å se om det var noen sammenheng mellom predikert friksjon og opplevd friksjon ved bruken av fastsand på et utvalg av norske rullebaner under vinteroperasjoner.

Vi endte opp med å utforske nye områder for å bli bedre kjent med problemstillingen. Dette fordi vi i studiet forsøker å kartlegge et område der det tidligere ikke er foretatt noen systematisk forskning. Siden lite er fastsatt på forhånd, blir forskningen fleksibel og den gir mulighet til å ta hensyn til uventede forhold i følge Jacobsen (2013). Fenomenet vi belyser omhandler et smalt og presist formulert tema, så vi konstaterer at problemstillingen er av eksplorativ karakter, det vil si utforskende.

Induktiv og deduktiv tilnærming representerer sentrale begrep i naturvitenskapelig forskning.

En induktiv tilnærming tar utgangspunkt i at en observasjon av et fenomen vekker interesse. Dette var tilfellet for oss, siden dette er noe vi møter i vår hverdag når vi opererer flymaskiner under vinterforhold i Norge. Denne tilnærmingen tar ikke hensyn til bestemte teorier eller hypoteser, men man ønsker å studere den virkelige verden mest mulig nøytralt og uten noen forutsetninger. Kritikere hevder at dette kan være vanskelig, om ikke umulig siden man som oftest har en viss form for førforståelse av fenomenet man skal observere (Halvorsen 2012). Den deduktive metode innbefatter ofte at man tar utgangspunkt i det generelle og bruker dette til å forklare enkelttilfeller ifølge Jacobsen (2013). Vi merket at vår førforståelse av fenomenet i aller høyeste grad var tilstede, da vi besitter årelang erfaring rundt det å operere på rullebaner både med og uten fastsand vinterstid. Vår hverdagserfaring er basert på generelle holdninger, fordommer samt arv og miljø. Vi måtte erkjenne at vi ikke strekker til, når vi skal forstå en kompleks virkelighet. Det var lett å la seg påvirke, og å komme med konklusjoner tidlig i prosessen. Vi fikk kjenne på kroppen at idealet om å bruke en induktiv tilnærming kan være utfordrende når man sitter inne med mye forhåndskunnskap om et fenomen (empiri til teori). Vi følte vi trengte en annen tilnærming.

En som har skrevet mye om en interessant tilnærming, er den amerikanske filosofen, logikeren og matematikeren Charles Sanders Peirce. Han er av mange ansett som en av

grunnleggerne av den amerikanske pragmatismen i følge Store Norske Leksikon (Tranøy og Stølen 2015).

I følge Peirce (Tranøy og Stølen 2015) må man, for å kunne forstå et begrep om en ting eller en egenskap, forestille seg hvilke virkninger av praktisk karakter tingen eller egenskapen har. Sentralt i hans teori er ”pragmatismens prinsipp”: Den mening vi tillegger et objekt i vår erkjennelse, utgjøres av de praktisk betydningsfulle virkninger og handlingsmuligheter som kan forbindes med dette objektet (ibid). Nærmere bestemt i vår oppgave; hvor viktig er fastsand, hva skal til for at den brukes, og har den en reell effekt.

Gjennom hele forskningsprosessen har vi bevisst og ubevisst vært en del av fenomenet det forskes på. Vi har også måttet prioritere aktiv refleksivitet og selvransakelse, som representerer vesentlige momenter i kvalitativ forskning.

Ved å basere og å kombinere metoden gjennom å bevege oss i konteksten mellom induktiv/deduktiv tilnærming snakker om en pragmatisk, eller gjerne også en abduktiv tilnærming. Vår metodetilnærming i studien er imidlertid ikke bare abduktiv. I analysen av tallmaterialet samt våre intervjuer har vi en fenomenologisk tilnærming. Vi benytter en fenomenologisk-hermeneutisk metode i vår analysering både i tallmaterialet og i intervjuene. Vi kommer tilbake til dette i detalj senere.

3.3 Hermeneutisk spiral

Vi har alle tre litt forskjellige ståsted internt i vår organisasjon. Samtidig har vi svært lik operativ bakgrunn. To av oss er instruktører og har stor påvirkningsgrad og besitter store mengder detaljkunnskap om den enkeltes flygers prestasjoner, holdninger og kunnskaper både i lufta og ellers. Den siste har en betrodd posisjon hvor mange operative og gjennomgripende beslutninger blir tatt på bakgrunn av hans helt unike kompetanse på området ”Aircraft Performance”. Denne spesielle sammensetningen medførte mange fruktbare debatter og diskusjoner oss i mellom.

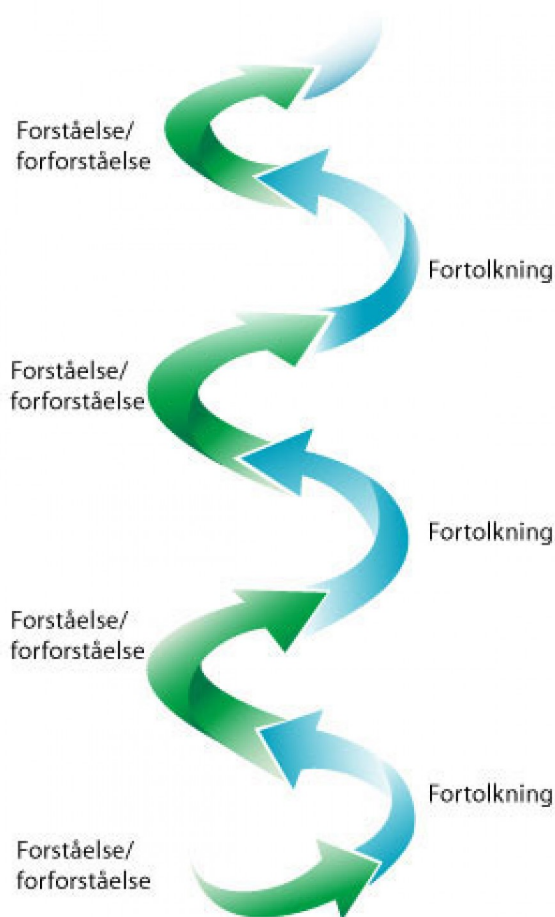
Som utgangspunkt hadde vi en idé om å innhente og analysere data til friksjonsbegrensede landinger. Vår tidligere erfaring tilsa at det eksisterer svært forskjellige praksis ute ”på bruket”. Etter å ha startet så smått med analyseprosessen av datamaterialet, dukket det opp et behov for å se om vår erfaring med fenomenet kunne understøttes. Da vi gjennomførte vår intervjuprosess, ble vi mer vitebegjærlige rundt blant annet erfaringen den enkelte brøyteleder bruker når han velger om forholdene ligger til rette for å i det hele tatt benytte seg av fastsand. Vi kommer tilbake til dette i drøftingskapittelet.

Da vi startet prosjektet, reflekterte vi over vår forforståelse for hvordan fastsand påvirker flyets reelle retardasjon på rullebanen. Vi var enige om at hvis det var blitt benyttet fastsand, så var vår opplevde effekt av flyets mulighet til å bremse større, enn hvis det ikke var brukt fastsand. Vi hadde også en formening om at alle lufthavner med mulighet for å bruke dette som et verktøy, hadde utarbeidet klare retningslinjer for bruken. Vi var ganske sikre på at det eksisterte skriftlige prosedyrer i Avinor i en eller annen strukturert form i henhold til deres interne regelverk for hvordan og hvorledes fastsand skulle benyttes. Grunnen til at vi var sikre på dette, skyldes blant annet vår automatiske antakelse om at dette var en prosedyre som skal gjennomføres når visse forutsetninger ligger til grunn. Slike prosedyrer blir så å si alltid beskrevet skriftlig i et internt regelverk, eller på annen måte. Dessuten hadde vi en klar formening om at Avinor ville ta alle hjelpemidler i bruk når de klargjør en rullebane som er belagt med is og snø. Vi sikter til forventningen om at de benytter seg av de tre beslutningsstøtteverktøyene; IRIS-data, friksjonsvogn som måler bremseverdien og den menneskelige kompetansen til brøyteleder. Våre intervjuer viser at virkeligheten ikke alltid stemte med våre forventninger.

De to naturvitenskapelige faktorene (IRIS-data og friksjonsvogn) ble i noen grad oversett. Ofte gjaldt det begge faktorer, eller også bare en av dem. Man stod da kun tilbake med den siste faktoren; dømmekraften til brøytelederen. For oss var det oppsiktsvekkende å erkjenne at erfaringsgrunnlaget og dømmekraften til brøytelederne ble tillagt en så betydelig rolle, enn det vi på forhånd hadde forventet. Slik måtte vi følgelig gå inn i konteksten og justere vår tilnærming noe.

Jacobsen (2013) hevder at det er de sentrale detaljene som gir ny innsikt i en situasjon eller et fenomen. Vår kvalitative analyse representerer på denne måten en veksling mellom de enkelte deler og helheten, som på fagspråket kalles den *hermeneutiske metode*.

Analysen kan fremstilles som en spiralformet figur og benevnes også som *den hermeneutiske spiral* i følge Jacobsen (2013).



Figur 3-1 Den hermeneutiske spiral (Jacobsen, 2013)

Det at vi gjennom prosessen hadde en dreining av fokus fra fastlagte prosedyrer til erfarings basert metodologi, krever en nærmere redegjørelse. Vi ser av figuren at spiralen alltid tar oss tilbake til utgangspunktet. I vårt studie brukte vi informasjonen vi hadde tilegnet oss gjennom intervjuene til å starte litt forfra igjen i analyseprosessen, dog med nyhøstete forutsetninger. Gjennom videre bearbeidelse av dokumentet og ved hjelp av konstruktive refleksjoner innad i gruppa, så vi på informasjonen med nye briller og oppdaget andre nyanser. Ingen lufthavner benyttet seg av skjematiske og strukturerte sjekklister for bruk av fastsand med tanke på værforhold, temperatur, is tykkelse osv. Få, eller ingen samlet og brukte både IRIS-data, friksjonsvogn og brøyteleders kompetanse som tiltenkt. Vi så at bruken av fastsand ofte alene baseres på den erfaring den enkelte brøyteleder innehar. Hans kompetanse og erfaring kan ofte være helt utslagsgivende om fastsand skal benyttes eller ikke. Dette var forbløffende, og

på bakgrunn av dette dannet vi nye forskningsspørsmål vi måtte reflektere over og se nærmere på i studien.

Etter hvert gjentok dette seg ved flere anledninger og ved flere andre funn. Vi sitter igjen med en bortimot syklisk prosess hvor vi hele tiden vender tilbake til *den hermeneutiske spiral*.

Det vi her beskriver, er kjent som et hermeneutisk fortolkningsprinsipp. I følge Kvale & Brinkmann (2009), rommer enhver fortolking fornyelse og kreativitet.

Sett i sammenheng med vår tidligere forklaring av abduksjon, mener vi at en abduktiv tilnærming også innebærer en hermeneutisk spiral. Sagt på en annen måte; man begynner på en måte litt forfra igjen, om ikke annet med nypussede metodebriller på nesene.

3.4 Utvalg

Vi undersøkte på et tidlig stadium om det eksisterte tidligere forskning på bruk av fastsand på rullebaner, og resultatet ble negativt. Metoden har til dels vært belyst tidligere (Klein-Paste et.al 2012), men ikke effekten. Det eksisterer imidlertid en del forskning fra blant annet Statens Vegvesen på bruk av fastsand, men det relaterer seg naturlig nok til vei og vegbane.

Til tross for mangelen på forskning på feltet, ligger en betydelig mengde av våre kvantifiserbare data allerede ferdig innsamlet. Vi var dog ikke i en posisjon til å kunne innhente primærdata (rådata), siden Avinor har eierskap til alle IRIS-data på norske lufthavner. Eierskapet til ferdsskriverdataene ligger hos den enkelte kommersielle flyoperatør.

Får å få aksess til disse dataene, måtte vi inngå en skriftlig tre-parts avtale med Avinor, Nord Universitetet i Bodø og oss. Vi oppnådde dermed tilgang til en mengde kvantifiserbare data som Avinor og flyoperatørene sitter på til daglig. Ved hjelp av Avinor sitt IRIS program, og gjennom innsamling og NTNU sin forhåndsanalyse av ferdsskriverdata, kunne vi kople disse opp mot hverandre. Målet var om mulig å finne en sammenheng mellom bruk av fastsand og reell bremseeffekt i flyet. Siden dette datamaterialet på forhånd er innhentet og behandlet av andre instanser, var konsekvensen for oss at vi måtte starte en dokumentundersøkelse basert på disse dataene.

Som vi tidligere har vært inne på, forstod vi ganske tidlig i prosessen at vi måtte komplementere våre funn med noe mer. Dette lå forankret i det faktum at vi på forhånd satt inne med mye akkumulert forkunnskap om forskjellig praksis og bruk av fastsand. Vi anså det derfor nødvendig å kunne gå litt mer i dybden rundt temaet. Det ble bestemt at vi i tillegg

skulle gjennomføre intervjuer av de som kjenner best til dette; nemlig Avinors egne ansatte som har ansvar for rullebanestatus – brøytelederen.

Enhver forskningsoppgave behøver en design. Problemstilling er med på å danne grunnlaget for valg av fremgangsmåte og design. Ulike typer problemstillinger krever forskjellig fremgangsmåte. Fremgangsmåten, eller designet man velger, vil ha betydning på studiens validitet, og påvirker dermed også reliabiliteten.

Gjennom en kvalitativ forskningsbasert design er det hensiktsmessig å legge datainnsamlingen relativt tidlig i prosessen hevder Tjora (2012). Dette fordi en skal ha tid til å justere perspektiver og teori, slik at det er samsvar med det som fremstår som interessant i den empiriske analysen. Under kvalitativ forskning er en ofte tett på dem en forsker på som gir mange utfordringer. Dette gjør samtidig arbeidet interessant, da det er preget av en betydelig grad av følsomhet. En må være forberedt på å justere planen på prosjektet og ideer idet man for første gang setter i gang med prosessen med intervjuer (ibid).

Utvelgelsen av informantene ble gjort ved at vi opprettet kontakt med Avinor direkte. På nåværende tidspunkt er det kun 13 lufthavner i Avinorsystemet som fysisk har mulighet til å legge fastsand. Det innebærer simpelthen at disse lufthavnene har en såkalt fastsand-spreder tilgjengelig, og de er ved hjelp av denne i stand til å legge fastsand på rullebanen. Vi sendte ut epost til de respektive lufthavnsjefene hvor vi ønsket kontakt med erfarne brøyteledere. Ved hjelp av denne forespørselen fikk vi kontaktinformasjon til brøytelederne. De ble så kontaktet ved hjelp av epost og den inneholdt informasjon om oppgaven, samt en intervjuguide.

Brøytelederne ble av begge parter ansett som tilstrekkelig skikket til å svare på spørsmålene i form av sin stilling og sin erfaring på området. Eposten vi sendte ut er lagt ved i oppgaven.

Ut av de i alt 13 lufthavnene som har fastsand spreder kan vi klassifisere disse inn i henhold til figuren under.



Figur 3-2 Klassifisering av relevant lufthavn

I utvalgsprosessen bestemte vi oss for at det kun var kategori I som var relevant og representativ.

Ut av de 13 lufthavnene som mottok henvendelsen vår, så var det syv som ble kategorisert under Kategori I (Figur 3-2). De responderte alle positivt. Ut av de resterende seks, unnlot fire å respondere. De to som responderte, havnet i Kategorien II. Vi anså det ikke nødvendig å følge opp de som ikke responderte videre, da de havnet i Kategori II. Vi hadde imidlertid svar fra to lufthavner i kategori II allerede. Vi anser derfor vårt utvalg som gyldig og representativt.

3.5 Forforståelsen

Innenfor hermeneutikken ifølge Hans Georg Gadamer, er det et poeng at alle mennesker bringer sin forståelseshorisont med inn i enhver forståelsesprosess. Forståelseshorisonten består av absolutt alle de holdninger og oppfatninger man har, både bevisste og ubevisste (Sletnes 2015).

I enhver forskningsprosess ligger forskerens forforståelse til grunn og den må drøftes og problematiseres (Dahlberg et al. 2008). Mer konkret sikter vi da til våre roller som operative flygere og instruktører. De holdningene og tankene vi på forhånd har gjort oss opp om fenomenet vi ønsker å belyse, kan påvirke forskningen vår.

I tillegg til våre roller som flygere og instruktører, innehar vi andre roller i samfunnet. Gjennom ulike roller i ulike sosiale system, blir våre følelser, holdninger og erfaringer opparbeidet og forankret så vel historisk som kulturelt. Alle er vi et produkt av arv og miljø, og vi gjør oss våre egne refleksjoner om fenomener rundt oss til daglig, til dels bevisst og ubevisst; vi danner oss fordommer.

Mye av vår forforståelse i denne studien, ligger i at vi gjennom flere tiår med operativ flyging i Norge har opparbeidet oss erfaring. Erfaring omfatter så mange aspekter i flyging så vel som ellers. Helt konkret i denne sammenheng snakker vi om flyoperativ erfaring - å jobbe som fartøysjef i en B737 under til dels ekstreme forhold. Dette innbefatter blant annet å operere på glatte og korte rullebaner i Norge om vinteren.

I møtet med våre utvalgte informanter, forsøkte vi å legge til side eventuelle fordommer og forutinntatthet og vi søkte å være åpne og imøtekommende.

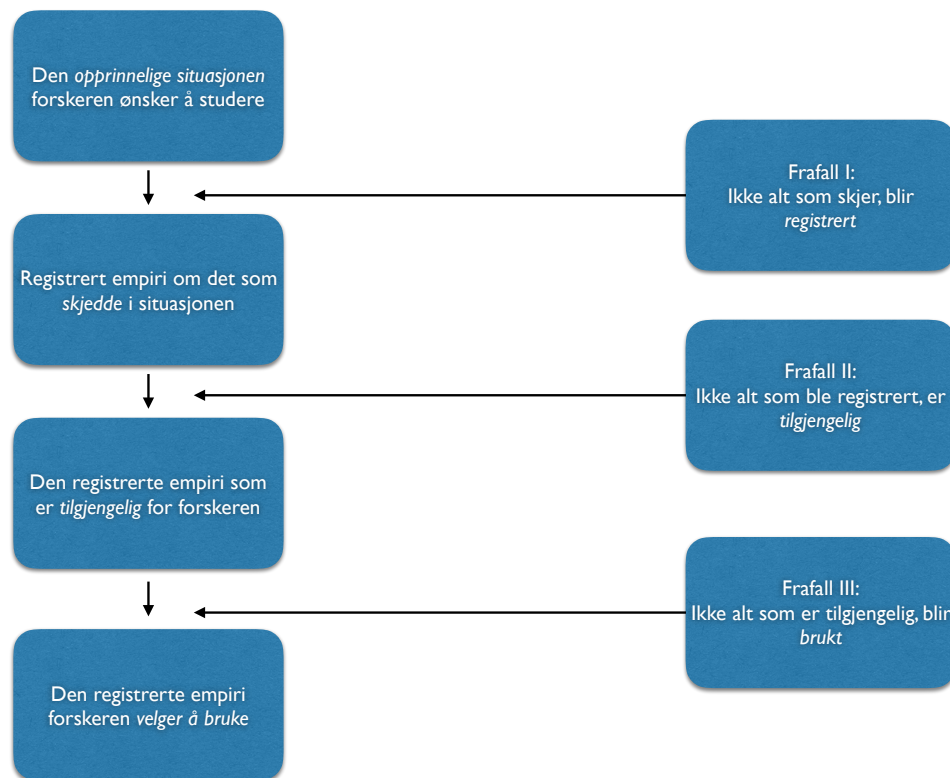
I følge Dahlberg et al (2008), er det viktig å vise respekt og å være åpen, slik at fenomenet i størst mulig grad presenterer seg selv.

3.6 Datamaterialet

“Statistics is like a bikini – what they reveal is suggestive, but what they conceal is vital.”
(Aaron Levenstein).

Utvalg av kilder til en dokumentundersøkelse representerer alltid en utfordring. Dette fordi vi benytter oss av informasjon som er beskrevet eller samlet inn av andre i følge Jacobsen (2013).

Et av spørsmålene man må stille seg er; hvilke utsilinger av kilder er foretatt før jeg får dataene? Vi snakker da om begrepet frafall. Begrepet kan illustreres ved hjelp av følgende generiske modell:



Figur 3-3 Utvalg av kilder – ulike typer frafall

En av fordelene med å bruke andres innsamlede data, ligger i tidsbesparelsen og bruk av ressurser for å innhente materialet. Vi anså det som en stor praktisk fordel at datamaterialet var gjort tilgjengelig gjennom våre avtaler, og vi slik endte vi opp med å spare mye tid og ressurser.

En annen utfordring ved bruk av data og statistikk i egne undersøkelser, er at dataene ofte er innsamlet til et helt annet formål, og at de derfor ikke nødvendigvis er egnet til å belyse forskningsbaserte problemstillinger. Det betyr at relevansen kan være liten hevder Halvorsen (2012).

Bruk av datamateriale som er brukt til andre formål enn vår egen, kan representere et mulig misforhold mellom den originale kontekst den var ment for, i forhold til vår. Derfor så vi oss nødt til å bearbeide dataene, slik at de hadde relevans for det vi ønsket å belyse.

IRIS-dataene vi fikk tilgang til, er ikke å anse som primærdata. Spørsmål som naturlig dukket opp, var om disse dataene kunne brukes, om de var reliable og om de var egnet til å belyse vår problemstilling.

IRIS-data blir registrert kontinuerlig på 15 lufthavner i Avinorsystemet som har dette utstyret. IRIS-modellen er behørig beskrevet i kapitel 2.7.1. IRIS er et beslutningsstøtteverktøy som skal hjelpe kompetent personell i Avinor til bedre å anslå og rapportere bremseeffekt på rullebanen. Det datasettet vi har fått tilgang til i vår analyse, ble oversendt oss som beskrevet tidligere.

Dataene var da allerede bearbeidet med tanke på at de skulle representere friksjonsbegrensede landinger gjennomført av B737 på norske lufthavner hvor IRIS er implementert. Fra et utvalg på 140245 landinger fikk vi oversendt data fra de friksjonsbegrensede landingene. Dette var til sammen data fra 6418 landinger som hver inneholdt 23 forskjellige variabler fra 1-23.

Disse variablene er systematisert i figuren under:

LANDINGS ID
SNOWTAM Age; time between landing and SNOWTAM in hours
Season
Confidence of friction limited measurements
Average braking coefficient over the entire landing (Given in μ)
Braking action coefficient over a RWY section (Given in μ)
Converted MY over a RWY section (0-5)
Assessed RWY condition (as judged by RWY Inspector)
Deposit
Depth
Coverage
Sanding
Chemicals
Frozen sand
Air temperature
Dewpoint
RWY temperature
Wind Direction Low Threshold
Wind Speed Low Threshold
Wind Direction High Threshold
Wind Speed High Threshold
Accumulated precipitation since the last SNOWTAM
Model

Figur 3-4 Datamaterialets variabler

Den kanskje aller største fordel for oss, lå i at IRIS-dataene allerede var delt inn i operasjonelle definisjoner som passer inn i vår analyse. Vår fokus befinner seg på faktoren i IRIS-modellen (x_7), som er tilstedeværelse av fastsand. Fastsand er markert i rødt i figuren over (frozen sand).

3.7 Det kvalitative intervju

”Jeg liker ikke å bli intervjuet. Det innebærer alltid en fare for å bli feilsitert, eller det som er enda verre, å bli sitert nøyaktig.” (Stanley Kubrick)

Kvale & Brinkmann (2009) definerer syv stadier i et kvalitativt intervju. I vår prosess bruker vi disse syv stadiene. Stadiene er: tematisering, design, intervju, transkripsjon, analyse, verifikasjon og rapportering. De fire første stadiene i intervjudelen beskriver vi i de følgende underkapitler. Når det gjelder analyse, verifikasjon og rapportering, har vi valgt å samle dette i egne kapitler, siden disse stadiene også er relevante for dokumentundersøkelsen vår. Vi har valgt å beskrive det på denne måten for å få et mer helhetlig bilde av prosessen.

Med tanke på fremgangsmåte og oppbygning av intervjuene, har vi lagt stor vekt på teorien som er beskrevet i de neste underkapitlene.

Innhenting av data til den andre hoveddelen av oppgaven ble gjort ved å gjennomføre ni ekspertintervjuer av personell i Avinor. Spørsmålene som ble utarbeidet hadde fokus på nøytralitet, saklighet og uten bruk av ledende spørsmål. Målsettingen var å gå ut med en åpen tilnærming, slik at vi kunne danne oss en bedre forståelse for hvordan informantene oppfattet virkeligheten. På denne måten fikk vi frem de fleste variasjonene og eventuelle nyanseforskjeller som ligger naturlig i ulike oppfatninger og meninger hos den enkelte.

3.7.1 Tematisering

Tematisering relaterer seg til teoretisk avklaring og formulering av forskningsspørsmål. Når det gjelder forberedelse til intervju, dreier dette seg om *hvorfor, hva og hvordan* (Kvale & Brinkmann, 2009). *Hvorfor* gjelder klargjøring av formålet med studien. Vi ønsker altså å undersøke om hvordan fastsand påvirker flyets reelle retardasjonsevne. *Hva* dreier seg om forkunnskap. Vi må derfor bruke tid på å innhente forkunnskap for å ha en bedre forståelse av fenomenet. Dette er viktig da *hvorfor* og *hva* må besvares før en kan fokusere på *hvordan*. *Hvordan* handler om gjennomføring og analyse av intervjuene. Gjennom grundig analyse av datagrunnlaget vi hadde tilgjengelig for oppgaven, oppstod fordelaktige diskusjoner og deling av hverandres erfaringer. Våre inngående studier av litteraturen som fantes om temaet, medførte at vi laget relevante og gyldige spørsmål til vår intervjuguide. Disse spørsmålene mente vi hadde god tilknytning til problemstillingen og det vi ønsket å forske på.

3.7.2 Design

Tidligere har vi nevnt at en undersøkelse må ha et design. Dette innebærer å planlegge undersøkelsens prosedyrer, gjennomføring og analyse (Kvale & Brinkmann, 2009). Før vi

startet med intervjuene, utarbeidet vi en plan for selve gjennomføringen. Dette innebar en plan om hvem som skulle intervjues, hvordan intervjuene skulle gjennomføres og når intervjuene skulle finne sted. Vi sørget for at utvalget av informantene representerte relevansen til vår undersøkelse. Det var viktig for oss å kunne intervju de lufthavnene som hadde tilgang på fastsand spreder og at de hadde tilgang til IRIS-data. Disse informantene kunne da dele sin erfaring og meninger om redskapet som ble brukt, samt gi oss informasjon om deres oppfattelse av bruk av fastsand. Utvalget av informantene ble hentet ut slik vi har beskrevet tidligere. Vi brukte mye tid på å utforme en god intervjuguide. Intervjuguidene ble sendt ut i god tid før intervjuet skulle finne sted. På denne måten fikk informantene tid til å forberede seg og det var ingen begrensninger i dette utover at vi ønsket at de skulle ha mulighet til å forberede seg på temaene før intervjuet. Eposten inneholdt også en relevant og adekvat forklaring på vår problemstilling, oppgaven og litt bakgrunnsinformasjon om oss i vår rolle som mastergradsstudenter og operative flygere.

Det var viktig for oss at disse spørsmålene skulle gi oss svar i forhold til problemstilling og de forskningsspørsmålene vi hadde.

3.7.3 Intervjuer

Intervjuet i seg selv er en interpersonlig situasjon (Kvale & Brinkmann, 2009). Dette innbefatter en samtale mellom to parter om et emne av felles interesse. Intervjuet er preget av åpenhet relatert til endringer i rekkefølgen og formulering av spørsmål underveis. Dette gir oss en mulighet til å forfølge de svarene som gis og de historiene informantene forteller (ibid). Læringen i intervjuet skapes i skjæringspunktet mellom intervjuerens og informantens synspunkter.

Vi endte opp med å benytte oss av semi-strukturerte intervjuer. I det ligger ikke at selve intervjuet er rotete, men at det inneholder åpne spørsmål som gir informanten mulighet til å fortelle med egne ord de temaene vi ønsket å forske på.

Åpne, relevante og et begrenset antall spørsmål var i dette tilfellet dekkende for å kunne identifisere forskjellig praksis, bruk og erfaringer rundt temaet. Således maktet vi å holde antallet variabler til et minimum.

Intervjuene ble gjennomført på et forhåndsavtalt tidspunkt med informanten. Hensikten med intervjuet ble igjen repetert for informanten og intervjuet ble i sin helhet gjennomført som et telefonintervju. Det var primært geografiske og praktiske årsaker som lå til grunn for at vi valgte denne intervjuformen. Det hadde muligens vært å foretrekke med et ansikt-til-ansikt

intervju, da denne kommunikasjonsformen legger opp til større grad av fortrolighet og personlig kontakt enn et telefonintervju. Andre ulemper med denne formen for intervjuer, ligger selvsagt i at man ikke oppnår en like stor nærhet til informantene som ved et personlig intervju. Den non-verbale kommunikasjonen blir svært redusert i et telefonintervju. Samtidig vil man kunne oppnå en viss distanse, som i manges øyne er viktig i forskningen. Jacobsen (2013) hevder at nærhet er viktig for å forstå den undersøktes virkelighet, mens avstanden er viktig for å sette denne oppfatningen inn i et videre perspektiv.

Før og under hele intervjuprosessen, ble informantene oppfordret til å snakke fritt og til å elaborere rundt tematikken slik de måtte ønske. Av våre ni informanter forholdt brorparten seg til intervjuguiden, mens det var enkelte som hadde tilleggs kommentarer og ekstra informasjon å bidra med.

3.7.4 Transkribering

Transkribering er en prosess hvor vi omdanner muntlig tale til tekst. Dette gjøres for å klargjøre intervjumaterialet for analysen. Denne prosessen er en veldig viktig del av vårt arbeid. Ofte snakkes det mye om kvaliteten på intervjusituasjonen, men samtidig snakkes det lite om kvaliteten på det arbeidet som gjøres med transkribering. En muntlig uttrykksform er annerledes enn en skriftlig uttrykksform. I muntlig talespråk bruker vi ofte lange setningskjeder, men når en da overfører dette til en skriftlig sammenheng vil en putte inn komma og punktum. Når en setter inn komma og punktum vil en samtidig foreta en fortolkningsprosess. Tilsvarende kan gode skriftlige artikler være uegnet for høytlesning (Kvale & Brinkmann, 2009). Fordi vi ønsket å lære mest mulig av intervjusituasjonen og det som fortelles, gjorde vi transkriberingen selv. Under selve intervjuet skrev vi også notater. Disse notatene var til stor hjelp under selve transkriberingen, spesielt der det kunne oppstå tvil grunnet språk eller dialekt. De etiske retningslinjer vi måtte ta i betraktning med tanke på transkripsjonsprosessen, beskrives i kapitlet om etiske hensyn.

3.8 Analysering

For å få svar på våre forsknings spørsmål, har vi i vår oppgave valgt å ha to kilder til data i vår undersøkelse. Den ene kilden er IRIS-data og den andre kilden er representert ved intervjuene. For å få et helhetlig bilde av analyseprosessen har vi valgt å beskrive prosessen under ett.

Fenomenologisk tilnærming

Vi ønsket først og fremst å analysere våre data med en fenomenologisk tilnærming. Data i denne forbindelsen omhandler både IRIS-data og våre intervjuer. Her forsøker vi å beskrive

fenomenet uten for mye tolkning, forklaring eller konstruksjon. En slik tilnæringsprosess går langsomt. Gjennom denne fenomenologiske tilnærmingen ønsker vi at fenomenet skal bli synlig for oss i følge Kvale & Brinkmann (2009). Først måtte vi lytte nøye til lydbandene med intervjuene, og være veldig nøye med nøyaktigheten av transkriberingen. Under dette arbeidet og etter gjennomlesning av transkriberingen, måtte vi prøve å skape oss et helhetsbilde av hva som var blitt sagt. Vi måtte være åpne for alt som ble fortalt.

Når det gjaldt IRIS-dataene, så inneholdt de en stor mengde data. Vi forsøkte å få en helhetlig oversikt over disse. Både teksten i intervjuene og IRIS-dataene måtte vi derfor dele inn i såkalte meningsfulle enheter i følge Giorgi (2009). Disse meningsfulle enhetene besto både av beskrivelser av informantens fortellinger fra intervjuene, og kategorier fra IRIS-dataene som hadde en mening i forhold til det fenomenet vi ønsket å studere. De delene som hadde relevans for undersøkelsen av fenomenet ble sortert.

Som sagt var dette en langsom prosess, spesielt fordi dette krevde at vi hele tiden beveget oss mellom helheten og enheter for å danne oss et så godt bilde av fenomenet som mulig.

Analyseprosessen tar oss mellom helhet og del, og til slutt til en ny helhet. Vi har da som mål at denne nye helheten skal gi oss ny kunnskap om fenomenet “Hvordan påvirker bruken av fastsand den reelle retardaşjonen til flyet”.

Fenomenologisk-hermeneutisk analyse

Filosofien til Paul Ricoeur dannet grunnlaget for at Lindseth og Norberg (2004) utviklet Fenomenologisk-hermeneutisk analyse. Denne analysen består av tre steg. Ved hjelp av forståelse, og å finne forklaringer for betydningen i dataene, kan få en ny helhetlig forståelse til å dukke opp (ibid).

Trinn en i analysen er den naive forståelsen. Her skal vi fordøye det første inntrykket av IRIS-dataene og av intervjuene. Vi sitter inne med en forforståelse som representerer den første, ureflekterte og spontane tolkningen av fenomenet. Den naive forståelse vil være preget av våre subjektive holdninger. Vi bruker vår naive forståelse aktivt i analysen, og tolkningen er allerede i gang under intervjuene av våre informanter, og idet vi tilegner oss kunnskap om IRIS-dataene. Formålet med naiv lesing er å være åpen til det som blir fortalt og til teksten, for å få en følelse av helheten, og som kan fungere som en guide for den strukturelle analysen hevder Lindseth og Norberg (2004).

I den strukturelle analysen som representerer trinn to, prøver vi å innta en mer upåvirket holdning. Datamaterialet deles inn i meningsfulle enheter. Disse meningsfulle enhetene

kategoriserer vi så inn i temaer. De meningsfulle enhetene har blitt dannet med bakgrunn i den naive forståelsen. Gjennom den strukturelle analysen er målet vårt at datamaterialet blir sett på så fordomsfritt som mulig.

Tredje trinn danner den helhetlige forståelsen. Gjennom dette arbeidet prøver vi å gjennomføre en kritisk refleksjon over den naive forståelsen, strukturen i analysen og vi må innta en så åpen holdning som mulig. Tidligere har vi vært inne på den hermeneutiske spiral. I trinn tre kommer vi tilbake til den hermeneutisk spiral, hvor analyseprosessen tar oss mellom helhet og del, og til slutt til en ny helhet. I analysen fikk vi ny kunnskap om måten brøytelederne brukte fastsand på, og vi registrerte at deres erfaringsgrunnlag var svært viktig. Satt i sammenheng med at vi analyserte IRIS-dataene parallelt, medførte dette at vi fikk nye innfallsvinkler og nyansert forståelse for fenomenet. Således har vi et håp om at denne nye helheten skal gi oss ny kunnskap om fenomenet “Hvordan påvirker bruken av fastsand den reelle retardasjonen til flyet”.

3.8.1 Koding

For å gjøre dataene og intervjuene aktuelle og gyldige for vår forskning, måtte vi gjennomføre en koding av datamaterialet. Willig (2008) beskriver en dynamisk og aktiv utvikling av koder og kategorier for å definere hva som skjer i dataene og for å forstå hva dette betyr. Dette betyr å arbeide med ulike former for koding og kategorisering av datamaterialet. Denne prosessen kan beskrives i ulike faser, men i praksis var de ulike fasene knyttet sammen med flytende overganger. De forskjellige analysefasene kunne også foregå parallelt og i ulik rekkefølge. Det var viktig for oss å være bevisst på å være åpne i denne prosessen slik at vi ikke hindret oss selv i å finne ny informasjon, men heller være nysgjerrige på informasjon som vi kanskje ikke hadde noen formening og forståelse om på forhånd.

Ut fra de innsamlede dataene, identifiserte vi meningskategorier under kodingsprosessen. Når en forsker samler sammen hendelser eller erfaringer som dukker opp fra datamaterialet, kan en kategori formes (Willig, 2008). En kategori formes når datamaterialet inneholder erfaringer eller meninger som deler sentrale trekk og/eller karakteristikk med hverandre.

Kodingsprosessen starter gjerne med å være relativt deskriptiv, noe vår kodingsprosess også bar preg av. Ettersom vi jobbet med kodingen fant vi frem til kategorier som fremsto mer analytiske, forklarende, tolkende og meningsfulle. Vi opplevde kodingsprosessen som en konstant komparativ analyse da vi beveget oss frem og tilbake mellom å finne likheter og forskjeller samt identifisere kategorier. Dette innebar å sammenligne data samtidig som vi

avgrenset, knyttet forbindelser mellom, og integrerte kategorier mener Willig (2008). I denne prosessen oppdaget vi ny informasjon ut i fra IRIS-data og fra intervjuene som vi hadde tilgjengelig.

Vi valgte å dele kodingen inn i tre deler som vi beskriver nedenfor. Denne tredelingen valgte vi å bruke både på vårt tallmateriale og på intervjuene.

Åpen koding

IRIS-data

I den innledende og første fasen av kodingen av datamaterialet vi hadde fått tilgang på, gjennomførte vi en åpen koding. Dette innebar at vi åpnet opp dataene for alle potensielle muligheter og retninger (Willig 2008). Fokuset vårt nå var å få oversikt over datamaterialet og få oversikt over de forskjellige variablene som dataene inneholdt. Hver variabel ble nøye kodet etter innhold. Her var det viktig for oss å opprettholde en åpenhet relatert til hva datamaterialet representerte for å fange opp nyanser, forskjeller og likheter i dataene. En åpen holdning hjelper forskeren med å etterfølge nye idéer, og reduserer samtidig sannsynligheten for at forskeren baserer kodingen på forutinntatte oppfatninger om datamaterialet (ibid). Dette ble gjort i Excel, slik at det skulle være lett å avgrense datamaterialet senere. I dette arbeidet hadde vi IRIS-modellen i tankene, slik at variablene ble gitt passende konseptuelle navn som var relatert til denne modellen.

Intervju

I intervjudelen startet vi med å kode både setninger og avsnitt. Hensikten var å dele opp intervjuene i forskjellige segmenter slik at vi kunne få oversikt over bredde og variasjon i dataene. Vi brukte mye tid på å lese intervjuene nøye og detaljert. I følge Willig (2008) hjelper også en åpen holdning forskeren med å etterfølge nye idéer. Dette reduserer sannsynligheten for at forskeren baserer kodingen på forutinntatte oppfatninger om datamaterialet. Vi valgte å kode intervjuene våre med fargekoder som igjen var tilknyttet nøkkelord. Innenfor disse nøkkelordene hadde vi på forhånd samlet en del temaer og elementer. Ut i fra dette kunne vi samle sitater og meninger som omhandlet de enkelte kategoriene og forskningsspørsmålene. Denne prosessen var nyttig for oss fordi det under prosessen dukket opp spennende funn som gjorde at vi omformet både problemstilling og forskningsspørsmål. Vi beskrev handlingen i den kodede delen av datamaterialet ved hjelp av enkle koder som vi mente relaterte seg godt til meningsinnholdet i setningene eller avsnittene.

Koder som vi kom frem til kunne for eksempel være *temperatur* eller *lokal sand*. *Temperatur* beskriver hvordan de forskjellige lufthavnene opplevde temperaturens viktighet i bruk av fastsand. *Lokal sand* beskriver hvordan lufthavnene opplevde bruken av lokal sand kontra sand som var transportert over en lengre avstand. Hensikten med dette arbeidet var at vi senere i prosessen kunne komme frem til kategorier og relasjoner som favnet totaliteten i dataene. I en åpen koding vil mange forskjellige kategorier bli identifisert. Noen av disse vil høre til et fenomen, andre vil peke på betingelser, interaksjoner, hendelser eller konsekvenser. Underveis i dette arbeidet, sammenlignet vi koder slik at likheter og forskjeller ble tydeliggjort. Dette resulterte i at forskjellige koder ble samlet inn under kategorier. Disse kategoriene ga vi så passende navn som skulle fange opp meningen i dette materialet. Vi kunne da forske videre og drøfte de spennende funnene vi hadde gjort.

Aksial koding

IRIS-data

I denne delen av analysen gjaldt det å videreutvikle de konseptuelle kategoriene og relatere disse til subkategorier. Under dette arbeidet opplevde vi at kodene og kategoriene ble mer og mer abstrakte. Sammenhengen i datamaterialet kom også bedre frem i denne prosessen, fordi variablene ble gitt en mer konkret og helhetlig forklaring. Vi kodet de rette kategoriene i henhold til IRIS-modellens faktorer med de rette variabelnavn (x_1 , x_2 , x_3 , x_4 , x_5 , x_6 og x_7). Dette ble igjen gjort for at vi senere lett kunne gjennomføre de riktige avgrensningene slik at de var riktig linket opp mot vår problemstilling og våre forskningsspørsmål.

Intervju

Vi gikk videre gjennom hvert intervju, kontrollerte kodene og samlet sammen like koder fra alle intervjuene. Som sagt ga vi kodene forskjellige farger og så samlet vi like farger i egne dokumenter. Vi gjorde en kontinuerlig sammenligning av koder og kategorier slik at alle fikk riktig farge. Spørsmål som ofte blir brukt i denne fasen er hvor, når, hvem, hvorfor, hvordan og med hvilke konsekvenser. Dette gjorde at sammenhengen i datamaterialet kom tydeligere frem for oss. Vi fikk altså organisert dataene på en ny og mer oversiktlig måte, som gjorde det videre arbeidet lettere. Dette ga oss ny innsikt og viten. Noe var kanskje som forventet, men andre deler gjorde at vi hadde mange gode diskusjoner i gruppen for å tolke datamaterialet på best mulig måte.

Selektiv koding

IRIS-data

I denne delen av analyseprosessen var det tid for å knytte kategoriene og subkategoriene til teorier, ved at vi organiserte dem relatert til kjernekategori. Før oss gjaldt det å systematiserte disse kategoriene og subkategoriene til hvilke landinger hvor det var benyttet fastsand. Fastsand var altså vår kjernekategori og er i tabellen (Figur 3-4) markert med rødt. Vår jobb bestod nå i å avgrense materialet vårt og knytte det til fastsand (x_7). Vi gikk systematisk gjennom variablene fra x_1 til x_6 . Det betød at vi systematisk tok for oss hver landing og justerte etter hver faktor i IRIS-modellen. For eksempel ønsket vi ikke å se på landinger hvor fastsand (x_7) og kjemikalier (x_6) hadde blitt brukt samtidig. Dette ble gjort for å unngå usikkerheten rundt effekten på banen når dette blir brukt samtidig. x_6 ble da avgrenset ved at vi valgte bort alle landinger hvor dette var brukt samtidig med fastsand. Som vi ser av sitatet under kom denne usikkerheten også fram under intervjuene.

”Nei, nei. En ting jeg ikke skrev – hvis du har brukt kjemikalier og tint banen, og så har fått en kuldeperiode etterpå, da får du ikke den rette isen å bruke den på faktisk. Hvis du f.eks har brukt kjemikalier på banen som preventivt da, Aviform L50, og så blir det regn og kaldt eller slaps, så blir det kaldt, så får du ikke skikkelig is – så får du såkalt teknisk is, så får du ikke det til å feste seg. Det må være skikkelig is, is ifra naturens side. Det er det beste, og så må det være litt tykkelse på den... 5 mm til 1 cm eller noe slikt.” (Informant).

Analysen flyttet seg dermed enda mer fra deskriptive til teoretiske og abstrakte nivåer (Willig, 2008). Gjennom denne analysen kunne vi si noe om hva IRIS-modellen predikerte som gjeldene friksjon på rullebanen. I kapittel 4 som omhandler funn, beskriver vi denne analyseprosessen inngående.

Intervju

Vi knytter altså koder og kategorier sammen ved å integrere dem inn under et overordnet begrep eller tema. Et av temaene eller begrepene vi fant da vi drev med våre intervjuer, var *Erfaring*. Denne kategorien sa mye om hvilken måte de forskjellige lufthavnene arbeidet på. Den ga oss også ny oversikt og innsikt i forskjellene og likhetene rundt omkring i landet også relatert til andre tema og begrep. Analysen har nå beveget seg fra deskriptive nivåer til teoretiske og abstrakte nivåer (Kvale & Brinkmann, 2009; Willig, 2008). Vi identifiserte fem

kjerne kategorier gjennom denne analysen. Betegnelsen vi ga dem var: *Utstyr, Sandtype, Værforhold, Effekt, Erfaring*. Disse vil bli utførlig drøftet og forklart i kapitlet om funn.

3.9 Verifisering

Dette steget i prosessen inneholder en kritisk vurdering av ulike metodiske faktorer i undersøkelsen vi har gjennomført. Begreper som reliabilitet (pålitelighet), validitet (gyldighet), og om resultatene er generaliserbare dukker ofte opp i en slik sammenheng. Begrepene er utviklet innenfor kvantitativ forskning og passer kanskje ikke like godt for kvalitativ forskning hevder Halvorsen (2012). Det henger blant annet sammen med at man ikke på forhånd har bestemt seg for hva man skal måle (Widerberg, 2001). Vi fant imidlertid en viss relevans i begrepene for vår oppgave, og har valgt å beskrive dem nedenfor.

Validiteten i kvalitativ forskning som har en mer åpen tilnærming, kan en sikre gjennom å være saklig og pålitelig i sin bruk av metodene for datainnsamling og analyse av dataene hevder Halvorsen (2012). Informantene selv kan ta stilling til hvor valide de presenterte resultatene er – for eksempel når en benytter seg av deres begrepsverden i følge Halvorsen (2012). I begrepet validitet snakker man videre om sannhetsgehalten, riktigheten og styrken i utsagnet hevder Kvale & Brinkmann (2009). Validering er gjennomgående for hele forskningsprosessen (Kvale & Brinkmann, 2009).

I stedet for reliabilitet er man i kvalitativ forskning opptatt av konsistens, eksempelvis ved å gi andre forskere (med annen fagbakgrunn) anledning til å gå gjennom det innsamlede materialet og eventuelt også gjenta undersøkelsen hevder Alston og Bowles (1998). Målet er som for kvantitative undersøkelser; å unngå feilkilder under hele prosjektets gang. En legger vinn på at resultatene er troverdige og bekreftbare (Thagaard, 1998).

Troverdighet er knyttet opp mot tilnæringsmåte, innsamling, analyse, tolkning og rapportering. Sikring av troverdighet forutsetter en forståelse av forskningsprosessen som refleksiv, noe vi har påpekt tidligere at vi har vært. Forskerne må være åpne på at personlige verdier og interesser influerer på hele prosessen hevder Chambliss og Schutt (2006). Vi ser at dette sammenfaller med vår forforståelse, som er beskrevet i et tidligere kapittel. Halvorsen (2012) sier videre at på linje med kvantitativ forskning, vil det i kvalitative undersøkelser ellers være en utfordring å gjøre plausible (troverdige) tolkninger av dataene. En spør heller ikke om resultatene er generaliserbare, men om de er overførbare til andre situasjoner eller steder.

Samtidig kan det være relevant å samle inn noe kvantitativ informasjon om informantene gjennom et strukturert intervju og eventuelt stille de samme spørsmålene til et representativt utvalg av befolkningen (Halvorsen, 2012). På denne måten kan en få en kontroll på om funn fra et mindre og lite representativt utvalg også har gyldighet for den øvrige befolkningen (Widerberg, 2001). Det er først idet en har vurdert en undersøkelse til å være pålitelig og gyldig at man kan ta stilling til om resultatet kan generaliseres til også å gjelde andre personer eller situasjoner. I tillegg må materialet være relevant for problemstillingen (Kvale og Brinkmann, 2009).

I vårt tilfelle har vi fått tilgang til et datamateriale som allerede er bearbeidet av NTNU, og dette kan i utgangspunktet utgjøre en utfordrende faktor, siden det er gjort av noen andre enn oss. Dog er konfidensen av datamaterialet godt beskrevet (Klein-Paste et al, 2012) og ettersom utvelgelsen av relevante data er gjort i tett samarbeid med bi-veileder, føler vi at vi har ivaretatt en tilfredsstillende grad av reliabilitet og troverdighet i våre data. Graden av overførbarhet er også høy anser vi. Dessuten vet vi at en høy grad av reliabilitet er en forutsetning for høy validitet.

I vår intervjuprosess var vi hele tiden åpne og transparente. Som tidligere nevnt, inntok vi tidlig en refleksiv holdning gjennom hele prosessen. Vi erkjente dessuten at vi ble påvirket av vår forutforståelse, og tok hensyn til dette. Spørsmålene til våre ni, helt uavhengige informanter, var semi-strukturerte, noe som ga informantene mulighet til å elaborere rundt temaet. Informantene hadde ingen mulighet til å påvirke hverandres svar. Til tross for dette var svarene ensartet.

3.10 Rapportering

Funnene fra intervjuene og metodebruken skal formidles i en form som overholder vitenskapelige kriterier, og tar hensyn til undersøkelsens etiske sider og resulterer i et lesbart produkt (Kvale & Brinkmann, 2009). Dette er et viktig arbeid. Vi har et genuint engasjement rundt temaet. Det er av stor betydning at vi evner å skape ny kunnskap og at vi klarer å formidle denne nye kunnskapen til de berørte parter. Vi opplever temaet som viktig sett i lys av at statistisk materiale forefinnes, men har således ikke før blitt analysert. Dette gjør også vårt engasjementet sterkere. Vårt valg av arbeidsform med en litteraturstudie, analyse av datamateriell samt intervjuer av brøyteledere, gir oss et godt innblikk i den jobben som blir gjort på rullebaner i Norge om vinteren. Det at dataene ikke tidligere har blitt analysert, gjør arbeidet spennende relatert til ”Hva finner vi?” i analysen.

3.11 Ethiske hensyn

Som forsker er det vesentlig å ha kjennskap til moralske problemer som kan oppstå gjennom en forskningsprosess – Dette står sentralt hos Kvale & Brinkmann (2009). Vi har gjennom prosessen inngått skriftlige avtaler med Avinor og Nord universitet. Avtalene var en forutsetning for å få tilgang til data, og vi forpliktet oss til å være etterrettelige gjennom hele prosessen.

De etiske grunnprinsipper vi har lagt vekt på i prosessen innbefatter samtykke, frivillighet, anonymitet og konfidensialitet.

På forespørsel fra, og etter avtale med de impliserte lufthavnene, har vi valgt å anonymisere lufthavnene i IRIS-datagrunnlaget og i intervjuene. Ergo er informantene anonymisert, noe som medfører at det ikke foreligger et krav om meldeplikt jfr. Norsk senter for forskningsdata (NSD). En lovpålagt meldeplikt test ble for øvrig gjennomført via NSD sin hjemmeside.

Datamaterialet er under hele forskningsprosessen behandlet med fortrolighet, slik at identiteten og øvrige sensitive data ikke har blitt offentliggjort på noen måte.

Slik vi ser det, har vi ivare tatt krav om samtykke ved å gi våre informanter transparent informasjon om undersøkelsens hensikt og hvordan data vil bli benyttet, og at det var basert på frivillighet. Telefonintervjuene ble tatt opp på bånd, noe informantene ble underrettet om på forhånd, og de ble i sin helhet transkribert i ettertid. I transkripsjonsprosessen var vi omhyggelige med å gjengi utsagnene korrekt, uten at vi har benyttet oss av navn, sted, tidspunkt eller andre avslørende detaljer. Vi føler derfor at vi har oppfylt løftet om anonymitet overfor våre informanter. Samtidig ønsker vi å nevne at vi har foretatt en omstrukturering hvor noen av sitatene om mulig ikke er gjengitt helt ordrett. Meningsinnholdet er derimot bevart og sågar understreket i noen av sitatene vi har benyttet, nettopp for å få frem et godt poeng.

Denne måten å omstrukturere intervjuer på, er i teorien beskrevet som viktig av Kvale & Brinkmann (2009), da de hevder at en slik prosess kan være nødvendig for å unngå eventuelle uheldige og uetiske stigmatiseringer av grupper eller personer.

Opptakene fra intervjuene ble kryptert og oppbevart på privat PC, uten praktisk mulighet for identifisering og slettet umiddelbart etter transkribering.

Ellers har vi etter beste evne forsøkt å følge god forskningsetikk ved å gjennomføre forskningen på en ikke forutinntatt og nøytral måte.

3.12 Oppsummering

Som vi har nevnt tidligere i kapittelet, skulle vi avslutte med noen betraktninger. Avtalene vi inngikk forpliktet. Ikke bare moralsk, men også i substansen i oppgaven. Det er essensielt å ha en bevisst rolle til hvordan vi som forskere kan påvirke de ulike fasene i forskningsprosjektet, prosessen som sådan og i den aktive fortolkningen. Vi har vært innom begreper som refleksivitet tidligere, og vi har gjennom hele denne studien vært opptatt av den gode diskusjon innad og samtidig reflektert kontinuerlig rundt de metodiske og teoretiske aspekter. I telefonintervjuene åpnet vi for en refleksiv tilnærming i og med at vi stilte oppklarende og utdypende spørsmål for å få en skjerpet oppfatning for fenomenet. Våre informanter fikk på denne måten en mulighet til å opplyse om meningen med det de fortalte. Slik unngikk vi som forskere å legge for stor vekt på vår forforståelse for fenomenet i vår fortolkningsprosess.

Funnene vi kom frem til i oppgaven representerer imidlertid vår fortolkning og bearbeidelse av datamaterialet og informantenes intervjuer. Vi har derfor valgt å bruke sitater fra informantene for å kunne bygge opp under våre fortolkninger og forventninger.

I den tidligere beskrivelsen av den hermeneutiske spiralen, ble det nevnt at vi gjennom studiet oppdaget nye sammenhenger og forståelse for fenomenet som vi ikke var klar over da vi startet. Denne åpenheten i tilnærming har vi heldigvis klart å bevare som en rød tråd gjennom hele prosessen. Vi har måttet være åpne for nye tilnærminger til tema og kategorier til vårt datamateriale.

Studiens problemstilling og forskningsspørsmål har på bakgrunn av det vi her har beskrevet, vært konstant gjenstand for diskusjon, refleksjon og fortolkning. Vi mener at dette har bidratt meget positivt, selv om det har vært tidkrevende og til dels frustrerende å være så tilstede i egen prosess.

4 Funn og analyse

Vi har analysert data avgitt fra Avinor sitt IRIS datasystem samt gjort intervjuer av erfarne brøyteledere ved Avinor sine lufthavner. Vi har etter avtale med Avinor anonymisert funnene slik at det ikke fremkommer hvilken lufthavn som har avlevert data til IRIS, hvilket flyselskap som har avgitt data til IRIS eller hvilken lufthavn som har stilt brøyteledere til disposisjon for intervju. Ved hjelp av IRIS-data ville vi undersøke hvorvidt friksjonsdata avledet fra flyets ferdsskriver kunne si noe om effekten av pålagt fastsand. Gjennom intervjuene ønsket vi å avdekke hvordan fastsand metoden var adoptert på den enkelte lufthavn, hvilken betydning brøyteleders erfaringsgrunnlag har for bruk av fastsand samt hvordan effekten ble vurdert av den enkelte brøyteleder. Vi kan derfor dele våre funn i to hoveddeler; funn fra IRIS, samt funn fra intervjuene.

Vi vil først presentere datagrunnlaget fra IRIS. Deretter redegjøre for hvilke korreksjoner vi har gjort i dataene og hvordan vi reduserte utvalget. Våre funn blir så analysert og presentert i en figur for hver kategori i SNOWTAM formatet.

Intervjuene ble kodet i fem kategorier. Vi presenterer følgende funnene fra intervjuene i disse fem kategoriene; «erfaring», «utstyr», «effekt», «sandtype» og «værforhold».

4.1 Funn fra IRIS-data

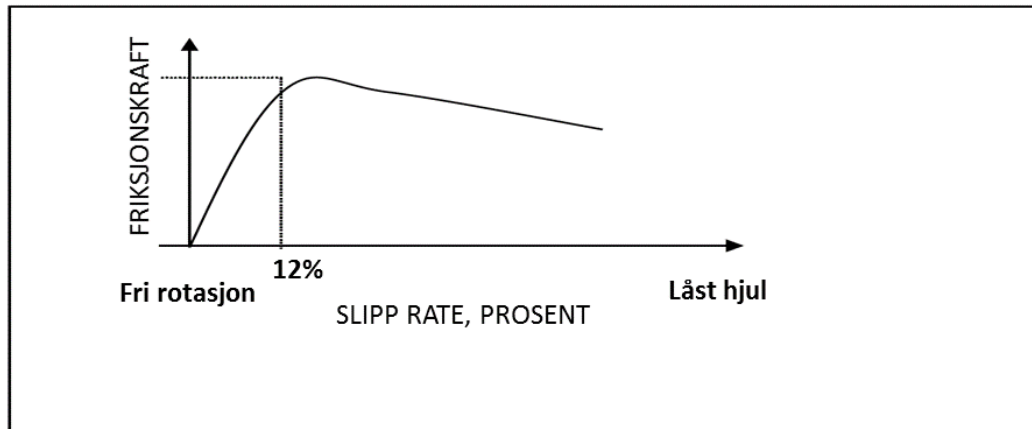
4.1.1 Datagrunnlaget

Som grunnlag for vår analyse har vi fått tilgang til IRIS-data samlet gjennom fem vintersesonger i Norge fra 2008 til 2013. Vintersesongen er definert fra 1. november til 30. april. I denne perioden ble det samlet inn data fra 140245 landinger gjennomført med B737 på norske lufthavner hvor IRIS er implementert. Dataene er anonymisert. Da friksjonen ikke er uniform langs hele rullebanelengden, deles rullebanen inn i tre seksjoner når det skal rapporteres om rullebane forhold. Vi får data for hver rullebaneseksjon og kan derfor definere en seksjon som en rullebane. På denne måten tre-dobles datagrunnlaget til 420735 landinger.

Dersom en pilot bruker mindre bremsekapasitet enn det han har tilgjengelig vil han ikke nytte rullebanens friksjon fullt ut. Distansen flyet bruker på å stoppe vil nå kun avhenge av størrelsen på bremsekraften. Oppnådd retardasjon vil ikke si noe om rullebanens friksjon.

Dersom piloten bremser hardt vil hjulene søke å låse seg. Flyets «anti-skid» system vil hindre dette og slipper opp bremsetrykk for å oppnå optimalt slipp hvor hjulhastigheten ligger rundt 80-90% av flyets bakkehastighet. Optimalt slipp inntreffer når friksjonskraften er maksimal. På en glatt rullebane inntreffer dette ved lavere friksjonskrefter enn på tørre baner. Når dette

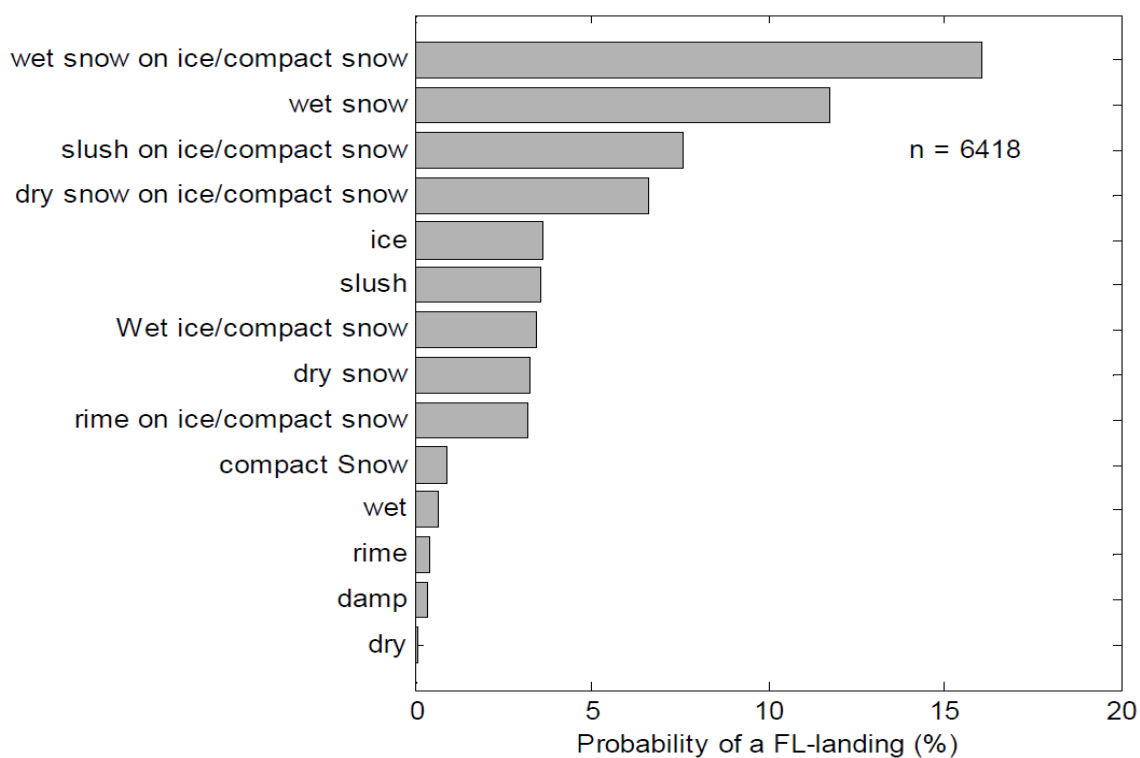
inntreffer sier vi at landingen er friksjonsbegrenset og dataene kan relateres til rullebanens friksjon.



Figur 4-1 Frikasjonskraft mot normal slipp rate (%)

Vi har derfor kun tatt utgangspunkt i de landinger som er registrert som friksjonsbegrenset. Dette skjer når flyets «anti-skid» system blir aktivert i 3 suksessive sekunder (Klein-Paste et al, 2012). For noen landinger er systemet aktivert over en lengre periode samt at bremsetrykket er redusert på alle hoved hjulene. Andre landinger igjen har en mindre reduksjon i bremse trykket samt at systemet er aktivert over en kortere periode (men mer enn tre sekunder) og systemet er kanskje ikke aktivert på alle hoved hjulene. Dette sier noe om hvor sikre dataene er. Denne konfidensen er definert som «høy», «medium» og «lav» i data grunnlaget. Vi har valgt å ta med samtlige friksjonsbegrensede landinger og heller bruke denne klassifiseringen i analysen av hver enkelt landing etter behov.

Av 140245 landinger er det registrert friksjonsbegrensinger på 6418 rullebane seksjoner. En rullebane består av 3 seksjoner. Dette vil således være utvalget i vår videre analyse. Sannsynligheten for at flyets «anti-skid» system blir aktivert avhenger av hvor hardt flyet bremses samt hvor glatt rullebanen er. Hvor mye bremses som blir brukt på en landing vil være avhengig av flere faktorer som eksempelvis rullebane lengde og krav til rullebane okkuperings tid (hvor piloten søker å bremse opp til en tidligere avkjøring heller enn å bruke hele rullebanen). Hvorvidt landingen skal bli friksjonsbegrenset er således avhengig av type kontaminering på rullebanen. Figur 4-2 viser sannsynligheten for at en landing skal bli friksjonsbegrenset relatert til type kontaminering. Sannsynligheten er høyest for våt snø på is (16%), våt snø (11.7%) og slaps på is/kompakt snø (7.6%). En tørr rullebane har den laveste sannsynligheten (0.09%).



Figur 4-2 Sannsynlighet for å få friksjonsbegrenset landing på type kontaminant (med tillatelse, Klein-Paste, 2015)

Dess bedre friksjon rullebanen kan gi, dess lavere er sannsynligheten for at landingen blir kategorisert som friksjonsbegrenset. Det betyr at på en rullebane med god friksjon har ikke flyet behov for å ta ut all sin bremse kapasitet for å stoppe. Dette betyr igjen at jo bedre rullebane friksjonen blir, jo mindre vil datagrunnlaget bli.

Vi ønsker å se på effekten av en bestemt metode (bruk av fastsand) for å øke rullebane friksjon og må derfor være forberedt på at data grunnlaget kan bli redusert ettersom friksjonen øker. Vi starter derfor med å se på de mer glatte banene, da sannsynligheten er større for at landingen fortsatt er friksjonsbegrenset etter preparering av rullebanen.

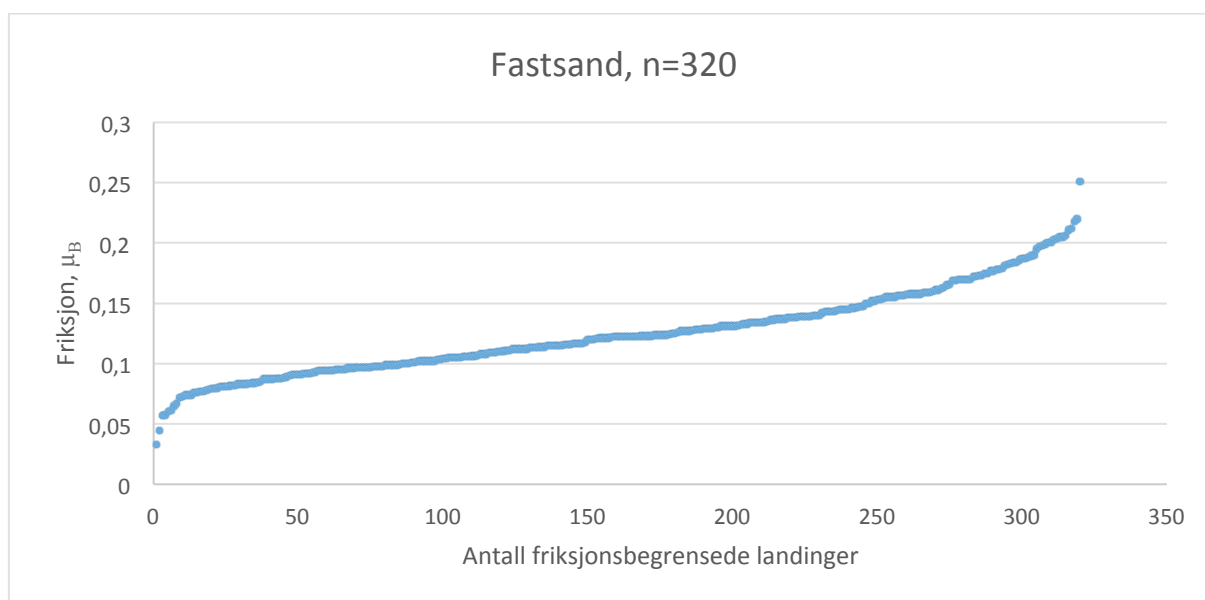
I datagrunnlaget blir friksjon uttrykt som flyets totale friksjonskoeffisient, μ_B . IRIS-modellen klassifiserer friksjonen i seks klasser fra 0 til 5. Disse klassene sammenfaller med dagens SNOWTAM format. Tall verdiene på μ_B er basert på data fra flyets ferdsskriver og kalkulert av Boeing etter bevegelses ligningene og definisjonen på friksjonskraft.

Friksjonsklasse	Rullebanekondisjonsnavn	Friksjonskoeffisient μ_B
5	«GOOD»	$\mu_B > 0.200$
4	«GOOD-MEDIUM»	$0.200 \geq \mu_B > 0.150$
3	«MEDIUM»	$0.150 \geq \mu_B > 0.100$
2	MEDIUM-POOR»	$0.100 \geq \mu_B > 0.075$
1	«POOR»	$0.075 \geq \mu_B > 0.050$
0	«NIL»	$0.050 \geq \mu_B$

Figur 4-3 Oversikt over friksjonsklasse med tilhørende μ_B (Klein-Paste, 2015)

4.1.2 Friksjon på fastsand

Av 6418 friksjonsbegrensede landinger er det kun 320 som er registrert utført på rullebaner som er preparert med fastsand. Det lave antallet sammenfaller med argumentasjonen over som sier at antallet friksjonsbegrensede landinger kan bli redusert når friksjonen på rullebanen øker. Med bakgrunn i intervju runden med lufthavnene kan vi med rimelig sikkerhet si at bruken av fastsand er hyppigere enn hva datagrunnlaget skulle tilsi. Det kan bety at friksjons økningen som fastsand er tenkt å gi gjør at banen går fra å være friksjonsbegrenset til ikke å være det. Dersom vi plotter samtlige friksjonsbegrensede landinger på fastsand vil fordelingen se slik ut:



Figur 4-4 Friksjonsbegrensede landinger på fastsand.

Av disse landingene er det kun 2 som faller i kategorien «NIL». Ved å gå inn på disse 2 landingene ser vi at begge er utført med løs forurensing på banen. Den laveste verdien på

0.033 er på landing med inntil 8mm tørr snø over is med en luft temperatur på -3,6°C. Gjennomsnittsverdien for hele landingen (over alle tre seksjonene) er angitt til å være 0,073 (POOR). Det betyr at det har vært varierende friksjon med enkelte glatte partier under hele landingen. Med såpass mye tørr snø på banen er det rimelig at flyets hjul ikke når ned til overflaten hvor sanden sitter fast og følgelig vil ikke sanden ha effekt for friksjonen. Det samme går for den andre landingen som er utført på inntil 6mm slaps med en luft temperatur på +0,9°C. På denne landingen er det også høy luft fuktighet. Flyets friksjonskoeffisient ble målt til 0.045 og gjennomsnittsverdien for hele landingen ble angitt til å være 0.059 (POOR). Ved begge landingene var banen evaluert til å ha mye høyere friksjon.

Antall landinger som havner i kategorien «POOR» er 11. Samtlige landinger er på is og syv av disse er rapportert med løs forurensing som rim (2 stk) og tørr snø (4 stk) over isen.

Antall landinger som havner i kategorien «MEDIUM-POOR» er 75. 48 av disse er gjort på løs forurensing over is.

Antallet landinger som havner i kategorien «MEDIUM» er 159. Av disse er 97 gjort på løs forurensing over is. Det er interessant å merke seg den løse forurensingen er rim i 65 av de 97 tilfellene. Rim og frost kan slå ut begge veier på friksjonen. FAA definerer i sin veiledning (AC 150/5200-30C) at dersom man kjører over et rim lag og hjulsporene ikke avdekker bar asfalt vil rim være med på å forringe friksjonen. I andre tilfeller vil det ikke ha betydning. Rim over is er definert av IRIS modellen til å havne i «MEDIUM» kategorien.

Antallet landinger som havner i kategorien «GOOD-MEDIUM» er 62 og antallet gjort på «GOOD» er 11.

Vi ser at hoved kategorien havner i «MEDIUM» og at 72,5% av landingene er «MEDIUM» eller bedre. IRIS-modellen anbefaler ikke bruk av fastsand når det er løs forurensing på banen. Dette sammenfaller også med praktisk bruk da lufthavnene sier de bruker fastsand kun på en såle av is. Dog kan det hende at de preparerer banen med fastsand før varslede snøbygger slik at sanden vil ligge fast under eventuell løs snø. Sanden vil da komme frem når de børster banen under og etter snøfall. På samme måten kan de også legge ut fastsand direkte etter en børstebil slik at sanden fester seg i islaget, mens det legger seg løs snø over. Hensikten er hele tiden å få sanden til å feste seg i underlaget slik at den ligger klar ved senere børstninger av banen. Dette vil da gjenspeile seg i datagrunnlaget som fastsand kombinert med løs forurensing.

Dette gir oss en grei oversikt over datagrunnlaget men forteller ikke hvorvidt fastsand har en reell effektforbedring. For å kunne vurdere dette, må vi vite hva banen ville gitt av friksjon før fastsand ble lagt ut. Vi har ikke data for dette, dog kan vi bruke IRIS-modellen til å estimere friksjon.

4.1.3 Korrigering og reduksjon av utvalget

Av samtlige 6418 landinger tar vi utgangspunkt i de som har 100% dekningsgrad av forurensing i hver seksjon. Da fjerner vi muligheten for tørre seksjoner som kan påvirke friksjon i positiv retning (ved 10%, 25% og 50% dekningsgrad). Vi sitter da igjen med 5506 landinger.

Videre fjerner vi de landinger hvor det er rapportert bruk av kjemikalier på rullebanen. Kjemikalier blir brukt for å senke frysepunktet på isen slik at den smelter og blir til vann og renner bort. Dersom dette er brukt i kombinasjon med fastsand vil det resultere i at sanden løsner og mister sin effekt. Når vi fjerner disse landingene blir resultatet 4936 landinger.

Vi bruker IRIS-modellen til å fordele landingene inn i friksjonskategoriene fra «GOOD» til «POOR» basert på rapportert type forurensing. Videre gjør vi korreksjoner for eventuell dybde av forurensing, rullebane temperatur og fuktighet. Vi kan da sammenligne hver kategori med reelle flydata for hver landing og se om flyet oppfatter friksjonen til å være bedre eller dårligere enn utgangspunktet, altså hvorvidt fastsand har hatt en effekt eller ei.

Vi bruker samme kriteriene som IRIS-modellen når vi korrigerer for forurensingens dybde, rullebane temperatur og fuktighet. De to siste er enkle parametere å måle. Det ligger temperaturfølere i rullebanen som angir rullebanens overflate temperatur. Ideelt sett skulle man ønske å ha temperaturen i det øverste laget dersom rullebanen er dekket med flere lag av forurensinger, dog er det ikke bevist at en eventuell temperatur endring gjennom lagene er av betydning. Vi velger derfor å bruke temperaturen som angitt av IRIS-systemet. Dersom det er stor differanse på luft temperatur og rullebane temperatur kan det bety at det kontaminerte dekket virker som en isolasjon. Overflaten kan da ha en mildere temperatur enn selve rullebanen og dette kan gi utslag i friksjonen. Dette kan den videre analysen avdekke.

Rullebanetemperatur

IRIS definerer tre temperatur profiler når rullebane temperaturen skal korrigeres. Det skilles mellom fast forurensing (is og/eller kompakt snø), løs og tørr forurensing (tørr snø, tørr snø over is og/eller kompakt snø, rim, rim over is og kombinasjoner av disse) og ingen forurensing. Sistnevnte gir ingen korreksjoner. Ved fast forurensing samt ved løs og tørr

forurensing korrigeres friksjonen to klasser ned dersom rullebane temperaturen er over minus 0.5°C. Det antas at det ved disse temperaturene er det så mildt at smelting av is er påbegynt. Det korrigeres ned en klasse dersom rullebanetemperaturen er minus 0.5°C eller lavere, men over minus 2°C. Dersom rullebane temperaturen er minus 8°C eller kaldere vil det oppgraderes en klasse dersom avsetningen er fast forurensing.

Luftfuktighet

Fuktighet blir målt i forhold til differanse mellom duggpunkts temperatur og luft temperatur. Dersom temperatur spredningen er liten vil luft fuktigheten være høy. Høy luftfuktighet vil påvirke friksjonen i negativ retning når temperaturen synker under null. IRIS-modellen nedgraderer derfor friksjonen når det er kaldere enn minus 3°C kombinert med høy luftfuktighet definert ved en duggpunkts spredning på tre grader Kelvin eller mindre. Det korrigeres for luftfuktighet kun på fast forurensing.

Dybde på kontaminant

Dybden på avsetninger på rullebanen kan være vanskelig å måle da den sjelden er uniform over hele rullebane seksjonen. Den blir derfor målt i intervaller. I Norge blir tørr snø målt i intervaller på 8mm, våt snø i intervaller på 6mm og slaps i intervaller på 3mm. Det betyr at alle avsetninger av tørr snø under 8mm blir rapportert som 8mm. 9mm tørr snø vil således bli rapportert som 16mm. 4mm slaps vil bli rapportert som 6mm og så videre. IRIS-modellen forutsetter at med økende mengde av avsetninger vil flyets hjul miste kontakten med selve underlaget og friksjonen vil bli redusert. Derfor vil den korrigere friksjonen avhengig av dybden på avsetningen. Dersom dybden tilsvarer dobbel intervall (eksempelvis 12mm våt snø) går den en klasse ned, dersom dybden er mer enn tre dobbel (eksempelvis 9mm slaps) går den to klasser ned.

Kategorisering

Etter å ha gjort samtlige korreksjoner (oppgradering/nedgradering av friksjon) kan vi kategorisere landingene i klassene 0 til 5 («NIL» til «GOOD»). Vi henter deretter ut de landinger som er gjort på rullebaner hvor det er rapportert bruk av fastsand. Vi finner følgende fordeling før fastsand er lagt på rullebanen:

NIL	POOR	MEDIUM- POOR	MEDIUM	GOOD- MEDIUM	GOOD
5	9	30	237	28	0

Figur 4-5 Fordeling av friksjonsbegrensede landinger i klasser før fastsand er pålagt.

Dette blir 309 av 320 landinger. 11 landinger er forkastet; 4 hvor det er blitt brukt kjemikalier og 7 hvor dekningsgraden ikke er 100%.

Som piloter reagerte vi på hvordan fastsand blir rapportert i SNOWTAM systemet. Det blir laget en ny SNOWTAM hver gang lufthavnen har utført «noe» på rullebanen. Det ble sagt i intervjuene at dersom de brukte tørr (løs) sand måtte de erfaringsmessig legge ny sand mellom hver flybevegelse. Dette fordi mye av sanden enten ble fjernet av flyets hjul, eller at sanden ble blåst bort av flyets motorer.

”Dersom det snør kontinuerlig, og vi har ikke «sjangs» å legge noe fastsand, for det snør så mye at vi får den ikke ned i bakken før det er snødd igjen. Da må vi legge tørr sand for å få opp effekten. Da kan det være slik at når det første flyet har satt seg så må vi sweepe [børste] og legge på nytt, og sånn må vi holde på. Det er veldig lite økonomisk å legge tørr sand.”

(Informant)

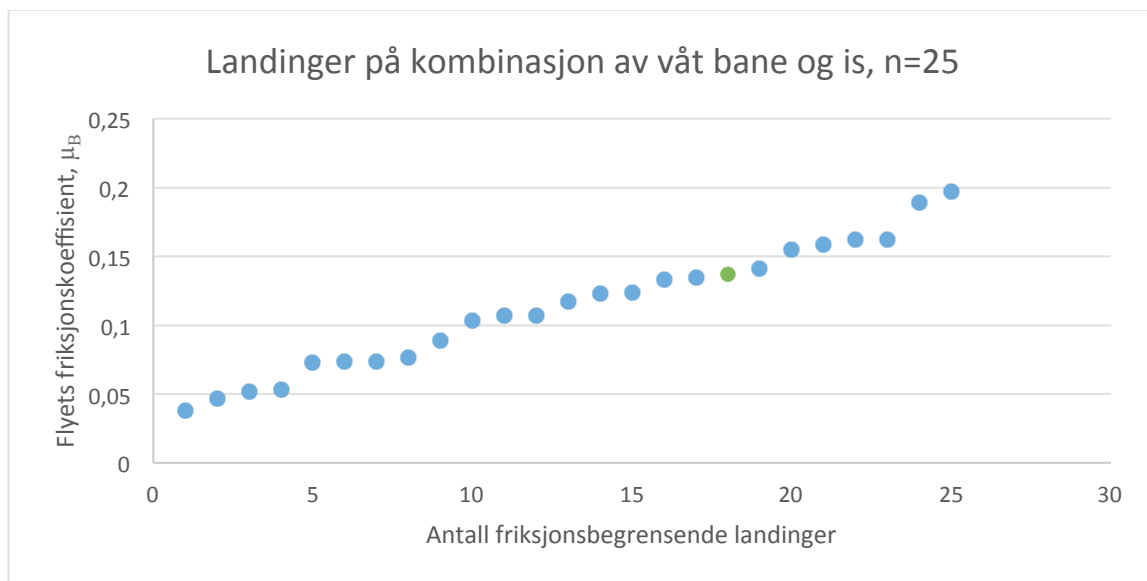
Ved bruk av fastsand blir denne liggende igjennom flere flybevegelser. Da de ikke har lagt ut ny sand vil denne «gamle» sanden bli rapportert som «SANDED OLD APPLICATION». Dog skal det nevnes at flere av lufthavnene nå har sluttet å bruke denne betegnelsen. Likevel er dette viktig for oss, da denne betegnelsen ble brukt i flere av sesongene vi har IRIS-data fra. I IRIS-dataene kan vi skille mellom «SANDED» og «FROZEN SAND». Da er det underforstått at «SANDED» betyr løs sand. Det er nødvendigvis ikke tilfelle, da «SANDED OLD APPLICATION» har havnet i denne kategorien. Basert på utsagn fra lufthavnene er det kun fastsand som kan bli liggende. Dette betyr ikke annet enn at vi kan ha mistet data om fastsand landinger. Resultatet er kun at utvalget med antall landinger på fastsand er redusert.

”Dersom det er løs sand er den nettopp lagt. Den vil slites så fort bort at det er ikke mange ganger du vil ta av og lande på løs eller tørr sand før den er forsvunnet.” (Informant)

4.1.4 Analyse «POOR»

IRIS-modellen definerer alle kombinasjoner av våt is og våt kompakt snø til å være «POOR». Dette er den laveste friksjonskategorien. 25 av 4936 landinger er gjort på dette underlaget og da er det utelukkende kombinasjonen av våt bane og is som er rapportert. Dette kan være en utfordrende kategori, da det ikke er gitt hvilken avsetning som ligger 100% på banen. Det kan

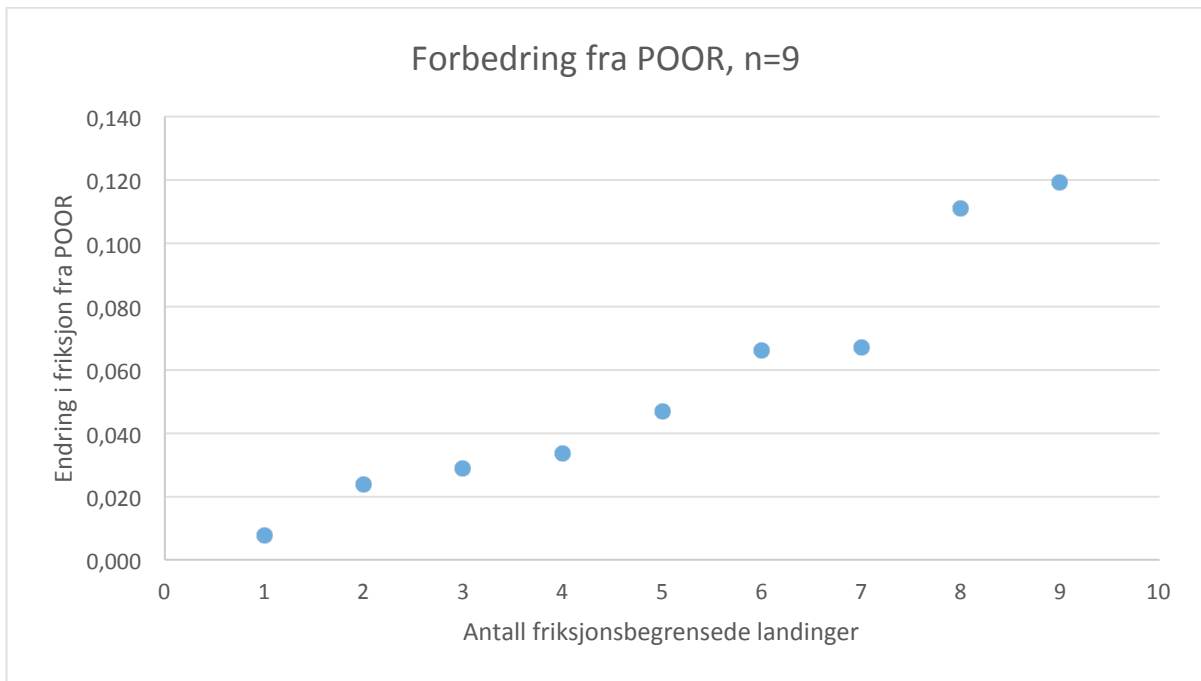
være at banen er 100% våt men har områder med is. Dersom dette er tilfelle vil det være få friksjonsbegrensende landinger, hvilket forklarer det lave antallet. Videre kan vi også forvente at friksjonen vil være relativt høy. Dersom vi plotter flyets registrerte friksjon (μ_B) for disse landingene før vi korrigerer for rullebane temperatur og fuktighet vil de fordele seg slik:



Figur 4-6 Landinger på kombinasjon av våt bane og is.

Vi ser at kun 8 av disse landingene fikk en friksjon som sammenfaller med kategorien. Vi går videre og korrigerer for rullebane temperatur og fuktighet. Når dette er gjort og vi tar ut de landinger som er rapportert med fastsand finner vi bare én, markert med grønt i figuren. IRIS ville ha rapportert denne som NIL før sanding (på grunn av nedgradering etter korreksjon av temperatur) og flyet opplevde dette som en MEDIUM (friksjonskoeffisient μ_B lik 0.137), altså en klar forbedring.

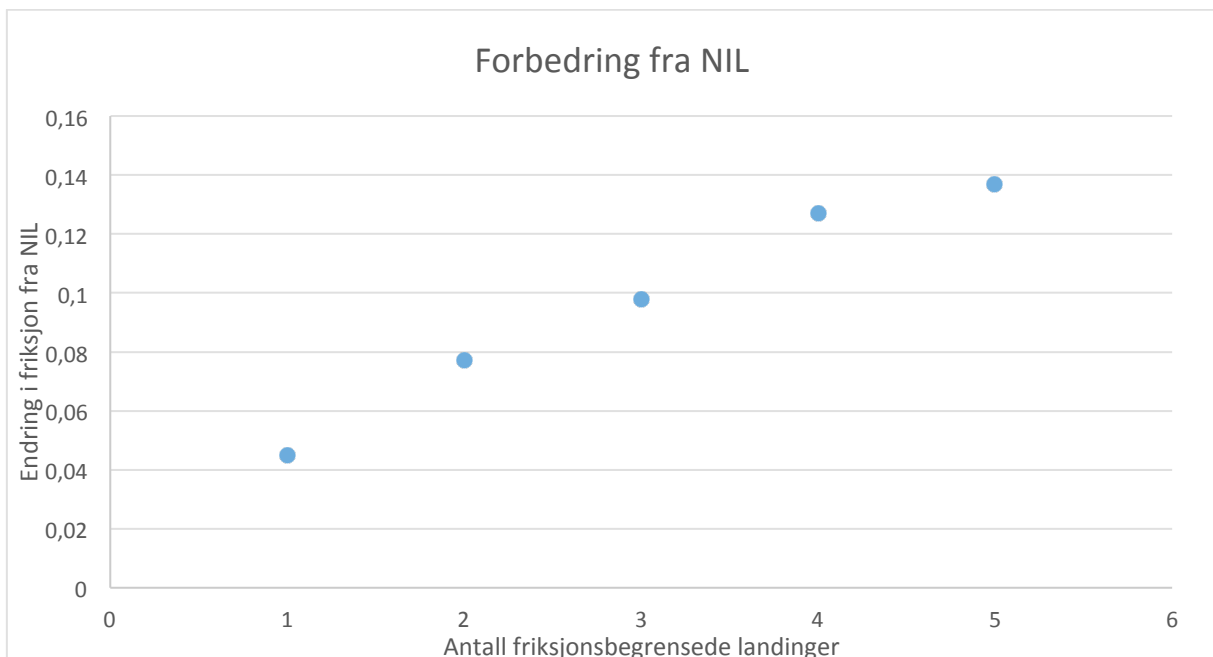
I denne klassen hadde vi 9 registrerte landinger på fastsand. Disse er utelukkende havnet i kategorien på grunn av nedgradering. Som diskutert over var det kun én landing som i utgangspunktet var i «POOR» klassen, men ble nedgradert til «NIL» etter korreksjon. Figuren under viser forbedring i μ_B i forhold til utgangspunktet. Utgangspunktet for «POOR» er satt til en friksjonskoeffisient på μ_B lik 0.05. Det laveste datapunktet gir således minimalt med forbedring. For resten av landingene ble friksjonen oppgradert fra en til tre klasser. Fastsand har således utelukkende hatt en positiv effekt på friksjonen i denne klassen.



Figur 4-7 Forbedring fra «POOR».

4.1.5 Analyse «NIL»

I klassen med «NIL» havnet det kun 5 landinger på fastsand etter korreksjon av dybde, rullebane temperatur og fuktighet. Vi har allerede diskutert én av disse, men 4 andre landinger har havnet i samme kategori på grunn av nedgradering. Flyet rapporterer tilbake følgende forbedring i friksjon for disse 5 landingene:



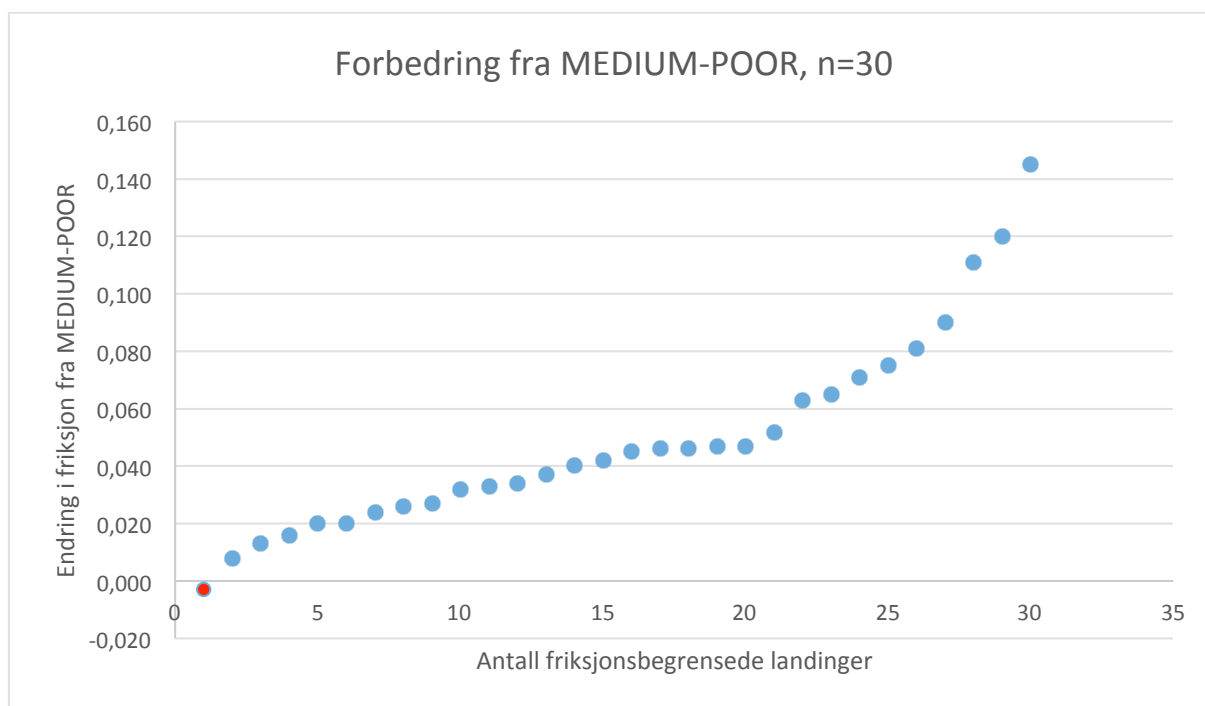
Figur 4-8 Forbedring fra «NIL».

Vi ser en forbedring i friksjon, dog når ikke den laveste opp i neste kategori og vil forbli i «NIL». De to neste havner i «MEDIUM-POOR» (2 kategorier opp) og de to siste i «MEDIUM» (3 kategorier opp). Alle landingene er gjort ved en lufttemperatur på mellom -0.4°C og +1.1°C, det vil si rundt 0 grader. Dette er et utfordrende temperatur regime da det raskt kan skifte mellom is og vann. Den landingen som rapporter høyest friksjon er gjort på en rullebane som er rapportert 100% våt med is. Det er som tidligere nevnt ikke gitt at banen er dekket med 100% is og gir derfor følgelig god friksjon. Det at banen ble vurdert til en «GOOD» av lufthavnen støtter opp om dette. De resterende 4 landingene ble rapportert med våt snø og slaps. Det er ikke anbefalt å bruke fastsand under slike forhold. Lufthavnen(e) (det kan være forskjellige lufthavner) har heller ikke rapportert at banen er sandet på generelt grunnlag, hvilket kan bety at fastsanden er lagt på et tidligere tidspunkt. Uansett rapporterer flyet en forbedring av friksjon på samtlige landinger.

4.1.6 Analyse «MEDIUM-POOR»

I klassen «MEDIUM-POOR» er utvalget noe større; 30 landinger. Her er nesten samtlige landinger registrert med en forbedring med unntak av 1. Utgangspunktet for friksjonen i denne klassen er satt til μ_B lik 0.075. Det innebærer at de 7 laveste datapunktene ikke kvalifiserer for å oppgradere til neste klasse. De neste 18 landingene kvalifiserer til en oppgradering av en klasse, de siste 5 til 2 klasser.

Landingen med den dårligste friksjonen rapporterte en μ_B lik 0.072, hvilket er nærmest en neglisjerbar differanse. Banen var rapportert med 100% is. Rullebanen holdt minusgrader, dog var det pluss grader i luften. Dette kan påvirke friksjonen i negativ retning, da det ikke er gitt at det er pluss grader på toppen av islaget. Det kan være at toppen av islaget har smeltet noe slik at den frosne sanden kan ha løsnet. Løs sand virker bare dersom den får et godt grep i flyhjulet og i underlaget. Vinter rapporten til Statens Havarikommissjon for Transport uttaler at løse sandkorn kan flyte vekk i fuktigheten eller «trille» under hjulet, som på et rullelager (AIBN, 2011). Dersom dette skjer vil sanden virke mot sin hensikt. Det er derfor ikke anbefalt å bruke løs sand under fuktige forhold. De neste 6 landingene har samme forhold på rullebanen som den første, med de samme temperaturobservasjonene hvilket forklarer hvorfor de ikke kvalifiserer til oppgradering.



Figur 4-9 Forbedring fra «MEDIUM-POOR».

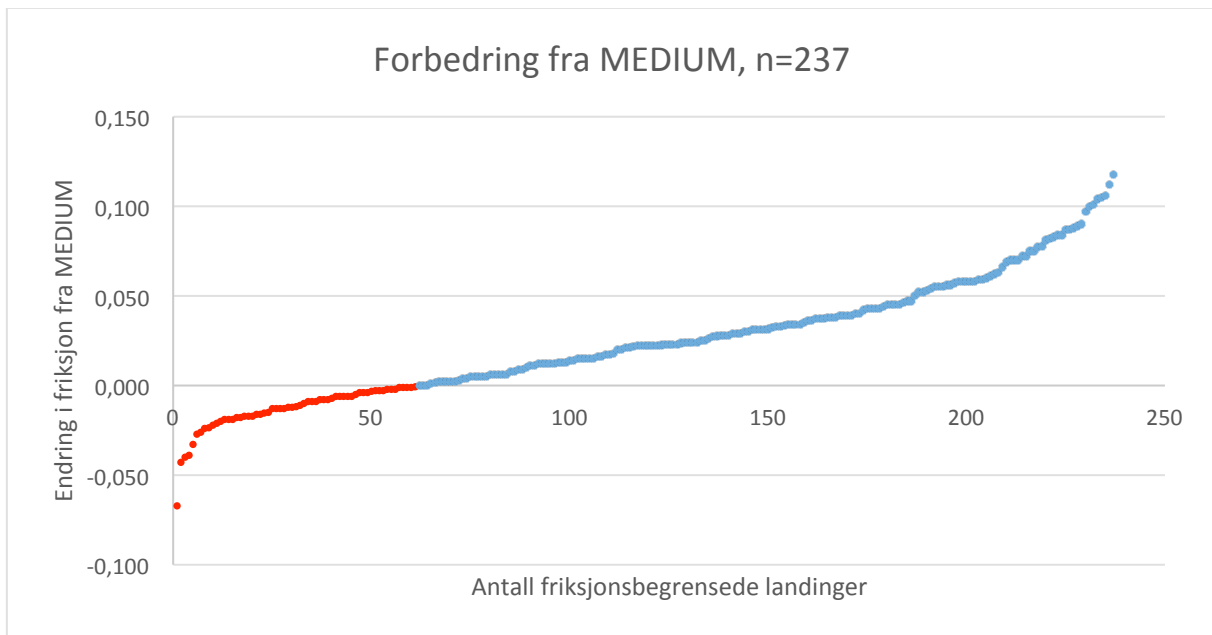
4.1.7 Analyse «MEDIUM»

Det største utvalget av landinger har vi i denne klassen. Her ser vi også at det ikke utelukkende er forbedring i friksjonen. Utgangspunktet for «MEDIUM» er satt til μ_B lik 0.10. De 61 første landingene rapporterer dårligere friksjon enn utgangspunktet. 74,1% av landingene rapporterte en forbedring av friksjonen. Dog var det bare 51 landinger (21,5%) som kvalifiserer til en oppgradering. Vi havner på nytt i en situasjon hvor datagrunnlaget avtar etter hvert som friksjonen øker.

Ser vi på de 7 laveste datapunktene kvalifiserer disse alle til 2 klasser nedgradering ned til «POOR». Samtlige er gjort på svært kald rullebane (mellom -4°C og -15°C) med minusgrader i lufta. Dog er duggpunkts spredningen liten (med unntak av 2 landinger), hvilket indikerer høy fuktighet. Videre er det i tillegg løs kontaminering på 5 av rullebanene (tørr snø og rim). For den landingen med dårligst friksjon ser vi at gjennomsnittlig friksjon gjennom alle tre seksjonene er mye høyere, μ_B 0.073 mot μ_B 0.033 på den ene seksjonen. Vi ser at løs kontaminering og fuktighet har hatt innvirkning på friksjonen.

Ser vi på de neste 54 landingene, som alle kvalifiserer til en nedgradering til «MEDIUM-POOR», er det kun 11 som ikke er rapportert med løs kontaminering. En av disse landingen har pluss grader i lufta og minus 5 grader i rullebanen. De resterende landingene har en liten duggpunkts spredning (i snitt 2 grader) kombinert med svært kaldt vær. Rullebanene holder -

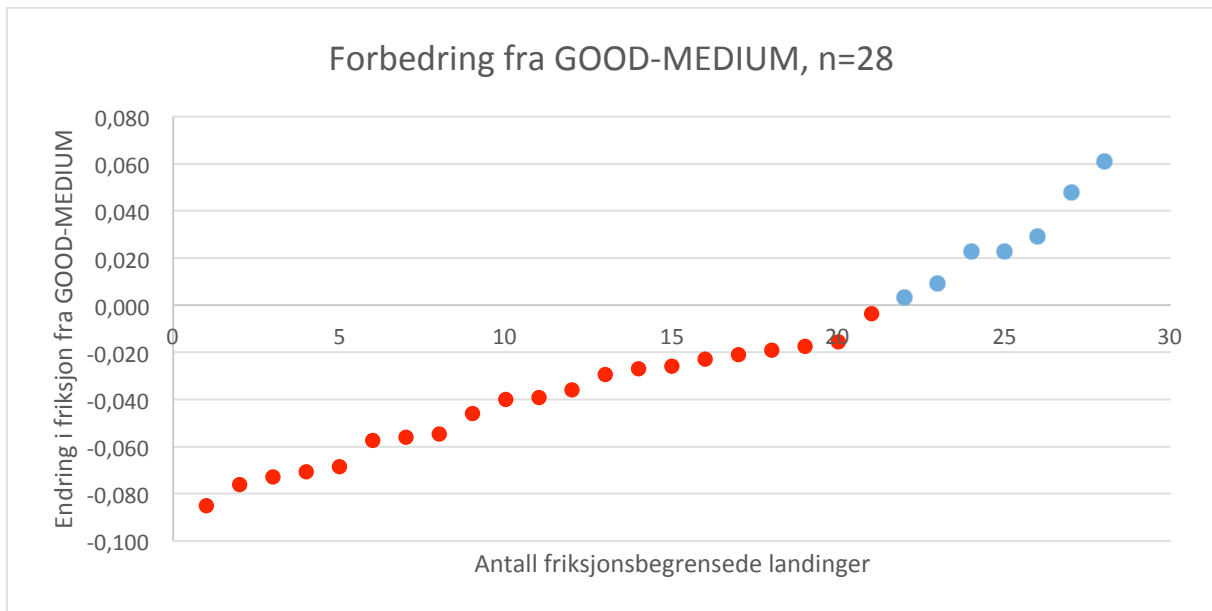
8.7°C eller lavere og luft temperaturen er på -7.3°C eller lavere. Dette bekrefter teorien om at høy luftfuktighet kombinert med kaldt vær gjør at rullebanene mister friksjon. De resterende 43 landingene er alle gjort med løs kontaminering på rullebanen som kan forklare forringelsen av friksjon.



Figur 4-10 Forbedring fra «MEDIUM».

4.1.8 Analyse «GOOD-MEDIUM»

Utgangspunktet for «GOOD-MEDIUM» er satt til μ_B lik 0.15. Vi ser at utvalget reduseres betydelig når friksjonen øker over «MEDIUM». Dette bekrefter at antallet friksjonsbegrensede landinger avtar ved økende friksjon. I denne klassen har vi kun et utvalg på 28 landinger, og kun 7 av disse rapporterer en forbedring. Gjennomsnittlig friksjon på de landingene som ikke gir en forbedring er μ_B lik 0.11 («MEDIUM»). Sammenstiller vi dette med resultatene for «MEDIUM» kan det virke som om majoriteten av friksjonsbegrensede landinger på rullebaner med fastsand har en friksjon som tilsvarer «MEDIUM». Dog kan det virke som at dersom friksjonen øker over dette vil ikke landingene bli friksjonsbegrenset. Det indikerer at disse landingene ville ha en meget god forbedring i friksjon.



Figur 4-11 Forbedring fra «GOOD-MEDIUM».

4.1.9 Ikke friksjonsbegrensede landinger

Vi har til nå konsentrert oss om landinger som har vært friksjonsbegrensede. Dette fordi vi er interessert i å se på maksimal oppnådd friksjon mot underlaget. Vi registrerer at datagrunnlaget avtar etter hvert som friksjonen øker. Vi mener dette er naturlig da pilotene sjelden tar ut all tilgjengelig bremsekraft når de lander på en tørr bane. Dersom en fastsandet bane hadde samme friksjon som en tørr bane ville resultatet blitt det samme. Den ville ikke blitt registrert som friksjonsbegrenset. Det er derfor ønskelig å se på hvor mange av datagrunnlagets 140245 landinger som er gjort på rullebaner preparert med fastsand. Som analysen over indikerer slutter landingene å bli friksjonsbegrenset når friksjonen øker over «GOOD-MEDIUM».

Vi gikk derfor tilbake til Avinor for å hente ut ytterligere data fra datagrunnlaget til IRIS da denne informasjonen ikke er å finne i det grunnlaget vi hadde tilgjengelig (vedlegg 3). Det ble gjort et søk i dataene hvor kriteriene var at landingen ikke skulle være friksjonsbegrenset og dekningsgraden skulle være over 25% samtidig som det var rapportert bruk av fastsand. Av datagrunnlagets 420735 landinger (140245 landinger x 3 seksjoner) viste resultatet 1554 (Klein-Paste, 2016). Dette skulle tilsi at vi har registrert 1874 landinger gjort på rullebaner preparert med fastsand med dekningsgrad over 25%. Dette kan umiddelbart virke som et relativt lite tall over en 5 års periode, men man må ta i betraktning at de lufthavner som regelmessig bruker fastsand på sine rullebaner har relativt få daglige landinger med B737.

320 av disse landingene var friksjonsbegrenset. Med andre ord var 83% av landingene på fastsand ikke friksjonsbegrenset. Under disse landingene hadde ikke piloten behov for å ta ut maksimal bremskraft. Dette igjen betyr at friksjonen har vært god nok for flyet til å stoppe uten problemer og man kan anta at friksjonen var «MEDIUM» eller bedre.

4.2 Intervjuer

Avinor har investert i fastsandspredere til 13 av sine lufthavner. 7 av disse lufthavnene har installert Integrert Rullebane Informasjon System, IRIS. Vi tok kontakt med samtlige 13 lufthavner med forespørsel om å intervju erfarne brøyteledere om bruken av fastsand. Vi fikk svar i fra samtlige IRIS lufthavner samt to lufthavner som ikke har installert IRIS. På lik linje med IRIS-dataene har vi anonymisert lufthavnene. Intervjuene ble gjort over telefon og det var en til to brøyteledere på hver lufthavn som svarte ut våre spørsmål. Vi omtaler derfor informantene som «lufthavner» i det følgende.

Det er brøytelederens ansvar å rapportere rullebanens beskaffenhet gjennom publikasjonssystemet frem til pilotene. Brøytelederen er en erfaren lufthavnbetjent som er autorisert av Avinor ved lufthavnsjefen til å gjøre denne jobben. Autorisasjonen må fornyes hvert 4. år. Det gjøres ved at det avlegges en skriftlig og praktisk prøve.

Etter intervjuene grupperte vi svarene i 5 kategorier. Vi ønsket å danne oss et større bilde av hvordan de forskjellige lufthavnene bruker fastsand. Vi ønsket å få mer dybde kunnskap om hvordan, når og på hvilket grunnlag fastsand ble brukt. Vi delte derfor svarene inn i følgende kategorier; «erfaring», «utstyr», «sandtype», «effekt» og «værforhold». Vi har valgt å ta med et utvalg av flere sitater fra informantene. Dette for å illustrere hvor relativt like enkelte svar var fra informantene, men også for å dele den erfaring de bidrar med. Samtidig vil enkelte sitater uttrykke mer enn kun svaret, det vil si det som «står mellom linjene».

4.2.1 Erfaring

«The only source of knowledge is experience.» (Albert Einstein)

Vi sitter igjen med et hovedinntrykk av at mye av grunnlaget for fastsand operasjonen ligger i erfaring. Vi snakker da om erfaring opparbeidet lokalt på den enkelte lufthavn.

Erfaringsoverføring mellom lufthavnene ser vi lite til. Avinor sentralt har ikke kommet med en «best practice» prosedyre eller rapport hvor tips, erfaringer og anbefalinger er nedtegnet. Likevel opplever vi at de forskjellige lufthavnene opererer relativt likt. Dette skyldes nok flere faktorer. En årsak kan være at når det kommer til prosedyrer, så refereres det til fabrikanten av sprederen. Ingen lufthavn har nedtegnet en egen prosedyre for bruk av utstyret. Opplæring

skjer via erfaringsoverføring med referanse til fabrikantens brukerveiledning. Av det vi fikk opplyst gir ikke denne brukerveiledningen råd om under hvilke forhold (vær og føre, temperatur og fuktighet) utstyret skal brukes. Den gir heller ikke informasjon om begrensinger i bruk. Flere informanter påpeker at utstyret egentlig er konstruert for bruk på vei, og er således ikke tilpasset lufthavner. På veien er «kunden» kjøretøyet, på lufthavnen er «kunden» luftfartøyet.

Svarene vi fikk tyder på at det å bruke fastsand spredere er en relativt ukomplisert sak som ikke krever spesielle tiltak og trening utover det man får gjennom autorisasjons programmet og lokal trening. Informantene presiserer at det må være minusgrader og at det er brøytelederen sitt ansvar å vurdere når og hvordan utstyret skal brukes. I all hovedsak tilegner de seg denne kompetansen ved erfaringsoverføring.

«Ja, vi har ikke en egenutarbeidet prosedyre på hvordan og hvor mye du skal legge. Det burde vi nok ha hatt på plass. Men det går på erfaringsoverføring, ja.» (Informant)

Flere uttrykker at det burde være en klar anbefaling på plass. De unnskylder seg med at utstyret er relativt nytt, kanskje tre fire år, og at alle var usikre på bruken til å begynne med.

«Nja... Vi hadde en opplæring. Vi har ikke brukt så mye den boka, men det stemmer nok overens med det som vi har lært av ham som leverte, da. Så det blir da etter prosedyren det, da, vet du. Det er ikke så mye forskjellig en kan gjøre heller, egentlig. En kan jo spre både fastsand og tørt, uten å ha til vann.» (Informant)

Det uttrykkes videre at man kan ikke gjøre så mye galt. Den viktigste måle faktoren er hvorvidt sanden fester seg eller ikke. Lufthavnbetjentene ser med en gang om spredermønsteret blir feil eller om sanden ikke fester seg. Dersom man bruker utstyret «feil» (i henhold til lokal opplæring) vil det inntreffer dette med løs sand og feil spredermønster.

«Du bruker jo fastsand når det er gitte forhold, sant. Det må jo være is på banen allerede egentlig, og kompakt snø egentlig, og så må det være kaldt.» (Informant)

De ikke nedskrevne prosedyrene er lokalt modifisert etter egen erfaring. Hver brøyteleder skal ha nok erfaring til at deres vurderinger blir riktig i forhold til bruk og oppnådd resultat. Denne form for drift har ikke blitt utfordret, ei heller vurdert som usikker. Derfor har heller ingen sett det som nødvendig å ha skriftlige prosedyrer for å operere disse maskinene.

«Det er jo helt klart rom for noe forskning på hva som er det beste på både mengde og fraksjon. Det er jo ikke noe godt læredokument for fastsand spredere, når du skal bruke det på flyplasser. Det går jo på egenopplevd erfaring, stort sett.» (Informant)

Igjen hører vi at det er et savn at det ikke eksisterer noe godt læredokument på bruken, men vi forstår at lufthavnene kompenserer for dette ved å ha standardiseringsmøter og intern opplæring. Alle er fornøyd med metoden, men flere gir uttrykk for at de kanskje ikke får brukt metoden til sitt fulle potensiale. Dette fordi det mangler forskningsdata på eksempelvis hvilken type sand og sandmengde som skal brukes. Vi skal også senere se at nettopp dette varierer stort fra lufthavn til lufthavn, og alle mener at deres måte er den korrekte og som gir best resultat.

«Det vi gjør her er at vi har team leder møter hvor vi prøver å dele erfaring mellom teamene for å få det mest mulig likt. Slik at det ikke gjøres forskjellig mellom brøytelederne. Vi har en møtefrekvens på det, og hvis noen opplever noe som ikke er slik vi ønsker prøver vi å ta med det videre og rette på det. Vi jobber kontinuerlig med dette, men vi har ingen egen prosedyre for bruk av sand brenneren, det har vi ikke. Men det er jo prosedyrer her, det er prosedyrer på kalibrering, det er prosedyrer for å sjekke sand og måle og alt det her. Det er mange prosedyrer som omhandler dette her. Vi har ikke én hvor alt er forfattet i samme. Det som er viktig er at det er så og så mange gram pr kvadrat, og at det er den og den temperaturen på sanda og at utstyret er sjekka, at det sprer rett, at det ikke legger sanda feil. Vi ser med en gang at det er feil, det blir feil spreder mønster. Alle disse tingene er viktig for å få et godt resultat.» (Informant)

Informantene gir klart uttrykk for at resultatet er avhengig av klimatiske forhold. Siden de lokale klimatiske forholdene varierer fra sted til sted mener de at dette er forklaringen på hvorfor eksempelvis sandmengde kan variere mellom lufthavnene. Flere lufthavner har på eget initiativ gjort forsøk med å redusere sand mengden for likevel å opprettholde friksjonen med positivt resultat. Andre hevder at da tåler den mindre slitasje, det vil si den får kortere levetid.

Det kan også forekomme variasjoner på bruk innen samme lufthavn. Som informanten under antyder er det flere team på en lufthavn, og på to av disse kjøres det med redusert sandmengde. Det betyr at de resterende team kan kjøre med 120 gram/m², men det vet man ikke. Altså er man usikker på standardiseringen innen egen lufthavn.

«Ja, det er sånn vi har funnet ut selv. Vi har jo kjørt i mange år med den og vi ser at det blir liggende en del løs sand når vi ligger på 120 gram. På vårt team, og jeg vet på et team til, har vi gått litt ned på sand mengden og vi har akkurat samme friksjon. Vi har prøvd å kjøre både fem minutter etter og en halvtime etter at det er frosset ordentlig fast og det er akkurat samme friksjon.» (Informant)

4.2.2 Utstyr

Lufthavnene rapporterer at de stort sett har samme type fastsandspredere. Hovedsakelig er det sprederne av typen Schmidt Stratos Lava. Disse sprederne bruker en tallerken spreder som sprer sanden i vifteform i 3 meters bredde.

«Schmidt Stratos heter den. Det er nok det samme som de andre har. Det som er viktig med disse sandsprederne er at de er godt vedlikeholdt og riktig kalibrert. Riktig temperatur, rett forhold mellom sand og vann og riktig sprede mønster, det er det som er viktig. Uansett hva du kjører kan du få veldig mye rart om du ikke passer på. Det som er viktig er at sand og vann harmonerer, at den sanda som går ut setter seg fast. Du kan jo justere sanda så mye du vil, slik at du pøser ut sand. Da vil noe fryse seg fast og resten blir liggende løst der ute. Det blir til FOD.» (Informant)

Igjen ser vi at effekten blir målt med tanke på hvorvidt sanden fester seg eller ei. Flere informanter gir uttrykk for at løs sand er uheldig. Dette sammenfaller med SHT sin vinterrapport om temaet. Løs sand kan forringe friksjonen, og det har også uheldig innvirkning på flyets motorer. Når løs sand blir sugd inn i motorene vil den erodere, og skape slitasje, på de innvendige motorkomponentene. Dette refererer informantene til som FOD, hvilket betyr «Foreign Object Damage» (ødeleggelse av fremmedelementer).

«Det går jo lang tid å legge fastsand, siden den ikke sprer mer enn 3m. Den sprer i halvmåner, det blir ringer med jevne mellomrom. Derfor er kjørehastighet viktig. Det er viktig å kjøre på den hastigheten leverandøren oppgir, så får du den jevne avstanden og lik mengde hele veien. Han legger dem i halvmåne formede pølser.» (Informant)

Samtlige sprederne kommer med en anbefaling på sandtype, blandingsforhold og kjørehastighet. Samtlige lufthavner følger disse anbefalingene til en viss grad. De har, uavhengig av hverandre, gjort forsøk for å komme frem til et beste resultat, og dette stemmer i stor grad med anbefalingene. Kjørehastigheten varierer fra 20 km/t til 30 km/t, hvor 25 km/t er det som blir rapportert som vanligst. Hver lufthavn later til å ha sin egen maksimum hastighet.

«Maks 25km/t. Ned imot 20 er nok det beste. Det skal ligge mellom 20 og 25, så har vi tida prøver vi å ligge så nært 20 som mulig. Blir hastigheten for stor nedkjøles sanda for mye og da får vi en kavitasjon bak bilen, som også forstyrrer legge mønstret.» (Informant)

Ingen kjører likevel på en fast hastighet, samtlige sier at det kan være litt slingringsmonn. Som informanten over sier; «... har vi tida ...». Dette betyr at tidsfaktoren vil påvirke hvordan sanden blir lagt. Det kan virke som de fleste har gjort forsøk med hvor fort de kan kjøre samtidig som at sanden likevel fester seg. De bekrefter at resultatet blir dårligere med høyere hastighet. De presiserer at det må være rent på rullebanen først. Videre er det flere som tar opp at vind kan være en utfordring. Dette har blitt løst ved at man kjører et større kjøretøy ved siden av fastsand sprederen for å skape le.

«Ja, det er maks 22 km/t vi bruker. Jo fortere, jo dårligere resultat. Vi erfarer jo også at dersom vi har mye sidevind må vi ha et kjøretøy på sida for å lage litt le.» (Informant)

Med denne kjørehastigheten sier det seg selv at det tar tid å få lagt fastsand på rullebanene. Tidsbruken varierer fra lufthavn til lufthavn, noe som også er naturlig da rullebane lengdene varierer. Et par lufthavner har to sprederer, noe som gjør at tiden halveres. Tidsbruken for å legge fastsand på en rullebane varierer fra 40 minutter (to sprederer) til 3 timer. En informant sier også at lufttemperaturen kan påvirke leggetiden.

«Det går en time og et kvarter cirka. Hvis du skal kjøre i 25 km/t og ta hele banen etter boka, så går det mellom 1 time og et kvarter og en og en halv time. Noen av disse bilene har to sprederer, og nå skal vi få en bil til også, men det holder ikke bare med utstyr, du skal ha folk til å kjøre også. Nå snakker vi om et helt utlegg, men det kan jo hende i gitte tilfeller at en har lagt fastsand, så lander dere [flyene]en 10-15 ganger og det slites ned. Da kjører vi ut og legger en tre-fire striper fra senteren og ut for å rette opp det som er slitt vekk. Det som ligger fra 3-4 meter fra senteren og ut til lysa blir slitt minst. Det er jo kun når vi sweeper at vi selv sliper vekk sanda.» (Informant)

I dette svaret ligger det ganske mye informasjon. Det første vi registrerer er uttrykket «etter boka», hvilket vi tolker som billedlig ment, da de selv påpeker at de ikke har en bok å gå etter. Vi tolker dette som «dersom vi skal gjøre alt korrekt». Måten det blir sagt på indikerer at dette ikke alltid er tilfelle, det vil si at de personlig har egne måter å gjøre dette på. Det kan godt være at deres personlige måte er bedre enn «boka», men poenget her illustrerer manglende standardisering. Selve poenget til denne informanten er viktig. Fastsand kan legges en gang, for deretter å bli vedlikeholdt over en lengre periode, dersom værforholdene tillater det. Det

betyr at man sparer ressurser i form av tid, mannskap og sand. Det blir også påpekt at det er hvor flyene lander hvor slitasjen er størst. Ellers på rullebanen ligger sanden urørt.

«Jo, men vi har kjøpt to fastsand sprederer på grunn av dette, så de kan starte på hver side av senter, da klarer vi å legge hele rullebanen på røffly 40 minutter. Det tar for lang tid med en fastsand spreder, da dobler du jo selvfølgelig leggetida. Senest forleden dag hadde vi ganske vanskelige forhold, det var ganske mye nedbør. Vi begynte å miste friksjon utpå dagen. Da bestemte vi oss for å kjøre fastsand, selv om det var nedbør. Vi startet to fastsand biler bak to sweepere for å få fastsand i bunn. Da fikk vi akseptabel bane etter det som vi kunne drifte på.» (Informant)

Vi registrerer at sandstørrelse, mengde og blandingsforhold varierer mellom lufthavnene. Blandingsforhold vann/sand blir justert automatisk av utstyret. Det samme gjelder temperaturen på vannet som holder 80-90°C. Sandmengden kan derimot justeres av operatøren. Det er tydelig at lufthavnene har eksperimentert med dette på egenhånd. Svarene varierer fra 40 gram/m² til 240 gram/m². Flere oppgir at fabrikanten anbefaler 120 gram/m². Enkelte har klart å halvere dette ned til 50-60 gram/m². andre har måttet gå opp til 170 gram/m² for å få ønsket effekt. Samtlige sier at retningslinjene er erfaringsbaserte.

«Vi har innstilt den der maskinen våres til å legge 240g/kvm når vi legger våt sand. Det er det vi har fått opplyst når vi har justert bilenvi har prøvd med mindre, men da har vi fått en annen effekt, derfor har vi gått for å kjøre med 240 [gram/m²] på våt sand.» (Informant)

Vi ser at spennet i sandmengden varierer stort, men det er tydelig at det er hvorvidt sanden fester seg eller ei samt friksjon som er med å bestemme hva sandmengden lokalt skal være. Som vi skal komme inn på senere er det heller ikke gitt at friksjonsnivået blir målt eksakt (i den grad det er mulig). Flere har trappet ned på bruken av friksjonsmålere og også denne blir vurdert på erfaring.

«Det [kalibrerer] er det verksmesteren som gjør i henhold til fabrikant anbefaling. Han har egne papirer å gå ut i fra. Vi har gått litt ned på sand enn det som står i papirene. Vi hadde 120 gram/m², da ble det en del løs sand der ute. Nå ligger vi mellom 80 og 100 gram/m² og da fryser mesteparten fast og vi får akkurat samme friksjon.» (Informant)

Det er verdt å merke seg at de fleste refererer til innstillingen på selve sprederen. Det var kun et fåtall av lufthavnene som faktisk hadde sjekket at den innstilte verdien faktisk stemte med virkeligheten. Da hadde de tegnet opp en kvadratmeter og kjørt over denne med sprederen. De kunne da registrere hvor mye sand som ble lagt. Hvorvidt de veide sanden etterpå forble

usagt. Det betyr at det finnes en mulighet for at to spredere som er innstilt på samme vektenhet pr kvadratmeter faktisk ikke sprer samme mengde. Dette kunne blitt fanget opp ved en felles kalibrering av utstyret. Det er altså ikke gitt at det i praksis er så stor forskjell i vekt per enhet som tallene skulle tilsi.

4.2.3 Sandtype

Et annet element i denne prosessen er hva slags type sand som skal brukes. Når vi undersøker dette får vi noe forskjellige svar. Dette gir en god indikasjon på hvor viktig lokal erfaring er i forhold til vurdering av hva som virker best på aktuell rullebane. Det er to typer fraksjon på sanden som blir brukt. Noen bruker bare 0-4 mm sand, andre bruker 2-4 mm knust stein og noen få bruker begge størrelsene. Alle er enige om at det er viktig med finstoff i sanden for å få et godt feste. Den meget fine sanden er med på å skape bindemiddel for de noe større steinene. Den sanden som ikke fester er å betrakte som løs sand som ikke er ønskelig.

«Vi bruker 0-4, for det er veldig viktig at du har finstoff som skal feste de partiklene som er litt større. Vi har to fraksjoner her. Vi har prøvd 2-4 også, men den fester ikke så godt. Den løsner veldig fort igjen.» (Informant)

Det er delte meninger om hvilken fraksjon som er den beste. Noen hevder at 0-4 mm er den beste på grunn av finstoffet. Andre hevder at den fraksjonen blir for fin, nærmest som grøt, og sverger derfor til 2-4 mm. Noen hevder da at 2-4 mm blir for stort og løsner for lett. Andre, som bruker 2-4 mm mener at hvor sanden kommer fra kan ha betydning, inkludert transport måten. En informant kunne fortelle at deres 2-4 mm stein ble lastet om flere ganger før den ankom lufthavnen. Dette gjorde at steinen produserte fin stoff under selve transporten.

Videre vil slitasje gjøre at sanden løsner. Det har vært hevdet at sanden kan løsne i flak. I så fall er dette å betrakte som urenheter på rullebanen som kan gjøre skade på luftfartøy (Foreign Object Damage, FOD). De fleste lufthavnene erfarte at dette ikke var tilfelle. Dersom sanden løsner er dette i form av løse korn.

«Det slites i korn i all hovedsak. Vi bruker vanlig strø sand, 2-4 fraksjon. Den legger vi opp mot 120g/kvm. Det varierer fra 80 til 120, men jevnt over er det stort sett 120. Det er en del lufthavner som bruker anbefalt fraksjon på fastsand spredere, altså 0-4. Det har vi prøvd og har ikke noe god erfaring. Du får litt mer «slush aktig» utlegg. Det blir veldig mye finstoff og da kan du få litt «kake», det lager seg sånne klaser av sand-slush som fryser.» (Informant)

Noen få var inne på at når sola varmet opp rullebanen, gjerne på våren, kunne isen løsne i flak. Den ble rett og slett varmet opp nedenifra. Det betyr at rullebanen holder varmegrader og

at fastsand ikke egner seg i utgangspunktet. Uansett er det da isen, og ikke fastsanden som løsner. Dette blir tatt vare på ved feiing av rullebanen. De fleste gir uttrykk for at de inspiserer rullebanen ofte når sanding er utført, i hvilken som helst form. Det er som regel flyene som sliter opp fastsanden slik at den blir løs. Løs sand er som nevnt ikke ønskelig, derfor er inspeksjon av banen viktig og dette sier alle informanter at blir gjort regelmessig. Videre kan også ekstrem kulde, det vil si lavere enn minus 20 grader, gjøre at sanden ikke fester seg. Det blir hevdet at det virker som om sanden blir avkjølt før den treffer bakken og mister dermed sin effekt. Noen har også hatt tilfeller hvor sanden klumper seg.

«Noe blir det jo, det blir litt løs sand i mellom. Det er ikke til å unngå. Det vannet som blandes med sanda klarer ikke å blande alt, så noe vil det være, og noe vil bli kastet utenfor «pølsa». Det er ikke til å unngå, jeg tror ikke det finnes utstyr som kan legge slik at ingenting blir løst.» (Informant)

I Norge kan været skifte fort. Lokalt kan været også oppleves veldig forskjellig fra plass til plass. Dette medfører at forholdene rundt en rullebane kan være særdeles forskjellige fra en lufthavn til en annen. Det var interessant for oss i vår jobb med koding av intervjuene å se hvordan været har innvirkning på de forskjellige brøyteledernes vurderinger om hvordan fastsand skal brukes.

«Is there anyone so wise as to learn by experience of others?» (Voltaire)

Vi registrerer at lufthavnene har forsket mye selv på kombinasjonen av værforhold og fastsand. De har kommet frem til en metode de mener er best, uten at det finnes skrevne anbefalinger på dette. Lufthavnene har heller ikke noen begrensinger på bruk av utstyret utover dette. De inspiserer ofte når fastsand er brukt og finner raskt ut hvorvidt den har festet seg eller ikke. Dersom noe sand løsner på grunn av slitasje kan de kjøre ut og «reparere» der det er behov mellom flybevegelsene.

«Vi snakker om i gjennomsnitt tre feiinger, så må vi kanskje legge nytt igjen ... der omkring er det ... det spørs jo på temperaturen ikke sant, hvis det er kaldt så kan det jo hende at den holder enda lenger, men den slites jo selvfølgelig.» (Informant)

Intervjuene viser at det erfaringsmessig oppleves som om forbedringen av bremseeffekten blir veldig god med bruk av fastsand. Vi vet fra analysen av IRIS-dataene at vi har relativt få friksjonsbegrensede landinger når bremseeffekten er antatt som bra (bedre enn MEDIUM). Dette sammenfaller godt med de erfaringene som banemannskapet sitter inne med.

Flere uttrykker at det ble en ny verden med innførsel av fastsand spredere. De sier de var noe skeptiske i begynnelsen, men hevder nå at de ikke kan klare seg uten.

«Ja, det er klart dette er helt avgjørende for kortbanenettet på Finnmarka, der det er mye is på banene, at de får vektlagt og får lov til å rapportere at de har lagt fastsand. Vi har jo en friksjons økning, det er det jo ingen tvil om.» (Informant)

4.2.4 Effekt

Samtlige lufthavner er enige i at fastsand er et meget godt hjelpemiddel til å heve friksjonen på en islagt rullebane. De har alle kommet frem til egne prosedyrer for bruk og bestemt under hvilke lokale værforhold den fungerer best. Samtlige mener det må være kuldegrader i rullebanen, og helst i lufta. Isens evne til å holde på sandkornene vil påvirke friksjonen. Derfor er det heller ingen som bruker kjemikalier i kombinasjon med fastsand. Kjemikaliene vil løse opp isen og sandkornene vil løsne. Mildvær og nedbør har den samme effekten, så heller ikke da blir fastsand brukt. Noen lufthavner hevder også at effekten avtar dersom det blir for kaldt, ned mot minus 20 grader. Den fuktige sanden blir for raskt avkjølt og fryser før den treffer bakken.

Det som er interessant, er hvordan denne effektforbedringen blir verifisert. Brøytelederne har friksjonsmålere, tabeller og egen erfaring å støtte seg på. Flere lufthavnene har også IRIS (syv av de ni vi intervjuet). Vi registrerer at friksjonsmålere blir mindre og mindre brukt i forbindelse med fastsand. Flere rapporterer at de bruker deselerometer av typen Tapleymeter heller enn rene friksjonsmålere. Brøytelederne bruker hender og føtter for å sjekke at sanden har festet seg. Sitter sanden godt «vet» de av erfaring hvilken friksjon rullebanen vil gi.

«Nei, da kjenner vi både med hender og føtter og prøver med bilen litt og – litt forskjellig. Prøver over hele banen.» (Informant)

Som vi ser kan de også bruke selve inspeksjonsbilen. Ved å bremse med denne vil de få en føling med underlaget. Vi ser igjen at måleverdien er hvorvidt sanden har festet seg. Dette gjøres hovedsakelig som en taktil sjekk, med hender og føtter. Enkelte har helt kuttet ut friksjonsmålere. Det er svært få informanter som uoppfordret nevner IRIS som et hjelpemiddel. De fremhever hele tiden brøyteleder sin erfaring.

«Det er å anslå, altså ... vi har en sånn ... vi bruker jo ... tabell og tabell ... vi har en sånn tabell vi kan anslå bremseeffekten da ... eller så går det på erfaring. Vi har ingen måleinstrument som måler bremseeffekten sånn som vi hadde før i tida.» (Informant)

Erfaring er et nøkkelord i intervjuene vi har gjennomført. Dette er noe de fleste stoler på, og dette opplever de som «det virker, og at tallene stemmer». Dette er særdeles interessant sett i sammenheng med IRIS-modellen som baserer seg på værinformasjoner, baneforhold og banebehandling. Med dette som grunnlag skal denne modellen kunne predikere bremseforhold, eller rullebanens friksjon, basert på flyets «erfaring» (ferdsskriverdata) kombinert med rapportert værforhold. I mange tilfeller har også flere lufthavner sluttet å bruke friksjonsmålere for å sjekke bremseforhold. De stoler heller på egen erfaring og inspeksjoner for å predikere rullebanens friksjon.

«Det er en kombinasjon både med føling på [inspeksjons]bilen, Tapleymeter og bremsevogn. Bremsevogna blir mindre og mindre brukt. Den er et veldig godt hjelpemiddel dersom du har en veldig fragmentert rullebane, med is i flekker og variabel bane der du sliter med å si noe om gjennomsnittlig friksjon. På måle slip'en får vi ut et bilde på hvordan banen ser ut, så kan vi trekke friksjons nivået ut ifra hva vi mener. Vi går ikke statisk på de tallene vi får på bremse slippen uansett, men vi ser jo hvor vi har dårligere forhold og vi kan da få ut et snitt. Så kan vi trekke det snittet opp eller ned alt ettersom vi mener er riktig.» (Informant)

De lufthavner som fremdeles bruker friksjonsmålere, bruker denne for å finne ut hvor på banen det er glatt. Friksjonsmålere måler friksjonen mellom underlaget og hjulet på bremsevogna. De får avlesinger langs hele rullebanen. Et deselerometer (Tapleymeter) måler kun gjennomsnittlig retardasjonen og kan følgelig ikke plukke opp varierende friksjon. For de informantene som sier de bruker friksjonsmålere er det viktig å frem at de ikke bruker tallene rett av vognen. Disse har jo i en årrekke nå blitt omtalt som upålitelige. Derfor er det viktig for dem at de får frem at de bruker tallene relativt sett. De ser etter variasjoner.

4.2.5 Værforhold

I tillegg til at «sanden har satt seg» brukes rullebane temperatur og luft temperatur med i vurderingen til brøytelederne. Dette både til å vurdere når fastsand skal brukes og hva friksjonen vil være når den er lagt. Det er noe forskjellig oppfattelse av hvilke temperaturgrenser som er optimale, dog er alle entydige på at det må være kuldegrader i rullebanen. Det kan virke som den ideelle rullebanetemperaturen bør ligge rundt minus 7 grader. Lufttemperaturen bør ikke være over minus 5 grader, dog er det blitt brukt fastsand med pluss grader i lufta. Forutsetningen er at det skal være kuldegrader i banedekket. Informantene forklarer uenigheten om temperaturgrenser med at det er forskjellige klimatiske forhold lufthavnene imellom.

«Det er nødvendigvis ikke slik at det som er riktig medisin her er riktig medisin på en annen lufthavn ... det sier seg også selv at det er forskjell på lufthavnene.» (Informant)

Luftfuktigheten bør ligge mellom 3 og 8 grader duggpunktspredning for å øke robustheten i fastsanden, det vil si at den har god holdbarhet. Luftfuktigheten har betydning, ikke bare når det er høy luftfuktighet, men også når det er tørt. Det vil si når det er stor spredning mellom duggpunktstemperatur og lufttemperatur. Da kan det oppstå et fenomen som kalles sublimering, det vil si at isen går fra fast form direkte til damp uten å gå via flytende form (vann). Det kan oppleves som at isen «tørker inn». Flere lufthavner nevner dette.

«Når det gjelder sublimering er jo det noe brøyteleder skal passe på. Det er jo ikke noe automatikk i at man har en 4'er når man har lagt fastsand. Det her er en vurdering som brøyteleder må gjøre. Når han overvåker rullebanen må han justere friksjonen. Dette går mer på opplæring av brøyteledere, både når han vurderer å legge fastsand og hvor ofte den må vedlikeholdes. På en veldig tørr bane vet han at han må ut med jevne mellomrom å vedlikeholde, det vil si legge ny fastsand. Den ramler fort i fra, det er ikke sikkert han klarer å rapportere 4 heller, når den er nylagt.» (Informant)

Informanten legger vekt på at en tørr bane tørker fort inn, det vil si at løs sand blir liggende igjen. Denne må fjernes og ny fastsand må legges ut. Inspeksjonene må være hyppige. Vi aner også noe om friksjonsnivået. Informanten antyder at en fastsandet bane holder en friksjon tilsvarende «GOOD-MEDIUM», men at dette kan være noe høyt. Det er tydelig at friksjonen fort kan falle dersom man ikke passer på. Dette sammenfaller godt med det vi fant i analysen av IRIS-dataene. Vi registrerer også at flere lufthavner har satt en maksimum friksjonsverdi på «GOOD-MEDIUM» ved bruk av fastsand.

«Vi har satt 4 som en maks grense hos oss ved bruk av fastsand, og når du ligger ute med 4 på fastsand så skal den banen inspiseres ofte. Det som ofte typisk skjer er at når du får slitasje på fastsanda i det området du har litt hjulbane utmattelse, så slites den løs. Litt etter litt. Dersom du har en bane som er fastsanda i full lengde og bredde må du vedlikeholde litt der du har slitasje gjennom dagen. Du må legge litt nytt. Å ligge på en medium bane er mere robust enn om du rapporterer «medium» til «good». «Medium» til «good» kan du under optimale forhold ha liggende ganske lenge dersom luftfuktigheten er perfekt. Dersom du har for stor spredning i temperatur og duggpunkts temperatur så løsner sanda fordi isen sublimerer. Dersom vi ligger opp mot 8 grader forskjell på temperatur og duggpunktstemperatur løsner fastsanda nesten umiddelbart. Isen går rett over i gass form i

tørr luft. Vi ser det på oppstillingsplattform når vi har is der. Fra å ha et relativt is dekt område på morgenen når vi kommer på, kan det være nesten isfritt når vi går hjem om kvelden, dersom luftfuktigheten er så lav.» (Informant)

Dette betyr ikke at tørr luft er problematisk, utover det at det kreves oftere inspeksjoner samt at man må passe på å fjerne den løse sanda etter hvert. Lufthavnene nevner dette mer som et fenomen man må være klar over, enn at det skaper utfordringer i driften. Derimot kan det bli utfordringer i andre enden av skalaen, der hvor fuktigheten er høy.

«I andre enden av skalaen har du fuktig luft, når duggpunktstemperatur og lufttemperatur er veldig tett på hverandre. Da får du innkapsling av sanda, og du får en veldig god holdbarhet i fastsanden, altså den tåler mye mer slitasje, men du får en glasert fastsand. Likevel har du nytte av denne fastsanden. Det er klart, en må ta i betraktning at dersom luftfuktigheta er så høy at en får en glaserings, så settes også friksjonen ned. Det er en bane som du typisk kan holde medium på, selv om fastsanden ligger der, og du har mye av den, og banen er jevnt dekket med fastsand, er toppene glasert så du klarer ikke oppnå en 4'er bestandig på det.» (Informant)

Brøyteleiderne tar altså hensyn til temperatur og luftfuktighet. Det interessante er hvordan de klarer å nyansere friksjonene mellom en «MEDIUM» rullebane og en «GOOD-MEDIUM» rullebane. De har tydelig lært seg hvordan rullebanen ser ut og føles når den er «MEDIUM» og gjør justeringer ut i fra det. Denne erfaringslæringsmodellen gjør at friksjonen kan oppfattes som forskjellig mellom lufthavnene, noe en lufthavn var inne på.

«Vi vet jo også gjennom IRIS prosjektet at det har vært en tendens til over rapportering på fastsand, og det har vi tatt tak i. Det har vært en tendens hos enkelte til å gå på det de opplever i bilen og på friksjons måleutstyret. Noen har hatt en tendens til å rapportere 3x5 på en fastsandet isbane, men det håper og mener jeg at vi har fått kommunisert at de må bort i fra. Typisk kan du måle både 60 og 70 i friksjon og du kan oppleve det som det i bilen også når du bremses. Men en flymaskin som setter seg på det river løs den sanda. Min oppfatning av når du bruker fastsand er også, så lenge bremse settinga på flyet ikke utfordrer maksimalt på underlaget så har du veldig god effekt av fastsand. Dersom du bremses veldig hardt på fastsanda, og river den løs, så oppfattes det som glattere, enn om en har lav bremse setting. Straks hjulet river løs sanda vil det skyve sanda foran seg. Vi ser det når flyene lander her, og de lander langt inn på banen så forventer vi nærmest at vi får en rapport på at det er glattere

enn det som er rapportert. Når det gjøres riktige landinger, og det bremses fornuftig så er det ingen rapporter på at det er for glatt.» (Informant)

Dette er en meget interessant observasjon. Vedkommende sier at dersom landingen går fra å være «ikke friksjonsbegrenset» til «friksjonsbegrenset» vil piloten sannsynligvis rapportere rullebanen som mer glatt enn rapportert. Dog vet vi fra teorien at det er først når landingen blir friksjonsbegrenset at rullebanefriksjonen virkelig blir utfordret. Dersom et fly lander langt inne på banen må det nødvendigvis bruke mye bremskraft for å stoppe på gjenværende rullebane. Det er faktisk først da underlaget blir utfordret og først da at landingen blir friksjonsbegrenset. Spørsmålet er da hvorvidt friksjonen er rapportert for høyt i utgangspunktet. Lufthavnen hevder også at en rullebane med fastsand ikke bør rapporteres med høyere friksjon enn «GOOD-MEDIUM». Dette støttes av andre lufthavner som mener det er «vanskelig å rapportere høyere enn 4». Som nevnt over hevdes det også at det kan være utfordrende å holde en bane på 4, med mindre det er «optimale forhold» over en lengre periode.

4.3 Oppsummering funn

Vi har i dette kapitlet studert våre funn fra IRIS-data og intervjuer. Vi har inngående sett på de 17% av landinger som var gjort på rullebaner preparert med fastsand som var registrert som friksjonsbegrenset. Vi har funnet at det er stor spredning i dataene, hvilket illustrerer kompleksiteten i temaet rullebanefriksjon. Vi har illustrert funnene i figurer som indikerer en endring i effekt i positiv og negativ retning innenfor hver enkelt rullebanekondisjonskode. For de resterende 83% av landingene har vi ikke data på, da disse ikke ble friksjonsbegrenset. Dette vil vi drøfte inngående i neste kapittel. Videre kodet vi funnene fra intervjuene i 5 kategorier. Vi fant at brøyteleders erfaring spiller en meget stor rolle og denne hadde innflytelse på resultatene i samtlige av kategoriene. En brøyteleders erfaring og evne til selvstendig vurdering tillegges stor vekt når bruken av utstyret skal bestemmes, værforhold vurderes og effekt evalueres. I neste kapittel vil vi drøfte funnene og deres betydning.

5 Drøfting og diskusjon

Vi har gjennom vår oppgave vært igjennom en prosess. Denne prosessen har vi beskrevet i metodekapittelet. Dette arbeidet har resultert i at vi har satt opp følgende problemstilling:

«Hvordan påvirker fastsand flyets reelle retardasjonsevne?».

For å belyse denne problemstillingen ønsket vi å se nærmere på noen forhold. Derfor stilte vi oss følgende forskningsspørsmål:

1. *Hvilken betydning har brøyteleders opparbeidede erfaringsgrunnlag for bruk av fastsand?*
2. *Hvilken betydning kan fastsand ha på lufthavnens regularitet?*
3. *I hvilken grad skal vi ta hensyn til menneskelige vurderinger når vi måler, evaluerer og rapporterer aktuell friksjon på en glatt rullebane?*

I forrige kapittel drøftet vi funnene vi gjorde når vi analyserte våre innsamlede data. Nå ønsker vi å gå et skritt videre å drøfte disse funnene opp mot våre forskningsspørsmål og problemstilling. Intervjuene vi gjorde var tenkt som et supplement til IRIS-dataene for å belyse disse bedre. Dog gjorde vi funn i intervjuene som var for oss uventet og såpass signifikante at de kan stå for seg selv uten å kople de mot IRIS.

Hovedfunnene våre kommer fra IRIS-data. Derimot har vi erfart at intervjuene og de svarene vi har fått på våre forskningsspørsmål har gitt oss mye ny kunnskap om temaet og forståelse for kompleksiteten i det vi faktisk stiller som spørsmål i problemstillingen.

Vi vil summere disse funnene og drøfte deres betydning i det følgende.

5.1 Forskningsspørsmål 1

I vår oppgave har vi prøvd å finne svar på forskningsspørsmålet:

Hvilken betydning har brøyteleders opparbeidede erfaringsgrunnlag for bruk av fastsand?

Fastsand som element for behandling av rullebaner som er forurenset, er en relativt ny innovasjon. Spesielt slik den blir brukt i dag med oppvarmet vann blandet med sand. Fra en ny idé kommer opp til den blir allment akseptert krever tid. En slik prosess kan vi kalle en innovasjon-avgjørelses prosess. En som beskriver en slik teori er Everett M. Rogers i sin bok "Diffusion of Innovations" fra 1962.

Det kan virke på oss som om lufthavnene som har tatt i bruk fastsand har vært igjennom en innovasjon-avgjørelsesprosess lokalt. Vi har ingen informasjon om at det foregår noen form

for systemisert erfaringsoverføring mellom de forskjellige lufthavnene, men heller at de har søkt etter informasjon og gjennom egen prøving og læring har opplevd en bekreftelse på at fastsand fungerer. Gjennom prosessen har de også tilpasset utstyret og gjennomføring slik at det lokalt fungerer på best mulig måte.

Innovasjon-avgjørelses modellen (se figur 5-1) er en måte å forenkle virkeligheten på, slik at det skal bli enklere å forklare menneskelig adferd når det gjelder å akseptere en ny idé eller oppfinnelse (Everett M. Rogers, 1962). I virkeligheten foregår disse forskjellige stadiene uten klare grenser. Hver person er nok heller ikke klar over at de beveger seg inn i eller ut av de forskjellige stadiene, men det er en lang intellektuell tradisjon for den grunnleggende tanken om stadier eller trinn i prosessen med menneskelig atferdsendring (ibid).

«One must learn by doing the thing, for though you think you know it, you have no certainty until you try». (Sophocles, 400 B.C.)

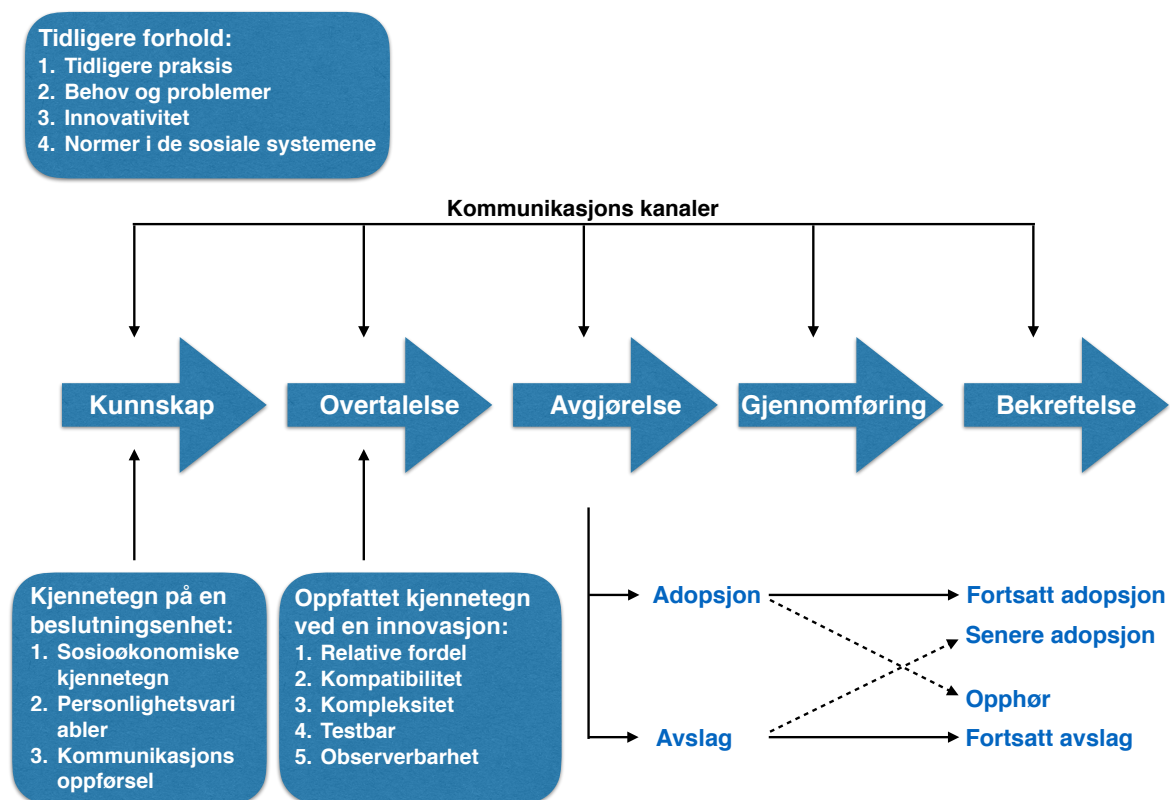
ICAO har i sitt «state letter AN 4/1.1.55-15/30» blant annet foreslått forandringer til «Annex 14 volume 1». I denne forandringen har de foreslått å akseptere løs sand som et element som skal kunne beskrives i rapporteringsformatet, men ikke som et element som flyoperatører skal kunne ta hensyn til når de beregner stoppedistanse ved en landing eller en eventuell avbrutt avgang. Fastsand som element er ikke engang tatt inn som et element som verken kan rapporteres eller beregnes med. I Norge har fastsand blitt brukt som et element i IRIS-modellen i flere år. Fastsand blir brukt både som beskrivelse av hvordan rullebanen har blitt behandlet, men også som element i beregningen av stoppedistanse ved en landing eller en eventuell avbrutt avgang. Som nevnt over, virker det på oss som lufthavnene har vært igjennom en innovasjons-avgjørelsesprosess ved innføring og bruk av fastsand. Denne prosessen er nå ICAO på vei til å starte på.

Everett M. Rogers skriver om innovasjon-avgjørelsesprosessen i sin bok "Diffusion of innovations" fra 1962. Dette er en prosess som tar for seg stadiene i en prosess fra en ny idé dukker opp til den blir akseptert av en større masse. Vi synes det er interessant å bringe opp denne prosessen i denne drøftelsen, da vi ser at intervjuene vi har gjort av brøyteledere ved norske lufthavner viser at mye har blitt oppdaget ved hjelp av opparbeidet erfaring. Mye av den daglige driften ved lufthavnene når det gjelder behandling av en forurenset rullebane, baserer seg også på opparbeidet erfaring. Denne erfaringen er ikke dermed god nok for at andre, uten denne erfaringen, skal akseptere denne nye læren som god nok til å forandre gjeldene regler eller prosedyrer.

Det har lenge vært forstått at den individuelle avgjørelse om en innovasjon ikke er en øyeblikkelig handling, men heller en prosess som foregår over tid. Denne prosessen består av en serie med forskjellige handlinger. Oppfatningen om stadier i en innovasjonsavgjørelseprosess, ble først begrepsfestet av Ryan og Gross (1943) i Iowa såkorn studie (Everett M. Rogers, 1962). Deres modell var ikke helt lik den som de fleste som studerer fenomenet i dag bruker. Det de derimot fant ut, var at Iowa gårdbrukere ikke gjorde en impuls handling ved å adoptere nye såkorn. Isteden lærte de om den nye ideen fra andre kilder og andre kommunikasjonskanaler. De søkte også etter mer informasjon fra andre kilder igjen, prøvde ut de nye kornene på en liten del av åkeren, og til slutt etter mange år adopterte de den nye innovasjonen helt.

Modellen består av 5 stadier:

1. Kunnskap oppstår når en person eller andre beslutningsenheter, er utsatt for en nyskaping og fått en forståelse av hvordan den fungerer.
2. Overtalelse oppstår når en person eller andre beslutningsenheter, danner et gunstig eller ugunstig holdning til innovasjonen.
3. Avgjørelse skjer når en person eller andre beslutningsenheter, engasjerer seg i aktiviteter som fører til et valg om å vedta eller avvise innovasjonen.
4. Gjennomføring skjer når en person eller andre beslutningsenheter, setter en idé i bruk.
5. Bekreftelse oppstår når en person eller andre beslutningsenheter, søker etter forsterkninger på en allerede tatt avgjørelse om å adoptere en innovasjon. Personen eller enheten kan snu dette tidligere vedtaket hvis de utsettes for motstridende meldinger om innovasjonen.



Figur 5-1 Innovasjon-avgjørelses prosessen (Everett M. Rogers, 1962)

Det kan virke på oss som at bruk av fastsand gir en forbedret bremseeffekt hvis den blir brukt på riktig måte. Det som kommer frem under vår undersøkelse, er at brøyteleders erfaringsgrunnlag er meget viktig. Så hvorfor hevder vi dette? Jo, gjennom intervjuene våre får vi et klart inntrykk av at fastsands virkningsgrad er avhengig av at fastsand legges under rette værforhold og på rette rullebaneforhold. Rullebanen må behandles på riktig måte før fastsand blir lagt ut. Viktigheten av riktig sandtype viser seg også være et nøkkelpunkt. Det er også viktig at værforholdene er riktig med hensyn på temperatur, fuktighet og nedbør. Det kan også variere lokalt fra lufthavn til lufthavn hva som ansees som best. Derfor blir brøyteleders erfaring en viktig brikke i bruken av fastsand.

Når man som operativ bruker skal regne stoppedistanse ved landing eller ved en eventuell avbrutt avgang, går man naturvitenskapelig til verks. En operativ bruker trenger altså et tall som indikerer bremseverdi, slik at en kan beregne en stoppe distanse. Bruk av fastsand på glatte rullebaner kan gi et slik tall, men dette tallet er avhengig av at brøyteleder har god nok erfaring slik at han eller hun kan predikere, sammen med sine støtteverktøy, et så riktig tall som mulig. Det som er viktigst i denne sammenheng, er at fastsand kan gi en forbedret

bremseeffekt. Vi mener at det er mulig så lenge fastsand blir brukt på riktig måte og under riktige værforhold. Dette er igjen avhengig av brøyteleders opparbeidede erfaring.

5.2 Forskningsspørsmål 2

ICAO prøver å innføre en global standardisering av måten en behandler, vurderer og rapporterer forholdene på en rullebane som er forurenset (state letter AN 4/1.1.55-15/30). Dette er strukturen som operatørene må forholde seg til. Vi har i vår oppgave prøvd å analysere naturvitenskapelige data for å undersøke fenomenet fastsand sin betydning på flyets bremseevne. Samtidig har vi også gjennomført kvalitative intervjuer for å undersøke fenomenet brøyteleders opparbeidede erfaringsgrunnlag sin betydning for bruk av fastsand. Et annet forskningsspørsmål vi stilte oss var:

Hvilken betydning kan fastsand ha på lufthavnens regularitet?

Vår intensjon var å undersøke om det er grunnlag for å hevde at fastsand bør være en del av strukturen, slik at flyoperatører og brøyteledere har mulighet til å benytte seg av dette innenfor den globalt standardiserte struktur.

Anthony Giddens skriver om sosiale strukturer i sin bok «The constitution of society» fra 2007. Sosiale strukturer er regler og muligheter produsert og reprodusert av handlende individer (Giddens, 2007). Dermed har strukturene en dobbel karakter. De er både betingelser for, og konsekvenser av samhandling. De både gir muligheter og setter begrensninger for individene. Et sentralt metodologisk begrep skapt av Giddens er dobbel hermeneutikk. Det vil si samspillet mellom to rammer for mening. I den sosiale verden, hvor aktørene har deres meninger, og i det metaspråket som blir brukt i vitenskapen for å forstå og forklare meningen (ibid).

Samtidig legger også Giddens vekt på utilsiktede konsekvenser ved forandringer (ibid). En utelukkning av fastsand som et element innenfor strukturen/reglene kan få konsekvenser for regularitet for noen operatører, da den gjeldende strukturen kanskje vil begrense mulighetene for noen typer operasjoner.

Enhver operatør er avhengig av struktur for å kunne operere. Dette gjør at hver flyger og brøyteleder vet hva de skal forholde seg til. Uten denne strukturen kunne mye bli opplevd som kaos og resultatet av operasjonen ville kunne bli usikker. Samtidig ønsker ikke operatører eller brøyteledere at fleksibiliteten i operasjonen skal bli redusert. Her ser vi at erfaring spiller en stor rolle. Lang erfaring er en menneskelig faktor som ikke nødvendigvis har spesifikke

naturvitenskapelig data å støtte seg til. Erfaringen tilsier at noe fungerer og at operasjonen kan gjennomføres sikkert hvis disse erfaringene etterfølges og er forstått av individene som støtter seg til dem.

Gjennom vår undersøkelse har vi sterke indikasjoner på at fastsand fungerer og kan gi en oppgradering av bremseeffekt hvis det blir brukt riktig og under rette forhold. Når det gjelder drøftingen av IRIS-dataene kommer vi tilbake til dette igjen under kapittel 5-4. Gjennom intervjuene våre fikk vi også sterke indikasjoner på at brøytelederne opplevde en god effekt av fastsand. Vi fikk også indikasjoner på at det fantes værphenomen som ikke hadde andre kjente alternativer enn fastsand ved et eventuelt forsøk på oppgradering av bremseeffekt.

”Ja, vi har... det er ikke mer enn 3 år siden vi fikk tak i fastsand spreder, for vi hadde en periode med 10, 15, 20 minus ikke sant, over en lengere periode. Da hadde vi lite å hjelpe oss med egentlig, da hadde vi bare løs sand... ikke kunne vi bruke kjemikalier, og derfor ble det innkjøpt en fastsand spreder” (Informant).

”Ja, ja hvis du har gode forhold og stabilt og kaldt vær. Kjemikalier er jo ganske dyrt å bruke så sånn sett er det jo voldsomt bra - fastsand altså” (Informant).

Ut fra teorien med å bruke kjemikalier som er beskrevet i kapittel 2.6, vet vi grunnet den eutektiske temperaturen at blir det kaldt nok klarer ikke kjemikalier å smelte isen. Som vi ser over, får vi de samme svarene fra brøyteledere at det finnes temperaturer hvor de ikke har andre alternativer enn sand. Noen brøyteledere snakker også om at de opplever bruk av fastsand som en økonomisk gevinst i forhold til bruk av kjemikalier.

Vi har sterke indikasjoner på at riktig bruk av fastsand kan gi en forbedring i friksjon på glatte rullebaner. Dersom dette er tilfelle, kan vi tenke oss at under visse forhold kan vi oppleve en forbedret regularitet med en struktur som tillater bruk av fastsand.

5.3 Forskningsspørsmål 3

Det tredje forskningsspørsmålet vi stilte oss var:

I hvilken grad skal vi ta hensyn til menneskelige vurderinger når vi måler, evaluerer og rapporterer aktuell friksjon på en glatt rullebane?

I vår oppgave har vi tatt for oss IRIS-data fra landinger utført på forurensede rullebaner i Norge. Disse funnene vil igjen bli drøftet i kapittelet under, hvor vi tar for oss drøftelsen rundt vår problemstilling. IRIS-data er teknisk målte bremseverdier tatt fra flyets ferdsskriver. Landingene vi har studert er friksjonsbegrensede. Flyet har altså brukt maksimal bremsekraft i

relasjon til anti-skid systemet som prøver å gi best mulig bremskraft ved å modellere bremsene slik at hjulet har en slipp prosent på ca 20%. Når dette inntreffer under landing kan flymaskinens ferdsskriver måle flyets opplevde bremseverdi. Dette er altså gode og pålitelige tall. Samtidig har vi mange registrerte landinger på rullebaner som er behandlet med fastsand, hvor maks brems relatert til søkt slipp prosent på 20% ikke inntreffer. Under disse forholdene stopper altså flymaskinen uten at bruk av maks brems er nødvendig. Dette er jo veldig bra sett i lys av den gode friksjonen som da er tilstede på rullebanen, men det negative er at ferdsskriver-data ikke kan gi målte bremseverdi under landingen.

Samtidig har vi gjennomført ni intervjuer med brøyteledere ved lufthavner i Norge. Alle har lang erfaring med å rydde og behandle rullebaner under vinterforhold. Alle hevder av erfaring at fastsand gir bedre friksjon på rullebanen.

”Vi er nesten litt bortskjemt mot slik det var før. Vi var litt skeptisk i begynnelsen for hvordan det skulle bli, men det ble som natt og dag. Den kan spare oss for mye. Når vi vet at det er meldt snø så strør vi på før snøen kommer for å forebygge. Da er det bare å koste, så slipper vi å strø etterpå. For da har vi den sanda liggende der som sitter fast” (Informant).

Så spørsmålet som vi må stille oss er kanskje. Skal vi stole på erfaringen eller er vi nødt til å ha teknisk målbare data før vi kan konkludere? Dette er som nevnt en diskusjon som har vært aktuell i mange år. Selv Albert Einstein tok opp dette problemet. Han uttrykte sin forbauselse over den vanlige menneskelige refleksjonen til å stole på målinger i stedet for logikk og argumenter.

”Er det ikke virkelig rart?”

Slik begynner Einstein i et brev som han har skrevet til Max Born. Videre fortsetter han:

”at mennesket normalt er døve til de sterkeste argumenter, mens de er alltid tilbøyelig til å overvurdere målenøyaktighet?” (Feyerabend, 1993)

Hvis vi tror at mennesket er et problem som vi må kontrollere og at vi trenger å gripe inn på nivå med menneskets holdninger og adferd, hva gjør vi vanligvis?

Vi teller feil, vi lager prosedyrer, vi regulerer og inspiserer for å se om prosedyrene etterleves (Sidney Dekker, 2014). Dekker snakker om å tenke flysikkerhet på en annen måte:

- Mennesket er ikke et problem som vi må kontrollere.
- Grip inn i arbeidsvilkår/arbeidsforhold, ikke adferd.

- Mål suksess av tilstedeværelse av positiver, ikke fravær av negativer.
- Tenk sikkerhet som et etisk ansvar, ikke som byråkratisk ansvarlighet.

Vi har sett og hørt gjennom intervjuer at brøyteledere stoler på sin og andres opparbeidede erfaring. Samtidig vet vi at ICAO ønsker å få gjennomført en global standardisering av måten en skal vedlikeholde en rullebane, hvordan en skal måle friksjon på en rullebane og hvordan dette resultatet skal rapporteres til flygere.

Intensjonen er som alltid, å få gjennomført flyoperasjonene så sikkert som mulig. Det hadde vært enkelt hvis vi kunne inneha et teknisk måleinstrument som ga oss et resultat som ikke ga rom for usikkerhet. Dette vil fjerne mye av mulige menneskelige feil. I dag finnes ikke et slikt instrument, men vi har menneskelige observasjoner og erfaringer som hevder at fastsand virker. Fakta som ICAO har på bordet kan ikke understøtte dette med tall. Vi har i vår oppgave sett på reelle tall fra flymaskiner for å prøve om vi kan understøtte erfaring med teknisk målte data. Sett i lys av Dekkers og hans tanke om mulighetene som mennesket som verktøy innehar, er det fristende som kuriositet og bringe frem Galileo og hans teleskop (ibid):

Galileos sine observasjoner av himmelen gjennom sitt teleskop genererte observasjoner som motiverte en alternativ forklaring på jordens plassering i universet. Hans observasjoner favoriserte kopernikansk heliosentrisk tolkning (der jorden går rundt solen) over ptolemeisk geosentrisk tankegang (der solen går rundt jorden). Den kopernikanske tolkningen var langt unna det verdensbilde som på den tiden var akseptert. Mange tvilte også på Galileos sine data som et gyldig empirisk vindu på den heliosentriske virkeligheten. Folk var veldig skeptiske til det nye instrumentet. Noen spurte Galileo om han ikke kunne åpne teleskopet for å bevise at han ikke hadde en liten måne gjemt inne i instrumentet. Hvordan kunne ellers månen eller andre himmellegemer sees så nære om de ikke selv var gjemt inne i teleskopet? Et problem var at Galileo ikke ga en teoretisk forklaring på hvorfor verdensbilde kunne se annerledes ut. Han forklarte heller ikke hvorfor teleskopet kunne gi et bedre bilde av himmelen enn det blotte øyet. Han kunne ikke, fordi relevant optisk teori var ennå ikke godt nok utviklet. Å genere bedre data, som Galileo gjorde, og å utvikle helt nye metoder for å få bedre tilgang til disse data (som for eksempel et teleskop), viste seg å ikke være nok for å fjerne folk fra en etablert teori som tillater folk å se fenomenet med sitt blotte øye og å forklare det med sin sunne fornuft. Tilsvarende så kan folk se når de gjør noe feil, selv uten hjelp av et feilklassifiserings verktøy. Hvis en flyger glemmer å armere luftbremsen før

landing, så forstår han med sin sunne fornuft at dette er feil. Solen går rundt jorden. Jordens plassering er fast. Kirken har rett og Galileo tar feil. Ingen av Galileos observasjoner kunne bevise at han hadde rett, fordi det fantes ingen sammenhengende sett av teorier klare til å imøtekomme hans fakta og gi dem mening. Kirken hadde rett, og den aksepterte teorien var også beskrevet etter kirkens syn.

Interessant nok var Kirkens holdning nærmere dagens syn enn det definerte verdensbilde som den gang hadde de fleste bak seg. Men de vurderte sosiale, politiske og etiske implikasjoner av Galileos alternativ og anså de for risikable til å godta – sikkert på grunn av foreløpige vakleворne bevis. Å fornekte den geosentriske ideen ville være det samme som å fornekte selve skapelsen. Det ville være det samme som å fjerne seg fra ontologiske «sannheter» fra det siste årtusenet. Det ville også undergrave autoritet og politisk makt som kirken på denne tiden hadde.

Som vi ser av historien setter skrevne teorier og oppfattede regler begrensninger på hva man kan vurdere som sannhet. Den nye observasjonen kunne ikke vurderes til å være riktig da de bestemte regler eller normer ikke ga rom for at den kunne bli oppfattet som en ny sannhet. Som vi nevnte i forrige kapittel hevder Giddens at sosiale strukturer er regler og muligheter produsert og reproduert av handlende individer (Giddens, 2007). Dermed har strukturene en dobbel karakter. De er både betingelser for og konsekvenser av samhandling. De både gir muligheter og setter begrensninger for individene. I denne sammenhengen ser vi at for strenge rammer eller strukturer kan begrense menneskets muligheter eller den ressursen de sitter inne med i form av sin erfaring.

Gjennom vår studie vil vi kunne hevde at den erfaringen som er opparbeidet av brøyteledere i Norge sammen med mulighetene reglene har gitt gjennom IRIS, har gitt en operativ fleksibilitet i form av benyttelse av den menneskelige ressursen som erfaring gir. Dette har gitt mulighet til å oppgradere friksjonsverdier med bruk av fastsand. Hvis vi har en prosedyre eller regelverk som forhindrer bruk av fastsand, kan vi gå glipp av den økte fleksibiliteten og muligheten som den menneskelige vurdering kan gi oss.

5.4 Problemstillingen

Da har vi kommet frem til vår siste del av drøftelsen. Her skal vi se nærmere på problemstillingen:

”Hvordan påvirker fastsand flyets reelle retardasjonsevne?”.

Hoved-dataene som vi drøfter kommer fra IRIS-data, men som sagt tidligere har vi ved hjelp av forskningsspørsmålene prøvd å belyse problemstillingen bedre.

I kapittel 4 redegjorde vi for funnene vi fant i IRIS-dataene. Vi kan summere opp disse funnene på følgende måte. Vi vet at sannsynligheten for at en rullebane vil bli friksjonsbegrenset er høyest når rullebanen er dekket med våt snø og slaps. Sannsynligheten avtar med avtagende løs forurensing og den er minst ved tørre baner. Basert på dette kan vi si at baner med god friksjon vil sannsynligvis ikke bli friksjonsbegrenset. Med god friksjon mener vi her en $\mu_B > 0.10$, det vil si bedre enn «MEDIUM». Videre vet vi at fastsand er anbefalt brukt av brøytelederne på rene rullebaner, det vil si uten løs kontaminant.

I datagrunnlaget fant vi 1874 landinger gjort på rullebaner preparert med fastsand hvor dekningsgraden var mer enn 25%. Av disse var kun 320 landinger (17%) friksjonsbegrenset. Da de resterende 1554 landingene ikke var friksjonsbegrenset er det rimelig å anta at disse flyene opplevde god friksjon på rullebanen i forhold til sin landingsvekt. Igjen menes det her at god friksjon er bedre enn «MEDIUM». Dette sammenfaller med brøytelederne sine uttalelser. Samtlige var enige om at fastsand forbedrer friksjonen.

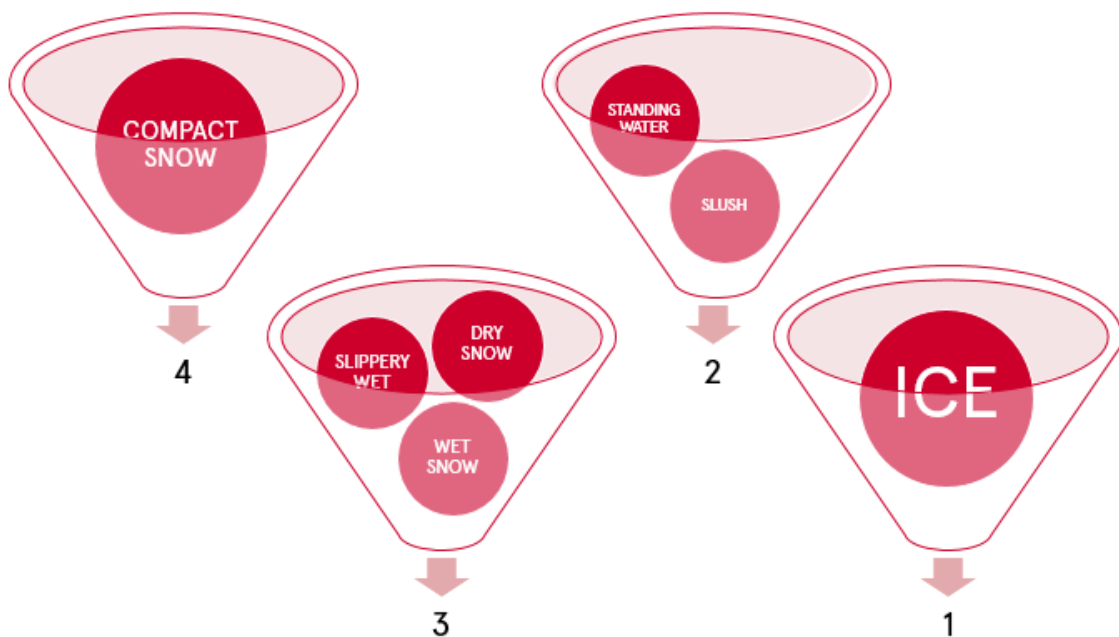
Når vi derimot tok de 320 friksjonsbegrensede landingene i nærmere øyesyn kunne vi se at det var friksjon rundt «MEDIUM» som var dominerende. De i utgangspunktet dårlige banene fikk en klar forbedring mot «MEDIUM» og høyere. På de i utgangspunktet gode banene kunne man faktisk se at friksjonen forverret seg ned mot «MEDIUM». Det må presiseres at utvalget var svært redusert på disse banene, hvilket igjen forklares med at friksjonen generelt er så god at landingen ikke lenger blir friksjonsbegrenset.

Når vi ser på spredningen i dataene viser disse hvor komplekst dette problemet er. Det er vanskelig, om ikke umulig, å komme frem til en gitt friksjon for et bestemt underlag. Som vi var inne på i innledningen til denne oppgaven har rullebanefriksjon vært forsket på siden tidlig 60-tallet. Dette har avstedkommet en utvikling av utallige typer med friksjonsmålere samt diverse systemer som skal forsøke å varsle rullebanefriksjon i sann tid. Likevel har man ikke etter over 50 år nærmet seg «sannheten». Man klarer ikke i dag å varsle eksakt rullebanefriksjon på en tilfredsstillende vitenskapelig måte. Årsaken til dette er at underlaget, det vil si forurensingen på rullebanen, er svært ustabil og kan på kort tid endre form fra fast, via væske eller direkte til damp og omvendt. Underlaget er med andre ord svært temperaturømfintlig og vil derfor konstant variere friksjonen.

For å understreke dette ytterligere har man ikke internasjonalt klart å få konsensus (DGAC, 2016) for hva minimum friksjon skal være på en ren og våt rullebane i dag. Igjen fordi man ikke har godt nok utstyr til å måle dette.

Det industrien nå gjør, er å forlate ønsket om en vitenskapelig målt rullebanefriksjon. Det foreslåtte rapporteringsformatet til ICAO, som baserer seg fullt ut på TALPA ARC, baserer seg på *valgte* verdier. Disse verdiene er valgt basert på erfaring. Man *bestemmer* seg altså for en friksjonskoeffisient som man kan sette på merkelappen eksempelvis «MEDIUM», eller rullebanekondisjonskode «3». Flyfabrikantene bruker denne friksjonskoeffisienten når de skal kalkulere ut en landingsdistanse. Dette er ren fysikk og de er helt avhengig av denne koeffisienten for å få et resultat på distanse. Når friksjonskoeffisienten for eksempelvis «MEDIUM» er *valgt*, plukker man ut flere typer kontaminanter som man mener, igjen basert på erfaring, tilhører denne merkelappen. Denne erfaringen har mennesket tilegnet seg de siste 50 år, og er kanskje det nærmeste vi kommer «sannheten» med dagens teknologi.

Dette kan illustreres ved at hver merkelapp får sin «bøtte». Man putter så forskjellige kontaminanter som man mener har tilnærmet lik friksjon opp i hver sin bøtte. Hver bøtte avleder nå sin rullebanefriksjonskode, med tilhørende friksjonskoeffisient. Det er viktig nå at friksjonskoeffisienten som tilhører bøtta er såpass konservativ slik at den vil passe de fleste kontaminantene.



Figur 5-2 «Bøtter» med kontaminanter som gir lik rullebanekondisjonskode.

Det er slik TALPA ARC har bygget opp sin «matrise» eller tabell for rullebaneforhold. Kritiske røster hevder at det ikke finnes nok vitenskapelig bevis til å kunne sortere «bøttene» riktig, samt at det er ikke er mulig å forenkle problemstillingen så mye og likevel ta hensyn til alle mulige meteorologiske variabler som påvirker friksjonen på en rullebane under vinterforhold (AIBN, 2011). Tabellen mangler blant annet informasjon om kombinasjoner av kontaminanter og fuktighet (duggpunktstemperatur spredning).

Det hadde vært ønskelig for oss å finne «bøtten» som en rullebane preparert med fastsand skulle ligge i. Igjen, basert på spredningen i datagrunnlaget ser vi at dette ikke er lett. Ved å legge den i bøtten med «3» (MEDIUM) er vi konservative og tar vare på de 17% som er friksjonsbegrenset. Dersom vi skulle tatt hensyn til de resterende 83% ville vi lagt den i en bøtte med høyere tall.

Vi kan snu på problematikken og spørre oss; hvor god kan egentlig en fastsandet bane bli? Fra intervjuene finner vi at de fleste rapporterer rundt «4» (GOOD-MEDIUM). Noen rapporterer så høyt som «5» (GOOD), men her er det uenighet blant brøytelederne. Enkelte av informantene kalte dette «overrapportering», og ga klart uttrykk for at det maksimalt skal rapporteres «4» (GOOD-MEDIUM) når fastsand er brukt. Videre ble det hevdet at man måtte være på vakt når «4» (GOOD-MEDIUM) var rapportert da faren for friksjonstap var stor. Vi sitter igjen med et inntrykk at det kreves god innsats fra brøytemannskapene i form av hyppige rullebaneinspeksjoner og «reparasjoner» av slitt fastsand for å holde friksjonen oppe på «4» (GOOD-MEDIUM). De mest konservative ville heller rapportere en «robust «3» (MEDIUM)».

La oss ta et raskt tilbakeblikk på hva fastsand er. Det er blitt sammenlignet med sandpapir. I realiteten er det sandkorn som er festet i isen. Isen fungerer som matrisemateriale, og sanden som granulater. Isens oppgave er å holde fast sandkornene. Sandkornene skal skape friksjon mellom underlag og fly hjulets gummi. Det er viktig at isen klarer å holde på sandkornene slik at de kan skape denne friksjonen. Klarer ikke isen dette vil sandkornene løsne og «trille» med hjulet og vi får reduksjon i friksjonen (AIBN, 2011).

Vi har det samme forholdet i asfalt. Her er asfalten (oljen) matrisematerialet og vi har steiner som granulater. Da det er steinene som skal skape friksjon er man opptatt av struktur. Man prater om makrostruktur som er strukturen til hele kompositten (asfalt og stein) og mikrostruktur som omhandler overflaten til hver enkel stein. Jo grovere struktur, jo bedre friksjon. Det settes minimumskrav til hva disse strukturene skal være (ICAO Doc 9137,

2002). Det er konsensus i flyindustrien at en våt asfaltbane har en friksjon tilsvarende rullebanekondisjonskode «5» (GOOD). Dog er man fortsatt ikke enig om hva minimum friksjon skal være før man må utbedre (reasfaltere) rullebanen.

For fastsand er det ikke satt krav til struktur. Vi vet at makrostrukturen er ru og vil variere med sandmengden som operatøren bruker. Mikrostrukturene til hvert sandkorn kan nok ikke sammenlignes med stein i asfalt, da løse sandkorn blir omtalt som kuler i et rullelager (AIBN, 2011). Videre er matrisematerialet sterkt påvirket av temperatur, noe som gjør det ustabil. Videre kom det frem under intervjuene at fuktig luft kombinert med kulde kunne «glasere» sanden som igjen ville forringe friksjonen. Tilsvarende kan skje på asfalt, men da som rim eller frost. Erfaring tilsier at dersom rimlaget er under en viss tykkelse vil hjulet penetrere dette laget og oppnå friksjon tilsvarende våt asfalt (FAA AC 150/5200-30C). Denne erfaringen er enda ikke oppnådd med fastsand. Brøytelederne oppgir at de i disse tilfellene børster/feier banen for å få bort glasuren. Basert på ovennevnte resonnement kan en vanskelig sidestille en våt rullebane med en fastsandet rullebane når det kommer til friksjon.

Vi har i vår analyse sett at fastsand har en positiv effekt på flyets reelle retardasjonsevne, spesielt på rullebaner som i utgangspunktet har dårlig friksjon. Det fremstår som uklart hvor god påvirkningen er. Det er konsensus i industrien at en våt rullebane har en friksjon tilsvarende «GOOD». Vi har sett av argumentasjonen over at en rullebane preparert med fastsand nødvendigvis ikke klarer å oppnå tilsvarende friksjon. Basert på analyse fra IRIS med bekreftelse fra intervjuene ser det ut til at rullebane friksjonen ligger mellom «MEDIUM og GOOD», og at dette er helt avhengig av de rådende værforhold.

6 Oppsummering, konklusjon og veien videre

Vi har i denne oppgaven ønsket å se nærmere på vår problemstilling;

”Hvordan påvirker fastsand flyets reelle retardasjonsevne?”.

Ved å analysere IRIS-data og intervjuet brøyteledere ved lufthavner som er i besittelse av fastsand spredere har vi tilnærmet oss problemstillingen ved å stille følgende forskningsspørsmål;

1. *Hvilken betydning har brøyteleders opparbeidede erfaringsgrunnlag for bruk av fastsand?*
2. *Hvilken betydning kan fastsand ha på lufthavnens regularitet?*
3. *I hvilken grad skal vi ta hensyn til menneskelige vurderinger når vi måler, evaluerer og rapporterer aktuell friksjon på en glatt rullebane?*

Av IRIS-dataene fant vi at det var registrert 1874 landinger på rullebaner preparert med fastsand over en periode på fem vintersesonger. 320 av disse landingene var friksjonsbegrenset. Vi fant at det var relativt stor spredning i dataene men vi kunne tydelig se en forbedring i friksjon på de rullebaner som i utgangspunktet hadde dårlig friksjon før fastsand var påført. De øvrige 1554 landingene fant vi ikke data på, da de ikke var friksjonsbegrensede. Det i seg selv mener vi er et resultat, da det er rimelig å anta at landingen ikke er friksjonsbegrenset nettopp fordi friksjonen i utgangspunktet er god. Dette blir langt på vei bekreftet av brøytelederne gjennom intervjuene. Dog finnes det i dag ikke nok forskningsmateriale til å konkludere. Til dette trenger vi flere friksjonsbegrensede landinger på «gode» rullebaner. Våre funn indikerer likevel, basert på brøyteledernes erfaring, at maksimum friksjon ikke bør settes over «4» (GOOD-MEDIUM).

6.1 Delkonklusjon, forskningsspørsmål 1

Hvilken betydning har brøyteleders opparbeidede erfaringsgrunnlag for bruk av fastsand?

Vi ser av IRIS-dataene at det er en relativ stor spredning i resultatene innenfor hver kategori. Vi er av den oppfatningen at dette skyldes de varierende værforhold. Gjennom intervjuprosessen fant vi at brøyteleders erfaring er svært viktig i forhold til å bestemme når og hvordan fastsand skal brukes. Vi fant at effekten ved bruk av fastsand på glatte rullebaner er avhengig av at brøyteleder har god nok erfaring til at han eller hun kan vurdere værforholdene slik at utstyres brukes på en optimal måte. Ved optimal bruk under riktige

værforhold kan fastsand forbedre rullebanefriksjonen som igjen forbedrer retardasjonsevnen til flyet.

6.2 Delkonklusjon, forskningsspørsmål 2

Hvilken betydning kan fastsand ha på lufthavnens regularitet?

Vi har sterke indikasjoner på at riktig bruk av fastsand kan gi en forbedring i friksjon på glatte rullebaner. Dersom dette er tilfelle, kan vi tenke oss at under visse forhold kan vi oppleve en forbedret regularitet med en struktur som tillater bruk av fastsand. Under gitte værforhold vil ikke lufthavnen være i stand til å fjerne all forurensing fra rullebanen. Det kan være for kaldt til at kjemikalier virker og løs sand har nødvendigvis ikke positiv effekt på friksjonen.

Dersom fastsand forbedrer friksjonen i disse tilfellene kan lufthavnen opprettholde regulariteten hvor alternativet ellers ville være at det var for glatt til at flyene kunne lande.

6.3 Delkonklusjon, forskningsspørsmål 3

I hvilken grad skal vi ta hensyn til menneskelige vurderinger når vi måler, evaluerer og rapporterer aktuell friksjon på en glatt rullebane?

I prosessen med denne oppgaven har det vært interessant å observere hvordan man i lang tid har forsøkt å finne en vitenskapelig løsning på et meget komplisert problem. Friksjonen på en rullebane kontaminert med snø, is og slaps er under konstant endring. Det ultimate ønsket er å få oppgitt en rullebanefriksjon som fremdeles er gyldig når landingen skal utføres. For flyindustrien har det vært frustrerende å vite at en friksjonsverdi har gått ut på dato straks den er avlevert.

For å kunne kalkulere en landingsdistanse så nøyaktig som mulig er man nødt til å få oppgitt en friksjonskoeffisient. Denne inngår som en viktig faktor i landingsdistanse kalkulasjonen. Små justeringer på denne faktoren kan gi store utslag i resultatet (Giesman, 2007). Industrien har i over 50 år forsøkt å måle seg frem til denne koeffisienten for å finne en korrekt «sannhet», uten helt å lykkes. Likevel har man over lang tid, helt siden dagens SNOWTAM format ble innført av ICAO i 1967, innarbeidet hos pilotene at friksjonskoeffisienter avgitt fra forskjellige bremsevogner er et vitenskapelig tall og således er pålitelig. Man stoler på disse tallene selv om erfaringen skulle tilsi noe annet. Opp igjennom historien har det vært flere ulykker hvor dette har vært adressert i rapporten i etterkant. Konklusjonen har hele tiden vært at man må fortsette forskningen for å finne en bedre måte å måle og rapportere rullebanefriksjon på. I mellomtiden fortsetter man med dagens praksis, dog kanskje med nytt utstyr uten å komme nærmere sannheten.

Norge er kanskje den nasjonen som først endret sin praksis ved å slutte å rapportere friksjonstall til pilotene. De startet med å rapportere estimert friksjon i form av kodene «1» (POOR) til «5» (GOOD). Tanken var at brøyteledere skulle bruke alle tilgjengelige støttesystemer, friksjonsmålere og IRIS inkludert, til å evaluere friksjonen. Gjennom intervjuene fant vi at «pendelen» har svingt helt ut. Brøytelederens erfaring blir tillagt mest vekt, og støttesystemene blir mindre og mindre brukt. Norge har gått fra å utelukkende stole på friksjonstallene fra friksjonsvognen, til nærmest utelukkende å stole på erfaringen til brøyteleder. Det har tatt lang tid å komme hit. Til å begynne med var kritikken stor. Det var ikke lett å gi slipp på noe som virket vitenskapelig «sant» og gå over til noe som virket ikke-vitenskapelig, men basert på meninger.

I Norge har man etter hvert akseptert den nye metoden. Mye på grunn av at den nye opparbeidede erfaringen tilsier at dette virker. Dette til tross for at vi av egen erfaring vet at mange piloter ønsker seg tilbake til en verden hvor man får oppgitt friksjonstall. Dette igjen henleder oss til Albert Einstein sin kommentar til Max Born;

«Er det ikke virkelig rart, at mennesket normalt er døve til de sterkeste argumenter, mens de er alltid tilbøyelig til å overvurdere målenøyaktighet?» (Feyerabend, 1993).

6.4 Konklusjon problemstilling

Flyets reelle retardasjonsevne er avhengig aerodynamisk luftmotstand, flyets evne til å tape løft, motorenes skyvekraft samt flyets bremskraft. For å utnytte sistnevnte fullt ut er hjulets kontaktflate med underlaget en viktig faktor. Flyets brems har som oppgave å stoppe hjulets rotasjon, uten helt å låse hjulet. Dette for å oppnå optimalt slipp, som igjen resulterer i maksimal friksjon mot underlaget. Underlagets beskaffenhet vil således påvirke friksjonskraften. Tanken med fastsand er å bedre friksjonen mellom hjul og underlag. Vi har gjennom vår studie sett at fastsand er med å påvirke friksjonskraften i positiv retning. Følgelig kan vi si på generelt grunnlag at fastsand påvirker flyets reelle retardasjonsevne i positiv retning.

6.5 Implikasjon av nytt regelverk

ICAO står nå på terskelen til å anbefale noe av det samme som Norge har gjort, dog i en litt strengere struktur (ICAO SL, 2015). De baserer sine anbefalinger på hva amerikanerne har gjort i sin TALPA ARC. Her er 50 års erfaring samlet i en enkel tabell (figur 2-10). De skjærer altså igjennom og klassifiserer forurensingene på rullebanene etter hva de mener de kan gi av friksjon. Deretter velger de en friksjon på hver klasse. De gir mindre rom for

oppgradering og nedgradering av klassene, det vil si at brøytelederne ikke vil stå like fritt som i Norge. De vil ikke kunne bruke sin erfaring fullt ut. Videre gir det ikke rom for videre utvikling av tabellen, det vil si at den kan justeres etter hvert som man opparbeider seg ny erfaring. Tabellen er rimelig rigid (ibid).

Slik tabellen anbefales fra ICAO i dag vil man ikke kunne godtgjøre at rullebanen er preparert med fastsand. En ny innovasjon med ny erfaring kan således ikke nyttiggjøres. Hva det endelige resultatet vil bli gjenstår å se, da det endelige produktet ikke er ferdig fra ICAO sin side. Dog ser vi at industrien globalt sett beveger seg i en retning fra et ønske om en naturvitenskaplig løsning, til en løsning som baserer seg på empiri.

Straks ICAO har publisert sine anbefalinger vil de bli en del av en rigid struktur. Hvert medlemsland vil være forpliktet til å implementere anbefalingene i sine regelverk. I tillegg til dette har vi et felles europeisk regelverk som også vil innføre anbefalingene, og på mange måter overstyre det enkelte lands regelverk. Å påvirke denne strukturen er ikke en enkel affære når kortene først er delt. Norge har mulighet til å melde avvik fra ICAO standard, dog så vil man da undergrave den globale standardisering som regelverket først var tiltenkt.

Dersom regelverket blir innført som foreslått i dag vil Norge ikke kunne dra fordel av fastsandmetoden, utover at de kan holde en rullebane på «3» (MEDIUM). Selv om man er i stand til å øke friksjonen utover dette, vil det ikke tillates å bli rapportert, med mindre temperaturen er under minus 15 grader. De fleste av Norges lufthavner ligger nært kysten og har tilsvarende et mildt kystklima, det vil si det er ikke ofte temperaturen synker så lavt som dette. I praksis er flyoperatørene redd for at dette vil føre til en reduksjon av kvaliteten på dagens vinterbaner. Dersom man aldri får lov til å rapportere høyere enn «3» (MEDIUM), er det heller ikke et poeng å ha en bane som kan gi høyere friksjon, med mindre du klarer å få den «svart» og kan rapportere «5» (GOOD). Ved å holde banen på «3» (MEDIUM) kan lufthavnen både spare både sand, kjemikalier og ressurser. Dersom dette inntreffer vil vi oppleve en forringelse av vinterbanen sammenlignet med dagens standard. Lufthavnen mister sitt insentiv for å holde en så god bane som mulig. Dette vil igjen påvirke regulariteten i negativ retning.

6.6 Veien videre

Vi har i vår oppgave vist at fastsand forbedrer friksjonen på rullebaner som er kontaminert med fast forurensing som is og kompakt snø. Vi har registrert at vi mangler friksjonsdata på «gode» rullebaner da landingene ikke ble friksjonsbegrenset. For å stadfeste hvorvidt disse

virkelig har god friksjon, og hva denne eventuelt er, kan man gjennomføre eksperimenter hvor piloter bruker maksimal bremskraft hver gang de lander på en rullebane som er preparert med fastsand. Dette kan gjøres i samarbeid med flyoperatørene.

Vi fant også gjennom intervjuene at det ikke eksisterer en felles standard på bruk av fastsandspredere. Hver lufthavn har gjort sine egne erfaringer med bruk av utstyret. Denne erfaringen er ikke nedtegnet, men blir erfaringsoverført ved lokal opplæring. Det eksisterer heller ingen formell kontakt mellom lufthavnene angående dette. Flere brøyteledere uttrykte et savn etter et slikt dokument. Skal vi få full effekt av den erfaringen som eksisterer på de ulike lufthavnene, må denne nedtegnes og samordnes. Bare slik kan vi tilegne oss ny erfaring og utvikle produktet videre.

Dersom vi skal kunne ta lærdom av ny erfaring bør vi ha en global struktur som ta vare på dette. I denne sammenhengen bør Norge påvirke ICAO i en retning som gjør at rullebanekondisjonsmatrisen (figur 2-10) vil bli mer dynamisk. Matrisen bør kunne ta høyde for nye innovasjoner samt justeres etter hvert som ny erfaring tilegnes. Dersom man skal fortsette å operere på rullebaner under vinterforhold, må man ta hensyn til den kompleksiteten som ligger i dette. Det kan virke som det forslåtte regelverket er noe for enkelt i så henseende.

Etter vår intervjurunde med norske lufthavner som er i besittelse av fastsand spredere, kunne vi konkludere at samtlige var meget godt fornøyd med utstyret. Alle hadde en formening om at fastsand forbedrer friksjonen på rullebanen dersom den blir brukt korrekt. Vi registrerte at de la stor vekt på erfaring og at friksjonsvogner og tabeller ble i mindre grad brukt. De hevder at deres rullebane rapporter «stemmer» selv når de ikke bruker støttesystemer (IRIS, tabeller og friksjonsmålere). Det er nærliggende å tro at mangelen på negative tilbakemeldinger støtter opp om deres erfaring. Det er pilotene som eventuelt skulle ha gitt denne tilbakemeldingen etter landing. Var friksjonen så god som forventet?

Vi har i vår oppgave studert hvordan *flyet* opplever denne friksjonen. Som et tilskudd til vår analyse skulle det derfor være interessant å se hvorvidt *pilotene*, med deres referanser og erfaring, støtter opp om brøyteledernes erfaring. For å få til dette skulle vi helst intervjuet hver pilot etter hver landing på en fastsand preparert rullebane. Dette var selvfølgelig ikke realistisk innenfor vår oppgave. Dog vet vi at egen arbeidsgiver loggfører pilotrapporter etter hver landing og tar vare på disse elektronisk.

En pilotrapport er en ren subjektiv uttalelse fra piloten som landet luftfartøyet om rullebane kondisjonen. Den blir rapportert i henhold til SNOWTAM formatet, det vil si tørr, våt eller

friksjon tilsvarende skalaen «1» (POOR) til «5» (GOOD). Det er normalt at dette blir gjort over radiosambandet til tårnet, som videreformidler til brøyteleder. Dog i Norge er det en kultur for at dette kun gjøres når kondisjonen er dårligere enn rapportert. Med andre ord, er piloten fornøyd kommer det ingen pilotrapport. Pilotrapportene kan således indikere hvorvidt brøytelederne treffer med sin vurdering av rullebanefriksjon. De vil gi en verdifull tilbakemelding til brøytelederne, forutsatt at pilotene er trent til å gi gode pilotrapporter. Med det menes at de må bremse hardt for å utfordre underlaget før de vurderer friksjonen.

For å gi et eksempel på en analyse av pilotrapporter, har vi gjennom eget selskap fått tilgang til disse interne pilotrapportene. Vi kan ikke registrere av pilotrapporten hvorvidt landingen er gjort på fastsand eller ei, kun hvilken friksjon som var rapportert, og hvilken friksjon piloten oppfattet at det var. Siden denne rapporten er subjektiv, og dermed helt avhengig av erfaringsnivået på flybesetningen, kan ikke treffsikkerheten vektlegges for mye. Det den kan si noe om er hvorvidt flybesetningen opplevde friksjonen som dårligere, eller mye dårligere, enn rapportert fra lufthavnen.

Vi fikk hentet ut pilotrapporter fra eget selskap som var gjort på de lufthavnene vi hadde intervjuet i perioden 2010 til 2015. Vi fjernet alle rapporter som var gjort på tørre og våte baner. Vi satt da igjen med 8729 landingsrapporter som var gjort på ikke-tørre og ikke-våte rullebaner. Det presiseres at dette kun er på de lufthavner som ble intervjuet. Vi fjernet videre de pilotrapportene som oppga at friksjonen var lik eller bedre enn rapportert. Vi satt da igjen med 714 (8,2%) landingsrapporter. Vi kunne ytterligere se hvor mange av disse 714 rapportene som rapporterte friksjonen til å ligge to hakk under rapportert, eksempelvis dersom lufthavnen rapporterte «MEDIUM» ville piloten ha rapportert «POOR». Vi fant 106 pilotrapporter (1,2%). Vi finner ingen pilotrapporter hvor flybesetningen mente at friksjonen var «NIL», det vil si under «POOR». Dette er som sagt data kun fra én flyoperatør, men den gir en god indikasjon på treffsikkerheten til lufthavnene (figur 6-1). Det må presiseres at dette er uavhengig av fastsandmetoden.

Slike analyser vil, sammen med videre data innsamling fra flyets ferdsskriver til IRIS, være med å sikre at den erfaring man opparbeider seg er korrekt. Gjennom konstant tilbakemelding og korrigerende av erfaringslæring vil treffsikkerheten til brøytelederne bare øke.

Sesong	Antall landinger på kontaminert bane	Antall dårligere enn rapportert		Antall pilotrapporter hvor friksjonen var 2 hakk under rapportert	
2010/11	395	47	11,9%	5	1,3%
2011/12	1498	111	7,4%	20	1,3%
2012/13	2947	192	6,5%	28	0,9%
2013/14	2081	177	8,5%	19	0,9%
2014/15	1808	187	10,3%	34	1,9%
SUM	8729	714	8,2%	106	1,2%

Figur 6-1 Oversikt over pilotrapporter

Vi har i denne oppgaven også fokusert på lufthavnens regularitet. Som alltid i denne industrien har vi forutsatt at sikkerheten er den høyeste prioriteringen. Vi tar det derfor som en selvfølge at når vinterværet setter inn vil det ikke bli mindre sikkert å fly, selv om friksjonen på rullebanen faller dramatisk. Vi forutsetter at man stopper operasjonen før det går utover sikkerheten. Derfor er det et paradoks at det er nettopp flyulykkene, og ikke regulariteten, som har vært drivkraften for den videre utviklingen av regelverket. Det har vært diskutert hvorvidt det å operere på en vinter-rullebane har det samme nivå av sikkerhet som en sommer-rullebane (AIBN, 2011). Det er ikke utført en nasjonal risikoanalyse for å vurdere dette, ei heller er det satt nasjonale begrensinger på vinteroperasjoner for å sikre et minimum nivå av sikkerhet (ibid).

Flysikkerhetsmessig vil alltid det sikreste være å ikke fly. Målet må være å finne en metode hvor sikkerheten opprettholdes på lik linje med regulariteten.

Litteraturliste

- AIBN (2011): *Winter operations, friction measurements and conditions for friction predictions*. SL 2011/10. Accident Investigation Board Norway, Lillestrøm.
- Alston, M. og Bowles, W. (1998): *Research for social workers: an introduction to methods*, Allen & Unwin, Sydney.
- Cerezo, V. (2016): *Macrotexture Assessment methods and their correlation*. Nedlastet 16. mai 2016 på: http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/manifestation/friction_symposium_2016
- Chambliss, Daniel F. og Russel K. Schutt (2006): *Making sense of the social world*, Pine Forge Press, London.
- Cooper Ph.D, M. D. (2000): *Towards a model of safety culture*. Nedlastet 29. mars 2015 på: <http://www.elsevier.com/locate/ssci>
- Dahlberg, K, Dahlberg, H. Nyström, M. (2008): *Reflective Lifeworld Research*, Studentlitteratur AB, SE-221 00 Lund.
- Dekker, S. (2014). *Safety Differently, Second Edition*. CRC Press, Boca Raton, FL.
- Department of Transportation Federal Aviation Administration: *Effort of the Runway Condition Assessment Matrix*. DOT/FAA/TC-TN13/22. US.
- DGAC (2016): *Symposium Runway Surface Conditions Assessment and Reporting; TALPA trial programs*. Nedlastet 16. mai på http://www.stac.aviation-civile.gouv.fr/manifestation/friction_symposium_2016_CR.php
- Everett M. Rogers (1962). *Diffusion of innovations*. Free Press, New York, NY.
- FAA (2007): *Takeoff/Landing Performance Assessment Aviation Rulemaking Committee*. FAA Order 1110.149.
- FAA Advisory Circular (1965): *Water, slush, and snow on the runway*. AC 91-6.
- FAA Advisory Circular (2008): *Airport Winter Safety and Operations*. AC 150/5200-30C.
- Feyerabend, P. (1993): *Against Method* (3rd ed.). London: Verso.
- Giddens, A. (2007). *The Constitution of Society*. Polity Press, Cambridge.
- Giesman P. (2007): *Landing on Slippery Runways*. The Boeing Company.
- Giorgi, A. (2009): *The descriptive phenomenological method in psychology: A modified Husserlian approach*. Dusquesne University Press, Pittsburgh, PA.
- Halvorsen, K. (2012): *Å forske på samfunnet*, Cappelen Forlag AS, Oslo.

Havarirapporten etter C-FONF (1992): *Commission of Inquiry into the Air Ontario Crash at Dryden, Ontario (Canada)*, Canadian Aviation Safety Board.

Havarirapporten etter G-ALZU (1959): *Civil Aircraft Accident, reported by the Federal Republic of Germany relating to the Inquiry into the Accident to G-ALZU AS 57 Ambassador (Elizabethan) on 6th February, 1958 at Munich-Riem Airport*. Ministry of Transport and Civil Aviation, CAP 153, 167, 292 & 318.

Havarirapporten etter N471WN (2007): *Runway Overrun and Collision Southwest Airlines Flight 1248 Boeing 737-7H4, N471WN Chicago Midway International Airport Chicago, Illinois December 8, 2005*. NTSB.

Haywood, W. (1874): *Street pavements*, "Engineering" January 9th 1874.

ICAO (2016): Nedlastet 16. mai 2016 på: <http://www.icao.int/about-icao>

ICAO Annex 6, Vol. 1 Appendix 8-2 (2010). *ICAO Annex 6*. Nedlastet 29. april 2016 på: http://code7700.com/pdfs/icao_annex_6_part_i.pdf

ICAO Doc 9137 (2002). *Airport Service Manual Part 2, Pavement Surface Conditions, Fourth Edition*.

ICAO SL (2015). *State letter AN 4/1.1.55-15/30*, 29 mai 2015.

Jacobsen, Dag I. (2013): *Hvordan gjennomføre undersøkelser? 2. Utgave*, Høyskoleforlaget, Kristiansand.

Klein-Paste, A. & Bugge, H. J. & Huseby, A. B. (2015): *A decision support model to assess the braking performance on snow and ice contaminated runways*. Cold Regions Science and Technology.

Klein-Paste, A. Huseby, A. B. Anderson, J. D. Giesman, P. Bugge, H. J. Langedahl, T. B. (2012): *Braking performance of commercial airplanes during operation on winter contaminated runways*. Cold Regions Science and Technology.

Klein-Paste, A. (2007): *Runway operability under cold weather conditions*, Norwegian University of Science and Technology.

Klein-Paste, A. (2015): *Description of the IRIS database*, Norwegian University of Science and Technology (internt notat til Luftfartstilsynet, oversendt 16-09-2015).

Kvale, S. & Brinkmann, S. (2009): *Det kvalitative forskningsintervju*. Gyldendal Norsk Forlag, Oslo.

Lindseth, A. & Norberg, A. (2004): *A phenomenological hermeneutical method for researching lived experience*. Scandinavian Journal of Caring Sciences 18(2), 145-153.

Lov om Luftfart (2016): Nedlastet 16. mai 2016 på: <https://lovdata.no/dokument/NL/lov/1993-06-11-101?q=luftfartsloven>

- Luftfartstilsynet (2008): *Friksjon på kontaminerte rullebaner*. AIC-I 03/08.
- Meld. St. 38 (2012-2013): Melding til Stortinget, *Verksemda til Avinor AS*.
- Morris, R.E., Burcham Jr, J.B., Johnson, G.W.S., Black, K., Hannon R.C., Lehmann, K.L. (1966): *Airport pavement requirements for large commercial aircraft*. Planning Research Corporation, Washington D.C.
- Norheim, A. (2008): *Plasstjeneste vinterdrift, baneinspeksjon og rapportering: Rapportering av baneforhold*. v2.3 Avinor.
- Petroleumstilsynet (2003): *HMS og kultur*. Nedlastet 30. mars 2015 på: <http://www.ptil.no/hms-og-kultur/category1161.html>
- Pradal, J. (1966): *The progress of performance codes: Development in landing distance requirements*. ICAO AIR C-WP/318.
- Shokr, M. & Sinha, N.K. (2015). *Sea Ice, Physics and Remote Sensing*, John Wiley & Sons, Inc., Hoboken, NJ.
- Sletnes, K.B. (12 mai 2015): *Forståelse*, Store Norske Leksikon. Nedlastet 6. Mai 2016 på: <https://snl.no/forståelse>
- Staats, E.B. (1975): *Report to the Congress: Federal Aviation Administration's Airport Certification Program: Has It Resulted In Safe Airports?* United States General Accounting Office.
- Statens vegvesens rapporter nr. 365 (2015): *Lærebok, Drift og vedlikehold av veger, 30 juni 2015*.
- Stinton, D. (1993): *The design of the aeroplane*, BSP Professional Books, Oxford.
- Subbotin, N., Gardner, S., 2013: *Takeoff and Landing Performance Assessment Validation*.
- Thagaard, T. (1998): *Systematikk og innlevelse. En innføring i kvalitativ metode*, Fagbokforlaget, Bergen.
- Tjora, A (2012): *Kvalitative forskningsmetoder i praksis*. Gyldendal Norsk Forlag, Oslo.
- Tranøy, K.E. og Stølen, T. (31. desember 2015): *Charles Sanders Peirce*, Store Norske Leksikon. Nedlastet 6. mai 2016 på: https://snl.no/Charles_Sanders_Peirce
- Turner, B. A. (1976). *The organizational and interorganizational development of disasters*, Administrative Science Quarterly, 21, 378-397. Nedlastet 14. mars 2015 på: <http://www.jstor.org/stable/2391850>
- Vaa, T. (2004): *Implementation of the new sanding method in Norway*. SINTEF.
- van der Schaaf, T.W, Lucas, D.A, & Hale, A.R. (1991). *Near miss reporting as a safety tool*. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd.

Walker, C.W. (1965): *Runway slush accountability for takeoff operations of turbine-powered transport category airplanes; Withdrawal of Notice of Proposed Rule Making*. Docket No.628, FAA.

Widerberg, K. (2001): *Historien om et kvalitativt forskningsprosjekt*, Universitetsforlaget, Oslo.

Willig, C. (2008): *Introducing Qualitative Research in Psychology: Adventures in Theory and Method*. Open University Press, Maidenhead.

AVTALE
om utføring av masteroppgave i samarbeid med
Avinor AS

Avtale mellom

John Arne Lande	født: 10 10 1968
Morten Vihelm Drefvelin	født: 16 02 1970
Ola-Kenneth Kobberrød	født: 05 09 1969 (heretter «Studentene»)

Universitetet i Nordland (heretter «Utdanningsinstitusjonen»),
og
Avinor AS (heretter «Bedriften»)

om bruk og utnyttelse av resultater fra masteroppgave/prosjektoppgave.

1. Bakgrunn

Studentene skal utføre

Masteroppgave

i samarbeid med Avinor AS i perioden 06.09.2015 – 01.07.2015

Oppgavens arbeids tittel er: Vil bruk av fastsand forbedre rullebanefriksjon?

Ansvarlig veileder ved Universitetet i Nordland, Jan-Oddvar Sørnes, har det overordnede faglige ansvaret for utforming og godkjenning av prosjektbeskrivelse og Studentenes læring.

Bakgrunnen for samarbeidet er at Avinor ser verdien av å bistå Studentene med data og eventuell annen informasjon knyttet til fly-, bane- og værdata med tanke på å kunne nyttiggjøre seg av de hypoteser/funn/resultater/konklusjoner Studentene kommer frem til i masteroppgaven.

2. Partenes plikter

Bedriftens kontaktperson er: Stig Jone Nevland

Formålet med oppgaven er studentarbeid. Oppgaven utføres som ledd i studiet, og Studentene skal ikke motta lønn eller lignende godtgjørelse fra Bedriften.

Bedriften skal ikke dekke utgifter knyttet til utførelse av oppgaven.

Bedriften vil tilgjengeliggjøre for Studentene data som befinner seg i Bedriftens database knyttet til fly-, bane- og værdata (IRIS – Integrert rullebane informasjonssystem) til formålet som følger av denne avtalen. Dataene anonymiseres og gjøres tilgjengelig for Studentene av Alex Klein-Paste, professor ved NTNU, eller annen person Bedriften utpeker.

Alle data som benyttes i oppgaven skal være anonymisert slik at ikke fly- eller banedata kan spores tilbake til opprinnelsessted og/eller tid for flygning og/eller rapportering. Dersom dataene ikke er anonymisert når Studentene mottar dataene, plikter Studentene å anonymisere

dataene før disse benyttes i oppgaven. Alle data som er tilgjengeliggjort og som ikke brukes i oppgaven skal slettes eller leveres tilbake til Bedriften senest ved innlevering av oppgaven til Utdanningsinstitusjonen eller senest en uke etter at arbeidet med masteroppgaven stanses midlertidig eller avsluttes.

Dersom Studentene oppdager feil i data, plikter de å underrette Bedriften, ved Alex Klein-Paste, om dette. Bedriften kan ikke garantere for at datagrunnlaget til enhver tid er riktig og påtar seg ikke ansvar for resultater som skyldes feil i datagrunnlaget. Bedriften har ikke ansvar for nøyaktighet, pålitelighet eller fullstendighet for informasjon og data som er tilgjengeliggjort for Studentene. Bedriften har ikke ansvar for eventuelle følgeskader som skyldes bruk av informasjonen eller data som gjøres tilgjengelig for Studentene.

3. Partenes rettigheter

a) Studentene

Studentene har opphavsrett til oppgaven. Alle immaterielle rettigheter til resultater av oppgaven skapt av Studentene alene gjennom oppgavearbeidet, eies av Studentene med de reservasjoner som følger av punktene b) og c) nedenfor.

Studentene har rett til å inngå egen avtale med Utdanningsinstitusjonen om publisering av sin oppgave i Utdanningsinstitusjonens oppgavearkiv på internett. Studentene har også rett til å publisere oppgaven eller deler av den i andre sammenhenger dersom det ikke i denne avtalen er avtalt begrensninger i adgangen til å publisere, jf. punkt 4.

Studentene plikter å sende to eksemplarer av oppgaven til Bedriften så snart den er innlevert, eventuelt i elektronisk versjon om oppgaven ikke trykkes. Eventuelt underlagsmateriale som er vesentlig for utnyttelse av hypotesene/funnene/resultatene/konklusjonene i oppgaven skal også sendes Bedriften.

b) Bedriften

Der oppgaven bygger på, eller videreutvikler materiale og/eller data og/eller metoder («Prosjektbakgrunn») som eies av Bedriften, eies Prosjektbakgrunnen fortsatt av Bedriften etter oppgavens ferdigstilling. Eventuell utnyttelse eller videreutvikling av oppgaven, som inkluderer Prosjektbakgrunnen, forutsetter at det inngås egen avtale om dette mellom Studentene og Bedriften.

Bedriften skal ha full rett til å benytte resultatene av oppgaven i egen virksomhet dersom utnyttelsen faller innenfor bedriftens virksomhetsområde. Dette skal fortolkes i samsvar med begrepets innhold i Arbeidstakeroppløsningsloven § 4. Retten er ikke-eksklusiv. Bruk av resultatet av oppgaven utenfor Bedriftens virksomhetsområde, jf. avsnittet ovenfor, forutsetter at det inngås egen avtale mellom studenten og bedriften. Avtale mellom Bedriften og Studentene om rettigheter til oppgaveresultater som er skapt av Studentene, skal inngås skriftlig. Dersom verdien av bruken av resultatene av oppgaven er betydelig, dvs overstiger NOK 100.000, er Studentene berettiget til et rimelig vederlag. Arbeidstakeroppløsningsloven § 7 gis anvendelse på vederlagsberegningen. Denne vederlagsretten gjelder også for ikke-patenterbare resultater. Fristbestemmelsene i § 7 gis tilsvarende anvendelse.

c) Utdanningsinstitusjonen

De innleverte eksemplarer/filer av oppgaven med vedlegg, som er nødvendig for sensur og

arkivering ved Utdanningsinstitusjonen, tilhører Utdanningsinstitusjonen.

Utdanningsinstitusjonen får en vederlagsfri bruksrett til resultatene av oppgaven, inkludert vedlegg til denne, og kan benytte dette til undervisnings- og forskningsformål med de eventuelle begrensninger som fremgår i punkt 4.

4. Utsatt offentliggjøring

Hovedregelen er at studentoppgaver skal være offentlige.

I særlige tilfeller kan partene bli enig om at hele eller deler av oppgaven skal være undergitt utsatt offentliggjøring i maksimalt 3 år, dvs. ikke tilgjengelig for andre enn Studentene og Bedriften i denne perioden.

Oppgaven skal være undergitt utsatt offentliggjøring i: N/A

Behovet for utsatt offentliggjøring er begrunnet ut fra følgende: N/A

De delene av oppgaven som ikke er undergitt utsatt offentliggjøring, kan publiseres i Utdanningsinstitusjonens arkiv, jf. punkt 3 a), andre avsnitt.

Selv om oppgaven er undergitt utsatt offentliggjøring, vil Bedriften legge til rette for at Studentene kan benytte hele eller deler av oppgaven i forbindelse med jobbsøknader samt videreføring i et eventuelt doktorgradsarbeid.

5. Generelt

Denne avtalen skal ha gyldighet foran andre avtaler som er eller blir opprettet mellom to eller flere av partene som er nevnt ovenfor.

Studentene må underskrive en taushetserklæring som vedlegges denne avtalen.

Eventuell uenighet som følge av denne avtalen skal søkes løst ved forhandlinger. Hvis dette ikke fører frem, er partene enige om at tvisten avgjøres ved ordinære domstoler i henhold til norsk lov. Oslo tingrett er rett verneeting.

Denne avtale er underskrevet i 6 – seks - eksemplarer hvor partene skal ha hvert sitt eksemplar.

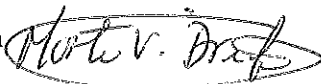
Gardermoen, 06.10.2015

John Arne Lande



Gardermoen, 06.10.2015

Morten Vilhelm Drefvelin



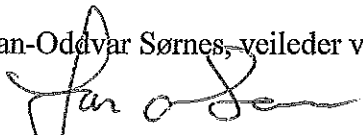
Gardermoen, 06.10.2015

Ola-Kenneth Kobberrød



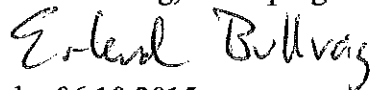
Bodø, 06.10.2015

Jan-Oddvar Sørnes, veileder ved Utdanningsinstitusjonen



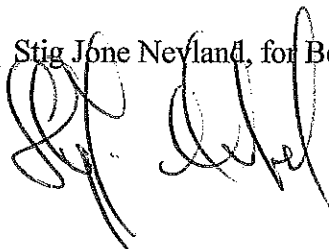
Bodø, 06.10.2015

Erlend Bullvåg, Studieprogramansvarlig, Utdanningsinstitusjonen



Oslo, 06.10.2015

Stig Jøne Neyland, for Bedriften



Taushetserklæring

for ansatte/innleide/konsulenter/studenter i Avinor

Jeg forstår

- at jeg under utførelsen av mitt arbeid eller oppdrag for Avinor vil kunne få kjennskap til forhold, opplysninger og informasjon som ikke uvedkommende skal få kjennskap til.

Jeg forplikter meg til

- å bevare full og absolutt taushet overfor uvedkommende om forhold, opplysninger og informasjon jeg får kjennskap til ved mitt arbeide for Avinor. Dette omfatter både kunnskap om interne anliggender i Avinor og kunnskap om Avinors kunder, forretningsforbindelser og samarbeidspartnere. Taushetsplikten gjelder ikke forhold som er allment kjent. Videre gjelder taushetsplikten ikke overfor andre ansatte i Avinor som har tjenstlig behov for opplysningene for å kunne utføre sine oppgaver. Taushetsplikten gjelder ikke dersom opplysningsplikt følger av lovbestemmelse eller myndighetsvedtak.
- å behandle alt materiale som jeg får tilgang til ved mitt arbeide for Avinor på en slik måte at materialet eller innholdet i materialet ikke blir tilgjengelig for uvedkommende. Dette omfatter både fysiske dokumenter og alle typer elektronisk lagrede dokumenter inklusiv bilde og lyd.
- å ikke bruke eller utnytte opplysninger som er omfattet av taushetsplikten i egen virksomhet eller i tjeneste eller arbeid hos andre.

Jeg er klar over

- at brudd på taushetsplikten kan få konsekvenser for mitt ansettelses/avtaleforhold med Avinor. Brudd på taushetsplikten kan utgjøre grunn til oppsigelse av ansettelses-/avtaleforhold, og i alvorlige tilfeller avskjeds- eller hevingsgrunn.
- at brudd på taushetsplikten kan medføre erstatningskrav fra Avinor eller andre skadelidte dersom Avinor eller andre lider et økonomisk tap som følge av min opptreden.
- at taushetsplikten også gjelder etter at jeg har avsluttet mitt oppdrag eller samarbeid med Avinor. Taushetsplikten er ikke tidsbegrenset.

GARDERMØEN

(sted)

6 / 10 20 15

(dato)

Underskrift: _____



Navn (med BLOKKBOKSTAVER): _____

JOHN ARNE LANDE

Taushetserklæring

for ansatte/innleide/konsulenter/studenter i Avinor

Jeg forstår

- at jeg under utførelsen av mitt arbeid eller oppdrag for Avinor vil kunne få kjennskap til forhold, opplysninger og informasjon som ikke uvedkommende skal få kjennskap til.

Jeg forplikter meg til

- å bevare full og absolutt taushet overfor uvedkommende om forhold, opplysninger og informasjon jeg får kjennskap til ved mitt arbeide for Avinor. Dette omfatter både kunnskap om interne anliggender i Avinor og kunnskap om Avinors kunder, forretningsforbindelser og samarbeidspartnere. Taushetsplikten gjelder ikke forhold som er allment kjent. Videre gjelder taushetsplikten ikke overfor andre ansatte i Avinor som har tjenstlig behov for opplysningene for å kunne utføre sine oppgaver. Taushetsplikten gjelder ikke dersom opplysningsplikt følger av lovbestemmelse eller myndighetsvedtak.
- å behandle alt materiale som jeg får tilgang til ved mitt arbeide for Avinor på en slik måte at materialet eller innholdet i materialet ikke blir tilgjengelig for uvedkommende. Dette omfatter både fysiske dokumenter og alle typer elektronisk lagrede dokumenter inklusiv bilde og lyd.
- å ikke bruke eller utnytte opplysninger som er omfattet av taushetsplikten i egen virksomhet eller i tjeneste eller arbeid hos andre.

Jeg er klar over

- at brudd på taushetsplikten kan få konsekvenser for mitt ansettelses/avtaleforhold med Avinor. Brudd på taushetsplikten kan utgjøre grunn til oppsigelse av ansettelses-/avtaleforhold, og i alvorlige tilfeller avskjeds- eller hevingstrussel.
- at brudd på taushetsplikten kan medføre erstatningskrav fra Avinor eller andre skadelidte dersom Avinor eller andre lider et økonomisk tap som følge av min opptreden.
- at taushetsplikten også gjelder etter at jeg har avsluttet mitt oppdrag eller samarbeid med Avinor. Taushetsplikten er ikke tidsbegrenset.

GARDERMOEN
(sted)

06.10.2015
(dato)

Underskrift:



Navn (med BLOKKBOKSTAVER): OLA-KENNETH KOBBERRØD

Taushetserklæring

for ansatte/innleide/konsulenter/studenter i Avinor

Jeg forstår

- at jeg under utførelsen av mitt arbeid eller oppdrag for Avinor vil kunne få kjennskap til forhold, opplysninger og informasjon som ikke uvedkommende skal få kjennskap til.

Jeg forplikter meg til

- å bevare full og absolutt taushet overfor uvedkommende om forhold, opplysninger og informasjon jeg får kjennskap til ved mitt arbeide for Avinor. Dette omfatter både kunnskap om interne anliggender i Avinor og kunnskap om Avinors kunder, forretningsforbindelser og samarbeidspartnere. Taushetsplikten gjelder ikke forhold som er allment kjent. Videre gjelder taushetsplikten ikke overfor andre ansatte i Avinor som har tjenstlig behov for opplysningene for å kunne utføre sine oppgaver. Taushetsplikten gjelder ikke dersom opplysningsplikt følger av lovbestemmelse eller myndighetsvedtak.
- å behandle alt materiale som jeg får tilgang til ved mitt arbeide for Avinor på en slik måte at materialet eller innholdet i materialet ikke blir tilgjengelig for uvedkommende. Dette omfatter både fysiske dokumenter og alle typer elektronisk lagrede dokumenter inklusiv bilde og lyd.
- å ikke bruke eller utnytte opplysninger som er omfattet av taushetsplikten i egen virksomhet eller i tjeneste eller arbeid hos andre.

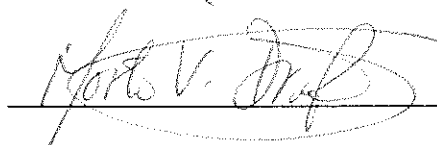
Jeg er klar over

- at brudd på taushetsplikten kan få konsekvenser for mitt ansettelses/avtaleforhold med Avinor. Brudd på taushetsplikten kan utgjøre grunn til oppsigelse av ansettelses-/avtaleforhold, og i alvorlige tilfeller avskjeds- eller hevingsgrunn.
- at brudd på taushetsplikten kan medføre erstatningskrav fra Avinor eller andre skadelidte dersom Avinor eller andre lider et økonomisk tap som følge av min opptreden.
- at taushetsplikten også gjelder etter at jeg har avsluttet mitt oppdrag eller samarbeid med Avinor. Taushetsplikten er ikke tidsbegrenset.

Gardermoen
(sted)

6 / 10 2015
(dato)

Underskrift:



Navn (med BLOKKBOKSTAVER):

MORTEN VILHELM DREFVELIN

Notat

Til: John Arne Lande

Kopi til: Stig Jone Nevland

Fra: Alex Klein-Paste

Signatur:

A Klein Paste

Ikke-friksjonsbegrensete landinger på rullebaner behandlet med Fastsand

I forbindelse med masteroppgaven på fastsand ble det utført et søk i IRIS landingsdatabasen for å finne hvor mange ikke-friksjonsbegrensete landinger har forekommet på rullebaner som er behandlet med Fastsand.

Database: IRIS landingsdatabase

År: 2008/2009 – 2012-2013

Total antall landinger med korrekt SNOWTAM data: 140 245

Total antall rullebaneseksjoner = 3 x 140 245 = 420 735

Brukt Søkekriteria:

Kun Ikke-friksjonsbegrensete landing (for hver rullebaneseksjon) OG

>25 % dekningsgrad OG

Fastsand rapportert

Resultat:

Antall rullebaneseksjoner funnet: 1554

Postadresse
7491 Trondheim

Org.nr. 974 767 880
E-post:
bat-info@ivt.ntnu.no
<http://www.ivt.ntnu.no/bat/>

Besøksadresse
Høgskoleringen 7a
Gløshaugen

Telefon
+ 47 73 59 46 40

Telefaks
+ 47 73 59 70 21

Tlf: + 47

Description of the IRIS landing database

The IRIS project have collected data during the period winter 2008/2009 to 2012/2013. This provided a large database where all landings from SAS and Norwegian were analyzed and coupled to the SNOWTAM data and prevailing weather data. The project started at 2 airports in Norway (Oslo Airport and Tromsø Airport) but as the project evolved more airports were added. The purpose of this note is to provide some general statistics on the dataset to visualize the situation in Norway.

The winter seasons were defined from the 1st of November until 30th of april. Hence the dataset contains only landings occurring during the winter seasons. An overview of the size of the dataset is provided in Table 1. A total of 5097 landings (4.3 %) were Friction Limited (denoted FL-landing). However, some FL- landings did cover multiple runway sections. So the total number of RWY sections where a FL-landing occurred is higher (6418).

The methodology to determine the airplane braking coefficient on FL landings is described in detail earlier (Klein-Paste et al., 2012). In essence, the airplane braking coefficient is determined when the aircrafts anti-skid system becomes activated for at least 3 successive seconds. It acts by reducing the input brake pressure to prevent a full locked tire. For some landing this FL period is much longer than 3 seconds (up to 30-40 seconds) and the input brake pressure is greatly reduced (more than 1000 psi) on both main wheels. Such landings provide the highest confidence in the methodology to determine the airplane braking coefficient. For other landings the pressure reduction acts mainly on one wheel. These landings are described as "medium confidence" landings. The landings where the pressure reduction is modest, but still is above the set threshold are denoted "low confidence" FL landings. This classification is mainly of interest when each individual landing is investigated. Our subjective experiences from the analysis are that also low confidence landings provide consistent results in all the analysis as long as at least 20 FL-landings are represented in the population.

Table 1: Size of the IRIS landing database

Winter	08/09	09/10	10/11	11/12	12/13	All seasons
Number of Airports	2	2	9	13	15	15
Total number of landings	10701	14382	28198	39302	47662	140245
Number of landings without errors	10008	12898	27537	36699	30707	117849
Number of FL-landings	456	476	1321	1590	1254	5097
High confidence	138	159	379	503	374	1553
Medium confidence	40	41	84	148	94	407
Low confidence	278	276	858	939	786	3137
Total number of landed RWY sections (3 sections per landings)	30024	38694	82611	110097	92121	353547
Number of FL landings on RWY sections	522	581	1675	1985	1655	6418
High confidence	132	163	391	544	416	1646
Medium confidence	44	45	102	186	121	498
Low confidence	346	373	1182	1255	1118	4274

Figure 1 shows the distribution of landings on dry, wet and contaminated runways in Norway. 27.6 % of all landings during the winter occurred on contaminated runways (coverage >25%).

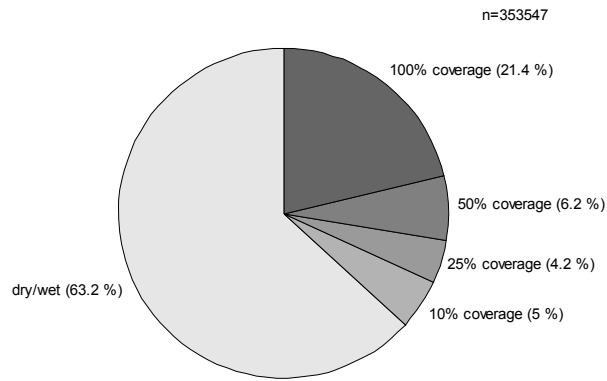


Figure 1: Distribution of landings on dry, wet and contaminated runways, all seasons.

The share of Friction Limited landings to the total population of landings is illustrated in Figure 2.

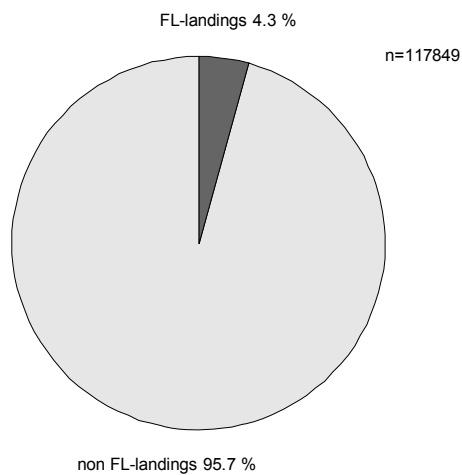


Figure 2: The share of Friction Limited landings to the total population of landings, all seasons

How often a landing occurred on a certain type of winter contamination is illustrated in Figure 3.

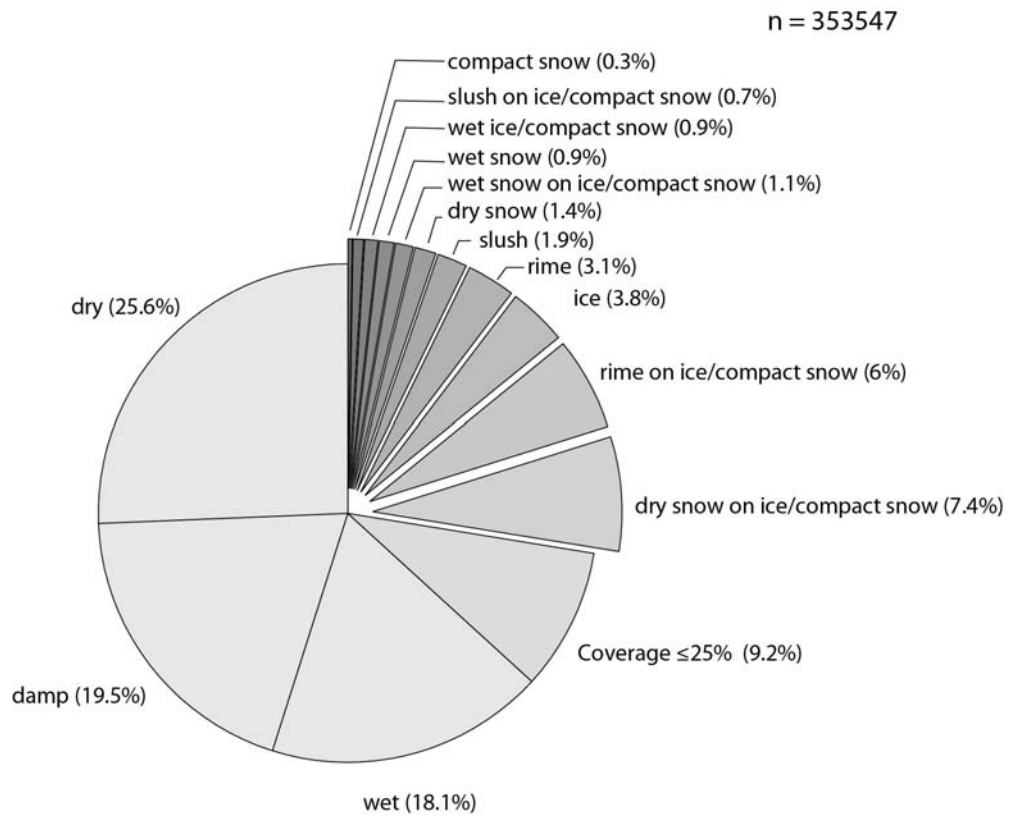


Figure 3 The distribution of landings on the different types of contamination

The probability that the aircraft's anti-skid system becomes activated depends on how hard the aircraft brakes and how slippery the conditions are. The magnitude of the braking is affected by the available runway distance (shorter runways usually imply more wheel braking) and the layout of the taxiways (Pilots tend to try to reduce the runway occupancy time and may therefore brake harder to be able to reach an earlier taxiway and reduce the total taxiing time to the apron). But regardless these other factors, the slipperiness of the surface conditions does have an effect on the probability of a landing becoming friction limited. This probability p is calculated by

$$p = \frac{n_{FL}^c}{n^c} \cdot 100\% \tag{1.1}$$

Where n_{FL}^c is the number of FL-landings on a certain surface condition c , and n^c are the total number of landings on that surface condition. The results are illustrated in Figure 4. The probability is highest for wet snow on ice (16 %), wet snow (11.7 %) and slush on ice/compact snow (7.6 %). A Dry runway has the lowest probability (0.09 %).

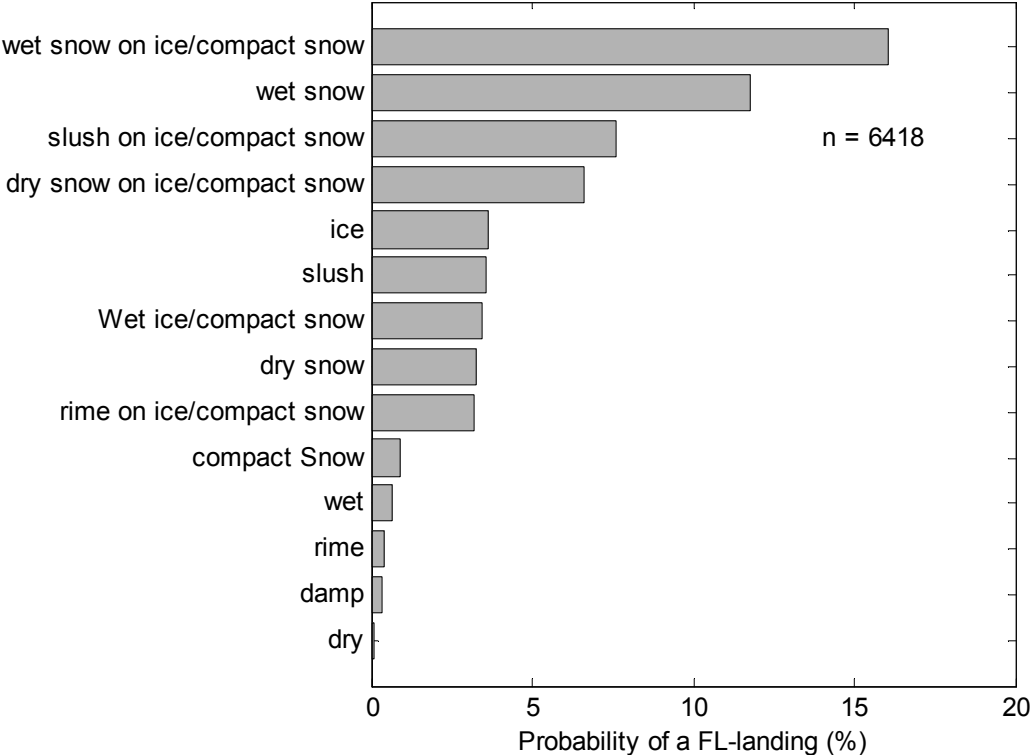


Figure 4: Probability of a landing becoming friction limited

References

Klein-Paste, A., Huseby, A. B., Anderson, J. D., Giesman, P., Bugge, H. J. and Langedahl, T. B. (2012) 'Braking performance of commercial airplanes during operation on winter contaminated runways', *Cold Regions Science and Technology*, 79–80, pp. 29-37.

Epost til Lufthavnsjef

Jeg tar kontakt med deg da jeg er involvert i et prosjekt angående bruk av fastsand på norske rullebaner, og håper du kan hjelpe oss litt.

Vi er 3 studenter ved MBA studiet i Luftfartsledelse ved NORD Universitet i Bodø som skal skrive en avhandling om bruk av fastsand på norske rullebaner. Vi er alle kapteiner i Norwegian i tillegg til at jeg har spesiell interesse gjennom min andre stilling i Norwegian. Vår oppgave går ut på å analysere IRIS-data hvor fastsand er brukt på rullebanen. I databasen til IRIS ligger det data fra flyets Flight Data Recorder (FDR) som sier noe om flyets evne til å retardere på forurensende rullebaner. Vi ønsker å bruke disse dataene til å analysere hvordan fastsand påvirker flyets reelle retardasjonsevne. Dette gjøres i samarbeid med både Avinor og NTNU (Alex Klein-Paste). Vi har fått tilgang til IRIS databasen (Stig Jone Nevland er vår kontakt person i Avinor). Dog ser vi et behov for å prate med brøyteledere som har erfaring med å legge fastsand. Dette for å underbygge analysen av IRIS-dataene.

Det må nevnes at dette prosjektet kom opp som følge av Luftfartstilsynets og Avinors arbeid med ICAOs forslag til revisjon av det globale SNOWTAM formatet.

Derfor håper vi du kan avse en person som har tilstrekkelig erfaring til å svare på en del spørsmål. Vedlagt følger spørsmål som vil styre samtalen (men ikke begrense den), dvs det gir en indikasjon på hva vi er ute etter.

Vi håper du har en person som kan avse noen minutter til oss pr telefon, helst i løpet av uke 3.

Best Regards,

John Lande

Captain - Manager Performance

Intervjuguide

1. Hvilken type fastsand spredde?
2. Finnes det en prosedyre for bruk?
3. Hvem har utarbeidet den?
4. Når brukes den?
5. Hvilken type sand brukes det (type/størrelse)?
6. Har operatøren mulighet til å justere vann/damp og sandmengde?
7. I så fall, etter hvilke retningslinjer?
8. Hvor bredt spres sanden?
9. Hvilken hastighet kjøres det med?
10. Finnes det værphenomen som gjør at fastsand spredde ikke blir brukt?
11. Når bedømmer man at man får størst effekt?
12. Hvordan måles denne effekten?
13. Hvor lang tid bruker man på en rullebane?
14. Rapporteres det alltid at fastsand er brukt?
15. Kan en rapport som sier «sanded old application» bety at det i realiteten er brukt fastsand?
16. På hvilke underlag anbefaler dere at man bruker fastsand?
17. Hvilket temperatur regime?
18. På hvilken såle (ice, comp snow, wet etc.)?
19. Er det problemer med FOD?
20. Når det løsner, er det i flak eller i løse sandkorn?
21. Har dere generelt lokale begrensinger på metoden?
22. Er dere generelt fornøyd med utstyret/metoden?