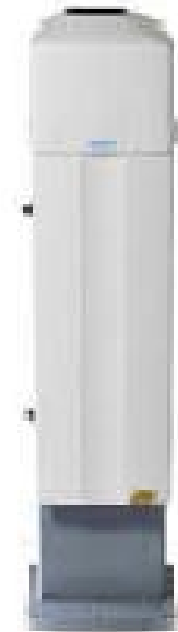
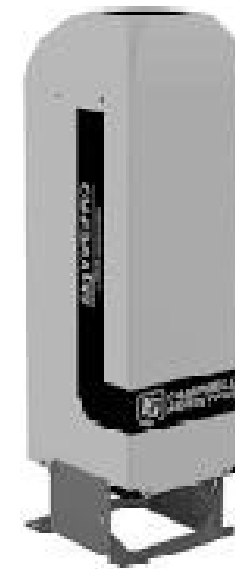




MET-ÉSZ 2024.10.26.
A felhőalpmérők működése, a kinyerhető információk
hasznosítása
Baksáné Szini Hajnalka

A HungaroMet hálózatában:

- CHM15k (Lufft) 10+1 helyszínen (magyar – román határ)
- SkyVue (Campbell) 4 helyszínen (Balaton)
- CL31 (Vaisala) 7 helyszínen (re)

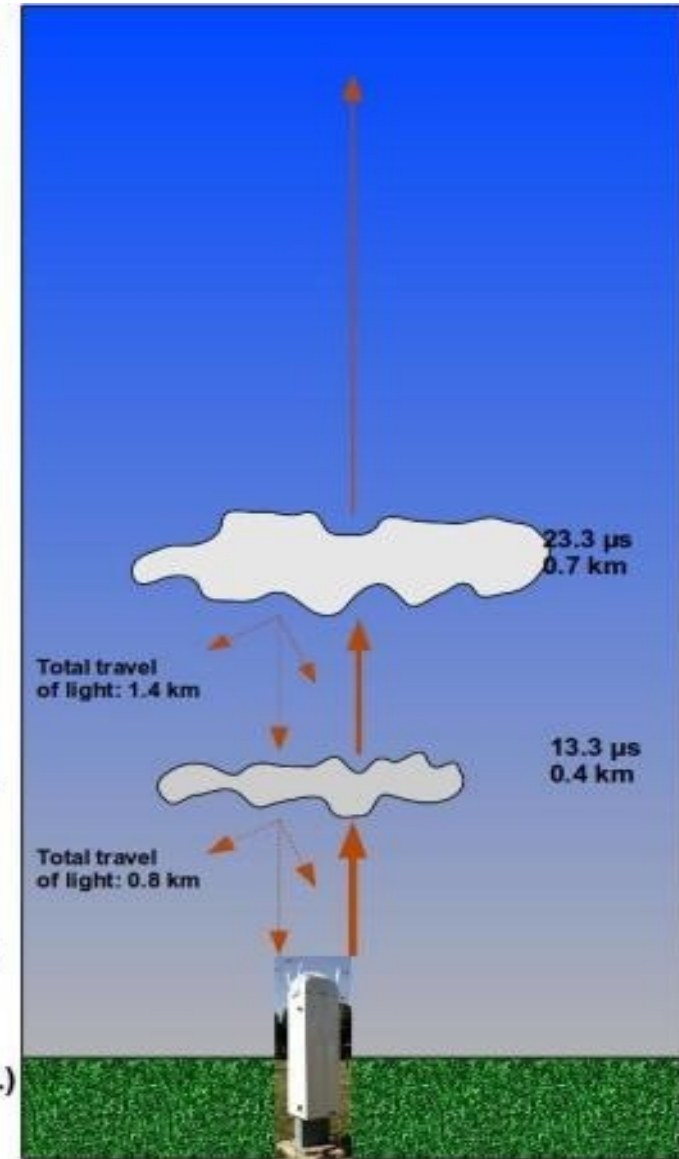
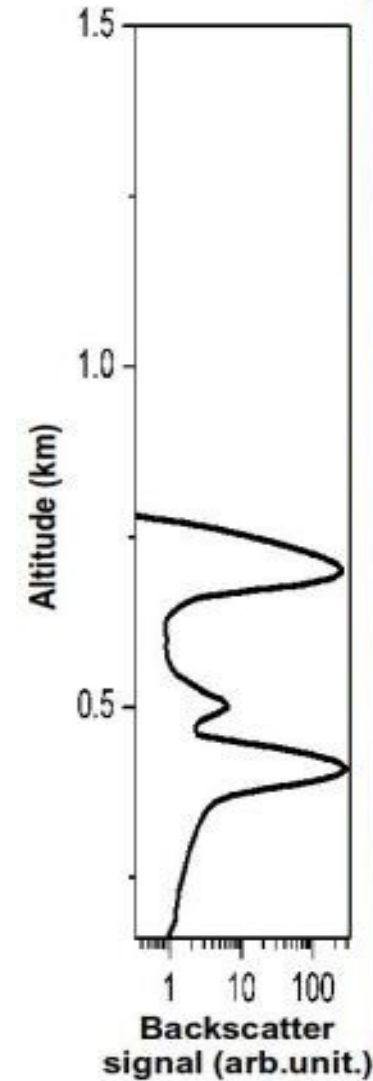


LIDAR (lézer alapú távérzékelés)

Mérési módszer:

- egyszerűbb, egy hullámhosszon működő elastic-backscatter lidar
- rövid fényimpulzusokat bocsát ki a légkörbe → visszaverődnek a légkörben lévő részecskékről visszaszóródott impulzusok idejét és intenzitását mérik
- Adó modul → lézersugarat bocsájt ki
- Vevő modul → folyamatosan figyeli a visszaszórt fény erősségét, az eltelt időből a magasságot számítja ki
- A ceilometer visszaszóródási adatsorai a légkörben lévő aeroszol részecskék koncentrációjának függőleges eloszlásáról adnak

információt



Vaisala/Campbell:

- Mérési tartomány: 0m – 7500 m
- Impulzus időtartam: 110 ns (30 cm/ns)
- Hullámhossz: 910 nm

Lufft:

- Mérési tartomány: 5m – 15 km
- Impulzus időtartam : 1 –5 ns (hosszúságú impulzusokat bocsát ki)
- Hullámhossz: 1064 nm

Nem csak a részecskék koncentrációja, de azok mérete, a légköri nedvességtartalom is befolyásolja a detektált jel erősségét → a jelentős visszaszóródást okozó felhőzet, vagy csapadék jelenlétéből eredő nagy jelintenzitás minden esetben folyékony, vagy szilárd halmazállapothoz köthető (kvázi nincs vízgőz-elnyelés)

Ha a részecskekoncentráció magas, és különösen akkor, ha a részecskék nagyok, mint a felhők esetében, a foton többször is szóródhat, mielőtt eléri a vevőt.

A nagy részecskék a fénydiffrakció miatt erős előremozdító csúcsot mutatnak

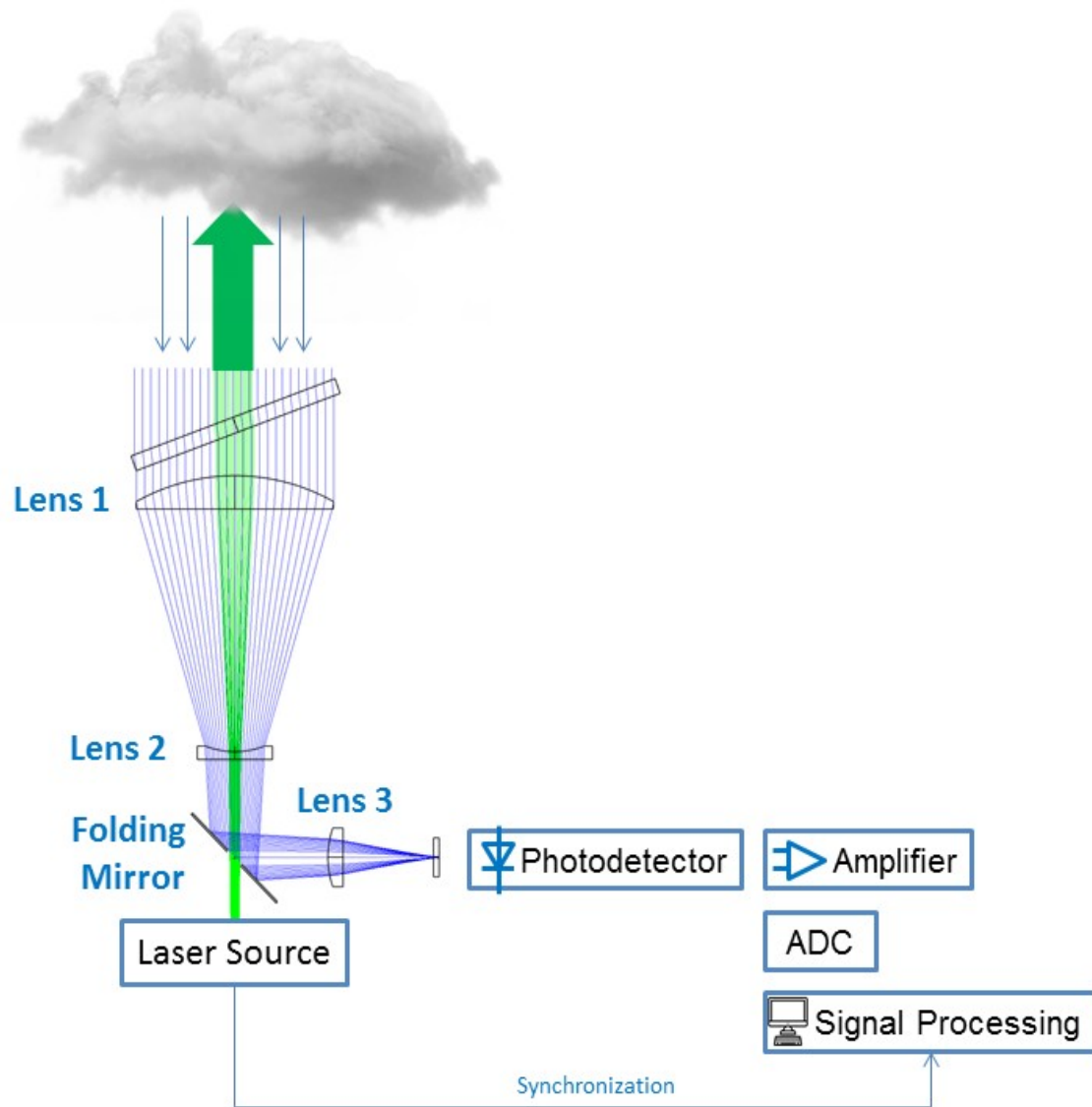
Lufft és Vaisala/Campbell:

- visszaszóródási nyers adatok
- felhőalap magasság
- felhő borítottság
- vertikális vizuális tartomány

Lufft:

- + felhő vastagságot
- + aeroszol réteg (több réteg)
- + PBL (planetáris határréteg)

Egylencsésű, coaxiális rendszerű műszer (Vaisala/Campbell)



Az egylencsés kialakítás, ahol ugyanaz a lencse szolgál a lézer impulzusok kibocsátására és a visszavert fény érzékelésére.

A műszer egy szűk, nagy intenzitású lézerimpulzust bocsát ki -> impulzus áthalad az ábrán látható 1-es és 2-es lencsén, amely kollimálja a nyalábot, azaz egy szűk, párhuzamos sugárban teríti szét az égbolt felé (sugárnyaláb párhuzamosítása).

A lencsék biztosítják, hogy a lézernyaláb megfelelően koncentrált legyen, és elérje a kívánt célt (a felhőt).

A visszaverődött fény visszaérkezik az eredeti irányába, és újra áthalad ugyanazon a lencsén, amelyet korábban a kibocsátásnál használtak.

A „Folding Mirror” itt gyűjtőlencseként funkcionál, összegyűjtve a visszavert fényt, és azt elirányítja a fotodetektor, mint vevő felé. Ez a tükör a fény útját változtatja meg, majd a 3. lencse ismét fókuszálja a visszaérkező fotonokat, mielőtt eléri a fotodetektort. Ez a lépés segít a visszaverődött fény hatékony érzékelésében.

A visszaérkező fényt a fotodetektor érzékeli. Ez az eszköz a fényt elektromos jelekké alakítja, hogy a további feldolgozáshoz használható legyen.

Amplifier (Erősítő):

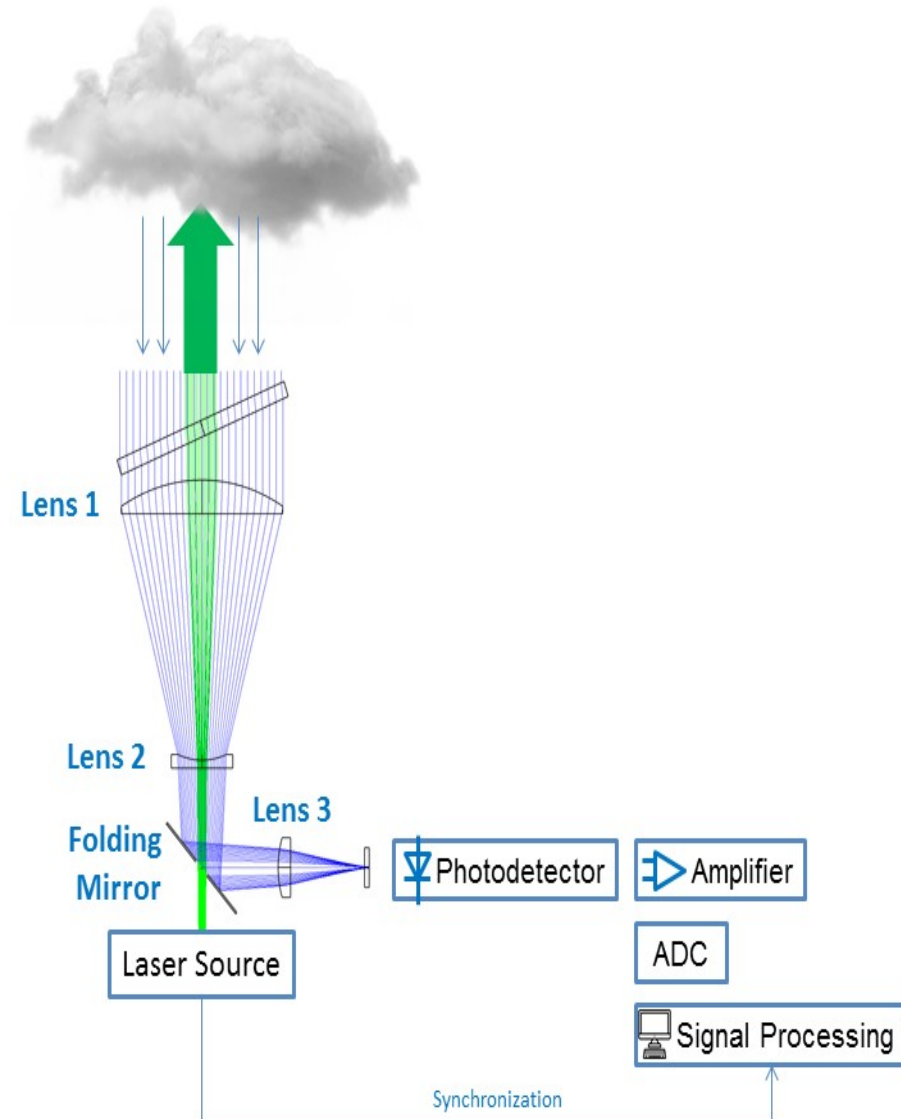
A fotodetektortól származó jeleket egy erősítő felerősíti, hogy azokat az ADC (analóg-digitális átalakító) számára alkalmas formában lehessen továbbítani.

ADC (Analóg-Digitális Átalakító):

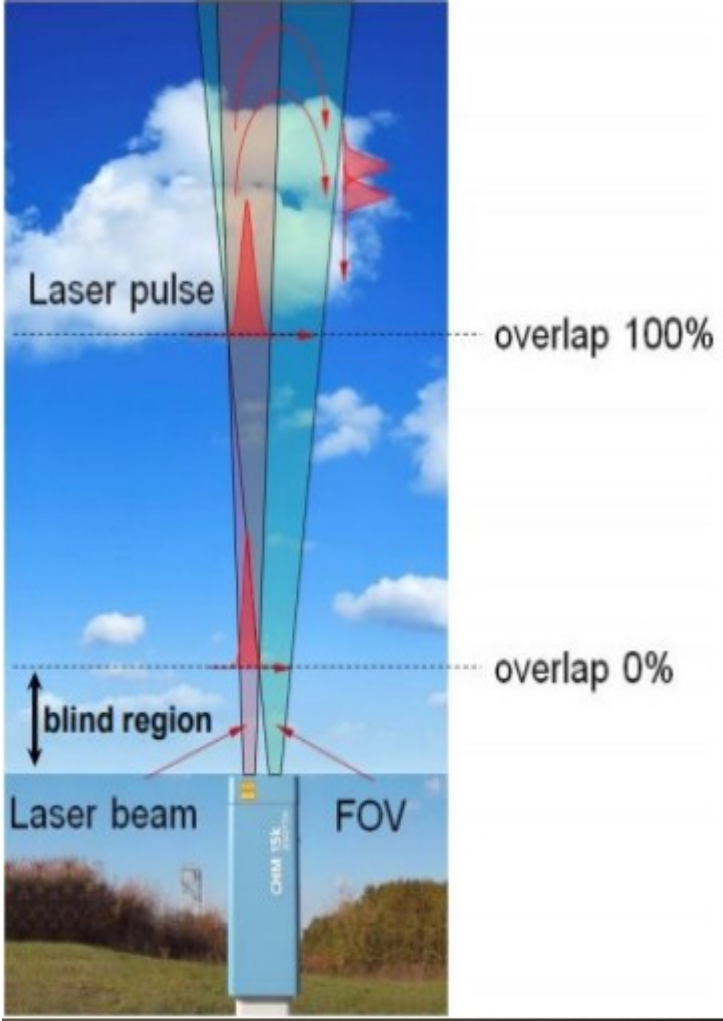
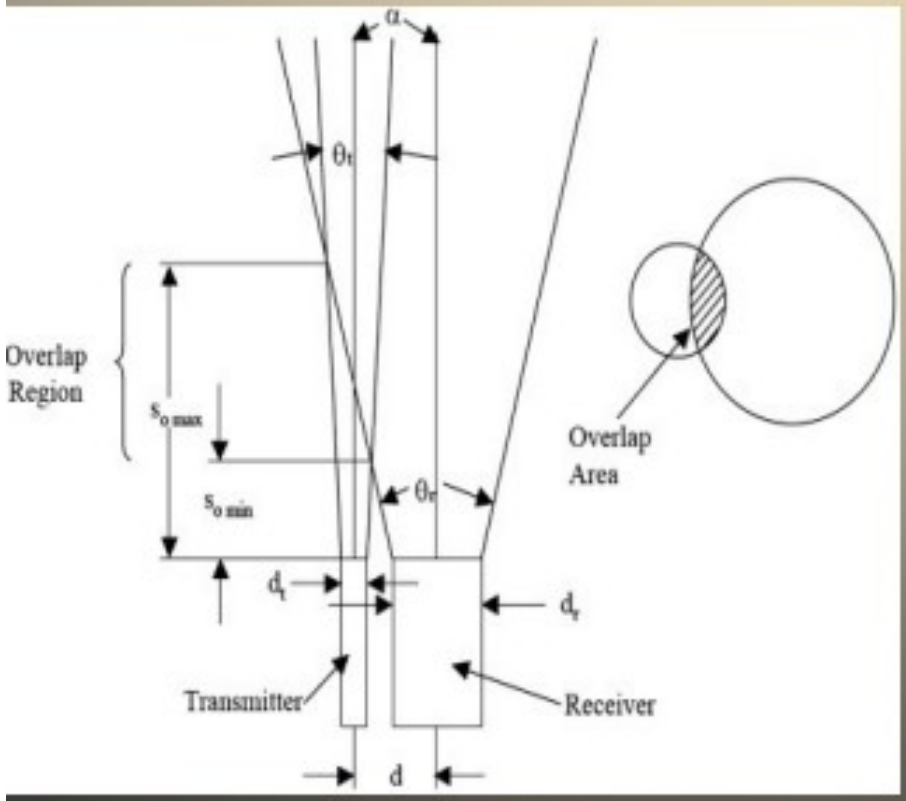
Az erősített jeleket az analóg-digitális átalakító feldolgozza, és digitális formába alakítja, amelyet számítógépes jelprocesszor (Signal Processing) használhat.

Signal Processing (Jelfeldolgozás):

A digitális jeleket a rendszer elemzi és feldolgozza -> pl. felhőalap magasság



Kétlencsés, biaxiális rendszerű műszer (LUFFT)



- Adó modul: lézer kibocsátás
- Lézernyalábnak van egy bizonyos széttartása
- Vevő modul: teleszkóp
- visszaérkező jelet gyűjti
 - FOV (látómező)

Overlap Region (Átfedési régió):
 Az átfedési régió azt a távolságokat jelöli, ahol a kibocsátott lézernyaláb és az érzékelő látómezeje elkezd átfedni.

Kétlencsésű, biaxiális rendszerű műszer (LUFFT)

A vevő végén van egy teleszkóp(Newton-féle teleszkóp), mely összegyűjti a fotonokat a légkörből visszaverődve. Ezt rendszerint egy optikai elemző rendszer követi = APD (avalanche photodiode), mint detektor (mikroelektronikai eszköz).

Ez egy nagyon érzékeny félvezető eszköz, mely minden detektált fotont mozgékony töltéshordozó párok sokszorosává alakít át -> elektromos impulzus.

A detektálás során kapott elektromos impulzusokat megfeleltetjük az egyes fotonoknak. Működése fotonszámláló módszeren alapul

A fotonszámlálási módszer nagyon érzékeny, és akkor használatos, ha a visszacsatoló jel gyenge, például amikor gyenge szórás lép fel vagy amikor a vizsgált terület messze van a műszertől



Kétlencsésű, biaxiális rendszerű műszer (LUFFT) Egylencsésű, coaxiális rendszerű műszer (Vaisala/Campbell)

Hátrány:

- Gyakorlatilag csak 15-20 m-től kapunk információt a visszaszóródásról (150-300 m után nem szükséges az overlap korrigálás)

Előny:

- Az adó és a vevő lencséinek különválasztása segít minimalizálni az interferenciát, így a vevő kevesebb zavaró jelet érzékel, ami jobb adatminőséget eredményez, nagyobb fokú érzékenységet
- Távoli mérések: Nagy távolságú (magasabb felhőalap) mérések esetén a biaxiális rendszer pontosabb lehet.

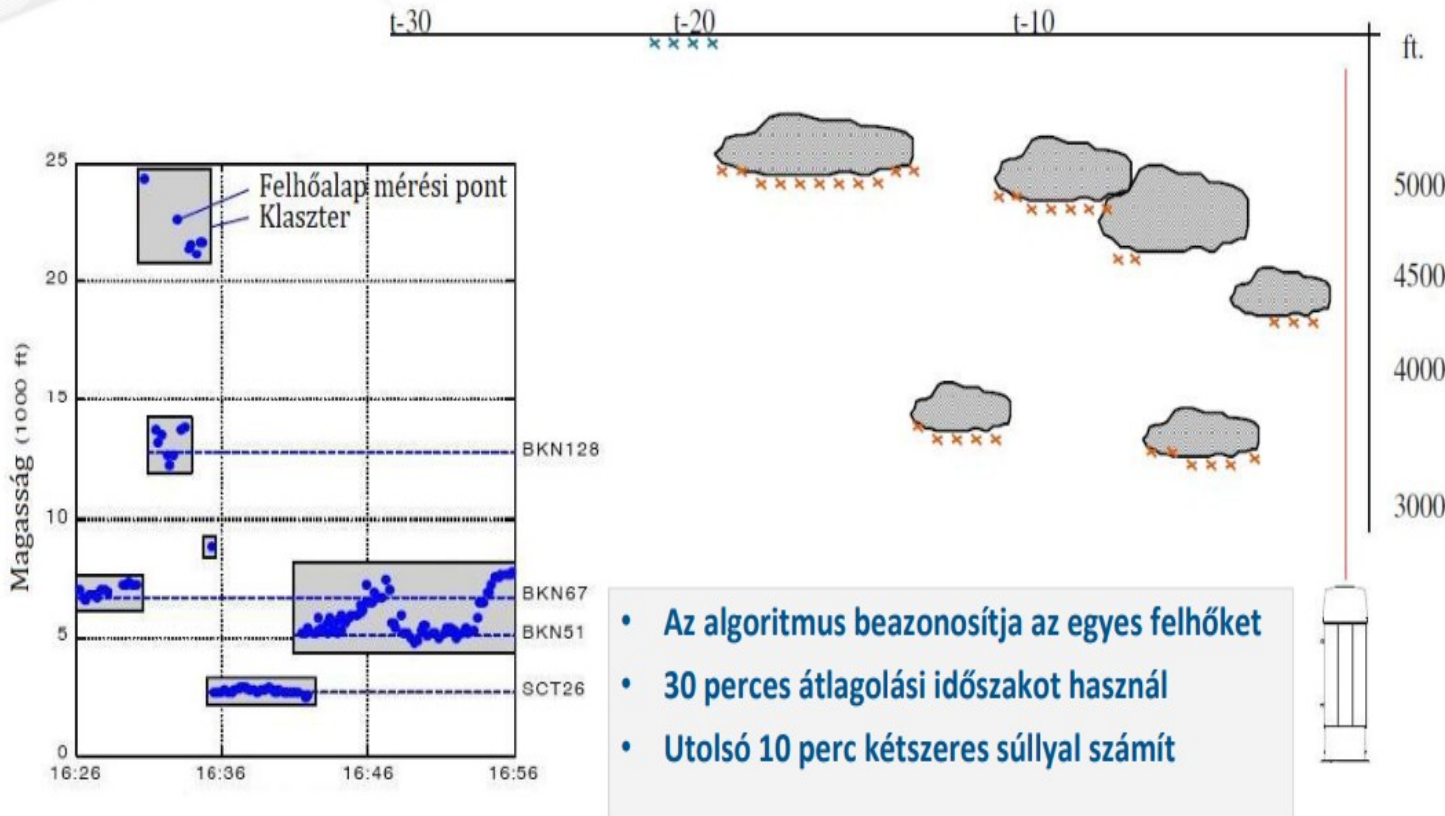
Hátrány:

- Az adó és vevő optikai egység közötti interferencia, a Vaisala/Campbell esetében ezt speciális optikai szűrőkkel és érzékeny elektronikával minimalizálták.
- Mivel a lézerimpulzus intenzitása nagyobb, mint a visszaszóródott jelé, az optikai rendszer könnyen „túlterhelődhet” a kibocsátott impulzus által, mielőtt a visszavert jel visszaérkezik. Ez nehezíti a gyengébb visszavert jelek észlelését

Előny:

- Mivel a kibocsátott sugár és az érzékelő ugyanazon az optikai tengelyen van, az érzékelő azonnal képes detektálni a visszaverődött jeleket a kibocsátási ponttól kezdve. Ez azt jelenti, hogy nincs szükség átfedési régióra (0 m-től történő mérés)

Felhőborítottsági algoritmus – „klaszterezés”



- visszaérkező jelek mintázatai alapján azonosítsa a különböző felhőrétegeket -> pontosan meghatározza azok magasságát és eloszlását -> függőleges visszaverődési profilt készítenek

- a visszaverődési profil gyakran több csúcsot (maximum pontot) mutat, amelyek különböző magasságoknál alakulnak ki.

- az azonosított csúcsok alapján csoportokat (klasztereket) alkotnak

- miután a klaszterezési folyamat befejeződött, a rendszer meghatározza a felhőborítottsági szintet, ami azt jelzi, hogy a mért magassági tartományban mekkora a felhőborítás aránya.

A felhőborítottságot százalékos formában vagy oktában (0-8 között) adják meg.

LUFFT felhőborítottság

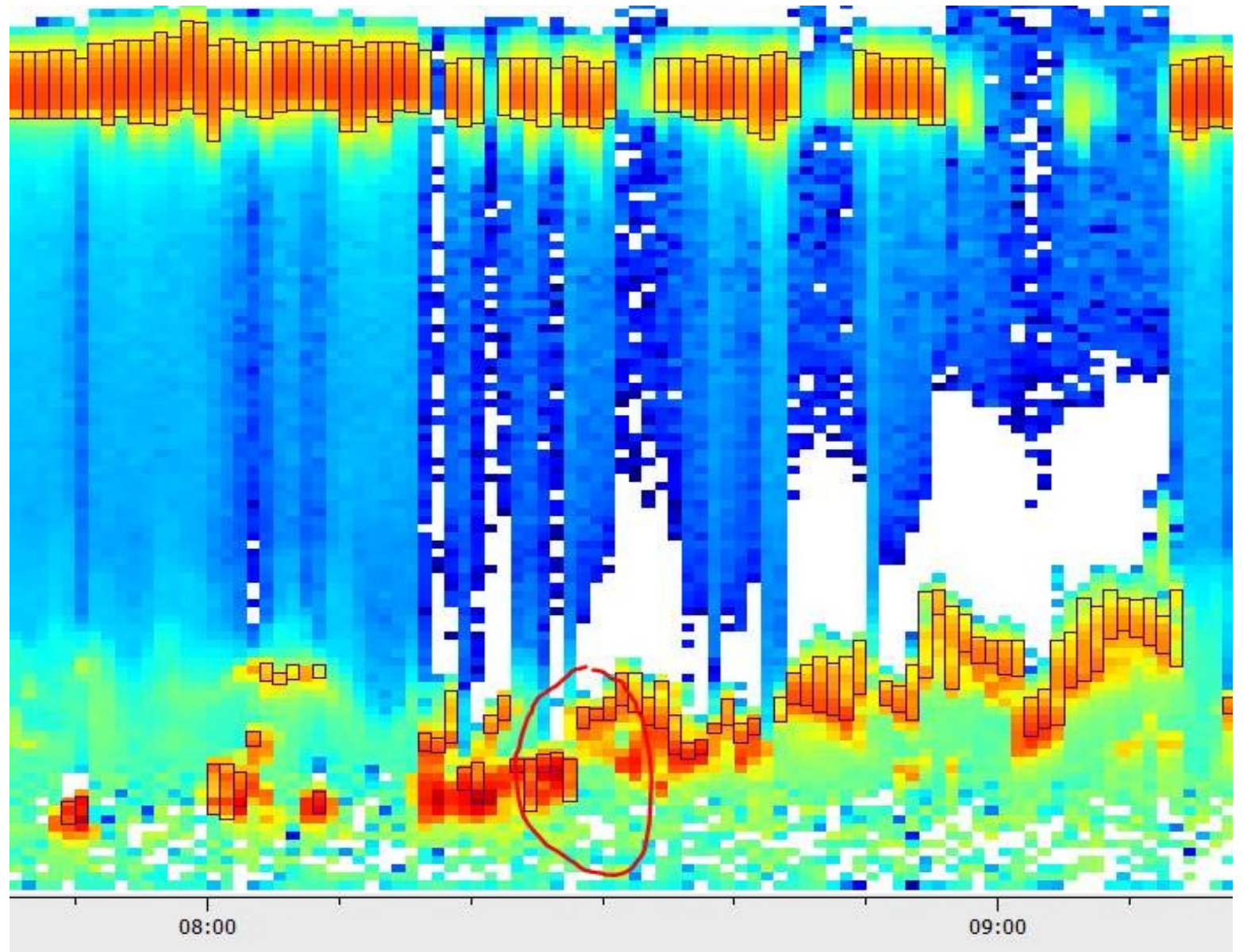
Felhőalap és felhőtető

meghatározása: A visszavert jelek elemzése révén a készülék meghatározza a felhőalap (alsó felhőréteg) magasságát és a felhőtető (felső felhőréteg) magasságát. A felhő mélység a két magasság közötti távolság.

BCC (Base Cloud Cover): Az alsó felhőréteg borítottságának százaléka, amely a legalacsonyabb felhőrétegre vonatkozik, az alsó felhőréteg milyen gyakran van jelen.

TCC (Total Cloud Cover): Az összes felhőréteg borítottságának százaléka, amely magában foglalja mind az alsó, mind a magasabb felhőrégeket. Az eszköz minden detektált felhőréteget figyelembe vesz, és ezek együttes jelenlétét vizsgálva ad egy teljes felhőborítottságot.

az adatokat figyelembe veszi
Nonprofit Zrt.
figyelembe:



Közös a felhőborítottság számításában, hogy az elmúlt 30 percet nézi, az utolsó 10 perc súlyozva

