

Rajakerroksen fysiikka I

Luennot ma 14-16, ke 10-12

Laskarit ke 12-14, aina sama sali (E205)

Käytännön tiedotus kurssin sivulla:

<http://cs.helsinki.fi/u/ssmoland/rajakerros/>

Laskarit palautetaan etukäteen 4 krs. lokeriin ennen maanantain luentoa

Luennoija: Sampo Smolander
sampo.smolander@helsinki.fi

FT (sovellettu matematiikka), FM (biologia)
rajakerrossimulointeja (2-3 julkaisua)

Luennoilla kannattaa heti kysyä jos asiat ovat epäselviä; minä en ole opiskellut samaa reittiä kuin te, ja saatan arvioida väärin (suuntaan ja toiseen) mikä on uutta/tuttua, helppoa/vaikeaa.

Luentomoniste: Rajakerroksen fysiikka I
(Hannu Savijärvi ja Timo Vihma)

63 sivua, 5.50 e, Yliopistopaino, Exactum

Itse asiaa 59 sivua

Luentoja 13 (14?) * 2h

Vain $59/13 = n. 4.5$ sivua per luentokerta

En ehkä kaikkia monisteen itsestäänselvyksiä
käsittele luennoilla, oletan että olette lukeneet
monisteen

Kirjallisuutta:

R. B. Stull: An introduction to boundary layer meteorology. 1988. *Iso. Monisteen pohjana.*

J. R. Garrat: The atmospheric boundary layer. 1992. *Vähemmän havainnollistuksia. Käy kyllä matematiikan läpi.*

T. R. Oke: Boundary Layer Climates. 2. painos. 1987. *Kuvailee erityisesti rajakerroksen energia- ja vesitaloutta. Koko kirjassa ei virtausyhtälöitä.*

Meillä energia- ja vesibudjetit yms. kurssilla
Fysikaalinen klimatologia(?)

Yleistä virtauksen rajakerroksesta
(ei vain liittyen planetaariseen rajakerrokseen)

<http://users.rowan.edu/~orlins/fm/movies.html>

Kolmas elokuva, kohdat (sekunteina):

225 – 225+57

716 – 716+71

1200 – 1200+35

1343 –

Loppuluento: Rajakerrosta ilman kaavoja

(laskareihin pitää kuitenkin saada laskuja, joten osin lasketaan aikaisempien kurssien tietojen pohjalta)

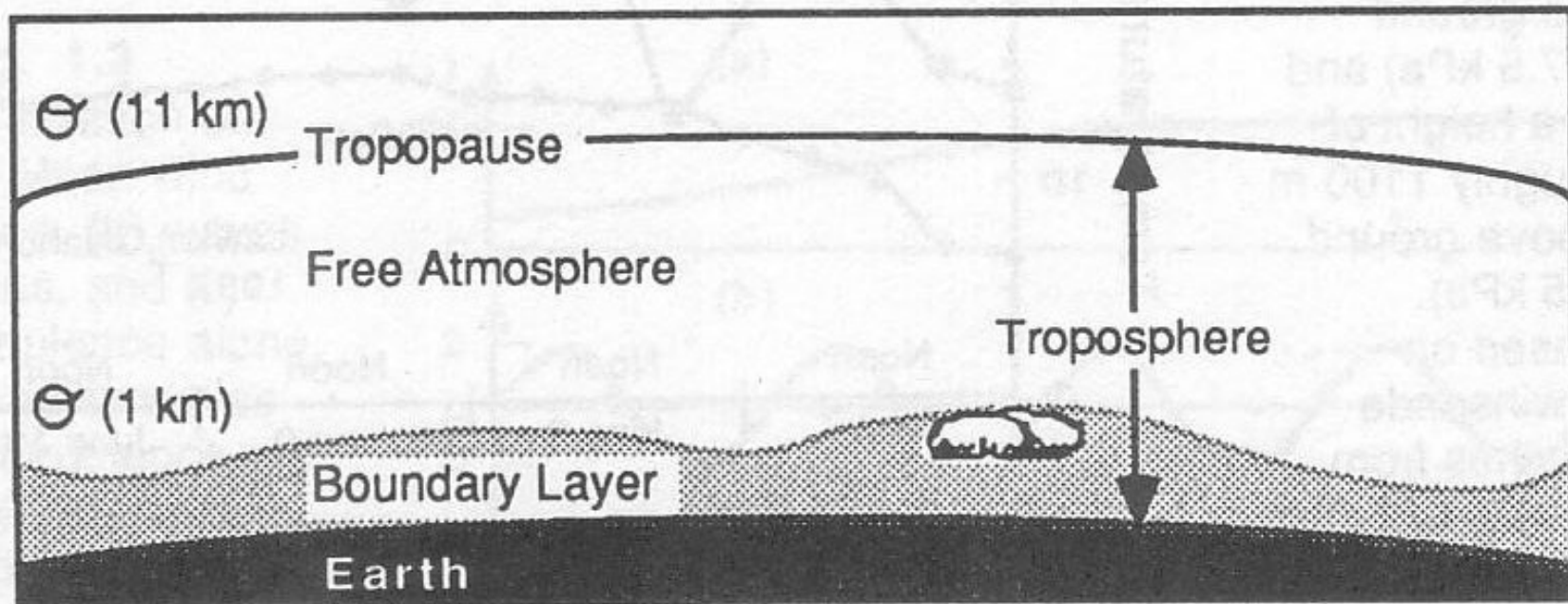


Fig. 1.1 The troposphere can be divided into two parts: a boundary layer (shaded) near the surface and the free atmosphere above it.

(kuvat Stullin kirjasta)

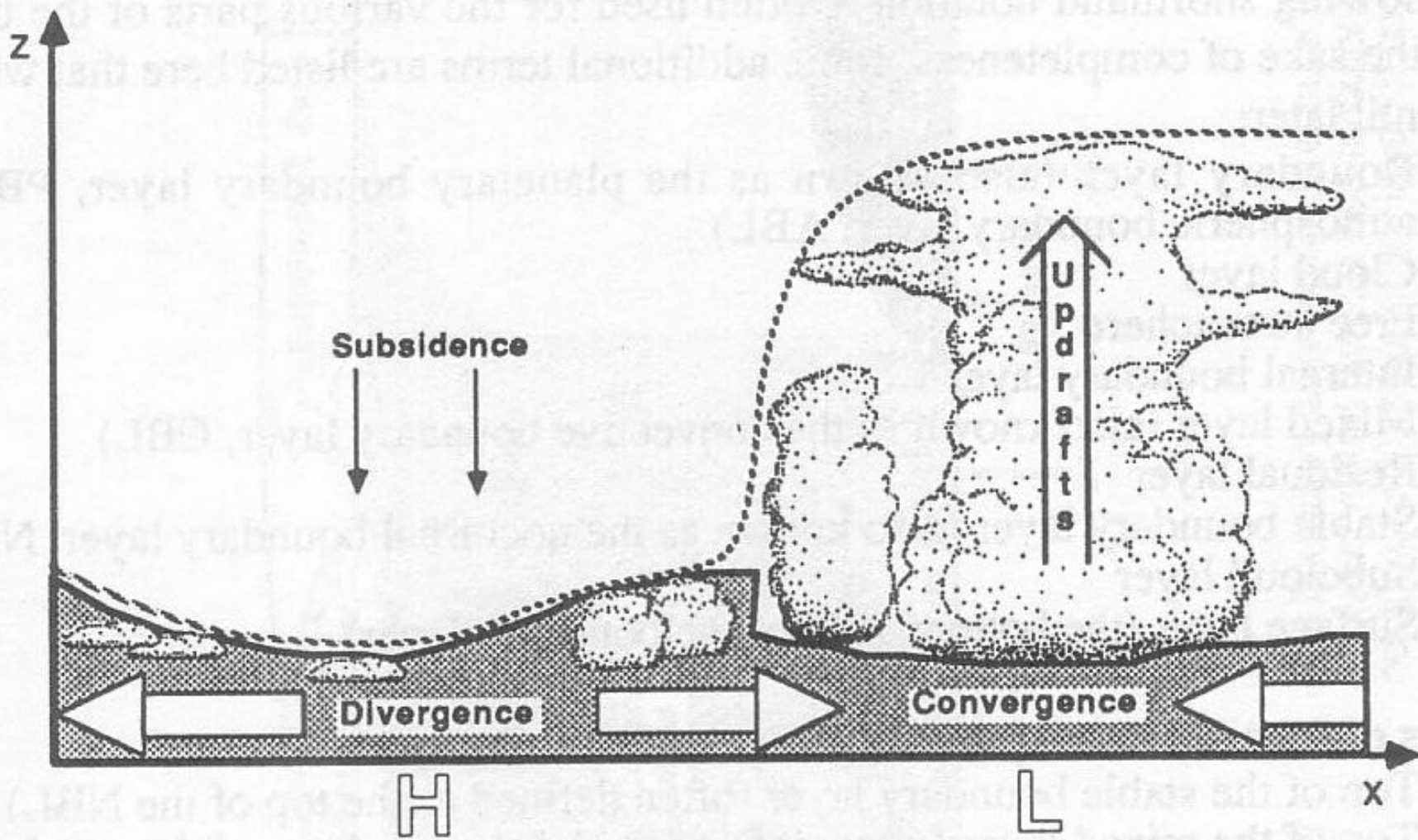


Fig. 1.6

Schematic of synoptic - scale variation of boundary layer depth between centers of surface high (H) and low (L) pressure. The dotted line shows the maximum height reached by surface modified air during a one-hour period. The solid line encloses the shaded region, which is most studied by boundary-layer meteorologists.

Lähinnä meitä kiinnostaa tuulen yms. suureiden korkeusprofiilit rajakerroksessa.

Kurssi lyhyesti:

- Virtauskitka aiheuttaa rajakerrokseen turbulenssia
- Päivällä maa lämmittää, epästabiili, konvektio lisää sekoittumista
- Yöllä maa kylmempi, stabiili, kerrostuminen vaimentaa sekoittumista
- Joskus voi myös olla lämpötasapaino, neutraali

(Tämä kansoitetuilla alueilla. Meret, napa-alueet yms. eivät välttämättä käyttäydy ihan samalla tavalla)

Nämä ilmiöt puetaan laskennalliseen asuun;
puuhaa riittää 7 viikoksi

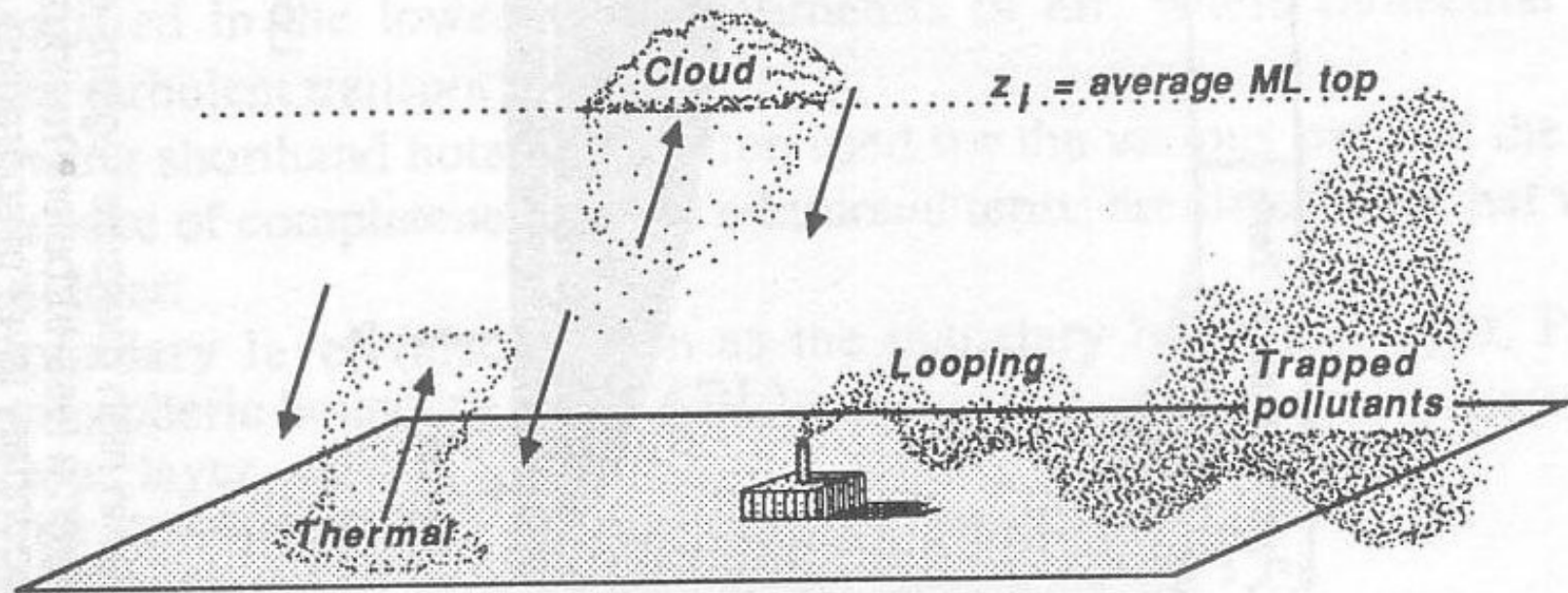


Fig. 1.8

Idealization of thermals in a mixed layer. Smoke plumes loop up and down in the mixed layer eventually becoming uniformly distributed.

Lämpöä nousee maasta,
ulossäteilyn viilentämää ilmaa valuu pilvien reunoja

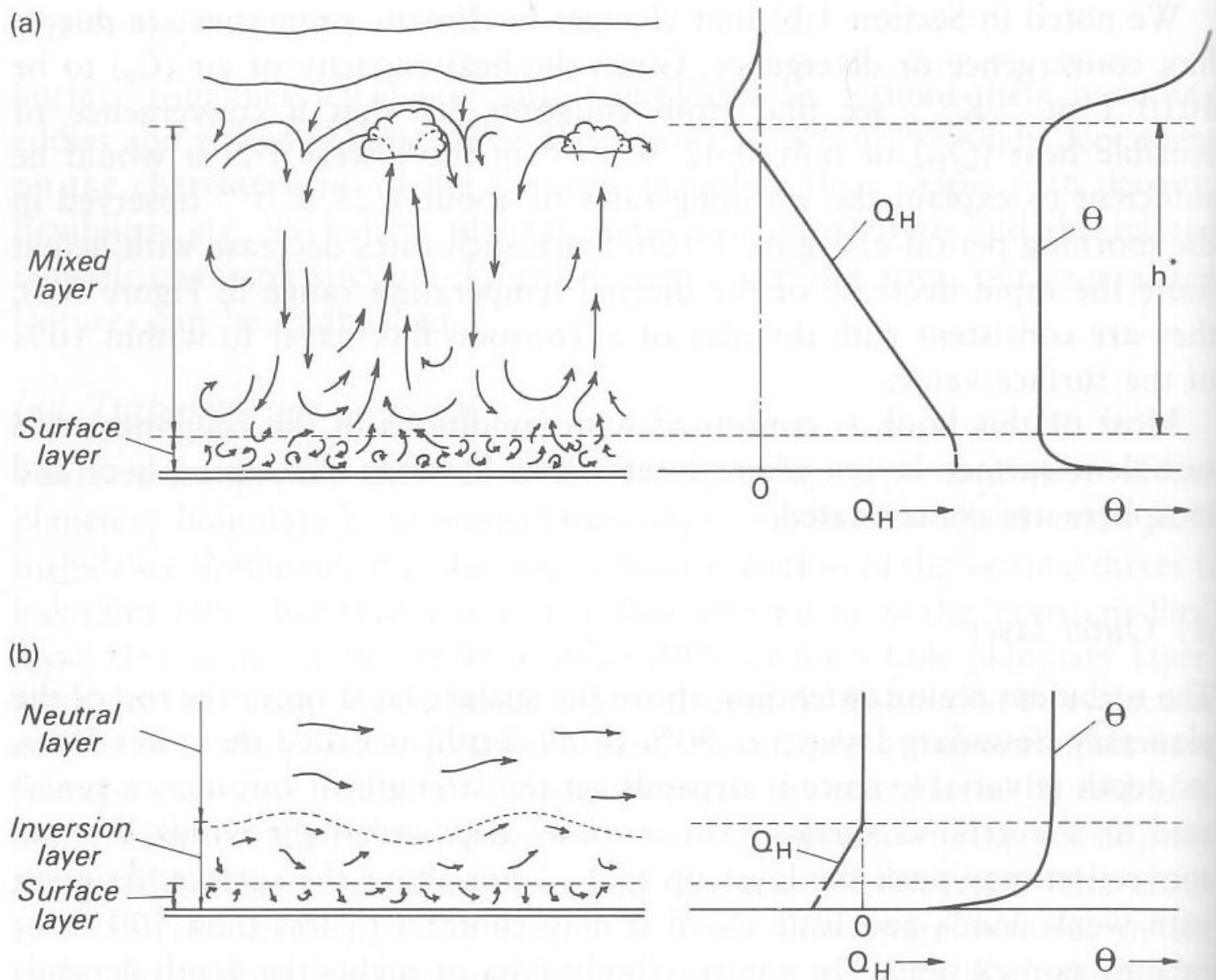


Figure 2.4 Schematic representation of airflows in the outer layer. (a) The daytime mixed layer, and the associated vertical profiles of the sensible heat flux density (Q_H) and potential temperature (θ) within a mixed layer of depth h^* . (b) The corresponding conditions in the nocturnal stable layer. (Note – see p. 53 for the definition of θ .)

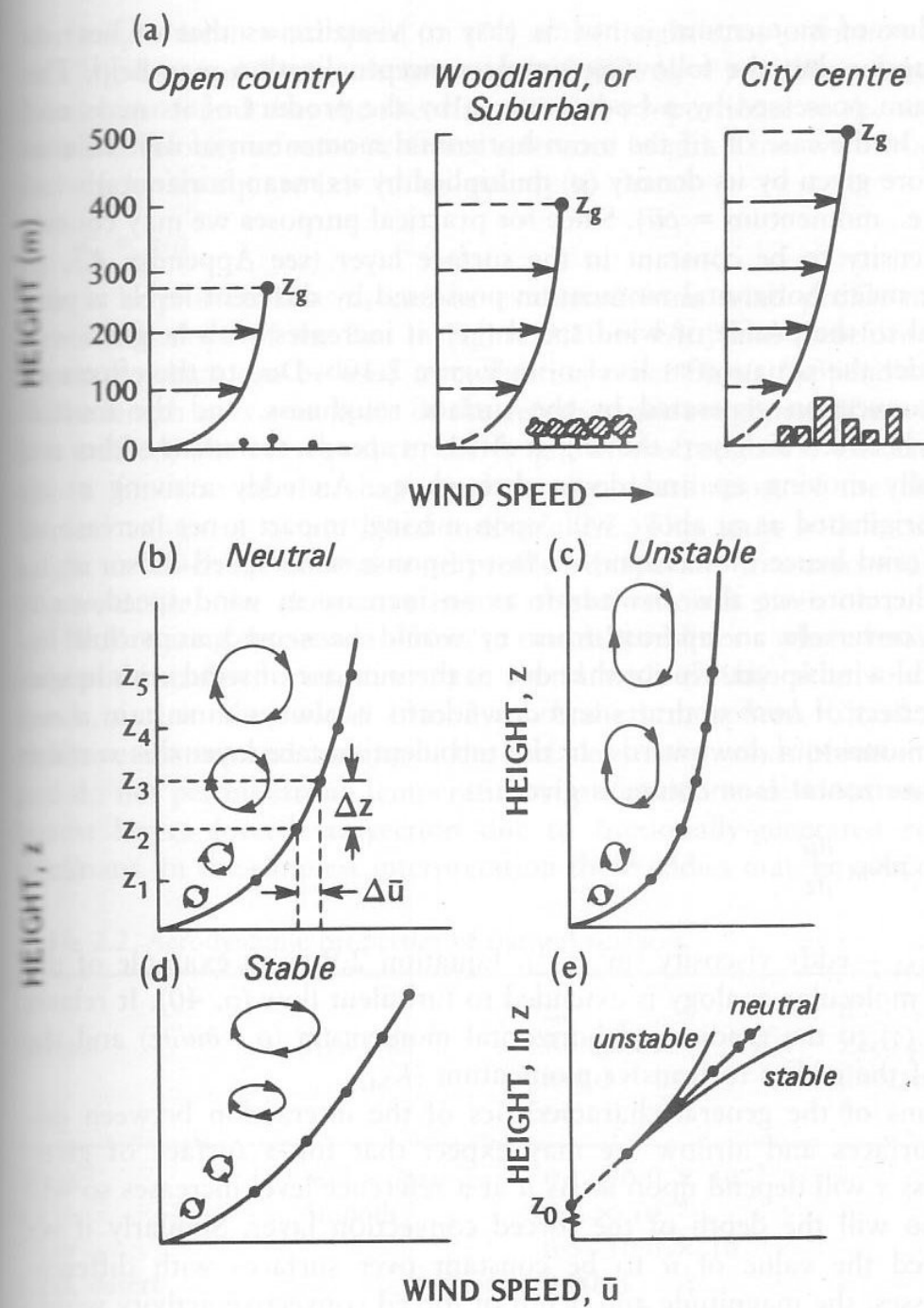
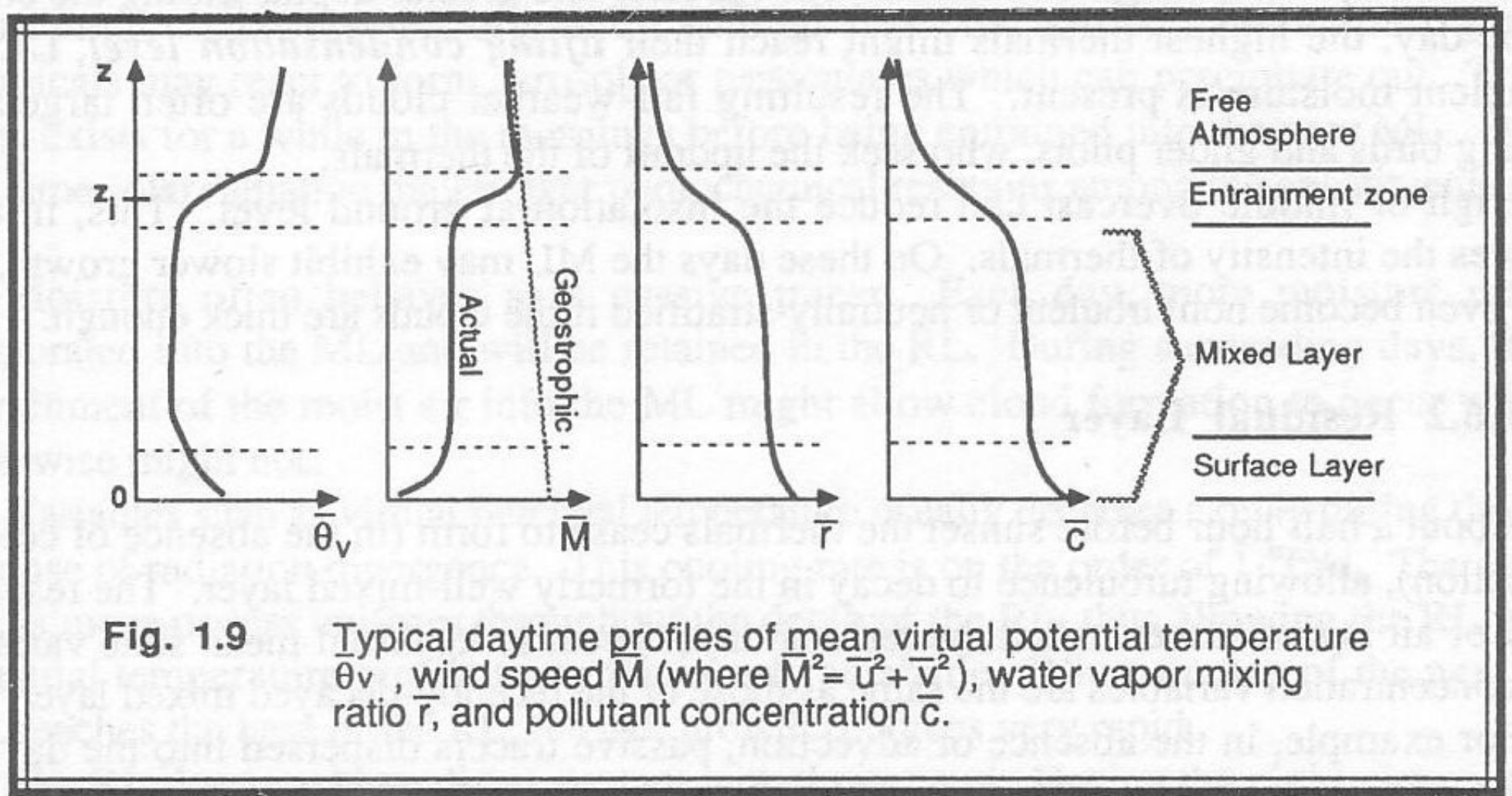


Figure 2.10 The wind speed profile near the ground including: (a) the effect of terrain roughness (after Davenport, 1965), and (b) to (e) the effect of stability on the profile shape and eddy structure (after Thom, 1975). In (e) the profiles of (b) to (d) are re-plotted with a natural logarithm height scale.

(Tämä ja edellinen kuva: Oke)



Lähemmäksi maanpintaa tuuli myös kääntyy geostrofisesta painegradientin suuntaiseksi, jopa 45°

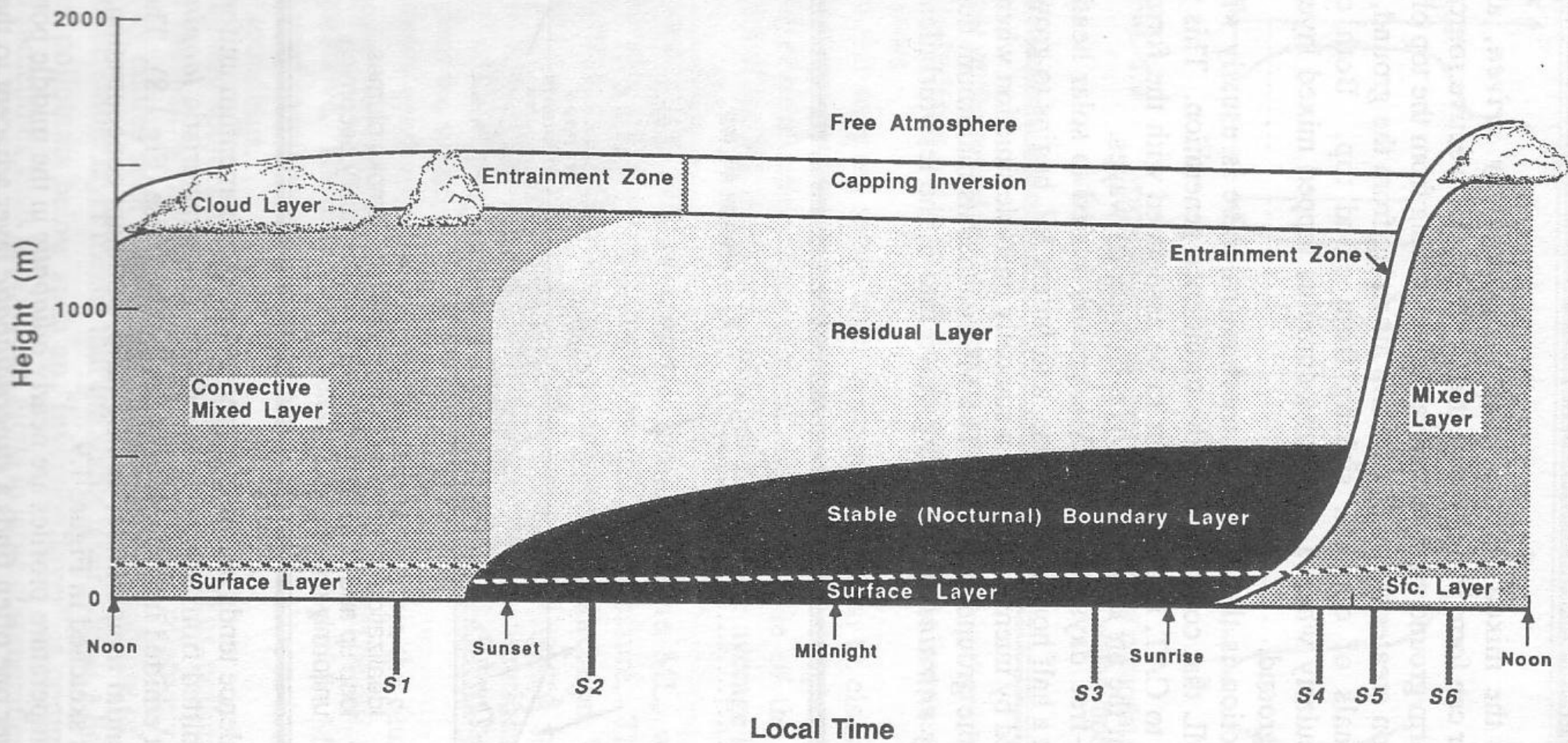


Fig. 1.7

The boundary layer in high pressure regions over land consists of three major parts: a very turbulent mixed layer; a less-turbulent residual layer containing former mixed-layer air; and a nocturnal stable boundary layer of sporadic turbulence. The mixed layer can be subdivided into a cloud layer and a subcloud layer. Time markers indicated by S1-S6 will be used in Fig. 1.12.

FA = Free Atmosphere

ML = Mixed Layer

RL = Residual Layer

SBL = Stable Boundary Layer

CL = Cloud Layer

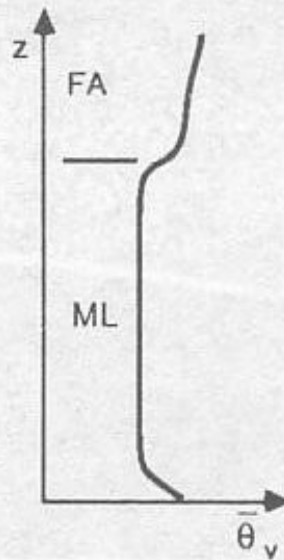
SCL = Subcloud Layer

(Edellisen kuvan kohdat S1...S6 profiileina seuraavassa)

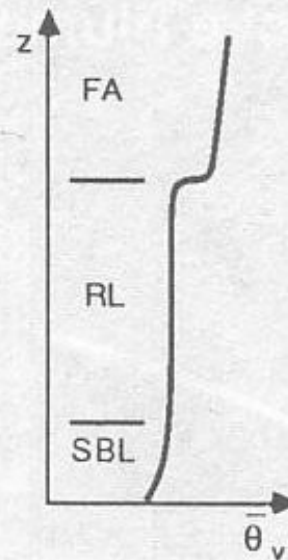
Fig. 1.12

Profiles of mean virtual potential temperature, $\bar{\theta}_v$, showing the boundary-layer evolution during a diurnal cycle starting at about 1600 local time. S1-S6 identify each sounding with an associated launch time indicated in Fig. 1.7.

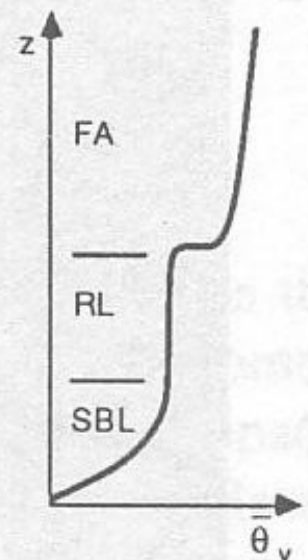
S1



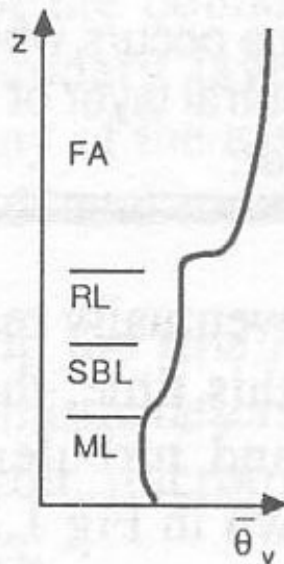
S2



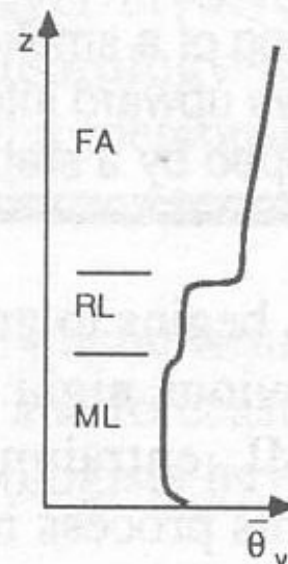
S3



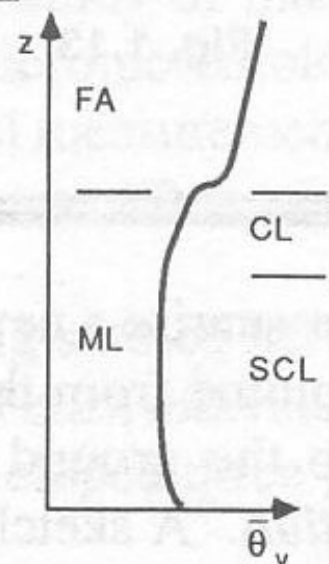
S4



S5



S6



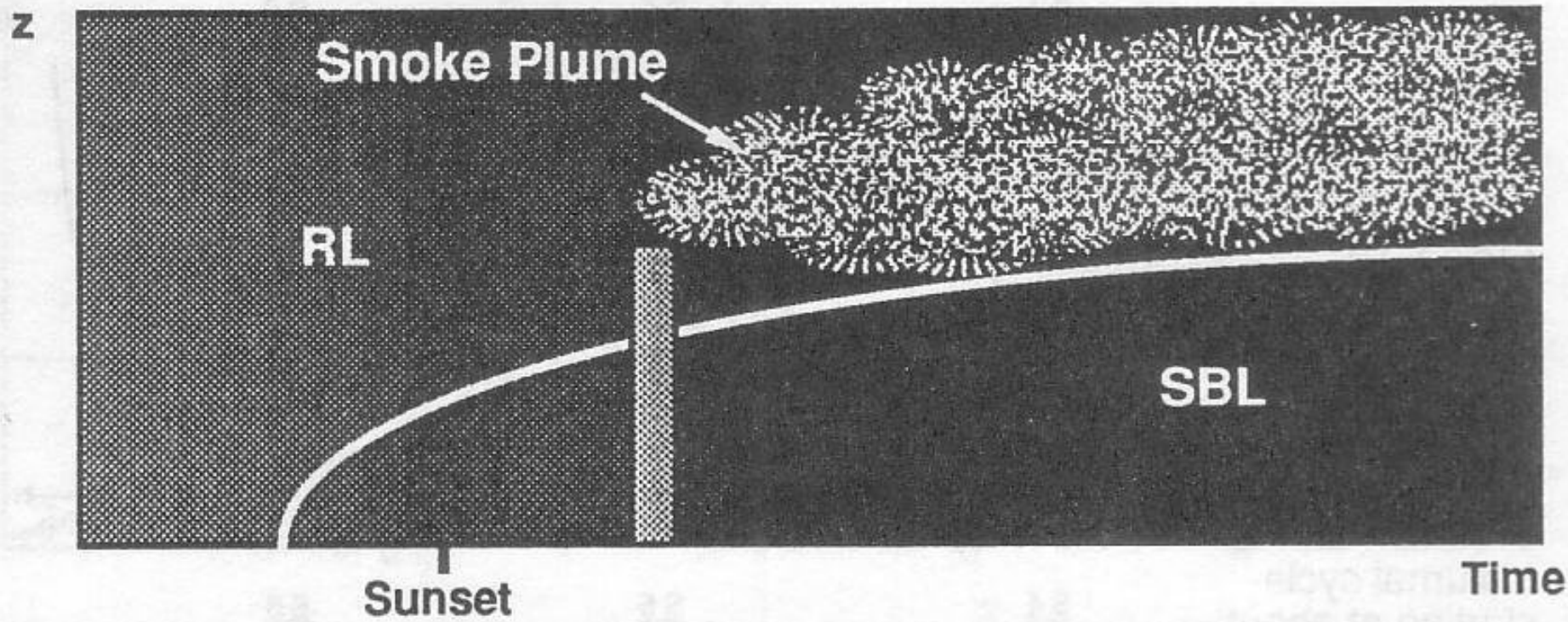


Fig. 1.13

Lofting of a smoke plume occurs when the top of the plume grows upward into a neutral layer of air while the bottom is stopped by a stable layer.

z

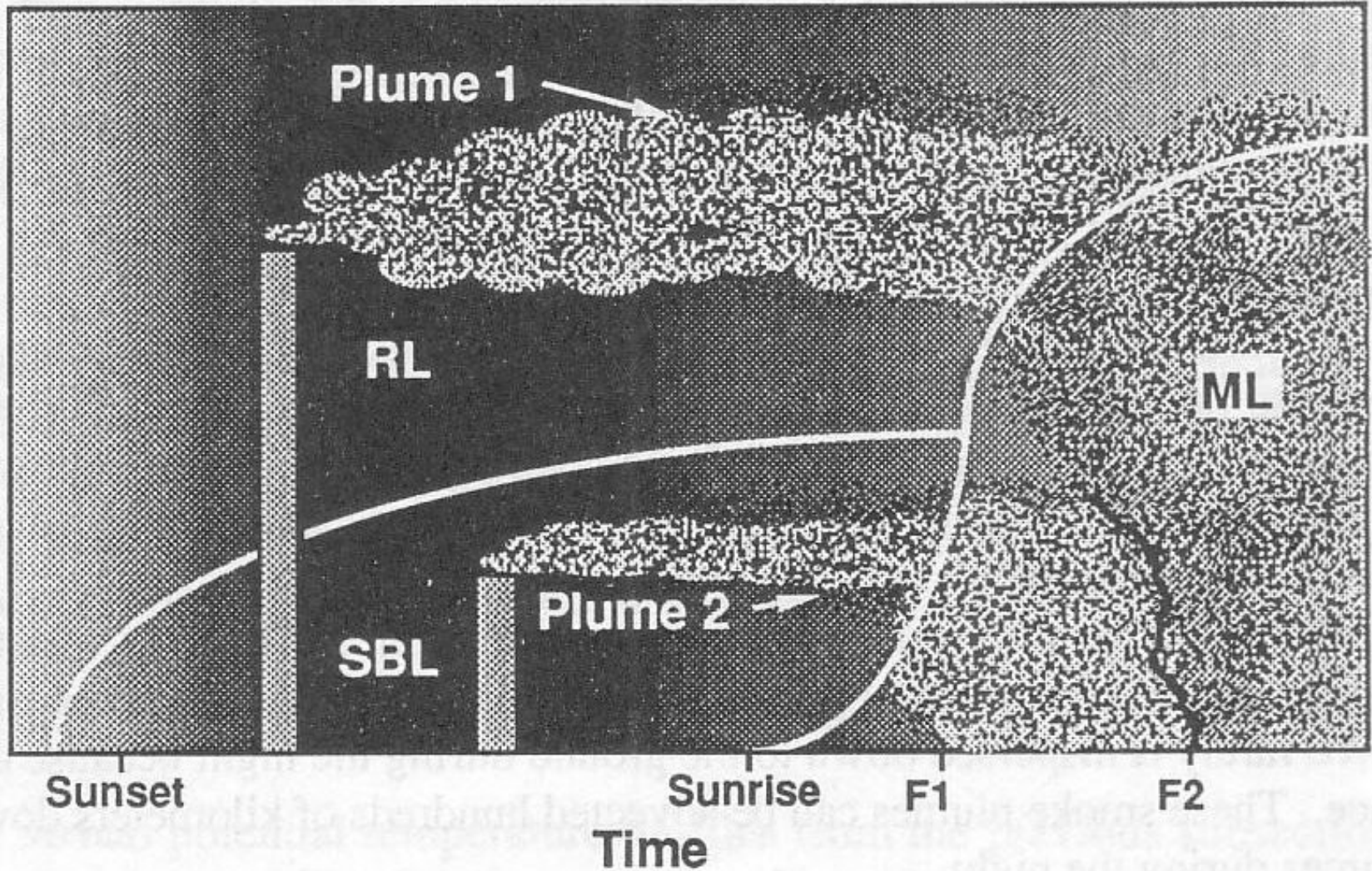


Fig. 1.14

Sketch of the fumigation process, where a growing mixed layer mixes elevated smoke plumes down to the ground. Smoke plume 1 is fumigated at time F1, while plume 2 is fumigated at time F2.

Rajakerrosmeteorologian sovellusaloja:

Kaste, kuura, min T, max T, sääennustuksissa

Maanviljelijöille

Saasteiden, epäpuhtauksien, hivenkaasujen, siitepölyn kulkeutuminen

Lentoliikenne, merenkulku, tuulistressi rakennuksiin

Ilmakehä pyörii auringon energialla, joka pääosin imeytyy maahan/mereen, lämmittää/haihduttaa (maapallon keskihaidunta noin 1m/vuosi), 80% energian siirrosta ilmakehään latenttina lämpönä

em. prosessien parametrisointi ilmastomalleihin.
E erityisesti pitkät (100+ vuosia) malliajot riippuvat
taseesta, alkuarvojen merkitys vähenee

Veden haihdunta, hydrologia

Hiukkasten “haihdunta”, tiivistymiskeskukset

n. 50% ilmakehän liike-energiasta dissipoituu
(lämmöksi) turbulenssissa rajakerroksessa

Tuulienergia

Liikemäärän siirto mereen pääasiallinen merivirtoja
ajava voima

Lyhyesti(?) omista töistä osastolla:

T. Vesala, T. Suni, Ü. Rannik, P. Keronen, T. Markkanen,
S. Sevanto, T. Grönholm, S. Smolander, M. Kulmala,
H. Ilvesniemi, R. Ojansuu, A. Uotila, J. Levula,
A. Mäkelä, J. Pumpanen, P. Kolari, L. Kulmala,
N. Altimir, F. Berninger, E. Nikinmaa and P. Hari (2005):

The effect of thinning on surface fluxes in a boreal forest.

Global Biogeochemical Cycles 19(2): GB2001.

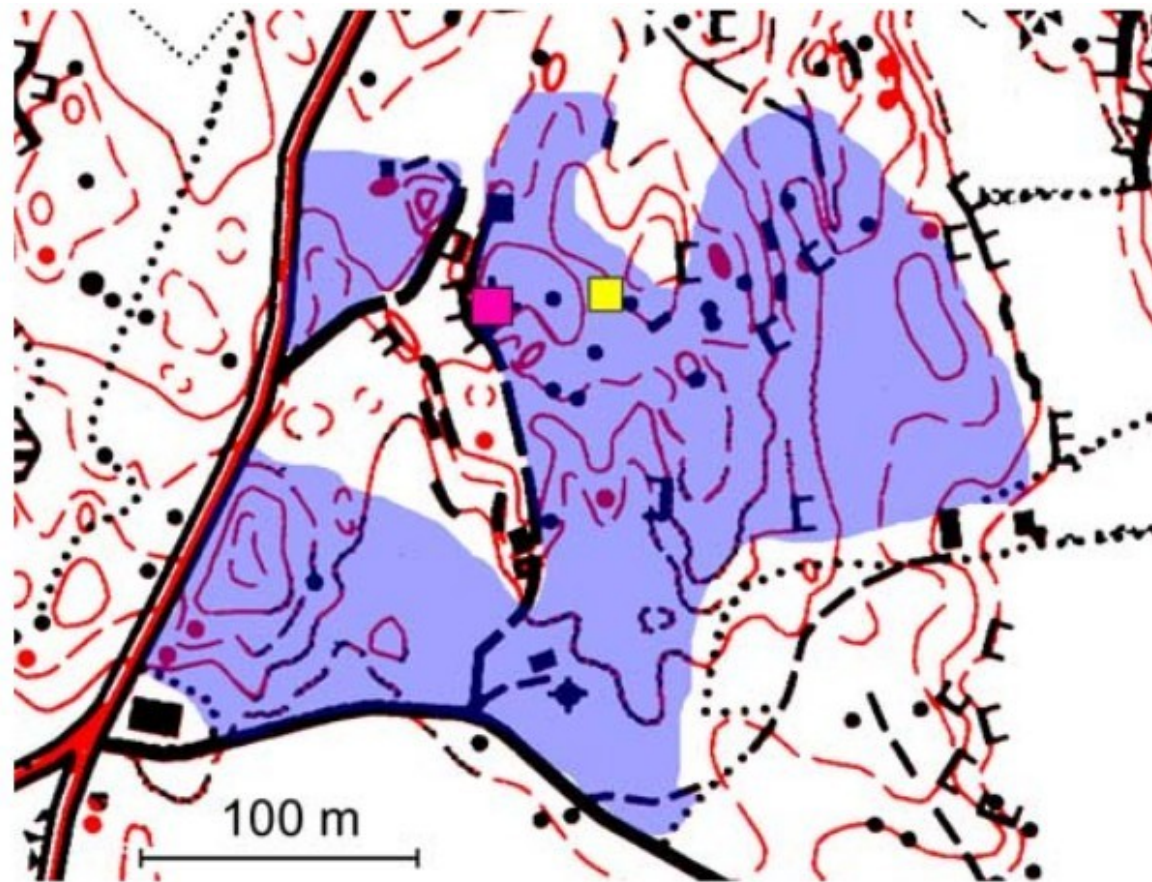


Figure 1. Map of the site. Tower 1 (red square) was installed in April 1996 and measures fluxes of water vapor, CO_2 , and aerosol particles. Tower 2 (yellow square) was installed in August 2001 and measures fluxes of water vapor, CO_2 , and O_3 . The blue areas were thinned January–March 2002.

T. Vesala, J. Huotari, Ü. Rannik, T. Suni, S. Smolander,
A. Sogachev, S. Launiainen and A. Ojala (2006):

**Eddy covariance measurements of carbon exchange
and latent and sensible heat fluxes over a boreal lake
for a full open-water period.**

Journal of Geophysical Research 111: D11101.

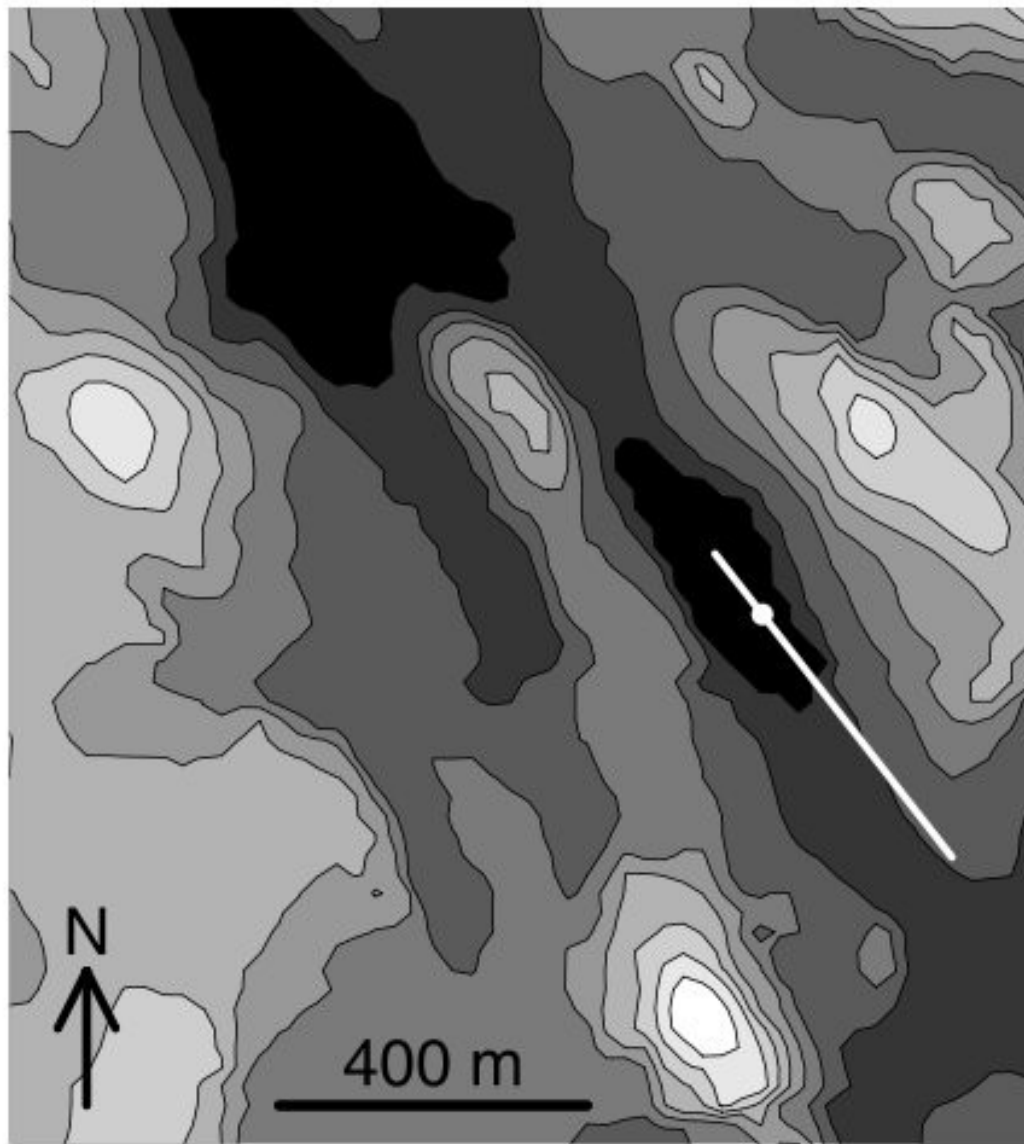


Figure 1. Topography map of the area around Lake Valkea-Kotinen. Water bodies are shown in black. Height difference between contour lines is 4 m. The white circle indicates the location of the measurement system, and the white line is the cross section shown in Figure 6.

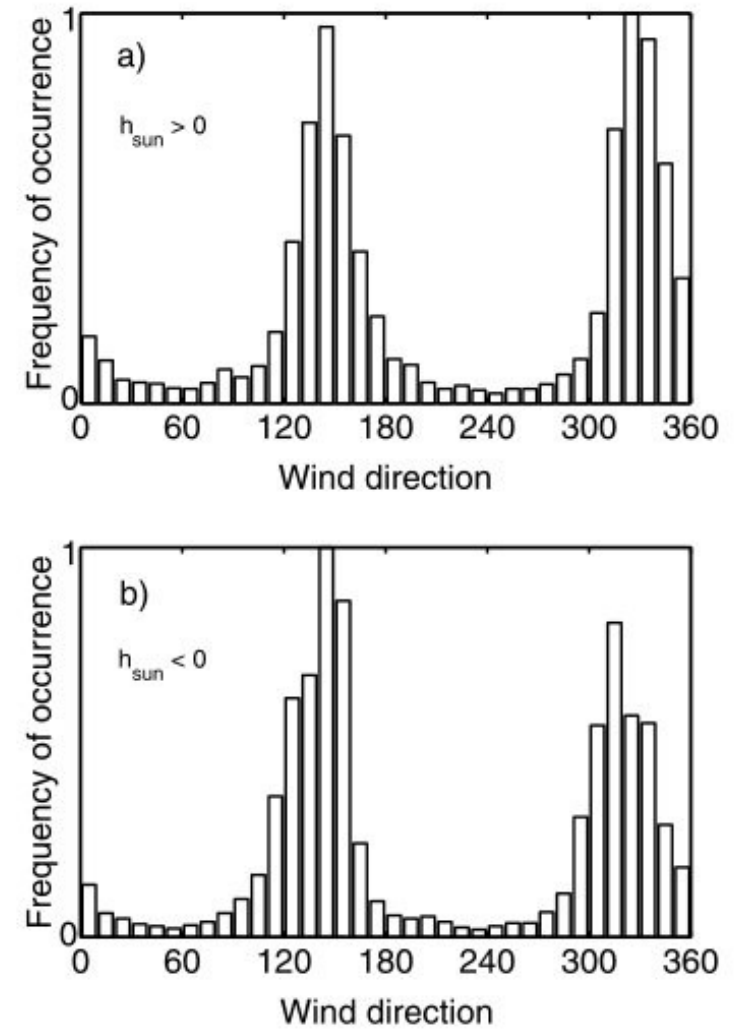


Figure 2. Relative frequency distribution of wind direction for (a) day ($h_{sun} > 0$) and (b) night ($h_{sun} < 0$) for May–November 2003. The highest occurrence is normalized to unity.

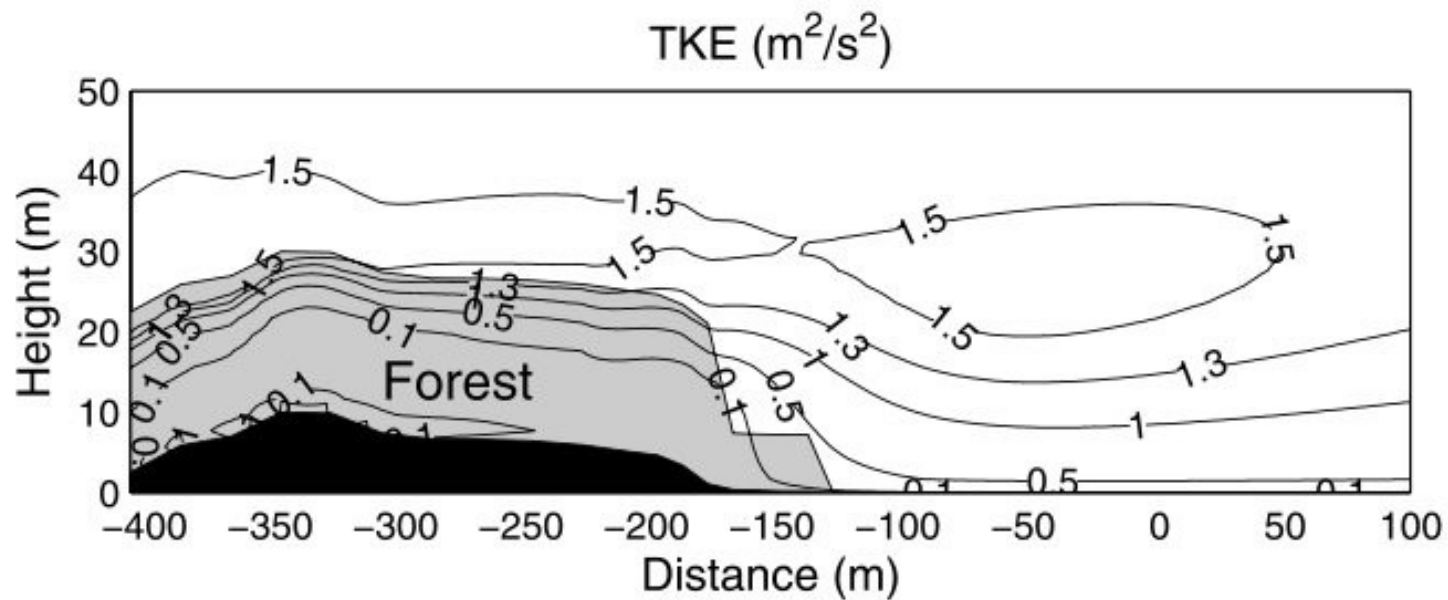


Figure 7. Effect of forest edge on the structure of turbulence over the lake, as represented by turbulent kinetic energy (TKE) distribution. Wind direction is from southeast (left) to northwest (right). Geostrophic wind speed was 15 m s^{-1} , and the modeled wind speed at the measurement system, located at $x = 0 \text{ m}$ at 1.5 m height, was 2.2 m s^{-1} .

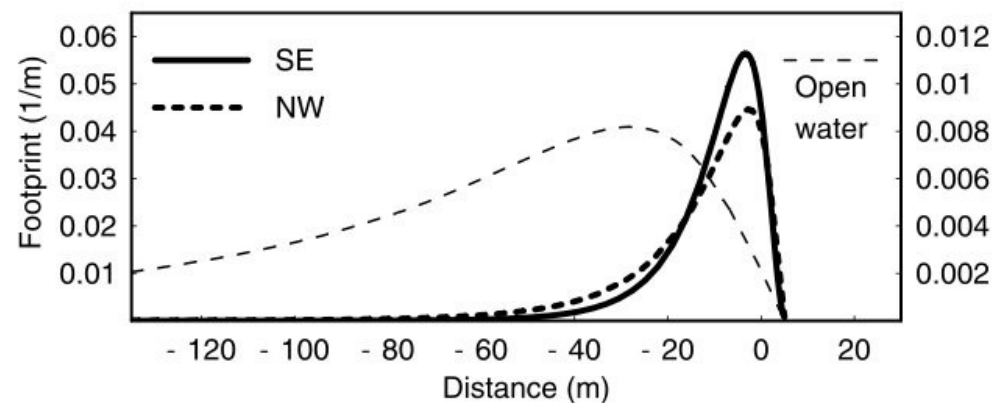


Figure 8. Modeled footprints for the two dominant wind directions along the lake: southeast (SE) and northwest (NE). The distance to the forested shore is 135 m in the SE case and 240 m in the NW case (see Figure 1). For comparison, a footprint for a case of open water body without a nearby forested shore is also presented (note 5 times larger scale for the open-water footprint presented on left axis). The measurement height is 1.5 m .