



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



FJELLFLYGING

Brief for BFK
19.feb.07

IRREGULAR PROFILES ARE



HAZARDOUS
HAZARDOUS



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Agenda

- Generelt
- Meteorologi
- Vind og terreng analyse
- Fjellflyging generelt
- Fjellflygings teknikker





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Introduksjon til Fjellflyging

- Hva er viktig:
 - Forstå været og hvilke faktorer som påvirker vær og vind
 - Vite hvilke tegn man skal se etter
 - Kunne gjøre en vind og terreng analyse
 - Kjenne sine egne og maskinens begrensninger
 - Performance planning: DA





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi

- Viktig å forstå hva som forårsaker været og vinden.

-Kunne tolke metar/taf og kjenne lokale værphenomen

-Bardufoss området:

- Nordvest
- Østavind
- Værskille

- Hva slags værtype gir dette?





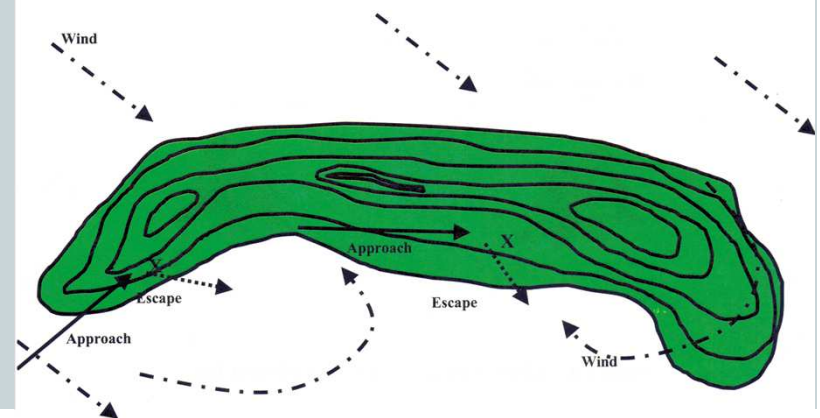
Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Wind & Terrain Analysis

- Vinden flyter over og rundt hinder i et fast og forutsigbart mønster
- Bygger på forskning og eksperimenter
- Luftstrømmer oppfører seg som vann rundt steiner i elven
- Ved bruk av denne metoden blir det enklere å "se" vinden/turbulensen





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Hovedprinsippet er at TEMPERATUR er grunnen til all bevegelse av luftmasser lokalt eller innenfor et system:

- Forskjellig temperatur sørger for forskjellig trykk
- Gir dermed lokale høy og lavtrykk, termikk og downdraft, solgangsbris etc

-Tre typer vind:

- Høydevind (Prevailing winds)
- Lokal vind (Convective winds)
- Bakkevinder (Surface winds)

THE cREST IS WHERE
RISING AIR STARTS BACK





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

- Høydevinder:
 - Hovedsaklig vestlig på nordlig halvkule
 - Over 2000' til 3000' → parallelle med isobarene
 - Under 2000', bakke-friksjon som gjør at vinden går mot lavere trykk
 - Tettere isobarer gir sterkere vind

- Gir vinder som kan tolkes gjennom Wind Zone Model

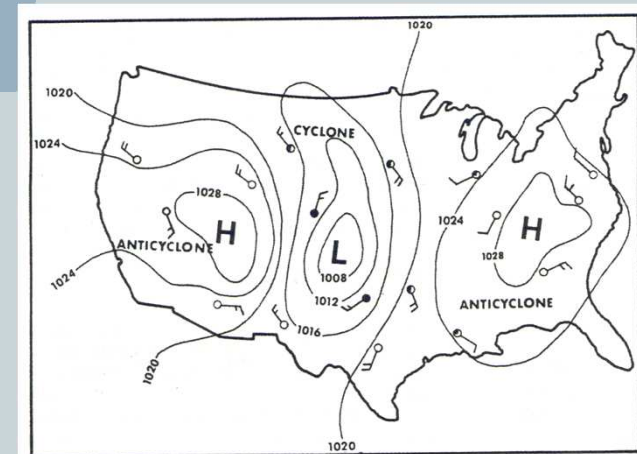


Figure 2-1 Prevailing Winds





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Lokal vind (Convective winds):

- Varme sommerdager
- Høytrykk
- Resultat av konveksjoner
 - Oppvarming
 - Nedkjøling
- Laminær
- Sterkest nær bakken
- Opp til ca 200' AGL
- Venturieffekter:
 - Smalt strekk
 - Svinger i dalen
- Gir ikke vinder som kan tolkes i Wind Zone Model

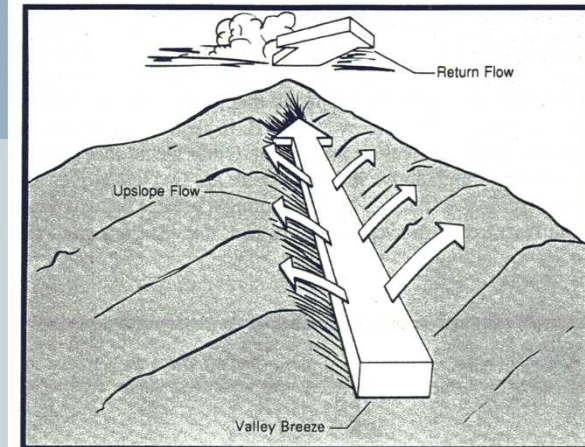


Figure 2-2 Convective (Valley) Winds

POINTS WHERE DRAINAGES MEET
ARE LIKELY **THERMAL** SOURCES





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Bakkevinder:

- Resultat av de to foregående blandet med friksjon og terreng
- Som regel mer vind i høyt terreng
- Kan skifte ekstremt fort

AIRFLOW REFLECTS A HILL'S





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Turbulens:

- Termisk
- Frontal
- Wind shear
- MEKANISK

- Hovedsakelig i fjellet

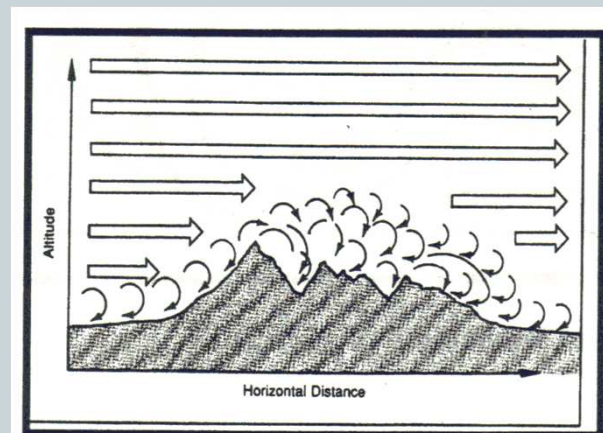


Figure 2-4 Mechanical Turbulence





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Mekanisk turbulens:

- Resultat av luftmasser som kolliderer med terreng, vegetasjon eller bygning
- Sammenlignes med hvordan vann renner rundt steiner i elven, minste motstands vei
- Luften beveger seg relativt hurtig rundt hinderet for å fylle lavtrykket på lesiden
- Forutsigbart mtp soner, intensitet og grenser
- Styrke på turbulensen avgjøres av vindstyrken, luftmassenes stabilitet og vinkel vinden treffer med
- Kommer tilbake til hvor

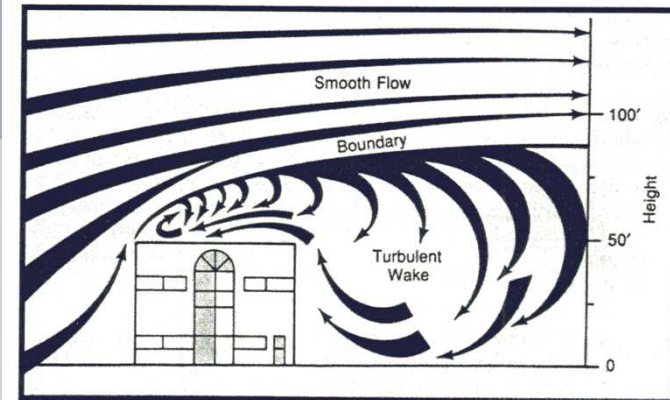


Figure 2-6 Mechanical Turbulence

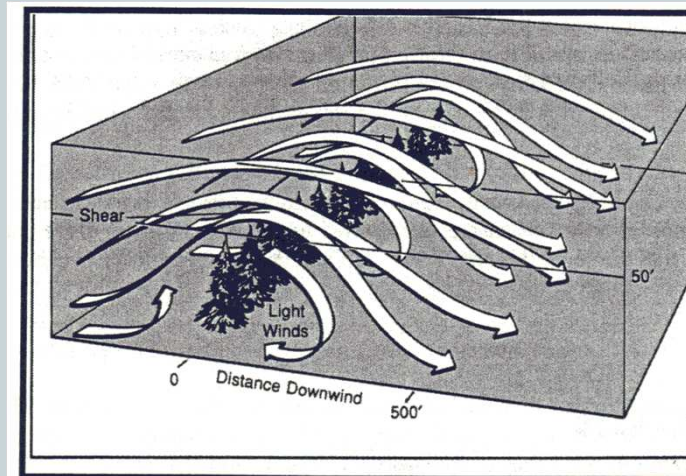


Figure 2-5 Mechanical Turbulence





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Luftmassenes stabilitet:

- Stabilitet er luftmassenes motstand mot vertikal bevegelse og styres av temperaturgradienten.
- Standard 2 grader pr 1000'

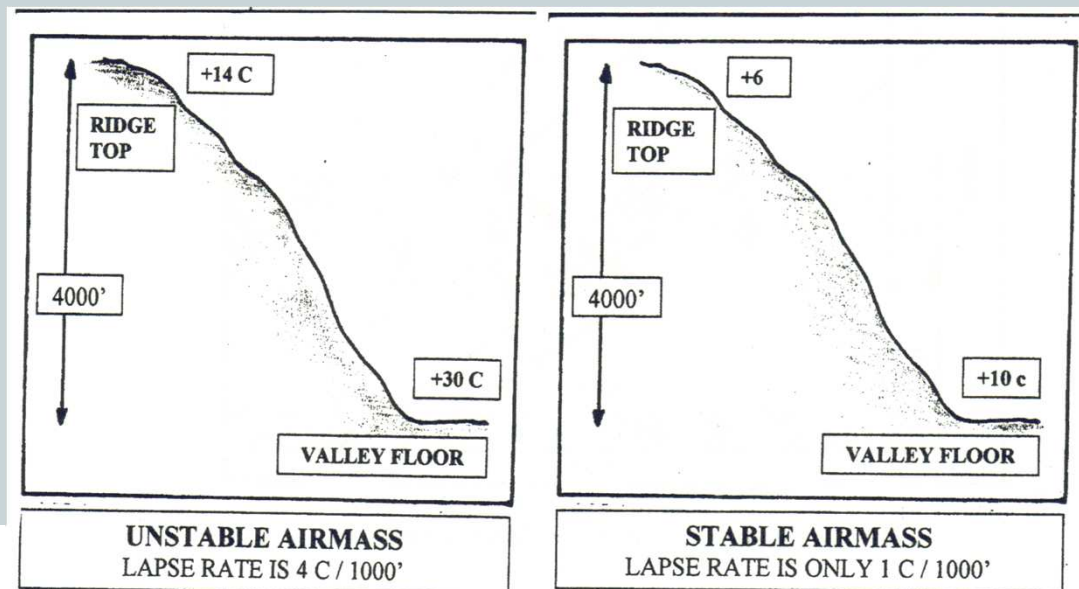


Figure 2-7 Stability of Air Mass





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Meteorologi forts.

-Hvor det stabile luftlaget er, spiller en rolle for hvor mye mekanisk turbulens som skyldes høydevinder.

- Lavt stabilt lag:
 - Nærme bakken
 - Akselererer vinden (venturi)
- Høyt stabilt lag:
 - Kan få fjellbølger
 - Lenticular skyer

STABILITY CRITERIA		
Dry	Saturated	Stability
LR>DALR	LR>MALR	unstable
LR=DALR	LR=MALR	neutral
LR<DALR	LR<MALR	stable

Figure 2-7a Stability Criteria

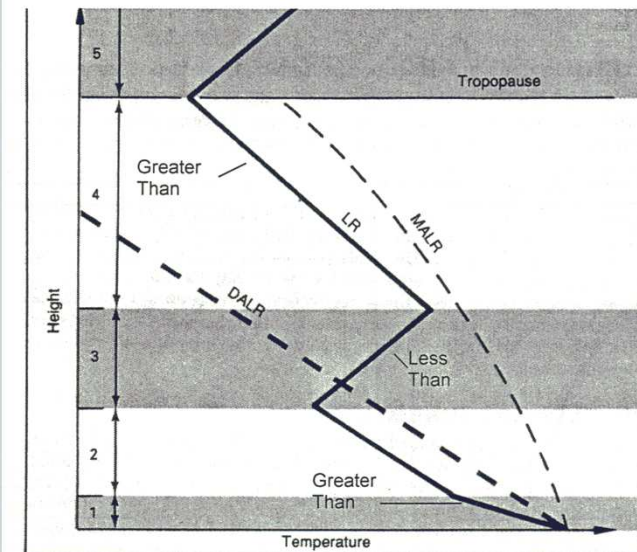


Figure 2-8 Lapse Rate and Stability Comparison



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Litt mer meteorologi

-Tegn som kan si oss at det er mye vind i høyden:

- Fjellbølger m/tilhørende skyer
- **Rotorskyer**
- Capclouds
- Snøføyk av fjellet

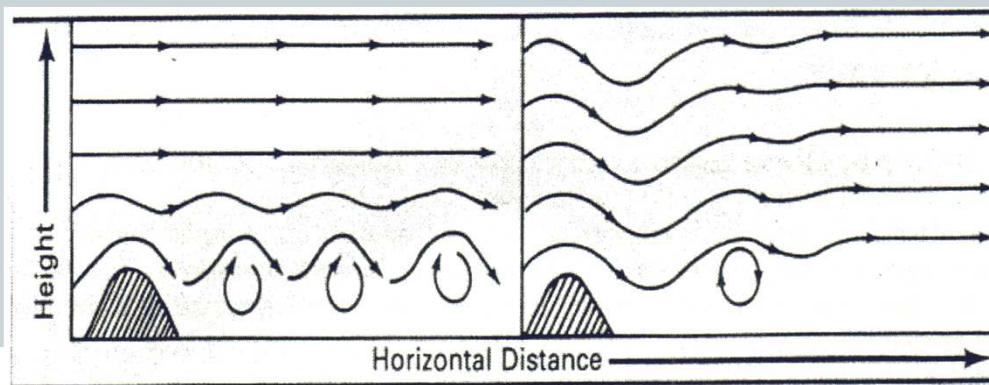


Figure 2-13 Trapped Lee Wave (Left)/ Vertically Propagating Wave (Right)

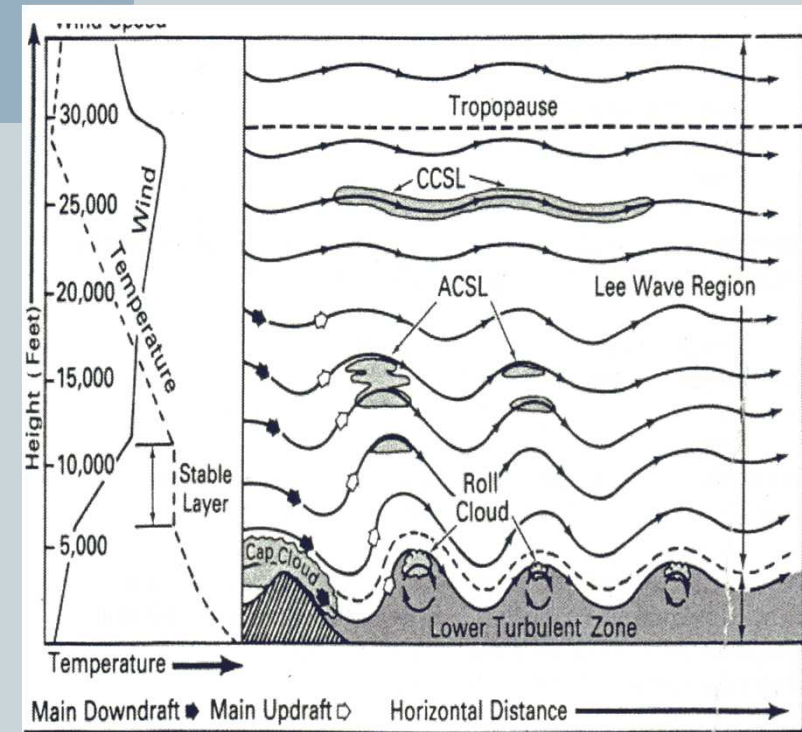


Figure 2-14 Lee Wave System and Associated Cloud Positions



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Wind & Terrain Analysis

-Wind Zone Model:

- Updraft
- Downdraft
- Turbulent
- Dispersal
- Stable

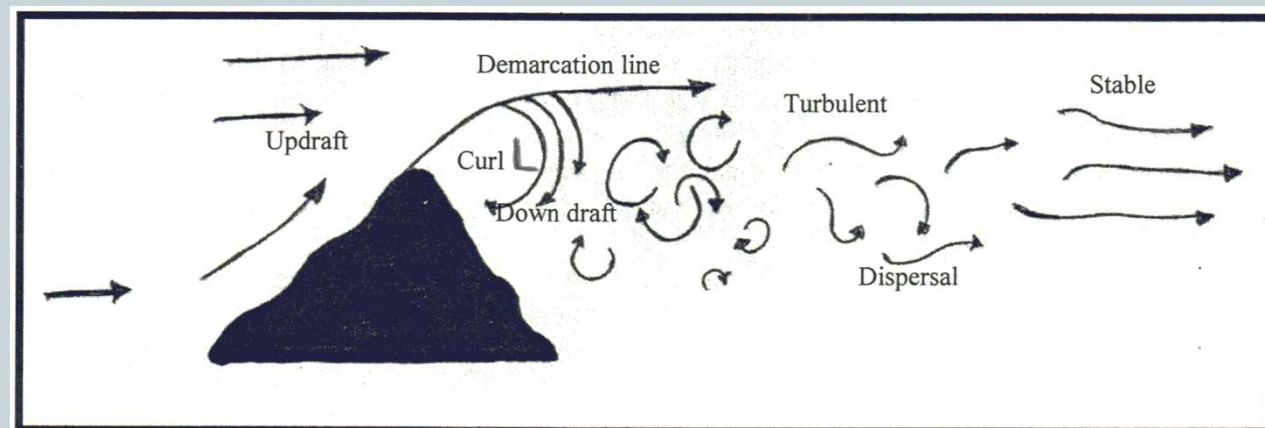


Figure 2-9 Wind Zones

- Curl
- Demarcation line:

- Vinkel og høyde avhenger av:
vindstyrke, vinkel på fjellet og
vinkelen vinden treffer fjellet med





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Wind & Terrain Analysis

-Lavtrykket på baksiden av demarcation line er "motoren" i systemet.

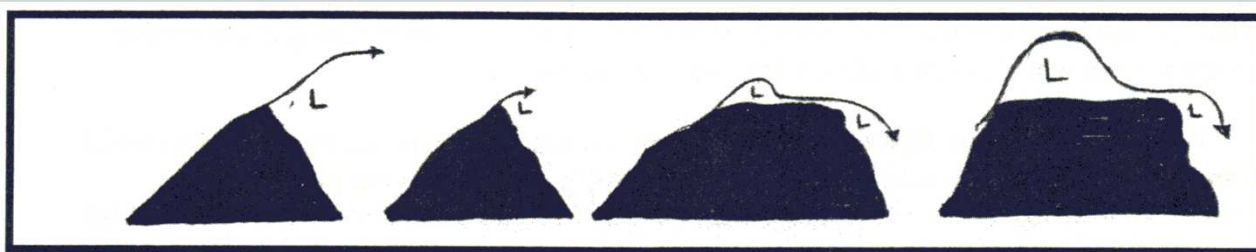


Figure 2-10 Demarcation Lines and Resultant Low-Pressure Areas

- Skaper roterende vinder på lesiden av fjellet
 - Kan strekke seg flere nautiske mil





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Wind & Terrain Analysis

- Ved flere fjell på lesiden kan enkelte soner forminskes eller bli borte

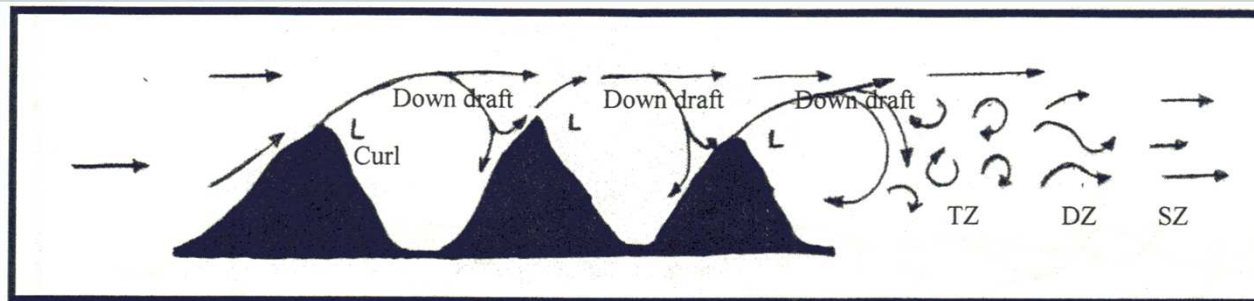


Figure 2-11 Abbreviated Wind Zones and Strike Points

-Det viktige å vite er ca hvor downdraft treffer det neste fjellet, Strike point

-Bruke kunnskapen til å velge rette posisjoner å fly i

- Kan være lavt for å unngå turbulens
- Kan være over strikepoint
- Kan være over fjellet
- Kan være tett inntil på lesiden, høyt oppe





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Wind & Terrain Analysis

- Kan bli rimelig komplisert nært bakken!!!

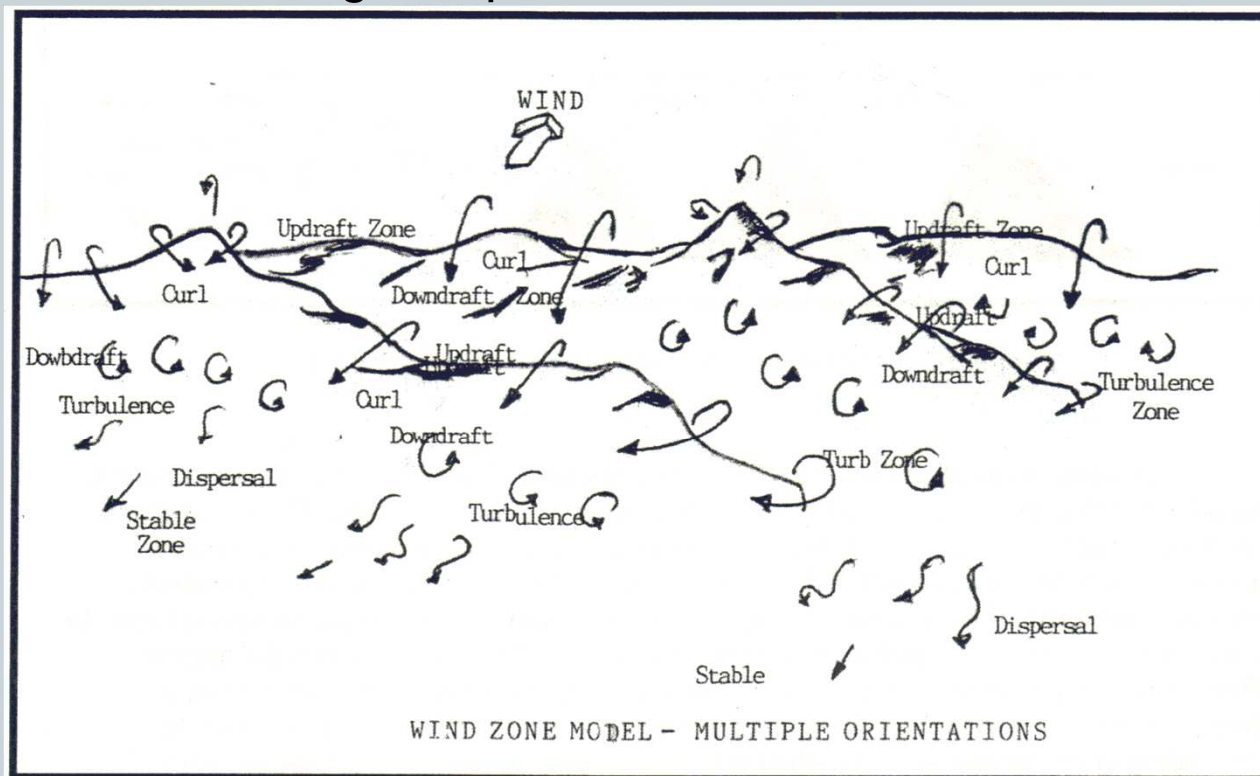


Figure 2-12 Multiple Local Wind Zones



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Wind & Terrain Analysis

-Ting å huske på:

- Fungerer kun ved bruk av høydevinder (det vi har mest av)
- Ikke med convective vinder

- Krever trening
- Better safe than sorry





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Performance planning

- Flyets performance avtar vesentlig ved økende Density Altitude.

DENSITY ALTITUDE:

AT 10,000' MSL YOU NEED
FORTY FOUR PERCENT MORE ROOM



TO COMPLETE A TURN...



- Hypoksi
- Ising
- Hyperventilasjon



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Teknikker ved fjellflyging

- Lese vinden og posisjonere seg riktig
- Performance planning
 - Lavere performance
 - Lavere V_{NE}
 - Turns, power vs AoB
- Power verification, baseline reference
- "Predict and probe", escape
- Vit om turbulence penetration speed/power setting





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Teknikker ved fjellflyging forts.

-Downdrafts:

- Gi på power
- Best rate of climb
- Fly nedover – downdraft avtar nærmere bakken
- Land i motbakke - hvis uungåelig

- ALWAYS KEEP AN ESCAPE!!!

DOWNWIND OF ANY HILL
EXPECT **TURBULENCE** AND

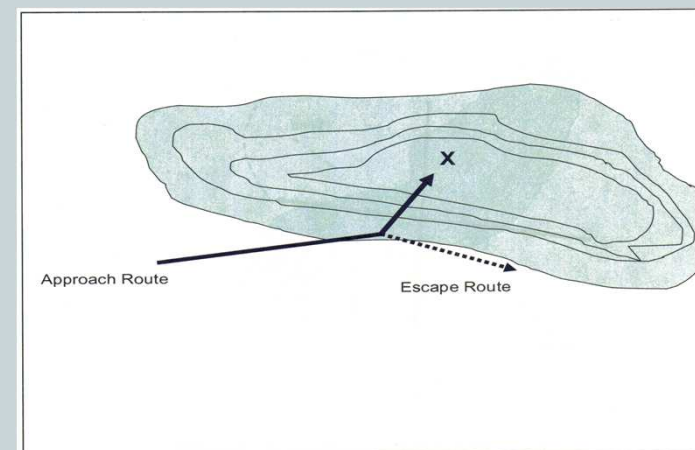


Figure 4-7 Approach to Maintain Escape Options





Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Teknikker forts.

-Kryssing av sadel:
45 grader vinkel for escape

-Motion parallax:

- Stigende terreng:
 - Saktere
 - Stiger
- Synkende terreng:
 - Fortere
 - Mister høyde

FROM DOWNWIND, APPROACH RIDGES

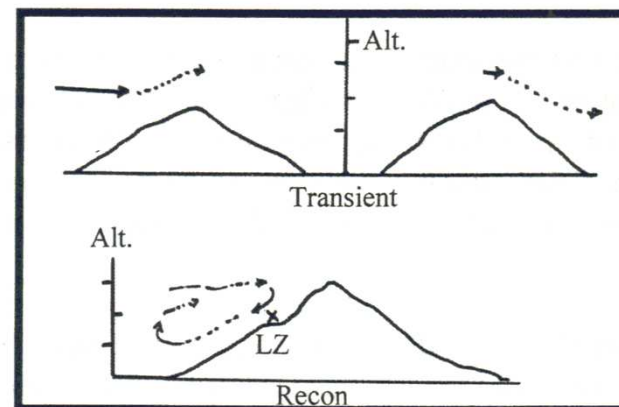
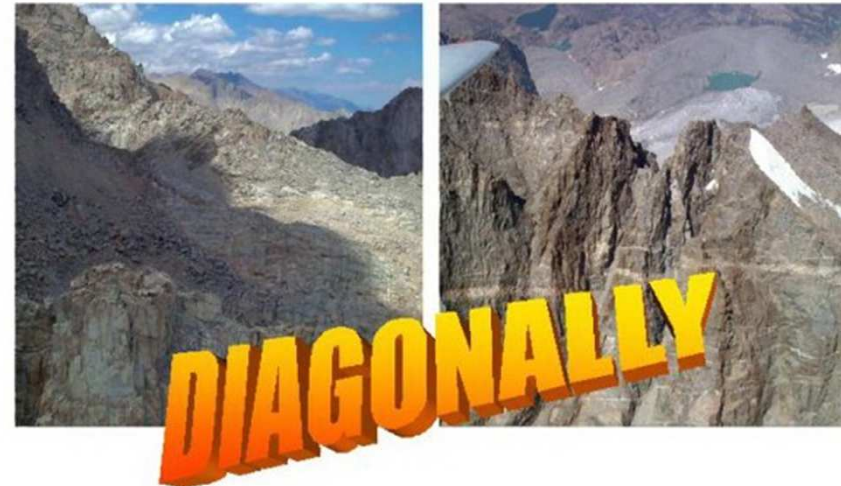


Figure 3-1 Results of Visual Misinterpretations



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Teknikker forts.

- Vi bruker teknikkene nevnt over
- Vinddriftsirkel
- GPS med ground speed
- "Predict and probe" med ESCAPE!

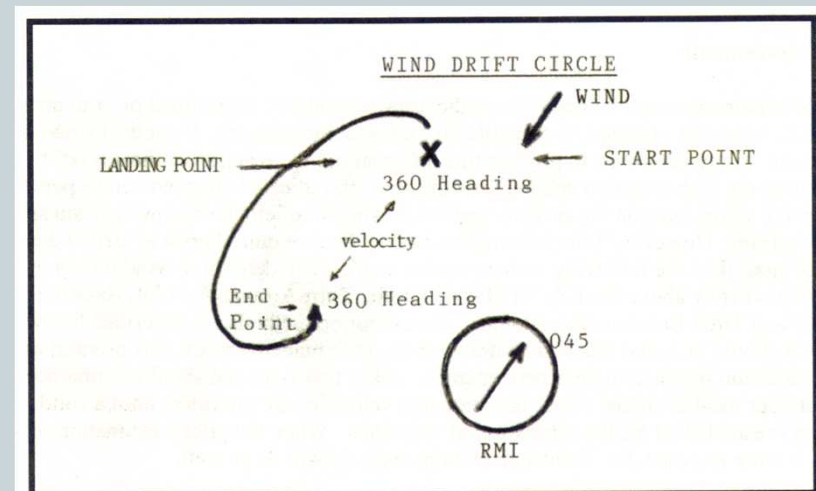


Figure 4-2 Wind Drift Circle



Luftforsvaret
Bardufoss flystasjon
139 Luftving
339 Skvadron



Avslutning

Spørsmål?

