



NORGES
LUFTSPORTFORBUND

Treningsprogram – teoripensum for sportsfly

Fag 3 MET Meteorologi

Versjon 1.1 – 01.01.2022

Godkjent av Luftfartstilsynet 31.12.2021

Innhold

3.0 Pensum og læringsmål	3
3.1 Kunnskapsnivåer	3
3.2 Pensumoversikt og læringsmål.....	3
3.2.3 Meteorologi	4

3.0 Pensum og læringsmål

3.1 Kunnskapsnivåer

[Sikkerhetssystemet (4.5)]

Teorikursets pensum framkommer av kapittel 3.2. I undervisningen vil flyskolen legge til grunn følgende kunnskaps- og kjennskapsnivåer knyttet til de ulike læringsmålene. Kunnskapsnivåene gir uttrykk for hvor inngående eleven skal beherske aktuelt lærings-stoff etter at kurset er fullført.

Kjennskap 1 (beskrive, orientere og gjengi)

Eleven skal kunne:

- a) Vise forståelse for fakta, prinsipper og prosesser
- b) Beskrive et fenomen, en prosess eller en tilstand
- c) Følge anvisninger og bestemmelser
- d) Gjengi fakta og prinsipper på en strukturert måte

Kunnskap 2 (tolke, redegjøre, angi, anvende og evaluere)

Eleven skal kunne:

- a) Anvende og sette sammen kunnskapselementer til en ny struktur
- b) Videreformidle, tolke og anvende kunnskap med andre ord eller symboler
- c) Oppklare og forklare fenomener og prosesser
- d) Bedømme og evaluere fakta og prinsipper ut fra gitte situasjoner
- e) Anvende kunnskaper med sikkerhet, nøyaktighet og god vurdering med hensyn til omstendighetene

3.2 Pensumoversikt og læringsmål

Pensum som elevene forventes å beherske framkommer under fagene som er listet opp nedenfor, og ligger til grunn for kurset. Til hvert tema innenfor de ulike fagene knytter det seg ett eller flere læringsmål, og målene er gruppert i kategoriene «kjennskap (1)» og «kunnskap (2)».

Grupperingen er basert på NLFs faglige vurdering av hva som skal til for å fly trygt og bestå teorieksamen. Kunnskaps- og kjennskapsnivåene i tabellen refererer til inndelingen som framkommer i kapittel 3.1.

3.2.3 Meteorologi

3 Meteorologi 1/11			
Tema og læringsmål		1	2
Atmosfæren			
Atmosfærens sammensetning, utstrekning og vertikale inndeling			
Gi en kortfattet beskrivelse av atmosfærens utstrekning, sammensetning og vertikale inndeling, inkludert troposfæren og tropopausen		1	
ICAO standardatmosfæren ISA			
Ha kjennskap til standardatmosfæren (ISA) med henblikk på: <ul style="list-style-type: none"> • Trykk og temperatur ved havoverflaten • Temperaturgradienten opp til tropopausen • Tropopausens høyde og temperatur • Sammensetning av den tørre luften 		1	
Lufttemperatur og stabilitet			
Vesentlige begreper (definisjoner)			
Ha kjennskap til følgende begreper (definisjoner): Adveksjon, instabilitet, kondensasjon, lapserate, ledning, stabilitet, stråling		1	
Målemetoder og enheter			
Ha kjennskap til: <ul style="list-style-type: none"> • Hvordan temperatur måles i luftfartssammenheng • Enhetene Celsius og Fahrenheit og innbyrdes forhold 		1	
Temperaturens variasjon med høyden (vertikal distribusjon)			
Redegjør for forskjellen mellom hvordan temperaturen endres med høyden i standard atmosfæren og i den aktuelle atmosfære			2
Redegjør for: <ul style="list-style-type: none"> • Vertikal temperaturgradient • Hvordan og hvorfor temperaturen endres med høyden 			2
Temperaturvariasjoner			
Ha kjennskap til temperaturens daglige og årlige variasjon med hensyn til: <ul style="list-style-type: none"> • Innstråling og utstråling • Forskjell mellom land og hav • Skymengde • Vind 		1	
Ha kjennskap til forskjellen mellom kyst- og innlandsklima		1	
Varmeoverføring og stabilitet			
Redegjør for varmetransport i atmosfæren gjennom: <ul style="list-style-type: none"> • Stråling • Ledning • Kondensasjon • Adveksjon 			2
Ha kjennskap til forskjellen mellom kortbølget stråling fra solen, og jordens langbølgede stråling		1	
Ha kjennskap til de atmosfæriske stabilitetsbetingelser og til stabil og ustabil lagdeling, og hvordan dette kan påvirke en flyvning		1	

3 Meteorologi fortsetter 2/11			
	Tema og læringsmål		1 2
	Inversjoner		
	Ha kjennskap til ulike typer av inversjoner <ul style="list-style-type: none"> • Bakkeinversjon • Frontinversjon • Subsideninversjon • Turbulensinversjon 		1
Luftrykk			
	Målemetoder		
	Ha kjennskap til hvordan måling av luftrykket foregår		1
	Ha kjennskap til begrepet isobar		1
	Luftrykkets variasjon med høyden		
	Ha kjennskap til luftrykkets variasjon med høyden		1
	Reduksjon av luftrykket til havoverflaten (MSL)		1
	Ha kjennskap til begrepene: <ul style="list-style-type: none"> • QFE • QNE (1013,25 hPa, ISA-standardatmosfære) • QNH 		1
	Ha kjennskap til forholdet mellom trykksentre ved havoverflaten og trykksentre i høyden		1
Lufttetthet			
	Forhold mellom trykk, tetthet og temperatur		
	Redegjør for forholdet mellom luftens trykk, temperatur og tetthet		2
	Redegjør for hvordan luftens tetthet og forandringer i denne påvirker flyets ytelse, spesielt med tanke på avgang og landing		2
Høydemåling			
	Terminologi og begreper		
	Redegjør for begrepene: <ul style="list-style-type: none"> • Høyde over havet («altitude») (indikert og sann) • Absolutt høyde («height») (indikert og sann) • Terreng høyde («elevation») • Trykkehøyde («pressure altitude») • Flygenivå («flight level») • Gjennomgangshøyde («transition altitude») • Gjennomgangsnivå («transition level») 		2
	Høydemålerinnstilling		
	Redegjør for sammenheng og bruk av QNH, QFE og QNE (standardinnstilling)		2
	Utregninger		
	Redegjør for trykkehøydemåling og feilkilder ved avvik i temperatur og trykk fra standardatmosfæren		2
	Ha kjennskap til hvordan man korrigerer høydemåleren for trykkavvik eller trykkendringer (1 hPa = 27 fot)		1
	Terrengets innvirkning på høydemåleren		
	Ha kjennskap til trykkehøydemåling og feilkilder når det blåser kraftig over kupert terreng		1

3 Meteorologi fortsetter 3/11			
Tema og læringsmål		1	2
Vind, trykksystemer og turbulens			
Begrepsforklaringer og vindmåling			
Redegjør for følgende begreper og sammenhengen mellom dem: <ul style="list-style-type: none"> • Vindretning • Vindhastighet og forholdene mellom de enheter som brukes (knop, km/t, m/s) • Turbulens • Vindkast 			2
Ha kjennskap til følgende begreper: <ul style="list-style-type: none"> • Trykkgradient • Corioliskraften • Gradientvind • Geostrofisk vind • Sentrifugalkraft 		1	
Generelt			
Redegjør for vinden som gis i en meteorologisk melding (eksempelvis METAR og TAF), og den vind som oppgis ved avgang og landing			2
Redegjør for hvordan vi ved hjelp av et høydekart kan tolke vindforholdene			2
Redegjør for hvordan vi ved hjelp av et bakkekart kan vurdere vindens virkning, og sammenligne vindhastigheten på forskjellige plasser både over og under friksjonsskiftet			2
Globale vindsystemer			
Ha kjennskap til hvorfor vind oppstår		1	
Ha kjennskap til forholdet mellom luftens strømming og den horisontale trykkgradienten. Angi: <ul style="list-style-type: none"> • Hvordan trykkgradientkreftene virker i forhold til trykkgradienten • Hvordan Corioliskraften virker i forhold til vinden • Hvordan sentrifugalkraften virker ved høy- og lavtrykk • Forskjellen mellom geostrofisk vind og gradientvind 		1	
Vindens variasjon i friksjonslaget			
Redegjør for hvordan vinden påvirkes av: <ul style="list-style-type: none"> • Friksjon mellom hav og land (friksjonslaget) • Daglige og lokale variasjoner i luftens temperatur og stabilitet • Vindens variasjon med høyden (vindgradient) 			2
Konsekvenser av konvergens og divergens			
Redegjør for hvordan været påvirkes av konvergens og divergens i: <ul style="list-style-type: none"> • Høytrykk • Lavtrykk • Tråg • Høytrykksrygger • Andre vær-situasjoner hvor det forekommer konvergens og divergens, eksempelvis ved kysten 			2

3 Meteorologi fortsetter 4/11		
Tema og læringsmål		1 2
Generelle globale vindsirkulasjon og trykksystemer		
Ha kjennskap til den generelle globale vindsirkulasjon og de trykksystemer som eksisterer: <ul style="list-style-type: none"> • De permanente høytrykksområdene • Vestervindbeltet 	1	
Lokale vindsystem – fjellvind og vind i kyststrøk		
Redegjør for lokale vindsystemer som oppstår i fjellterreng og kyststrøk: <ul style="list-style-type: none"> • Fønvind • Sjø- og landvind (pålandsvind og fralandsvind) • Berg- og dalvind • Fallvind • Påvirkning fra terreng som gir en venturieeffekt 		2
Fjellbølger		
Ha kjennskap til hvorfor det dannes fjellbølger	1	
Redegjør for vind- og turbulensforhold som oppstår i forbindelse med fjellbølger		2
Turbulens		
Redegjør for karakter, utbredelse, intensitet og opprinnelse til følgende turbulens typer inkludert i mikroforhold: <ul style="list-style-type: none"> • Mekanisk turbulens • Termisk turbulens • Turbulens i forbindelse med vindkast • Vingetippvirvler 		2
Termodynamikk		
Fuktighet og atmosfærens innhold av vanndamp		
Ha kjennskap til hvordan mengden vanndamp normalt varierer i atmosfæren	1	
Metningskurven		
Ha kjennskap til hvordan den maksimale mengden vanndamp i atmosfæren er avhengig av temperaturen	1	
Temperatur, duggpunkt og relativ fuktighet		
Ha kjennskap til følgende begreper: <ul style="list-style-type: none"> • Lufttemperatur • Duggpunktstemperatur • Metningspunkt • Absolutt og relativ fuktighet • Blandingsforhold (mixing ratio) (vekt av vanndamp blandet i tørr luft kg/kg) 	1	
Redegjør for forholdet mellom lufttemperatur, duggpunktstemperatur og relativ fuktighet		2
Redegjør for hvordan fuktighet (temperatur, duggpunkt og relativ fuktighet) angis		2

3 Meteorologi fortsetter 5/11			
	Tema og læringsmål		1 2
	Vannets ulike faser, faseforandringer og metoder for å angi og å måle fuktighet		
	Ha kjennskap til: <ul style="list-style-type: none"> • Vannets ulike faser i atmosfæren – is, vann og vanndamp • Faseforandringer og tilhørende energiprosesser – kondensasjon, fordamping («evaporation»), smelting, frysing og sublimasjon, latent varme • Prosesser som fører til kondensasjon – senkning av temperatur, tilførsel av fuktighet og blanding 	1	
	Adiabatiske prosesser		
	Ha kjennskap til forskjellen mellom tørr- og fuktigadiabatisk temperaturgradient	1	
Skyer og tåke			
	Hvordan skyer dannes		
	Redegjør for de prosesser som fører til at det dannes skyer (adiabatiske prosesser, adveksjon og kondensasjon)		2
	Ha kjennskap til hvilken innvirkning en inversjon har på skydannelse. Eksempelvis Stratus og Cumulus	1	
	Ha kjennskap til at en sky kan bestå av vanndråper, underkjølte vanndråper og iskrystaller	1	
	Type skyer (skyklassifisering)		
	Ha kjennskap til følgende skytyper: <ul style="list-style-type: none"> • Cirrus • Cirrostratus • Cirrocumulus • Altocumulus • Altostratus 	1	
	Ha kjennskap til opprinnelse og utstrekning av følgende skytyper: <ul style="list-style-type: none"> • Stratus • Stratocumulus • Cumulus • Cumulonimbus • Nimbostratus 	1	
	Kunne identifisere følgende skytyper: <ul style="list-style-type: none"> • Altocumulus Lenticularis • Altocumulus Castellanus Og ha kjennskap til hvilke værforhold til indikerer (fjellbølger og risiko for tordenbyger)	1	
	Tåke, dis og tørrdis/ølrøyk		
	Forklar betydningen av følgende siktbegreper: <ul style="list-style-type: none"> • Meteorologisk sikt • Flysikt • Skråsikt 		2
	Ha kjennskap til betydningen av følgende siktbegreper: <ul style="list-style-type: none"> • Rullebanesikt (RVR) • Vertikalsikt (VV) 	1	

3 Meteorologi fortsetter 6/11			
	Tema og læringsmål		1 2
	Ha kjennskap til meteorologiske fenomen: <ul style="list-style-type: none"> • Tørrdis/ølrøyk • Dis • Lav tåke, tåke og tåkebanker • Frostrøyk • Røyk • Lavt- og høyt snødrev • Støv- eller sandstorm 		1
	Beskriv hvordan oppvarming, vind og nedbør bidrar til å forsterke eller oppløse tåken		2
	Beskriv hvordan hyppigheten av tåke over land eller vannflater er avhengig av årstid og tid på døgnet		2
	Redegjør for de meteorologiske betingelsene som må være tilstede for at det skal dannes: <ul style="list-style-type: none"> • Strålingståke • Adveksjonståke • Frostrøyk • Fronttåke • Orografisk tåke (fjelltåke) Samt redegjør for varighet og utstrekning for hver tåketype		2
Nedbør			
	Utfelling av nedbør		
	Ha kjennskap til hvordan nedbør oppstår		1
	Nedbørstyper		
	Redegjør for følgende nedbørsformer og hvilke skytyper de er assosiert med: <ul style="list-style-type: none"> • Yr • Underkjølt yr • Kornsnø • Regn • Underkjølt regn • Snøkorn • Sludd • Regnbyger • Snøbyger • Hagl 		2
Luftmasser og fronter			
	Beskrivelse, klassifikasjon og opprinnelsesområder til luftmasser		
	Beskriv hva som menes med en varm- og en kald luftmasse		2
	Ha kjennskap til hvordan varme- og kalde luftmasser dannes		1

3 Meteorologi fortsetter 7/11			
Tema og læringsmål		1 2	
Gi eksempler på forekomst av følgende luftmasser: <ul style="list-style-type: none"> • Tropiske • Polare • Arktiske • Maritime • Kontinentale 	1		
Redegjør for forventet flyvær i typiske varm- og kaldmasser			2
Forandring av en luftmasses egenskaper			
Ha kjennskap til hvordan luftmassene endrer egenskap fra opprinnelsesområdene til Skandinavia	1		
Fronter			
Ha kjennskap til hvordan fronter defineres	1		
Ha kjennskap til livssyklusen til fronter og frontlavtrykk, og hvordan de beveger seg	1		
Ha kjennskap til opprinnelse, karakteristikk (skyer og vær), bevegelse, varighet og typiske flyforhold i en: <ul style="list-style-type: none"> • Varmfront • Kaldfront • Okklusjon • Stasjonær front 	1		
Ha kjennskap til varmsektoren (mellom varm- og kaldfront) og typiske flyforhold	1		
Beskriv været bak en kaldfront og typiske flyforhold	1		
Ha kjennskap til hvordan de meteorologiske forholdene (skyer, nedbør, trykk og vind) endres når et typisk frontlavtrykk passerer	1		
Trykksystemer			
Høytrykk («anti-cyclone»), høytrykksrygg og subsidens			
Ha kjennskap til: <ul style="list-style-type: none"> • Høytrykk og høytrykksrygg • Varme og kalde høytrykk • Egenskaper og luftens strømming i disse • Innvirkning på flyværet om sommeren og om vinteren • Subsidens • Bevegelse og varighet 	1		
Lavtrykk («cyclones») som ikke er knyttet til fronter. Termiske (eksempelvis polarlavtrykk), orografiske og tråg			
Ha kjennskap til: <ul style="list-style-type: none"> • Lavtrykk og tråg • Egenskaper og luftens strømming i disse • Innvirkning på flyværet • Stabile, respektive labile lag • Bevegelse og varighet 	1		

3 Meteorologi fortsetter 8/11			
Klimatologi			
	Tema og læringsmål		1 2
	Klassifisering av klima		
	Ha kjennskap til <ul style="list-style-type: none"> • Klimasonene • De generelle sesongmessige luftstrømmer i troposfæren • De typiske vestlige luftstrømmer over Nord-Europa • Typiske høytrykksområder rundt Europa (Azorerne, Grønland, Sibir) og værforholdene i områdene med liten trykkgradient 		1
Fysikkerhet			
Ising			
	Generelt		
	Ha kjennskap til meteorologiske forhold som kan gi is og rim		1
	Redegjør for værforhold hvor det kan oppstå is, også utenfor skyer		2
	Redegjør for værforhold hvor det kan oppstå forgasserising		2
	Typer av is		
	Ha kjennskap til struktur og dannelse av følgende typer is: <ul style="list-style-type: none"> • Klaris («clear ice») • Rimis («rime ice») • Rim («frost/hoar ice») • Blandingsis («mixed ice») 		1
	Ha kjennskap til ICAOs klassifisering av is på luftfartøy		1
	Farer		
	Redegjør for hvorfor det er farlig at det dannes is på et luftfartøy og hvordan dette kan forhindres		2
	Redegjør for faren ved å ta av med is/rim eller snø på luftfartøyet		2
Turbulens			
	Farer		
	Redegjør for hvilken påvirkning turbulens har på en flyvning og hvordan dette kan unngås		2
Vindskjær			
	Definisjon		
	Ha kjennskap til hvordan vindskjær er definert		1
	Værforhold		
	Redegjør for risiko for vindskjær i forbindelse med: <ul style="list-style-type: none"> • Kupert terreng (le-effekt og vindskygge) • Inversjoner • Fronter • Cumulonimbus • Sjø- og landvind (pålands- og fralandsvinder) • Fallvinder 		2
	Farer		
	Redegjør for farene ved å fly i forhold med vindskjær, og hvordan dette kan unngås		2

3 Meteorologi fortsetter 9/11			
Tordenvær			
Tema og læringsmål		1	2
Forutsetninger			
Redegjør for: <ul style="list-style-type: none"> De meteorologiske betingelsene som må være tilstede for at det oppstår tordenvær Hvordan vi lokaliserer torden 			2
Tordenskyens oppbygging og struktur			
Redegjør for typer av tordenvær, livssyklus (tre stadier) og flyforholdene i disse samt varsling, spesielt hva gjelder: <ul style="list-style-type: none"> Vertikale vinder under skyen Hagl Turbulens Elektriske fenomen Skypumper Bygelinjer («squall lines») Elektrisitet i atmosfæren 			2
Lyn			
Ha kjennskap til elektriske utladninger ved tordenvær og de risiko dette medfører for flyging		1	
Vind som slår ned («downdraft / downbursts»)			
Redegjør for forekomst og effekt av vindskjær under og ved siden av Cumulonimbus			2
Flyging i nærheten av store Cumulonimbus-skyer			
Redegjør for hvordan tordenvær kan unngås			2
Inversjoner			
Flyets ytelser			
Ha kjennskap til hvordan flyets ytelser påvirkes av værforholdene i en inversjon		1	
Farer i fjellterreng			
Terrengets innvirkning			
Ha kjennskap til terrengets innvirkning på skyer, nedbør og eksempelvis en frontpassasje		1	
Ha kjennskap til spesielle sikt-, lys- og skyforhold i fjellet		1	
Spesielle vinder og turbulens			
Redegjør for de spesielle vind- og turbulensforholdene som kan eksistere i fjellet: <ul style="list-style-type: none"> Hangvinder Fallvinder / vindskjær Turbulens Rotorer Venturieeffekt Fjellbølger Ising 			2
Inversjoner i daler			
Ha kjennskap til forekomst og virkning av inversjoner i daler		1	

3 Meteorologi fortsetter 10/11				
	Tema og læringsmål		1	2
	Siktreduserende fenomen			
	Redegjør for: <ul style="list-style-type: none"> • Sikt i snøfall sammenlignet med regn • Sikt i forbindelse med yr • Dårlig sikt i forbindelse med regnbyger og snøbyger 			2
	Redegjør for: <ul style="list-style-type: none"> • Sikt i tåke • Snødrev • Andre siktnedsettende fenomen 			2
Meteorologisk informasjon				
Observasjoner				
	Bakkeobservasjoner			
	Ha kjennskap til hvordan observasjoner fra bakken foregår		1	
	Ha kjennskap til at det kan være feil i automatiske observasjoner, eksempelvis i AUTOMETAR		1	
	Radiosonder			
	Ha kjennskap til hvordan observasjoner tatt fra radiosonder foregår		1	
	Satellitt			
	Ha kjennskap til observasjoner tatt fra satellitter og eventuelle feil som kan oppstå		1	
	Værradar			
	Redegjør for observasjoner tatt fra værradar og eventuelle feil som kan oppstå		1	
	Observasjoner fra luftfartøy			
	Ha kjennskap til rutinene for egen rapportering av vær-situasjonen (PIREP) under og etter en flyvning		1	
	Angi betydning av egen rapportering av meteorologiske forhold under og etter en flyvning		1	
	Ha kjennskap til hvordan observasjon av slike værforhold som krever AIREP SPECIAL rapporteres		1	
	Vurdere mulighetene for å fortsette en flyvning dersom sikten går ned			2
	Vurdere hvorvidt det er mulig å fortsette en flyvning under følgende skyforhold: <ul style="list-style-type: none"> • Under skyene • Mellom skyene (horisontalt/vertikalt) • Over skyene («on-top») 			2
	Vurdere hvorvidt det er mulig å fortsette en flyvning i forskjellige typer nedbør			2
	Vurdere konsekvensene av å starte eller fortsette en flyvning under isingsforhold			2
Værkart				
	Signifikant værkart («SWC»)			
	Redegjør for innholdet av symboler, forkortelser og engelsk terminologi som brukes på denne typen kart			2
	Bakkekart			
	Redegjør for innholdet av symboler, forkortelser og engelsk terminologi som brukes på denne typen kart			2

3 Meteorologi fortsetter 11/11			
Informasjon før flyging			
	Tema og læringsmål	1	2
	Flyværinformasjon for planlegging		
	Ha kjennskap til gyldighet og utgivelsesintervall for meteorologiske kart, observasjoner og varsler	1	
	Redegjør for innholdet av symboler, forkortelser og engelsk terminologi som brukes i værdokumentasjon		2
	Publisering av meteorologisk informasjon		
	Ha kjennskap til hvordan vi under en flyvning kan følge opp og tolke vær-situasjonen ved hjelp av: <ul style="list-style-type: none"> • ATIS • VOLMET 	1	
	Bruk av meteorologisk informasjon		
	Angi i klartekst og vurder innholdet i følgende typer av informasjon/varsler: <ul style="list-style-type: none"> • METAR • METAR med TREND • TAF • TAF AMD (CORR) • IGA • SPECI • SIGMET 		2
	Planlegg og bestem om en flyvning kan starte ved hjelp av tilgjengelig meteorologisk informasjon		2
	Avgjør med hjelp av tilgjengelig informasjon (SNOWTAM) om baneforholdene på en flyplass er gode nok for avgang og landing		2
	Redegjør for farer ved å fly gjennom fronter, og hvordan risikofylt vær kan unngås		2
	Redegjør for hvordan vindskjær og sidevind ved inn- og utflyging kan innvirke på flyvningen		2
	Meteorologiske tjenester		
	Ha kjennskap til hvordan flyværtjenesten er organisert nasjonalt og internasjonalt: <ul style="list-style-type: none"> • WAFS – World area forecast system • MO – Meteorological offices (meteorologisk kontor) • MWO – Meteorological watch offices (meteorologisk overvåkningskontor) • Ansvarlig enhet for flyværtjenesten i Norge 	1	
	Ha kjennskap til hvilken værinformasjon det er mulig å få tak i før flyvning (eksempelvis ippc og tilsvarende tjenester), samt rutiner for å innhente værinformasjon før og under en flyvning		2
3	Slutt		

---- slutt på teoripensum for sportsflygere ----