

Tiedeopiskelu CERNissä

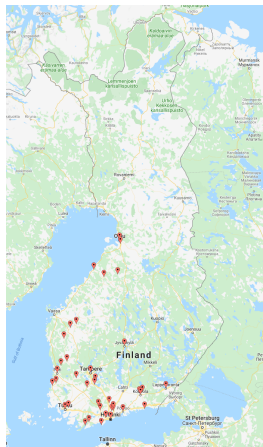
Kati Lassila-Perini

Fysiikan tutkimuslaitos
Helsinki Institute of Physics (HIP)

Kumpula 12.12.2019

Vuoden 2019-2020 ryhmät

- Ryhmiä yksi aiempia vuosia enemmän:
 - ▶ 17 suomen- ja 2 ruotsinkielistä ryhmää
 - ▶ jokaisessa ryhmässä useampi lukio
- Ryhmien valmistautuminen
 - ▶ erillinen syventävä tiedeleirikurssi
 - ▶ opetusta fysiikan kurssin ohessa
 - ▶ erillisiä opetuskertoja ja tapaamisia
 - ▶ ennakkotehtäviä, ryhmätöitä, esseitä, esitelmää
 - ▶ yhteiset kick-off -tunnit
 - ▶ vierailuja yliopistoissa tai yrityksissä
 - ▶ vierailu- tai videoluentoja
 - ▶ varainhankintaa.
- CERNissä lähes 140000 kävijää vuosittain puolen päivän vierailulla.
 - ▶ Voimme jatkaa 3-päiväisten vierailujen järjestämistä, koska ryhmät ovat integroineet vierailut tiedeopintoihin kouluopetuksessa.



Lukuvuoden 2019-2020 tyyppiohjelma

1. päivä

- 09:00 - 09:45 CERNin ensimmäinen kiihdytin (multimedia)
10:00 - 11:15 CERNin yleisesittely
13:00 - 15:00 Hiukkasfysiikan kokeellinen tutkimus
15:15 - 17:00 Vierailu CMS-koeasemalla
tai Cloud-koe - ilmastotutkimus (luento ja vierailu)

2. päivä

- 09:00 - 09:45 CERNin tietojenkäsittely, Data Centre VisitPoint (multimedia)
10:00 - 12:00 Antimateria (luento ja vierailu)
13:00 - 15:00 Tutkimuksen tekniset haasteet (luento ja vierailu konepajalla)
15:45 - 17:15 Sumukammion rakennus (työpaja)

3. päivä

- 09:00 - 10:00 Cloud-koe - ilmastotutkimus (luento ja vierailu)
tai Isolde
10:15 - 11:30 Universumi liitutaululla - teoretikon näkökulma hiukkasfysiikkaan
13:15 - 14:15 Yhteenveto ja palautekeskustelu

Palautekeskustelu

- Oppilailta kerätään suullista palautetta leirin päättävässä palautekeskustelussa:
 - ▶ Turvallisuus, säännöistä tiedottaminen, vaaratilanteet
 - ▶ Ohjelman tiiviys (liian väljä - sopiva - liian rankka)
 - ▶ Päivien pituus (voisi pidentää - sopiva - pitää lyhentää)
 - ▶ Ohjelman painotus: vierailut ja luennot
 - ▶ Luentojen ja esittelyjen päällekkäisyys (liikaa toistoa - sopivasti - liian irrallista)
 - ▶ Englanninkielisten esitysten selkeys
 - ▶ Leirin vaikutus omiin tulevaisuudensuunnitelmiin
- Lisäksi kiertokysely, jossa jokaiselta oppilaalta kysytään, mikä sai heidät lähtemään matkaan ja mitä jäi erityisesti mieleen.
- Ajoittain myös kirjallista palautetta luennoitsijoille.
 - ▶ luennoitsijoiden pyynnöstä tai ”ensikertalaisille”
 - ★ tutkijat ja tutkijakoulutettavat osallistuvat toimintaan mielellään ja kokevat sen kehittävän opetustaitojaan.

Mitä tiedeleiriltä saadaan - oppilailta poimittua

Tutkijan työ

Luennot

Monipuolisuus

Mitä tiedeleiriltä saadaan - oppilailta poimittua

- CERNin vierailu antanut konkreettisen kosketuksen siihen mitä lukion jälkeen opiskella ja minkälaista on tutkijan työ
- Oli ihana nähdä että CERNissä oli muitakin *hörhöjä* ettei ole yksin
- Koulussa näkee fysiikan vain opettajan työnä, täällä fysiikka tulee konkreettiseksi
- Oli mahtavaa nähdä konkreettisesti se mitä on lukenut kirjoista
- Mielikuvat tutkijoista muuttuivat, eivät olekaan epäsosiaalisia

Tutkijan työ

Luennot

Monipuolisuus

Mitä tiedeleiriltä saadaan - oppilailta poimittua

- CERNin vierailu antanut konkreettisen kosketuksen siihen mitä lukion jälkeen opiskella ja minkälaista on tutkijan työ
- Oli ihana nähdä että CERNissä oli muitakin *hörhöjä* ettei ole yksin
- Koulussa näkee fysiikan vain opettajan työnä, täällä fysiikka tulee konkreettiseksi
- Oli mahtavaa nähdä konkreettisesti se mitä on lukenut kirjoista
- Mielikuvat tutkijoista muuttuivat, eivät olekaan epäsosiaalisia
- Luennoitsijat innostuneita, positiivisia, kannustavia, helposti lähestyttäviä, kiehtovia
- Oli hienoa että luennot tulivat suoraan itse tutkijoilta itseltään
- Paljon hyötyä ylioppilaskirjoituksiin, sai syventävää tietoa kirjoituksiin
- Hyvä että oli paljon luentoja suomeksi mutta oli hienoa huomata että ymmärsi myös hyvin englanninkielisillä luennoilla
- Luennoitsijat osasivat siirtää tiedon lukiolaisten tasolle
- Sai vastauksia kysymyksiin joihin opettajat eivät osanneet vastata
- Ihania oppaita ja interaktiivisia luentoja
- Oli mahdollisuus vaikuttaa luentojen ja vierailujen sisältöön sekä kysyä kysymyksiä joihin sai erinomaisia vastauksia
- Luennot inspiroivia ja avasivat erilaisia näkökulmia tieteeseen ja tutkimuksen tekemiseen

Tutkijan työ

Luennot

Monipuolisuus

Mitä tiedeleiriltä saadaan - oppilailta poimittua

- CERNin vierailu antanut konkreettisen kosketuksen siihen mitä lukion jälkeen opiskella ja minkälaista on tutkijan työ Tutkijan työ
- Oli ihana nähdä että CERNissä oli muitakin *hörhöjä* ettei ole yksin
- Koulussa näkee fysiikan vain opettajan työnä, täällä fysiikka tulee konkreettiseksi
- Oli mahtavaa nähdä konkreettisesti se mitä on lukenut kirjoista
- Mielikuvat tutkijoista muuttuivat, eivät olekaan epäsosiaalisia
- Luennoitsijat innostuneita, positiivisia, kannustavia, helposti lähestyttäviä, kiehtovia
- Oli hienoa että luennot tulivat suoraan itse tutkijoilta itseltään
- Paljon hyötyä ylioppilaskirjoituksiin, sai syventävää tietoa kirjoituksiin
- Hyvä että oli paljon luentoja suomeksi mutta oli hienoa huomata että ymmärsi myös hyvin englanninkielisillä luennoilla
- Luennoitsijat osasivat siirtää tiedon lukiolaisten tasolle Luennot
- Sai vastauksia kysymyksiin joihin opettajat eivät osanneet vastata
- Ihania oppaita ja interaktiivisia luentoja
- Oli mahdollisuus vaikuttaa luentojen ja vierailujen sisältöön sekä kysyä kysymyksiä joihin sai erinomaisia vastauksia
- Luennot inspiroivia ja avasivat erilaisia näkökulmia tieteeseen ja tutkimuksen tekemiseen
- Miten fysiikka yhdistää ihmisiä eri kansalaisuuksista
- Uskomaton tiedetehdas jossa jokainen tekee osan – uniikin osan suureen kokonaisuuteen
- Konehallivierailulla oli mahtavaa nähdä ihan oikeasti ihmisiä töiden ääressä
- Projekteja ja eri aloja paljon enemmän kuin osasi odottaa Monipuolisuus
- Oli hienoa nähdä miten monenlaista tutkimusta CERNissä tehdään ja fyysikot eivät tunnu enää joltain ufoilta

Mitä tiedeleiriltä saadaan - opettajilta poimittua

- CERN-projektissa kaikki asiat toimivat erinomaisesti
- Loistava kokonaisuus – ohjelma laajempi kuin aikaisemmin
- Loistava mahdollisuus tutustua kansainväliseen tutkimukseen
- Luennoitsijat ottivat hyvin huomioon opiskelijoiden tason
- Paperille pyydetty kysymykset olivat hyviä, näin arempikin oppilas uskalsi kysyä, opiskelijoiden aktivoiminen hyvä asia.
- Erilaisia esitystyyliä
- Teoriaa ja käytäntöä sopivassa suhteessa
- CERN tiedeleiri on ollut erinomainen niin opiskelijalle kuin koululle, se on lisännyt yhteistyötä muiden lukioiden välillä
- Opetukseen sai uutta syvyyttä
- Motivoi ja innostaa opettajia
- Anti oppilaille se että CERNiin voi päätyä työskentelemään erilaisten opisekelupolkujen kautta, ei pelkästään opiskelemalla hiukkasfysiikkaa
- Paras kiitos kun näkee oppilaiden innostuksen sekä ihmetysten näkemästä ja kokemastaan
- CERN tiedeopiskelu on hieno mahdollisuus suomalaisille lukiolaisille ja toivotaan että projekti jatkuu ennallaan

LHC-haiku –
Protoni pien vinhaan kiertää rataa, melkein tajuan

Oli ”hiukkasen” kivaa

Kirjallisesta palautteesta oppilailta

Hiukkasfysiikan avoin data

- Koulutus opettajille Viikissä (03/2017), Jyväskylässä (09/2018), Rovaniemellä (04/2019)
 - ▶ innostunut palaute, jo käytössä opetuksessa
 - ▶ seuranta ja jatkokehitys erittäin tärkeitä
- Seuraavat koulutukset suunnitteilla ensi vuodeksi, ehkä Rovaniemen mallin mukaan yhteistyöhankkeena
 - ▶ pääpainona moderneihin datatyökaluihin tutustuminen - taitoja tulevaisuuteen!
- HIPin kesäopiskelijat/harjoittelijat
 - ▶ työryhmien ohjaus CERNin eri kesäkursseilla
 - ▶ materiaalin kehittäminen, käytön ja palautteen seuranta
- Opinnäytetöitä:
 - ▶ Gradu valmiina (P. Rikkilä) -
 - ▶ Kehittämistutkimus: CERNin CMS-kokeen avoimen tutkimusdatan hyödyntäminen fysiikan laboratoriotyössä yliopistotasolla
 - ▶ Gradu meneillään (P. Veteli)
- Materiaalimme motivoimana myös CERNin aiemmasta kokeesta avataan samantyyppistä dataa opetuskäyttöön
 - ▶ Delphi-koe LEP-kiihdyttimellä, e^+e^- -dataa
- Kiitos valtionavustuksen, voimme laittaa tässä ison vaihteen päälle ja laajentaa materiaalipankkia muiden tutkimusalojen suuntaan.

Koulutustilaisuuksia 2019

- Avoin data -koulutus Rovaniemellä [Avoin data opetuskäytössä – tuulahdus huippututkimusta kouluun](#)
 - ▶ n. 20 osallistujaa, lukion, yläkoulun ja AMK:in opettajia



- Open data -tutoriaalit CERNissä:
 - ▶ kansainvälisillä opettajakursseilla: [Workshop for teachers](#)
 - ▶ kesäopiskelijoille: [Workshop for summer students](#)



- Kaikki materiaali vapaasti käytettävissä [cms-opendata-education](#) github-alueelta.

```

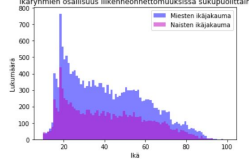
lappart pandas es pd
lappart numpy es np
lappart matplotlib.pyplot es plt
    
```

```

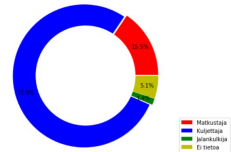
w = pd.read_csv('file:///D:/Users/raue11@net1a/Desktop/CERN/Nur/31/taikot/taikosaar2000vesivertoinen/ta201aen3201a320aikuqoln20aikaan320
a = w[['lon[2]']]
a.head(10)[1:10]
    
```

Selvitys	Age	2010	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	...	2034	2037	2038	2039	2040	2042	2043	2044
1	Katja	5.0	2511.0	3057.0	2715.0	2050.0	2020.0	3913.0	3384.0	3152.0	...	3405.0	3491.0	3405.0	3490.0	3057.0	3510.0	3524.0	3524.0	3524.0	3544.0
2	Katja	1.0	2815.0	3022.0	2750.0	2023.0	2086.0	2801.0	3550.0	3155.0	...	3466.0	3487.0	3550.0	3516.0	3520.0	3530.0	3540.0	3540.0	3554.0	3563.0
3	Katja	2.0	2622.0	2618.0	2814.0	2720.0	2028.0	2360.0	2070.0	3040.0	...	3422.0	3447.0	3460.0	3400.0	3450.0	3460.0	3500.0	3510.0	3510.0	3521.0
4	Katja	3.0	2363.0	2524.0	2810.0	2910.0	2726.0	2810.0	2923.0	2871.0	...	3309.0	3415.0	3420.0	3440.0	3451.0	3460.0	3480.0	3474.0	3474.0	3483.0
5	Katja	4.0	2770.0	2603.0	2925.0	2610.0	2624.0	2750.0	2836.0	2610.0	...	3364.0	3380.0	3495.0	3414.0	3420.0	3430.0	3440.0	3440.0	3451.0	3451.0

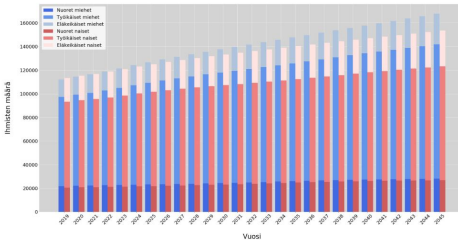
Ikäryhmien osallisuus liikenneonnettomuissa sukupuolittain



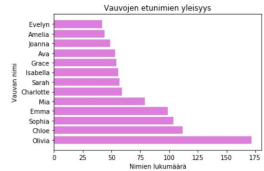
Tieliikenneonnettomuuden osallinen



Vantaan kaupungin väestöennuste



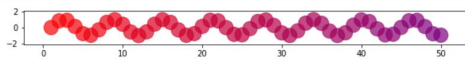
Kuolemaan johtaneiden onnettomuuksien lukusuhteet



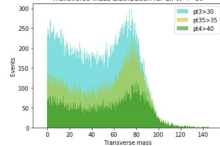
```

for x in range(50):
    show_shape(create_circle(0.9, mycolours[x+1], x+1, np.sin(x)))
    
```

```
plt.show()
```



Transverse mass distribution for all W -> ev





NCPP @ncpp_um · 5. lokak.

Hands on session to reconstruct particle mass using real data from [@CMSEExperiment](#). Thanks to the opendata platform.

Many of them are new to Python and Jupyter but everyone managed to plot the histograms.

[#ADayWithParticlePhysicists](#)



1



7



10



Yhteenveto

- Tiedeleiritoiminta on jatkunut aiempien vuosien erittäin hyvin toimivalla pohjalla.
- Leireistä saatu palaute on innostunutta ja niiden vaikutus koulutoimintaan ja oppilaiden (sekä opettajien) motivaatioon on huomattava.
 - ▶ Palauteseurannan avulla sisältöä on onnistuttu kehittämään.
- Koulutus avoimen datan käytöstä on otettu avosylin vastaan.
 - ▶ Olemme tässä kansainvälisesti uranuurtajia.
 - ▶ Materiaalit käytössä myös muualla (esim. Italia)
 - ▶ Menetelmävalintojemme ansiosta hiukkasfysiikan datan kautta saadut taidot ovat suoraan käytettävissä mihin tahansa dataan ja ovat arvokkaita tulevaisuuden taitoja.
 - ▶ Jatkamme toimintaa laajemmin valtionavustuksen turvin.
- Opettajat pitävät tiedeleirihankkeen pysyvyyttä pitkällä aikavälillä erittäin tärkeänä.

/Higgs/4lepton.ig:Events/Run_178424/Event_66626491

Detector Model ?

- Tracker Barrels
- Tracker Endcaps
- ECAL Barrel
- ECAL Endcaps
- ECAL Preshower
- HCAL Barrel
- HCAL Endcaps
- HCAL Outer
- HCAL Forward
- Drift Tubes (muon)
- Cathode Strip Chambers (muon)
- Resistive Plate Chambers (muon)

Tracking ?

- Tracks (reco.)
- Clusters (Si Pixels)
- Clusters (Si Strips)
- Rec. Hits (Tracking)

ECAL ?

- Barrel Rec. Hits ▷
- Endcap Rec. Hits ▷
- Preshower Rec. Hits ▷

HCAL ?

- Barrel Rec. Hits ▷
- Endcap Rec. Hits ▷
- Forward Rec. Hits ▷
- Outer Rec. Hits ▷

Muon ?

Controls:

- rotate
- Ctrl** + → pan x/y
- Ctrl** + → pan x/y
- Shift** + → zoom
- Shift** + → zoom

https://hub.mybinder.org/user/cms-opendata-ed-terials-finnish-fon0tclj/notebooks/Lukio/Haastavempia%20harjoituksia/Higgs-hakusessa-4...

jupyter Higgs-hakusessa-4-leptonia (unsaved changes)

File Edit View Insert Cell Kernel Widgets Help

Not Trusted

Python 3

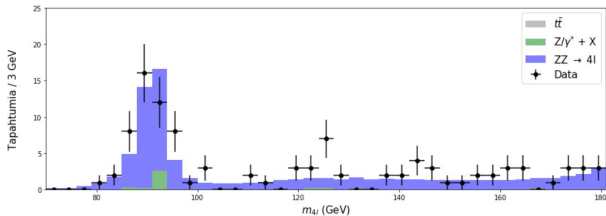
Run Stop Refresh

```
data_bar = plt.errorbar(center, hist, xerr = xerrs, yerr = yerrs, linestyle = 'None', color = 'black',
                        marker = 'o', label = 'Data')

plt.title('$\sqrt{s} = 7$ TeV, L = 2.3 $fb^{-1}$; $\sqrt{s} = 8$ TeV, L = 11.6 $fb^{-1}$ \n', fontsize = 12)
plt.xlabel('$m_{4l}$ (GeV)', fontsize = 15)
plt.ylabel('Tapahtumia / 3 GeV\n', fontsize = 15)
plt.ylim(0,25)
plt.xlim(min, rmax)
plt.legend(fontsize = 15)

plt.show()
```

$\sqrt{s} = 7$ TeV, L = 2.3 fb⁻¹; $\sqrt{s} = 8$ TeV, L = 11.6 fb⁻¹



Kaikki mittapisteet eivät selvästikään selity tuntemillamme taustaprosesseilla. Vertailua varten fyysikot laskivat hajontoja Higgsin bosonille lähtien eri massaisista oletuksista. Tässä näytetään, millainen hajonta tuolla hiukkasella olisi, jos sen massa olisi suunnilleen 125 GeV.

► Yksinkertaistettu, interaktiivinen opetus-esimerkki Higgsin bosonin löytöön johtaneesta data-analyysistä