

A számszerű modellezés gyakorlati oktatása modern eszközökkel

Szépszó Gabriella

Modellezési Osztály
Országos Meteorológiai Szolgálat

szepszo.g@met.hu

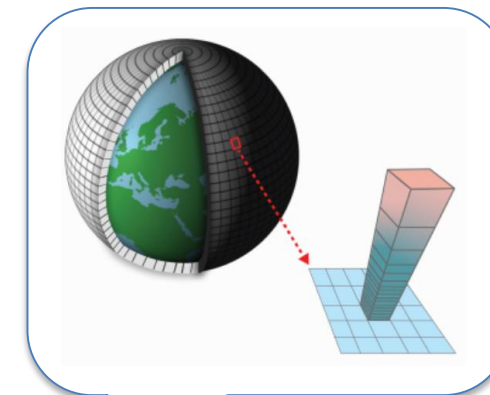


2019. november 18.

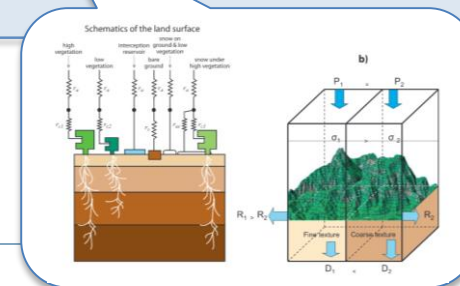
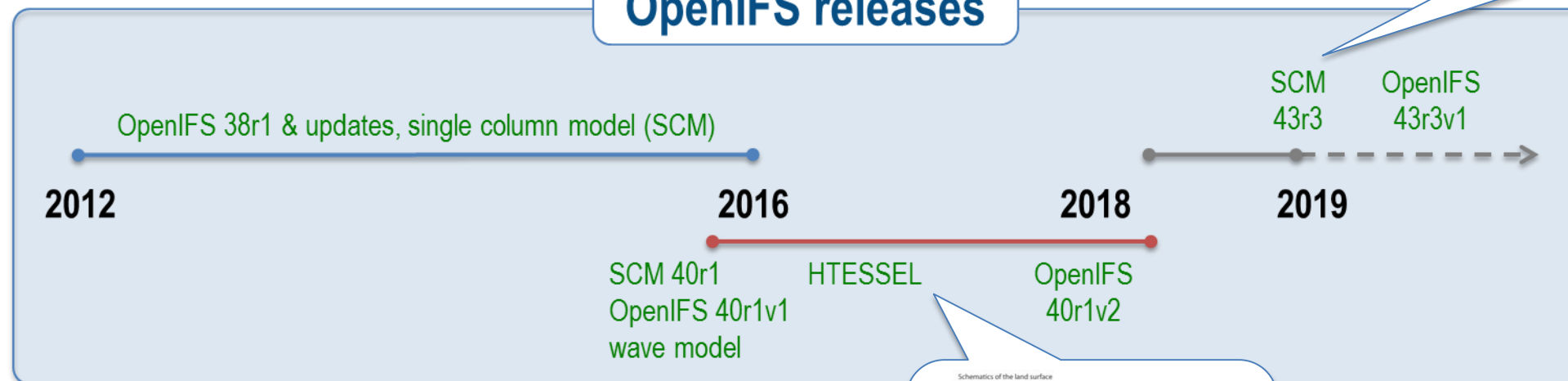
Háttér

- Az ECMWF operatív IFS modelljének oktatásra, kutatásra szánt változatának, az **OpenIFS**-nek (2011) a hazai meteorológusképzésben való használata (2013)
- 2017–2019: OpenIFS-szel kapcsolatos feladatok az ECMWF-ben
- Licenz-szerződés keretében hozzáférhető (tehát nem nyílt forráskódú) – nemcsak tagországoknak
- Célok:
 - A modellezés **gyakorlati oktatásának** támogatása
 - Együttműködések kialakítása
 - Az ECMWF szoftvereinek és modelljének megismertetése (ECMWF állások betöltéséhez is)

- Eltérések az operatív modellektől:
 - Nincs adatasszimiláció
 - Nincs óceáni modellkomponens (kapcsolt modellfuttatás)
 - Könnyű telepíthetőség, támogatás (support, dokumentáció)



OpenIFS releases



Részvétel oktatási tevékenységben

- 1. Numerikus modellezés hazai oktatása**
- 2. Readingi Egyetem kurzusa**
- 3. Météo-France training**
- 4. OpenIFS workshop**
- 5. ECMWF trainingek**

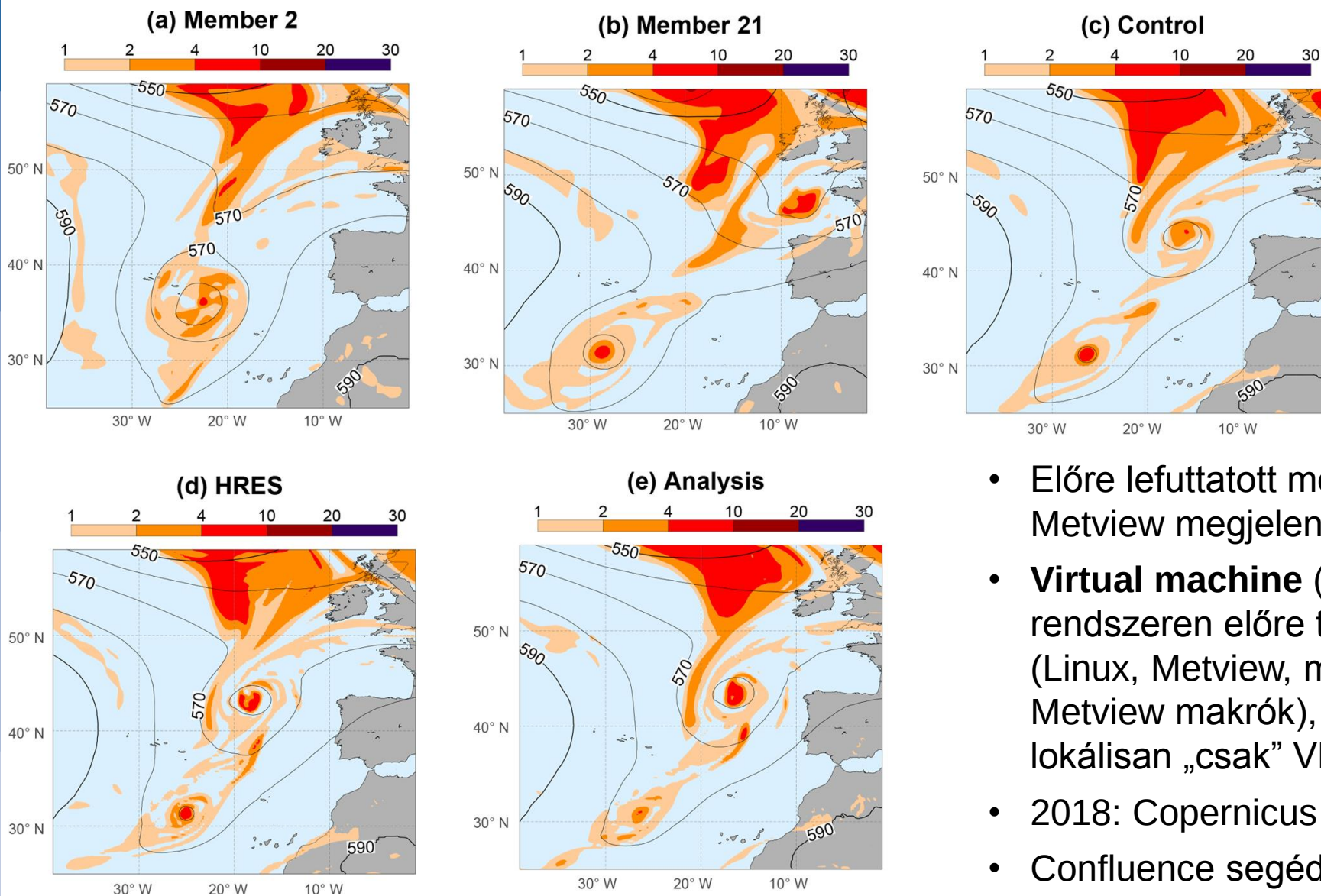
Részvétel oktatási tevékenységben

- 1. Numerikus modellezés hazai oktatása**
- 2. Readingi Egyetem kurzusa**
- 3. Météo-France training**
- 4. OpenIFS workshop**
- 5. ECMWF trainingek**

Training a Météo-France iskolájában

- 3-napos kurzus Toulouse-ban 15-20 hallgató számára (Météo France, DWD)
- 2018 volt a 3. év az (Open)IFS-szel, ugyanaz az esettanulmány minden évben más szemszögből: Nadine (2012) eléri a közepes szélességeket (Pantillon et al., 2015)
- HyMeX (Hydrological cycle in Mediterranean experiment) mérési kampány – az egyik oktató szolgálatra beosztott előrejelző volt az esetkor
- Tanítási cél: nagy bizonytalansággal előrejelezhető időjárási szituáció → ensemble előrejelzések fontossága
- 2018-ban a hallgatók az operatív előrejelző szerepében, aki segíti a HyMeX kampány vezetőjét a repülőgépes mérések tervezésével kapcsolatos döntésben
- Fokozatos információk: analízis, HRES előrejelzés, ensemble, clusterezés (vizuális és főkomponens-analízis), döntéshozó támogatása, verifikáció utólag

Training a Météo-France iskolájában



Potenciális örvényesség 320 K-en
500 hPa-os geopotenciál
2012. szeptember 22. 12 UTC (+60h)

Technikai megvalósítás:

- Előre lefuttatott modellkísérletek és elkészített Metview megjelenítő programok
- **Virtual machine (VM):** külön operációs rendszeren előre telepített szoftverek, programok (Linux, Metview, modelladatok és analízisek, Metview makrók), hordozható (USB, FTP), lokálisan „csak” VM lejátszó telepítése szükséges
- 2018: Copernicus Climate Data Store, böngészőben
- Confluence segédlet

Training a Météo-France iskolájában

- A hallgatók csoportban vagy egyénileg dolgoztak
- Minden szakasz után eszmecsere, majd a következő szakasz felvezetése
- A hallgatóknak ez angol nyelvóra is
- A francia meteorológus oktatás szimpatikus vonásai:
 - Tanítják az előrejelző „hatáskörét”
 - Használják az operatív modelleket az oktatásban
 - Az oktató maga is részt vesz az operatív előrejelzésben
- <https://confluence.ecmwf.int/x/54Y2Bg>

OpenIFS workshop

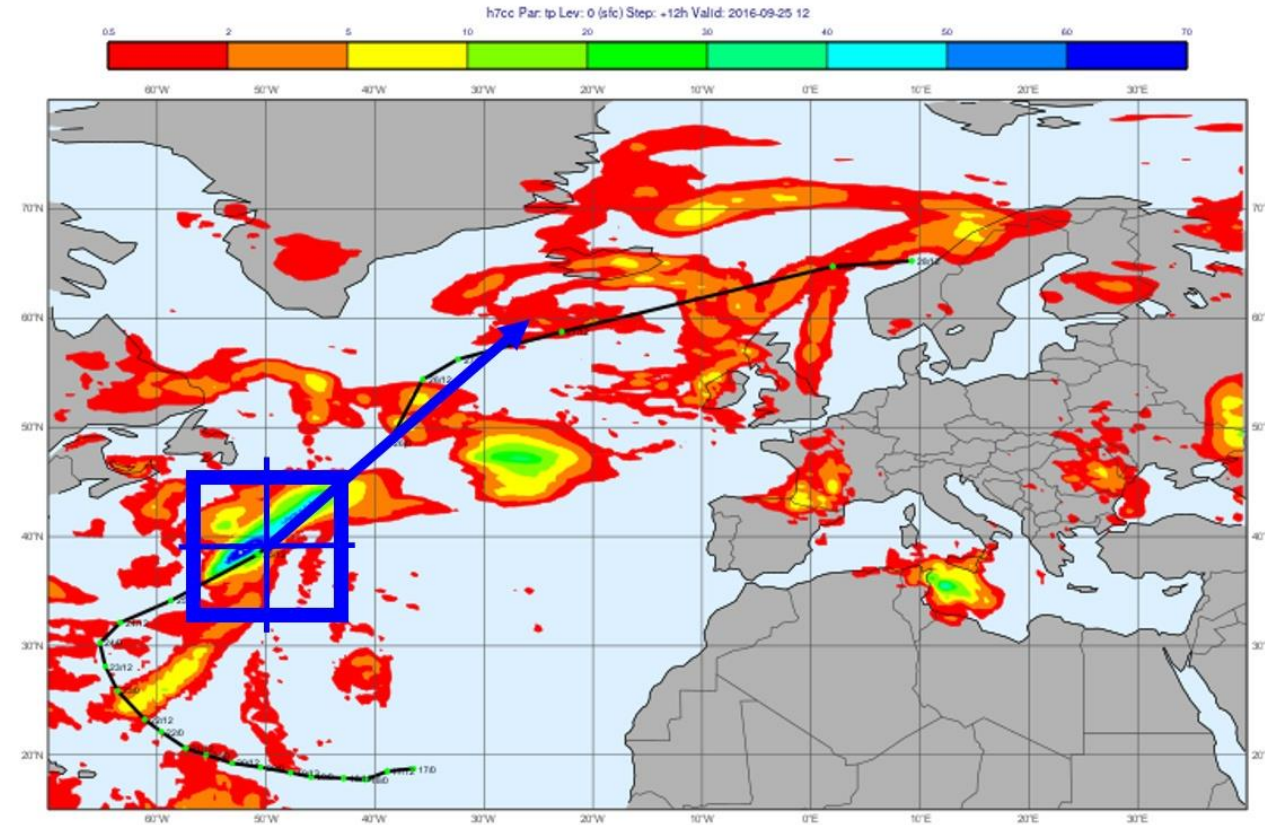
- 1-2 évente megrendezett 3-4 napos esemény az OpenIFS felhasználóknak
- Változó helyszín (Stockholm, Helsinki, Oxford-Reading, Trieszt, Reading)
- Változó téma: esettanulmány + demonstrálandó előrejelzési jellemző (pl. valószínűségi előrejelzés, szezonális előrejelzés)
- Felépítés: kapcsolódó szakmai előadások, felhasználói előadások, gyakorlat
- Gyakorlat 20-40 résztvevő számára: kis csoportokban modellkísérlet, eredmények feldolgozása, kiértékelése, bemutatása
- Technikai megvalósítás: USB-n szállított virtual machine
- A programok, esettanulmányok kérésre elérhetők és felhasználhatók

5. OpenIFS workshop 2019 (Reading)

- 1. nap: training új és korábbi felhasználóknak
 - Elméleti előadások IFS-ről (ECMWF): SISL, spektrális módszer, ecRad, felszínkezelés
 - Gyakorlatok: spektrális módszer, T21 technikai teszt új modellváltozattal (43r3), meteorológiai teszt
 - Sűrű program, rövid gyakorlatok
- 2–4. nap:
 - Délelőtt előadások felkért előadóktól (és résztvevőktől), délután gyakorlat egy esettanulmányra felfűzve
 - Gyakorlat: kontroll és résztvevők által megtervezett modellfuttatások, az eredmények megjelenítése, értelmezése
 - Hosszabb gyakorlatok, több lehetőség konzultációra (felkért előadók)
- 5. nap: résztvevők előadásai az elvégzett kísérletek eredményei alapján, vita
- <https://confluence.ecmwf.int/display/OIFS/Programme>

5. OpenIFS workshop 2019 (Reading)

- Szakmai tartalom:
 - Karl ex-trópusi ciklon (2016) eléri a közepes szélességeket (Schäfler et al., 2018)
 - NAWDEX mérési kampány
 - Új kódrészlet: box definiálása, melyen belül a konvekcióból, sugárzásból és a mikrofizikából származó tendenciák skálázhatók – nemelísten keresztül
 - Tanítási cél: az egyes fizikai folyamatok szerepének megértése az eset során

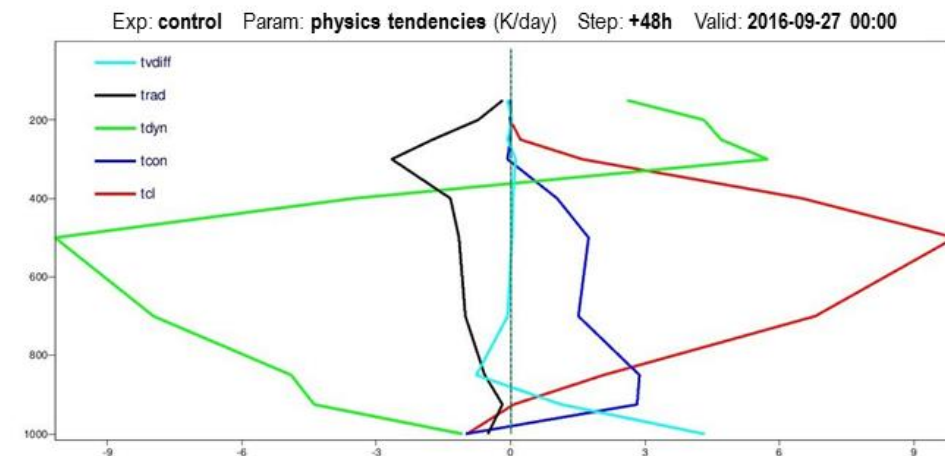


5. OpenIFS workshop 2019 (Reading)

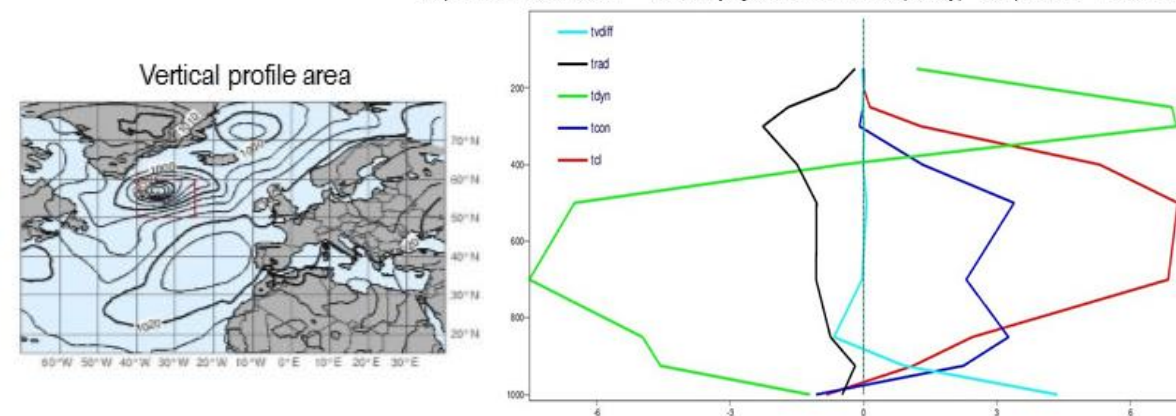
- Technikai megvalósítás:
 - Előkészített modell (bináris), namelistek, kezdeti feltétel (ECMWF)
 - Előre elvégzett kísérletek ellenőrzött eredményekkel, amiket a workshopon résztvevők majd választhatnak – nem valósult meg
 - Előkészített Metview programok a megjelenítéshez (pl. tendenciák megjelenítése) (ECMWF)
 - MobaXterm → Readingi Egyetem clustere (kb. 70 user) → ECMWF ccb szuperszámítógépe (kb. 20 user, prioritás)
 - Master felhasználó mindkét számítógépen → a résztvevők innen generálták le a munkához szükséges környezetet (könyvtárszerkezetet stb.) a saját user-ük alatt
 - Confluence segédletek minden munkafolyamathoz

5. OpenIFS workshop 2019

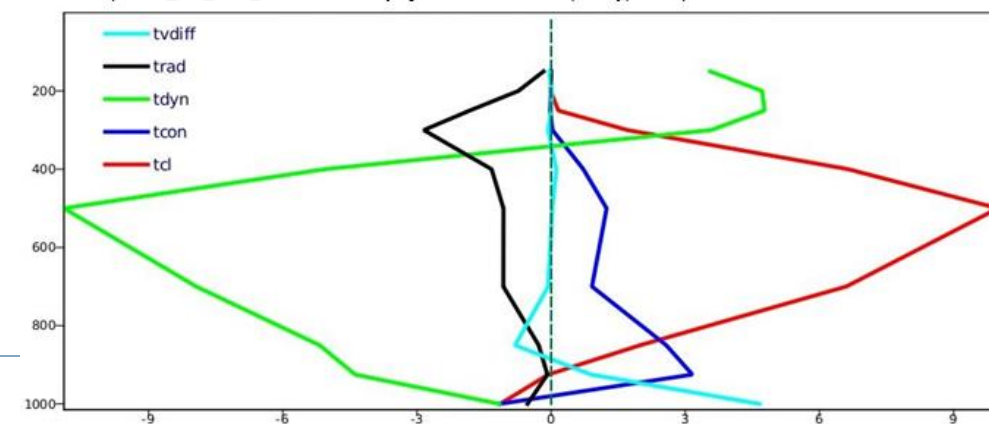
- Tapasztalatok:
 - Különbségek a résztvevők felkészültségében, de a gyakorlatokat végül mindenki végigcsinálta
 - Néhányan túltervezték a reálisan elvégezhető kísérletek számát
 - Éles bevetés előtt fontos az új modellváltozatot alaposan tesztelni
 - Célszerű a „várható” eredményeket előre elkészíteni és elemezni (utólag a főbb következtetések és magyarázatuk összefoglalója)



Exp: con_0.5_Karl_48h Param: physics tendencies (K/day) Step: +48h Valid: 2016-09-27 00:00



Exp: con_1.5_Karl_48h Param: physics tendencies (K/day) Step: +48h Valid: 2016-09-27 00:00



ECMWF trainingek

- Predictability training course: a gyakorlati részben OpenIFS 2018 óta – a toulouse-i kurzus egy délutánra tömörített változata
- **Numerikus módszerek training 2019-ben:**
(Advanced numerical methods for Earth System modelling)
 - Saját gyakorlati rész 1 óra időtartamban
 - Péntek: a résztvevők már meghallgattak szinte minden előadást, és volt már gyakorlati kurzusuk is
 - Lehetőségek: esettanulmány, **modellfuttatás**
 - Téma: stabilitás – felbontás és időlépés hatása, szemi-Lagrange módszer beállításainak hatása az előrejelzésre

Numerikus módszerek training

- Megvalósítás:
 - Modellfuttatás, de nem szuperszámítógépen (bejelentkezés), hanem 4-magos desktopon → modell fordítása desktopra, az összes szükséges csomaggal, teljes optimalizációval
 - Futási sebesség tesztelése: kísérletek különböző felbontáson, majd egy reális felbontás (T159, 125 km) kiválasztása – sebesség feltornázása: sugárzási parametrizáció gyakorisága, output frekvencia, kiírandó változók
 - Tanítási célra vonatkozó tesztkísérletek megtervezése (Michail Diamantakisszal), elvégzése, eredmények értékelése, futási idő összehasonlítása → a kurzuson ténylegesen elvégzendő futtatások köre + opciók a résztvevőknek + előre lefuttatott kísérletek eredményei
 - Megjelenítendő változók, színezés stb. kitalálása és beprogramozása – Metview makrók
 - Gyakorlat ívének megtervezése, majd „leírás” – eszköz: Jupyter notebook
 - Tesztelés, újraírás (pl. háttérben futtatás), tesztelés, újraírás ...

Numerikus módszerek training

Numerikus módszerek training

1. Initial conditions and namelist

The `rundir_initial` directory contains the files and folders which are necessary to the model run. Check its content with the `ls -ltr` command.

```
In [ ]: %%bash
ls -ltr rundir_initial
```

A typical working directory of the OpenIFS model has to include the followings:

- `ICMGG${expID}INIT` : GRIB file including initial condition for the model with surface variables available in gridpoint representation, `expID` is a 4-digit experiment ID which is `gw3a` in the present case;
- `ICMGGgw3aINIUA` : GRIB file including initial condition for the model with model level variables available in gridpoint representation;
- `ICMShgw3aINIT` : GRIB file including initial condition for the model with variables available in spectral representation, mostly on model levels;
- `ICMCLgw3aINIT` : GRIB file including climatological fields which do not vary by time, i.e. they have seasonal cycle or they are constant;
- `fort.4` : input fortran namelist with parameters which can be changed;
- `master.exe` : the OpenIFS model executable file;
- `159l_2` folder: contains ozone climatology for the given horizontal and vertical resolutions;
- `ifsddata` folder: contains the various long-lived gases and aerosol climatologies used by the model;

Numerikus módszerek training

1. Initial conditions and namelist

The `rundir_initial` directory contains the files and folders which are necessary to the model run. Check its content with the `ls -l` command.

```
In [1]: %%bash
ls -ltr rundir_initial

total 4
-rw-r----- 1 digs rd 3866 Mar 26 2019 fort.4
lrwxrwxrwx 1 digs rd 30 Mar 27 2019 rtables -> /var/tmp/digs/ifsdata/rtables/
lrwxrwxrwx 1 digs rd 38 Mar 27 2019 master.exe -> ../../make/gnu-opt/oifs/bin/master.exe
lrwxrwxrwx 1 digs rd 34 Mar 27 2019 ifsdata -> /var/tmp/digs/ifsdata/40r1/ifsdata
lrwxrwxrwx 1 digs rd 39 Mar 27 2019 ICMShgw3aINIT -> ../input/T159L60/20151204/ICMShgw3aINIT
lrwxrwxrwx 1 digs rd 40 Mar 27 2019 ICMGGgw3aINIUA -> ../input/T159L60/20151204/ICMGGgw3aINIUA
lrwxrwxrwx 1 digs rd 39 Mar 27 2019 ICMGGgw3aINIT -> ../input/T159L60/20151204/ICMGGgw3aINIT
lrwxrwxrwx 1 digs rd 39 Mar 27 2019 ICMCLgw3aINIT -> ../input/T159L60/20151204/ICMCLgw3aINIT
lrwxrwxrwx 1 digs rd 41 Mar 27 2019 159l_2 -> /var/tmp/digs/ifsdata/40r1/climate/159l_2
```

A typical working directory of the OpenIFS model has to include the followings:

- `ICMGG${expID}INIT` : GRIB file including initial condition for the model with surface variables available in gridpoint representation, `expID` is a 4-digit experiment ID which is `gw3a` in the present case;
- `ICMGGgw3aINIUA` : GRIB file including initial condition for the model with model level variables available in aridpoint

Numerikus módszerek training

The content of the initial conditions (`ICMGGgw3aINIT` , `ICMGGgw3aINIUA` , `ICMSHgw3aINIT`) can be easily checked using the `grib_ls` command or the `Examination` task of Metview.

Question:

Identify the number of the vertical model levels, the horizontal grid resolution and the spectral truncation examining the `'ICMGGgw3aINIUA'` and `'ICMSHgw3aINIT'` files.

(Help: for the number of vertical levels check e.g. the humidity field in the left panel of the opening window; for the grid resolution; choose the standard dump in the right panel and look for N_j or N ; for the spectral truncation choose the standard dump in the right panel and look for J , K or M .)

```
In [ ]: %%bash
cd rundir_initial
metview -e grib ICMGGgw3aINIUA
```

```
In [ ]: %%bash
cd rundir_initial
metview -e grib ICMSHgw3aINIT
```

Answer: Type your answer here and click on saving.

Numerikus módszerek training

Experiment 2: reduce the number of the iterations for computing the medium point of the semi-Lagrangian trajectory

You have to choose which experiment to run from the next two ones. Please consult with your neighbour in the classroom and choose different experiment.

Experiment 2.1: reduce the number of the iterations to 2

The default value of the iteration number is 3 in OpenIFS. Edit the `NAMDYN` namelist group in `fort.4` and set `NITMP` to 2. Be careful where you add this parameter, some namelist groups appear twice in the namelist, the model always reads the values at the first occurrence.

```
&NAMDYN
NITMP=2,           ! number of iterations
TSTEP=3600.0,      ! integration time step in seconds
\
```

```
In [ ]: %%bash
cd rundir_T159_NITMP2
gvim fort.4
```

Run the model executing the task below. This integration takes longer (approximately 20 minutes), so you should not wait for it. When you started it, **please go directly to [Section 3](#)**.

```
In [ ]: %%bash
source /home/ectrain/trx/NM_TC2019/OpenIFS/experiments/set_env
cd rundir_T159_NITMP2
rm -f ICM*++
nohup ./oifs_run.sh -e gw3a -m master.exe -r159 -fd3 -s3600. -n4 > out 2>err &
```

Numerikus módszerek training

ter OpenIFS Last Checkpoint: 04/12/2019 (autosaved)  Logout

View Insert Cell Kernel Widgets Help Trusted Python 2 

        Code 

Task 3: compare the results of experiment 2.1/2 (with modified iteration number) and the control run

Visualize the relative or the specific humidity and the wind on different pressure levels using the `2field.mv` macro. If you have time look at the temperature.

Question: Where (at which level and region) do you see considerable difference?

Answer: Type your answer here and click on saving.

Task 4: compare the results of experiment 2.1 and 2.2 (with different iteration number) using the results of your neighbour?

Question: Which setting resulted in dramatic difference with respect to the control run?

Answer: Type your answer here and click on saving.

Task 5: compare the results of experiment 3 (using linear interpolation) and the control

Numerikus módszerek training

- Tapasztalatok:
 - 1 óra időtartamra nagyon pontos tervezés szükséges
 - A résztvevők választási lehetőségeinek (pl. kísérletek) száma csak korlátozott lehet
 - Kihívás a teljes csoport ritmusban tartása – eltérő felkészültség és érdeklődés → hasznos több személy segítsége az oktatói oldalon
 - Jupyter notebook esetén jobb elkerülni azokat a programokat, amik új ablakot nyitnak
 - Egyszerre olvasni (angolul olvasni), szöveget értelmezni, technikai munkát végezni és az előadóra figyelni nehéz

Numerikus módszerek training

- Tapasztalatok:
 - 1 óra időtartamra nagyon pontos tervezés szükséges
 - A résztvevők választási lehetőségeinek (pl. kísérletek) száma csak korlátozott lehet
 - Kihívás a teljes csoport ritmusban tartása – eltérő felkészültség és érdeklődés → hasznos több személy segítsége az oktatói oldalon
 - Jupyter notebook esetén jobb elkerülni azokat a programokat, amik új ablakot nyitnak
 - Egyszerre olvasni (angolul olvasni), szöveget értelmezni, technikai munkát végezni és az előadóra figyelni nehéz

Köszönöm szépen a figyelmet!