

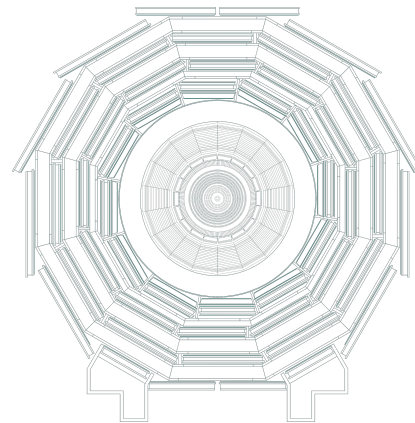


DFPTI zinātniskās aktivitātes

15. Latvijas CERN darba grupas sanāksme

Kārlis Dreimanis, DFPTI direktors

Daugavpils Universitāte, 14.10.2024.



- Latvija piedalās CMS eksperimentā kā **RTU un LU konsorcijs**;
- Latvijas komandas **galvenie** zinātniskās aktivitātes virzieni:
 - Top kvarka fizikas pētījumi;
 - Hīgsa bozona fizikas pētījumi;
 - MIP Timing Detector (MTD) apakšdetektora projekts;
- Sekundārais virziens:
 - Standartmodeļa Vektoru bozonu darba grupas mērījumi.
- CMS-Latvija zinātnisko grupu **DFPTI** veido:
 - Kārlis Dreimanis [LV], (vadošais pētnieks, grupas vadītājs);
 - Markus Seidel [DE], (vadošais pētnieks);
 -
 - Guntis Pikurs [LV], (pētnieks, inženieris);
 -
 - Andris Potrebko [LV], (Zin. grāda pretendents);
 - Antra Gaile [LV], (4. kursa doktorante);
 - Dace Osīte [LV], (3. kursa doktorante);
 - Dimitrios Kontos [GR], (3. kursa doktorants);
 - Conrado Diaz [ES], (3. kursa doktorants);
 - Ojārs Mārtiņš Eberliņš [LV], (2.kursa doktorants);
 - Robert Pleše [HR], (2.kursa doktorants);
 - Mārtiņš Klevs [LV], (1.kursa doktorants).

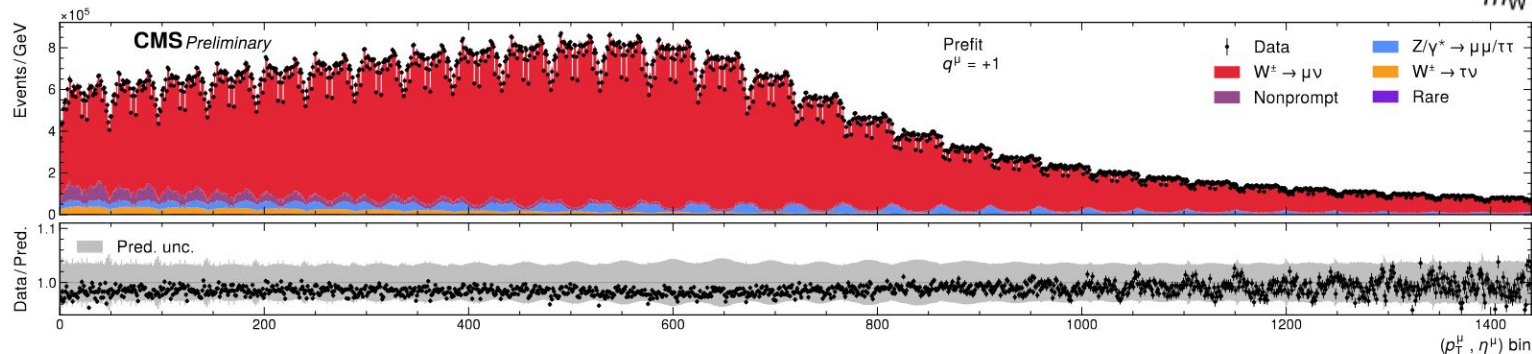
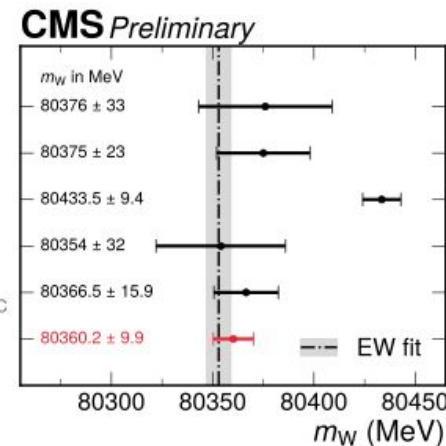


- Top kvarka un Higsa bozona fizika:
 - Promocijas darbs: "Top kvarka un top anti-kvarka masas atšķirības mērījums" (A. Potrebko).
 - Promocijas darbs: "Tukšuma konusa novērojums b kvarka sabrukšanā no top" (D. Osīte).
 - Promocijas darbs: "Paātrinātā top kvarka masas mērījums" (C. Munoz Diaz).
 - Promocijas darbs: "Mīksto QCD efektu izpēte top kvarka sabrukšanas notikumos" (R. Pleše).
 - Promocijas darbs: "Paātrinātā top kvarka sabrukšanas apakšstruktūras pētījums" (D. Sidiropoulos Kontos).
 - Promocijas darbs: "Cietā QCD radiācijas mērījums top kvarka sabrukšanas notikumos" (M. Klevs).
 - Promocijas darbs: "Di-Higsa produkcijas mērījums WWZZ sabrukšanas kanālā" (A. Gaile).
- Standartmodeļa vektoru bozonu fizika:
 - Promocijas darbs: "Gala stāvokļa radiācijas mērījumi Z bozona notikumos" (O.M.Eberliņš).



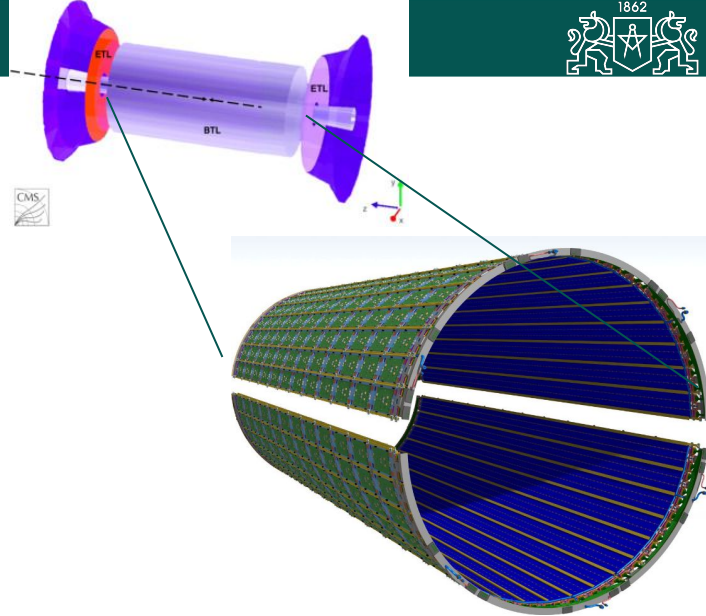
- DFPTI pārstāvēts vienā no nozīmīgākajiem CMS (un CERN) mērijumiem šogad !
- W bozona masas mērijums ar līdz šim augstāko precizitāti **<10 MeV nenoteiktība** !
 - ~20 pētnieku aktīvs darbs, 6+ gadi.
 - 16.5 fb^{-1} , 13 TeV dati (2016).
 - 4 miljardi pilnas simulācijas Monte-Carlo notikumi.
 - Augsta nesakritība ar *slaveno* CDF mērijumu !
- Nozīmīgs mērijums Veinberga leņķa noteikšanas precizitātei, elektrovājās simetrijas laušanas un Higsa mehānisma izpratnei!

LEP combination
 Phys. Rep. 532 (2013) 119
D0
 PRL 108 (2012) 151804
CDF
 Science 376 (2022) 6589
LHCb
 JHEP 01 (2022) 036
ATLAS
 arxiv:2403.15085, subm. to EPJC
CMS
This Work

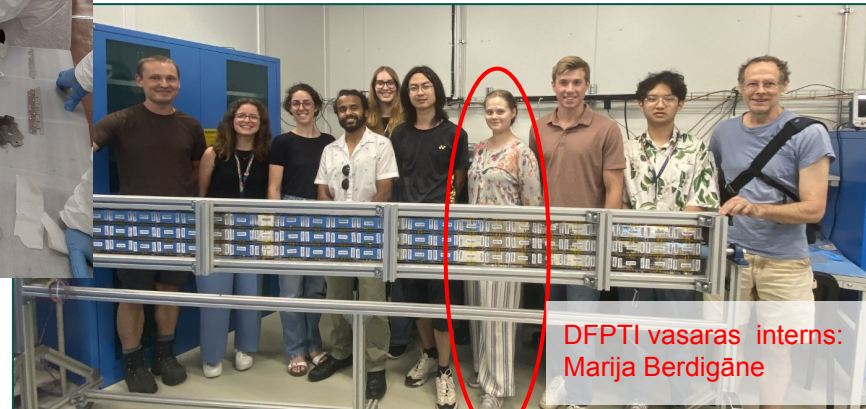
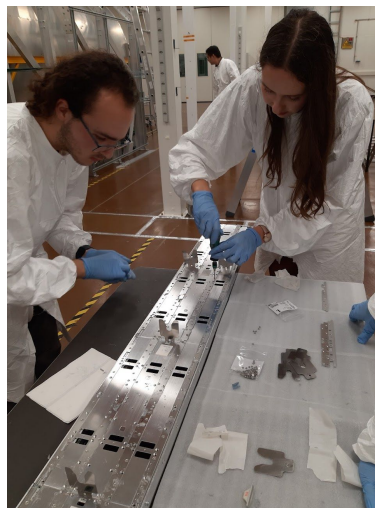


μ^+ prefit

- CMS-Latvija grupa piedalās *MIP Timing Detector* (MTD) projektā:
 - Pilnīgi jauns apakšdetektors, kas sastāv no BTL (*barrel timing layer*) un ETL (*endcap timing layer*) komponentēm.
 - Uz šo brīdi esam dziļi iesaistīti tieši BTL komponentes izstrādē.
 - BTL atradīsies radiāli uzreiz "aiz" *Outer Tracker (OT)*.
 - MTD uzdevums: noteikt lādētu daļiņu reģistrēšanas laika zīmogu ar 35 pikosekunžu precizitāti.



- DFPTI grupa ir/būs iesaistīta:
 - BTL izstrādes projekta vadībā.
 - BTL DCS* un DSS* sistēmu izstrādē.
 - BTL mehānisko komponentu montāžā.
 - BTL integrācijā, pilnas ķēdes sistēmas validācijā un nodošanā ekspluatācijā.



DFPTI vasaras interns:
Marija Berdigāne

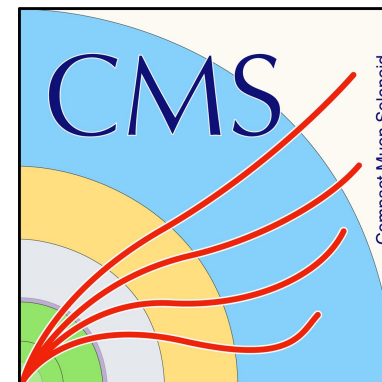
* Detector Control / Safety System

- Uz šodien, DFPTI CMS publikāciju autoru sarakstā pārstāv jau 8 autori:

RIGA-RTU author list:

K. Dreimanis, A. Gaile, C. Munoz Diaz, D. Osite, G. Pikurs, A. Potrebko, M. Seidel, D. Sidiropoulos Kontos

- Autortiesību iegūšanai un saglabāšanai, CMS dalībniekam ir jāveic noteikts eksperimenta darbības nodrošināšanai nepieciešamā darba (EPR) apjoms:
 - Jauna autora autortiesību iegūšanai: **6 mēneši** (6.0 EPR).
 - Autortiesību saglabāšanai: **4 mēneši** (4.0 EPR) ikgadēji.
- Ir viens no galvenajiem EPR iegūšanas veidiem - dalība MTD apakšdetektora sistēmas izstrādē.
- EPR tiek iegūts veicot arī citus CMS fizikas rezultātu kvalitāti ietekmējošus uzdevumus, kā piemēram:
 - Strūklu enerģijas rekonstrukcijas korekcijas (A. Potrebko).
 - Zema šķērsimpulsa leptonu rekonstrukcijas efektivitātes uzlabošana (A. Gaile).
 - Fizikas analīžu koda bāzes pārnese uz Rivet spraudni (O.M. Eberliņš, R. Pleše).
 - Partonu plūsmas hadroniskās korekcijas (C. Munoz Diaz, D. Osīte).
 - Tier-2 diagnostika, top PAG DQM uzturēšana (D. Sidiropoulos Kontos).



- Latvijas paātrinātāju grupa ir iesaistīta trīs liela mēroga starptautiskos un ar CERN cieši saistītos paātrinātāju tehnoloģiju projektos:

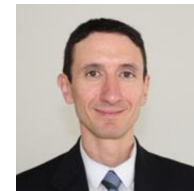
- Innovation Fostering in Accelerator Science and Technologies (I.FAST);
- Heavy-Ion Therapy Research Integration plus (HITRIplus);
- Next Ion Medical Machine Study (NIMMS);



Dr. Andris Ratkus



Prof. Toms Torims

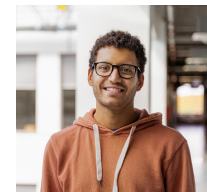


Dr. Alberto Degiovanni [IT]

- DFPTI komanda ieņem vadošas lomas I.FAST projektā; I.FAST iesaistīti arī citi RTU pētnieki.

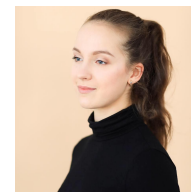
- Paātrinātāju grupā promocijas darbus izstrādā 6 doktoranti:

- Guntis Pikurs [LV] grāda pretendents;
- Kristaps Paļskis [LV] 4. kursa doktorants;
- Lazar Nikitovič [ME] 4. kursa doktorants;
- Luca Piacentini [IT] 4. kursa doktorants;
- Tobia Romano [IT] 3. kursa doktorants;
- Vincenzo Sansipersico [IT] 2. kursa doktorants;



- Divi bakalaura studenti un viens maģistra students:

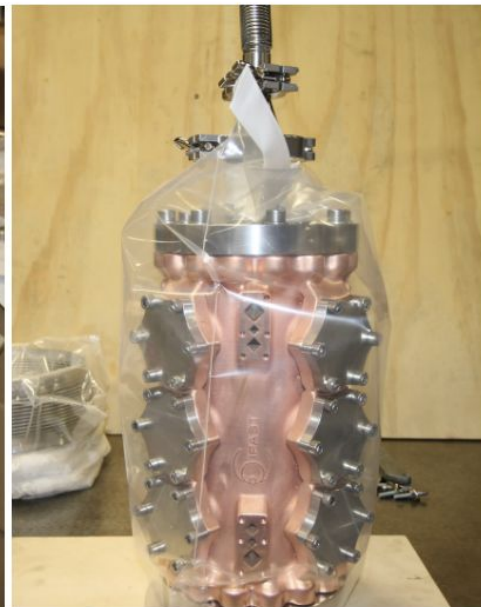
- Dairis Irbe [LV] 1. gada maģistrs;
- Aurēlija Viņķe [LV] 4. kursa bakalaurs;
- Ilze Baumgarte [LV] 4. kursa bakalaurs.



Activities with AM RFQ

- Passed He leakage test

The leak detector threshold value was set at $1 \cdot 10^{-10} \text{ mbar} \cdot \text{l} \cdot \text{s}^{-1}$



Thanks to CERN TE-VSC, Cedric GARION and Hendrik KOS

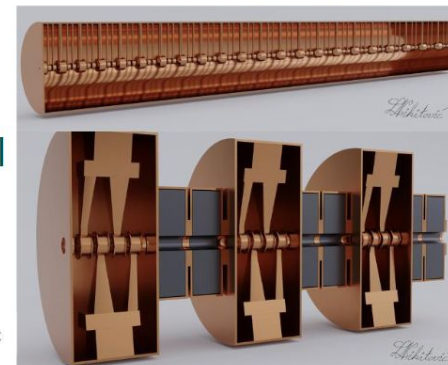


5

PhD Student theses

▪ Lazar Nikitovics thesis:

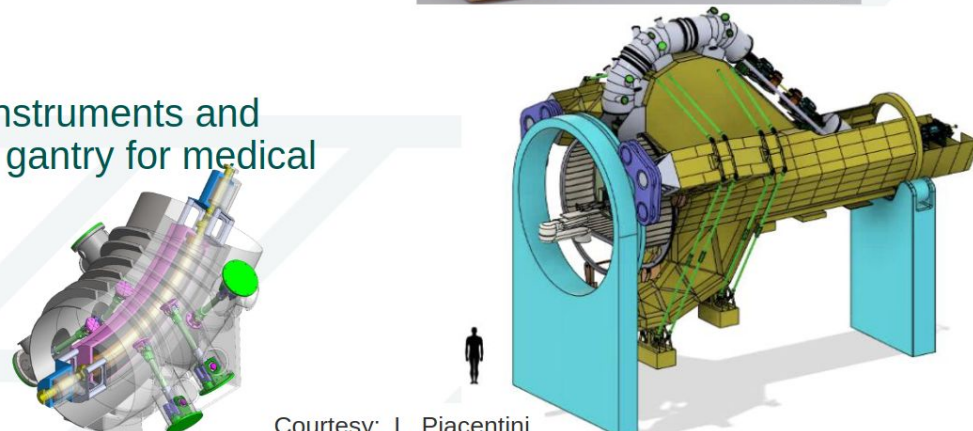
Design study of a high-frequency linear accelerator for the purposes of injection into a therapy synchrotron and parallel production radioisotopes



Courtesy: L. Nikitovic

▪ Luca Piacentini thesis:

Mechanical integration of systems, instruments and components of a carbon ion rotating gantry for medical treatments



Courtesy: L. Piacentini

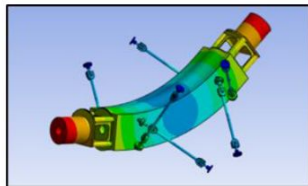
How to make the comparison unbiased and fair?



- 20 variables

- 6 variables (symmetry)
- Existing examples

Finite Element Analysis
(Standard Engineering)



5 - 10 configurations/h

Lumped Parameter Model
(PhD)



$$\int_0^L N_j \cdot \left(\frac{N_0 + XN_X + YN_Y}{EA} \right) ds = W_{\text{ext},j}$$

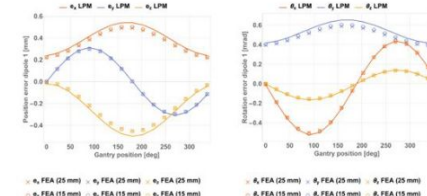
50000 configurations/h

1) LPM modelling

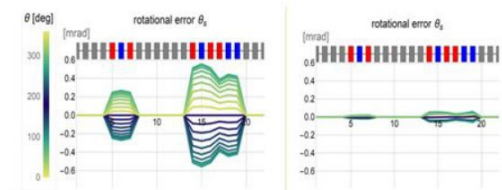
$$\int_0^L N_j \cdot \left(\frac{N_0 + XN_X + YN_Y}{EA} \right) ds = W_{\text{ext},j}$$

Can be extended to $n > 8$ tie rods

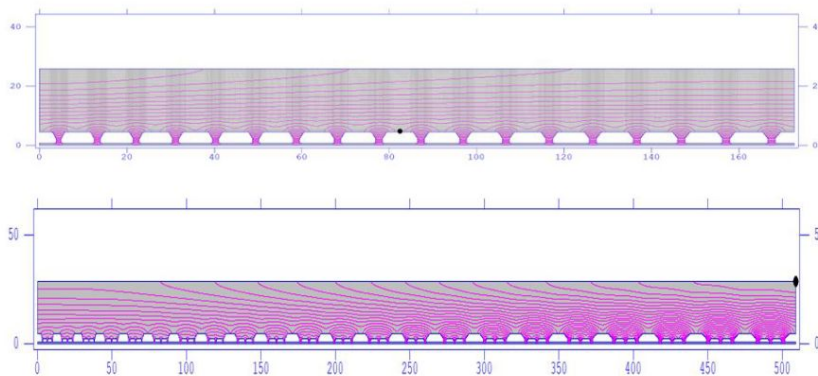
2) LPM Validation



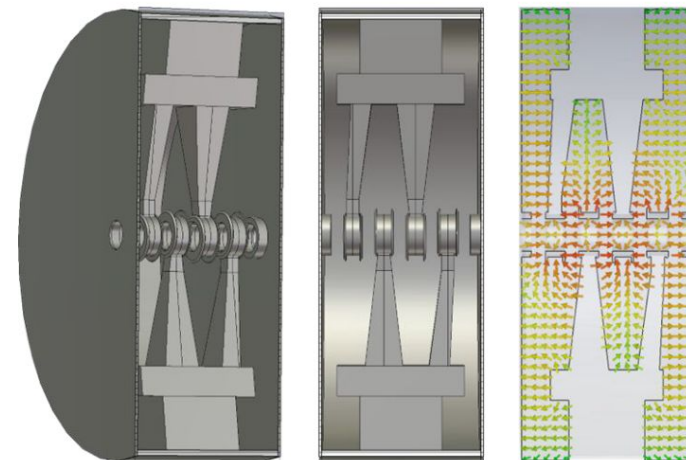
3) Optimization...



Poisson Superfish Codes

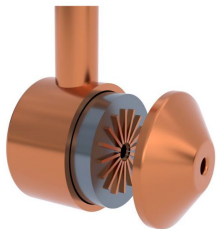


CST Studio Suite



LINAC Drift Tube Design

Drift Tube within E-mode DTLs

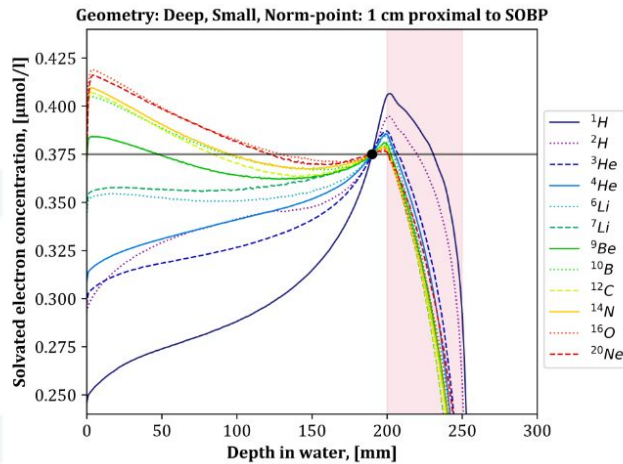


Drift Tube within H-mode DTLs

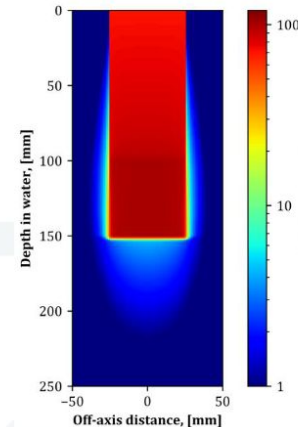


PhD Student thesis

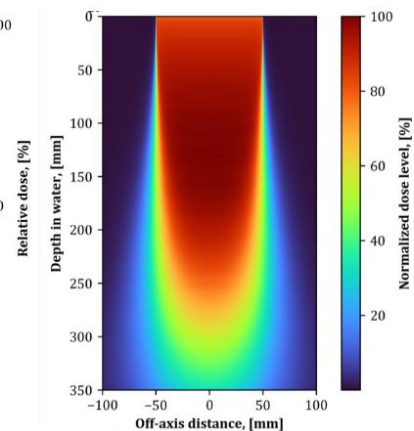
- **Kristaps Paļskis PhD thesis:** Studies of different ion types and their use for radiation therapy, *FLASH* therapy aspects. Optimization of ion beam parameters for very high dose rate (FLASH) radiotherapy



FLASH effect modeling for Ions



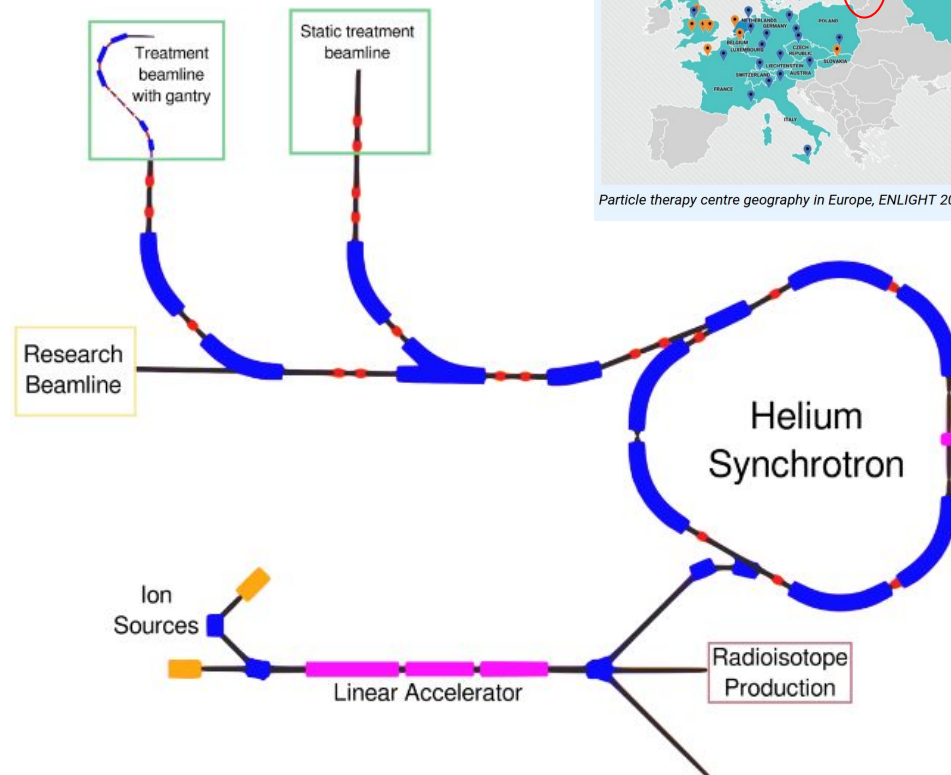
SFUD field



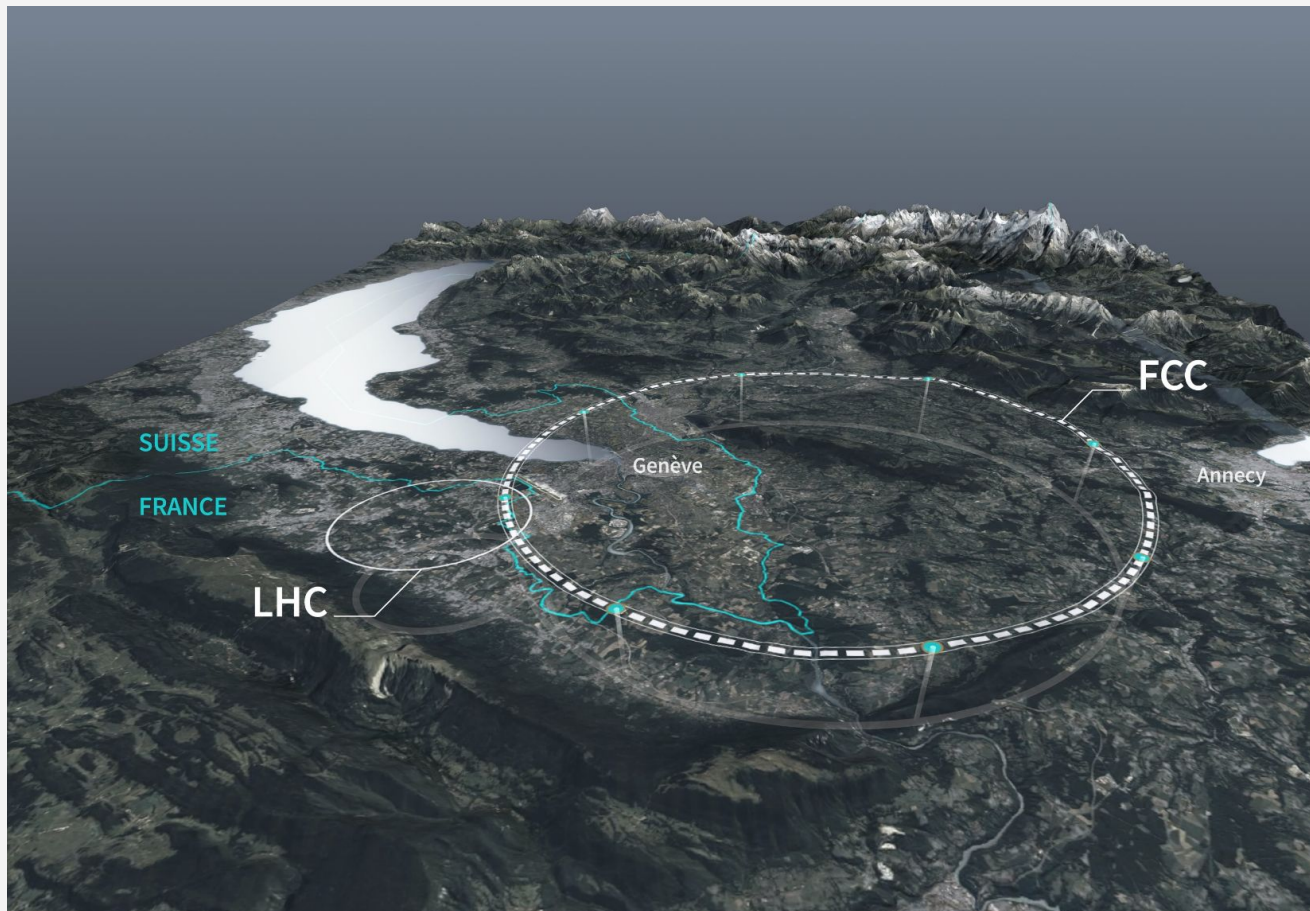
VHEE field

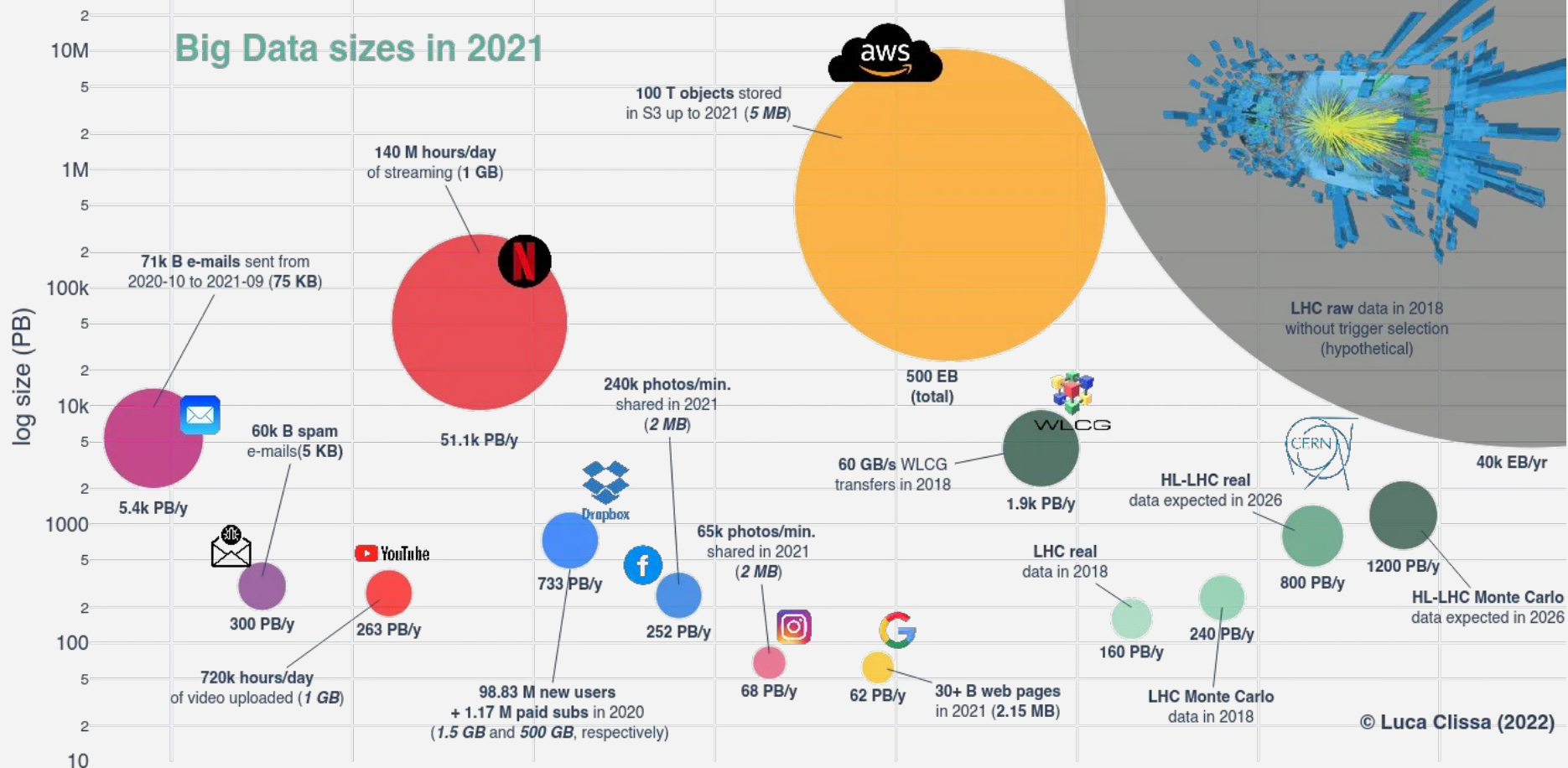
- Flagmanis: *Advanced Particle Therapy Centre for Baltics* projekta izstrāde.
- Šobrīd *feasibility study* posmā.
- Lielizmēra klīniskās un zinātniskās infrastruktūras projekts reģionā!
- Plānots iesniegt projekta pieteikumu Eiropas finansējumam kopā ar Baltijas partneriem zem CERN lietussarga !

(detaļas Kristapa Paļska prezentācijā)



- FCC ir 90.7 km riņķveida paātrinātājs, kura mājvieta būtu CERN.
- Tā darbības sākums būtu 2045. gads un darba beigas šobrīd plānotas 2095. gadā !
- Līdzīgi kā LEP un LHC, FCC darbība notiktu divos posmos: FCC-ee un FCC-hh.
- DFPTI iesaistīts FCC un IMCC projektos
- Strādājam, lai būtu iesaistīti jauno fizikas exp. kolaborāciju izveidē "no pirmās dienas" !





© Luca Clissa (2022)

- Latvijā tiek veidots federatīvs CERN/CMS Tier-2 skaitļošanas centrs:
 - Minimālā resursu prasība tiek izpildīta RTU;
 - Papildus resursi nodrošināti partneriestādēs;
 - Studenti iesaistīti skaitļošanas centra izveidē.



- **Oficiālā atklāšana: 5. jūnijā !**

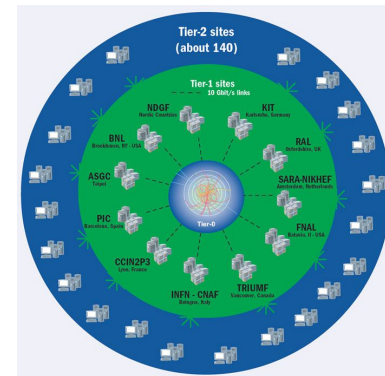
- Ideālais scenārijs - saistītas *batch* sistēmas izveide Latvijas doktorantiem:
 - Vietējā datu glabātuvē (daļa no Tier-2);
 - Vietēja *batch* skaitļošana uz dīkstāves kodoliem (potenciālais papildinājums).
- Vietējā (Latvijas) industrija iesaistīta mākoņsistēmu izstrādē.



Igors Makarkins [LV]



James Bradford [GB]



Esošie un potenciālie Tier-2 partneri LV:

- Rīgas Tehniskā universitāte;
- Latvijas Universitāte;
- Ventspils Radioastronomijas centrs;
- Latvijas Nacionālā bibliotēka;
- Rēzeknes Tehnoloģiju augstskola.

- Aizvadīts pilns jaunā VPP projekta pirmais gads:

"Augstas enerģijas daļiņu fizikas pētījumi CMS eksperimentā un progresīvu paātrinātāju tehnoloģiju izstrāde sadarbībā ar CERN";

- Projekta ID: VPP-IZM-CERN-2022/1-0001;

- Projekta ilgums: 4 gadi;

- Projekta kopējais budžets: 1'395'000 Eur;

- Projekta īstenotāji:

- RTU, DFPTI (vadošais partneris);
- LU Ķīmiskās fizikas institūts;
- LU Cietvielu fizikas institūts;

- Projekts jau šobrīd (vidusposms) sasniedz gandrīz visus paredzamos nodevumus !

- Tālākas izaugsmes ierobežojošais faktors - pieejamais finansējums !



Augstas enerģijas daļiņu fizikas pētījumi CMS eksperimentā un progresīvu paātrinātāju tehnoloģiju izstrāde sadarbībā ar CERN

VPP-IZM-CERN-2022/1-0001

PROJEKTA MĒRĶIS

Projektu vada
Kārlis Dreimanis

Projektu īsteno:
Rīgas Tehniskā universitāte

Finansējums: € 1 395 000

VAIRĀK INFORMĀCIJAS

<https://www.rtu.lv/vp/universitate/>
projekti

Projekta mērķis ir stiprināt Latvijas zinātnisko kapacitāti augstas enerģijas daļiņu fizikā un paātrinātāju tehnoloģijās, kā arī audzēt Latvijas zinātnisko kopienu un veicināt pasaules līmeņa pētniecību šajos zinātnes laukos sadarbībā ar CERN

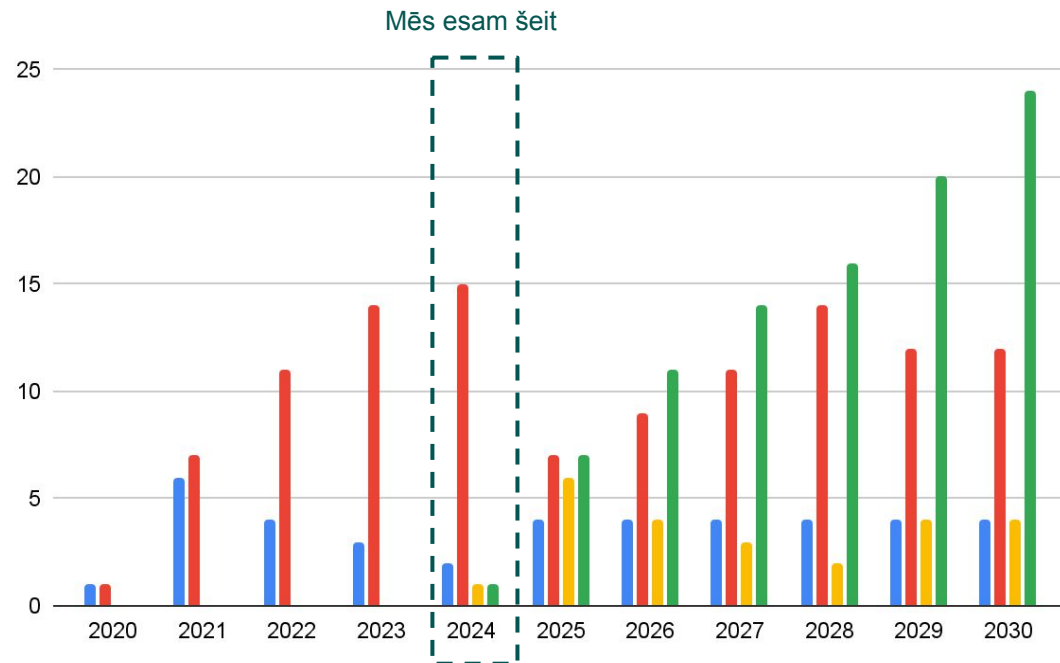
IEGUVUMI

- Stiprināta Latvijas zinātniskā kopiena un pētnieciskā kapacitāte augstas enerģijas daļiņu fizikas un paātrinātāju tehnoloģijas jomās
- Veicināta Latvijas zinātnisko institūciju sadarbība ar CERN
- Jauno zinātnieku iesaistīšanās pasaules līmeņa pētniecības aktivitātēs CERN zinātniskajās laboratorijās
- Informēta sabiedrība par projekta rezultātiem un to izmantojamību, kā arī izglītotā par veikto zinātnisko aktivitāšu nozīmīgumu un vērtību

- RTU/LU īsteno kopīgu doktora studiju programmu (DSP):
 - Daļiņu fizika un paātrinātāju tehnoloģijas;
 - Programmā studējošo skaits:
 - Grāda pretendenti : 1 (CMS);
 - 4. kurss : 6 (CMS, AEgIS, I.FAST, HITRIPlus, NIMMS);
 - 3. kurss : 4 (CMS, I.FAST);
 - 2. kurss : 3 (CMS, NIMMS);
 - 1. kurss : 2 (CMS, MEDICIS).
- Pirmais promocijas darbs, kas izstrādāts šajā programmā: 2025. gada februāris/marts !

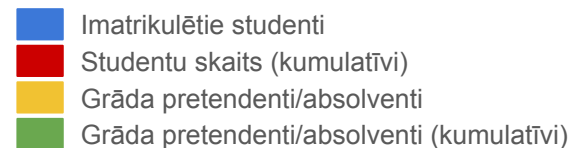


- Šogad programmā uzņemti 2 studējošie:
 - CMS: 1.
 - MEDICIS: 1.
- Optimālais uzņemto skaits ikgadēji: 4-6.
- Optimālais CMS uzņemto skaits ikgadēji: 1-2;
 - Ārkārtīgi svarīgi nodrošināt, nepārtrauktu studentu piesaisti, lai nodrošinātu mūsu dalību CMS programmā vismaz esošajā apjomā.
- Projekcija 2025.-2030. balstīta uz četrus studentu uzņemšanu programmā ikgadēji.



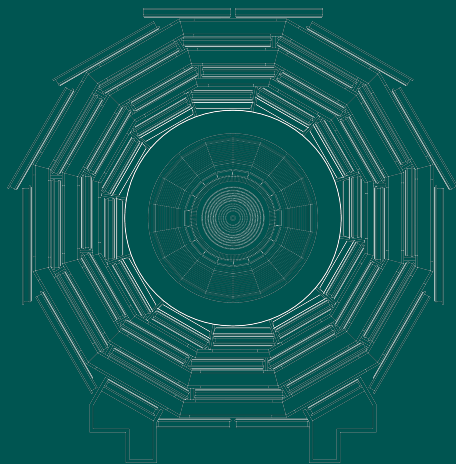
DFPTI

- Šobrīd praktiski 100% DFPTI VPP budžeta tiek izmantoti studentu nodarbināšanai.
- Tālāka studentu uzņemšana patreizējā situācijā kļūst ārkārtīgi sarežģīta.



- Sadarbībā ar CERN Baltijas grupas partneriem, tiek strādāts pie starptautiskas un starpdisciplināras maģistra programmas izstrādes: *“European Master in High-Energy Physics and Accelerator Technologies for Research and Industry”*
- Programmas izstrādes un implementācijas konsorcijs (uz šodienu):
 - RTU (vadošais partneris);
 - Latvijas Universitāte;
 - Tartu Universitāte;
 - Kauņas Tehnoloģiju universitāte;
 - Viļņas universitāte;
- Plānotā programma divu gadu maģistra programma tiks īstenota trijās Baltijas valstīs:
 - S1 : Latvija;
 - S2 : Igaunija;
 - S3 : Lietuva;
 - S4 : studenti darbojas valstī, kurā norit viņu maģistra darba izstrāde;
- Saņemts Eiropas finansējums (Erasmus Mundus Design Measures) 55 kEur apmērā kopīgu programmas pārvaldes mehānismu izstrādāšanai;
- Izstrādāta programma, kas pilnībā atbilst [Erasmus Mundus Joint-Master's](#) kritērijiem un iesniegt pieteikumu attiecīgajam finansējumam (~6MEur) 2025. gada februārī;
- EMJM uzsaukuma atvēršana sagaidāma Novembra sākumā.





- LHC spēj radīt mums visas zināmās elementārdaļiņas, t.sk.:
 - Z, W^\pm : $\tau \sim 10^{-25} \text{s}$;
 - t : $\tau \sim 10^{-25} \text{s}$;
 - H : $\tau \sim 10^{-22} \text{s}$.
- Mēs nekad “neredzam” jeb “neregistrējam” šīs mums interesējošās daļiņas pašas par sevi !
- Mēs spējam reģistrēt tikai šo daļiņu sabrukšanas produktus ! (un, visbiežāk, produktu produktus !)
- Attēlā parādīta $t\bar{t}H$ ražosanas process **gluona-gluona** sadursmes procesā kā tas notiktu hadronu kolaidēri kā LHC.
- Notikumā tiek radīti **t** kvarki and **H** bozons;
- Tie sabrūk **W** bozonos, **τ** leptonos un **b** kvarkos;
- **W** , **τ** , un **b** daļiņas, savukārt, sabrūk tālāk dažādos **leptonos** un **hadronos**.

