



Adatarchiválási pilot projekt a fúziós kutatásokban az Energiatudományi Kutatóközpontban

Cseh Gábor, Vécsei Miklós, Zoletnik Sándor



Fúziós Plazmafizika Laboratórium
Energiatudományi Kutatóközpont

1. A Fúziós Plazmafizika Laboratórium rövid bemutatása
2. A jelen pilot projektben figyelembe vett diagnosztikák rövid bemutatása
3. A pilot projektben tett vállalások

Fúziós Plazmafizika Laboratórium:

- Fúziós plazmadiagnosztikai rendszerek fejlesztése:
 - Gyors videodiagnosztika, EDICAM
 - Nyalábemissziós spektroszkópia
- ITER, DEMO:
 - Shattered Pellet Injector
 - DEMO Oriented Neutron Source

Fúziós Plazmafizika Laboratórium:

- Fúziós plazmadiagnosztikai rendszerek fejlesztése:
 - Gyors videodiagnosztika, EDICAM
 - Nyalábemissziós spektroszkópia
- ITER, DEMO:
 - Shattered Pellet Injector
 - DEMO Oriented Neutron Source

Fúziós Plazmafizika Laboratórium:

- Fúziós plazmadiagnosztikai rendszerek fejlesztése:
 - Gyors videodiagnosztika, EDICAM
 - Nyalábemissziós spektroszkópia
- ITER, DEMO:
 - Shattered Pellet Injector
 - DEMO Oriented Neutron Source

Európai fúziós kutatások:

- Fúziós kísérleti berendezések (W7-X, ASDEX Upgrade, JET, COMPASS,...)
- Egy berendezésen rengeteg diagnosztika, több száz kutató (+mérnök, technikus)
- EUROfusion koordinálja

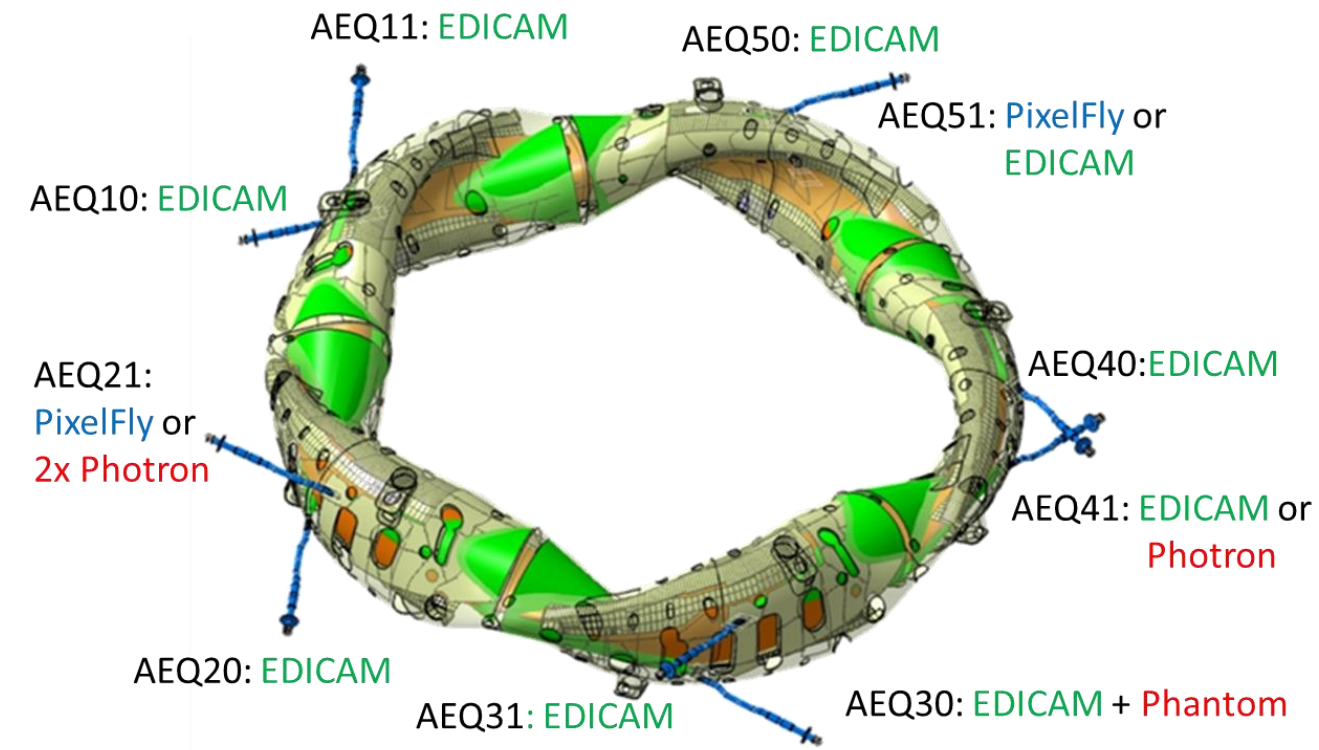
Fúziós Plazmafizika Laboratórium:

- Fúziós plazmadiagnosztikai rendszerek fejlesztése:
 - Gyors videodiagnosztika, EDICAM
 - Nyalábemissziós spektroszkópia
- ITER, DEMO:
 - Shattered Pellet Injector
 - DEMO Oriented Neutron Source

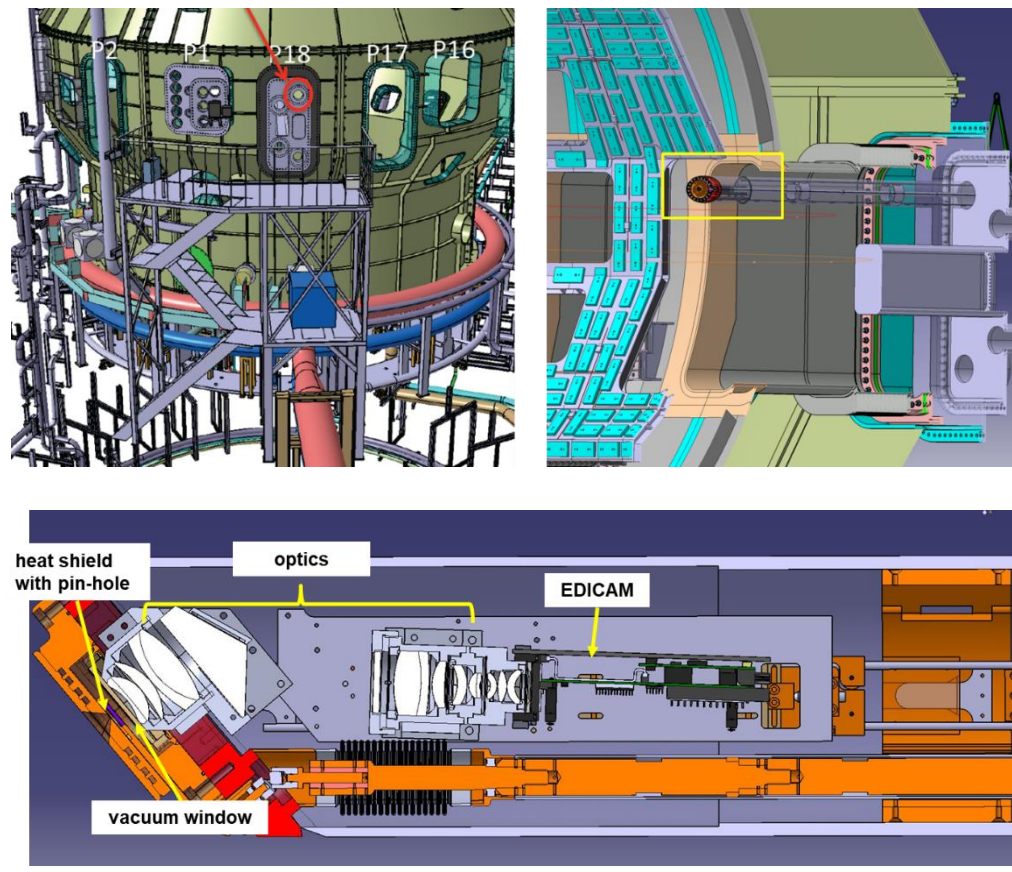
Európai fúziós kutatások:

- Fúziós kísérleti berendezések (W7-X, ASDEX Upgrade, JET, COMPASS,...)
- Egy berendezésen rengeteg diagnosztika, több száz kutató (+mérnök, technikus)
- EUROfusion koordinálja

Wendelstein 7-X: 10 tangenciális nézet



JT-60SA: 1 tangenciális nézet



Event Detection Intelligent CAMera

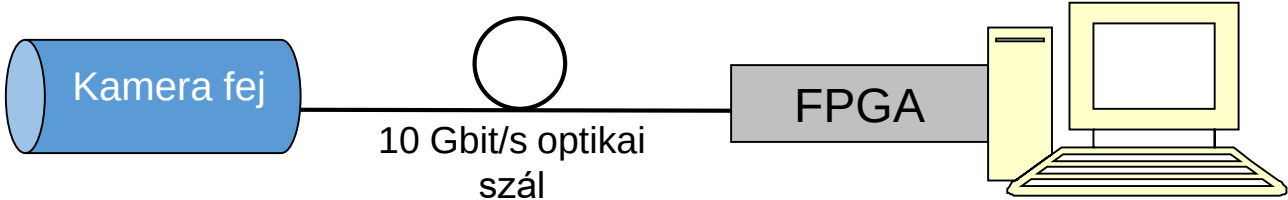
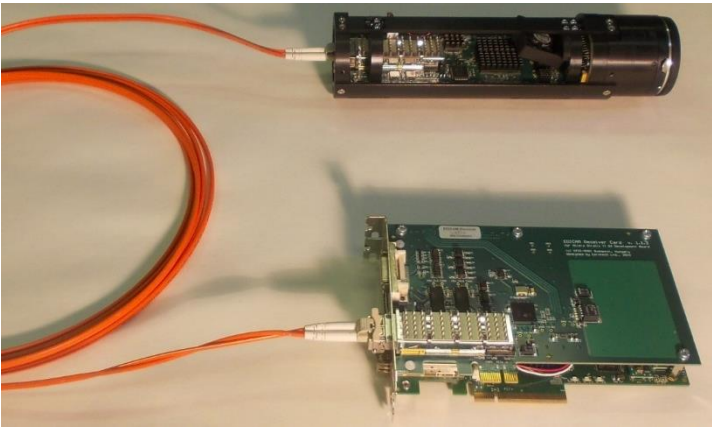
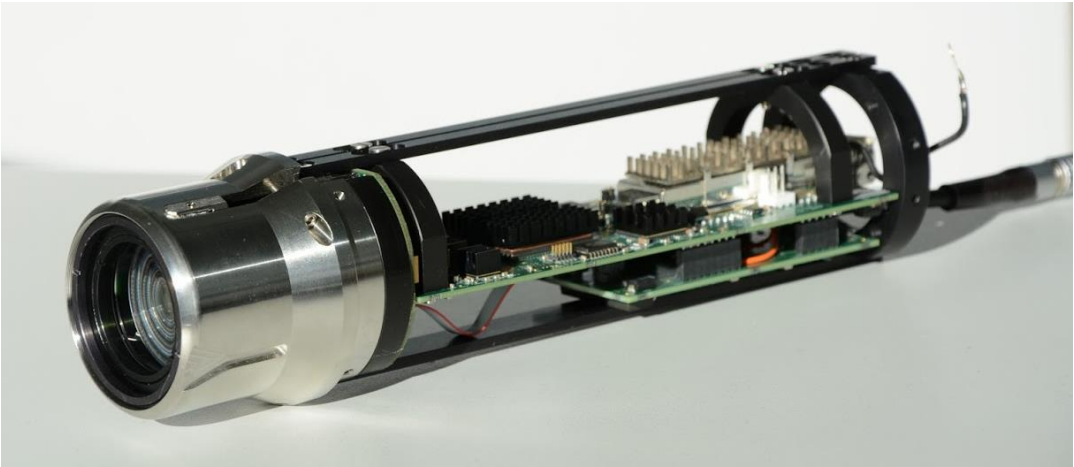
1.3 Mpixel (1280x1024) 12-bit monokróm CMOS kamera

- Maximális sebesség: 400 fps (full frame); 50,000 fps (64x56)
- **Nemdestruktív kiolvasás** → expozíciós és kiolvasási ciklusok szétcsatlakoztathatók
- Mágneses tér ellenálló (3 T és 250 mT/min-ig tesztelve)

Modularitás:

Kamera fej + FPGA kártya

- Kicsi
 - Tartós
 - Kevés elektronika
- Képfeldolgozás
 - Események
 - Műveletek



Event Detection Intelligent CAMera

1.3 Mpixel (1280x1024) 12-bit monokróm CMOS kamera

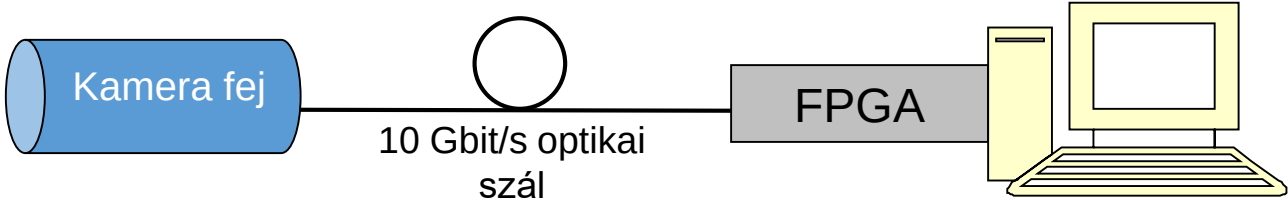
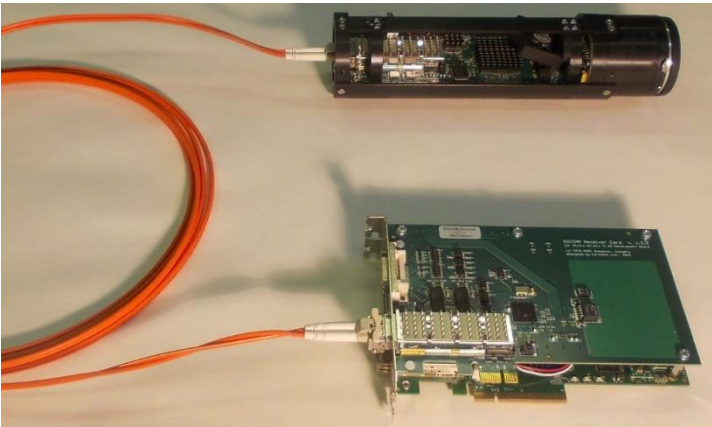
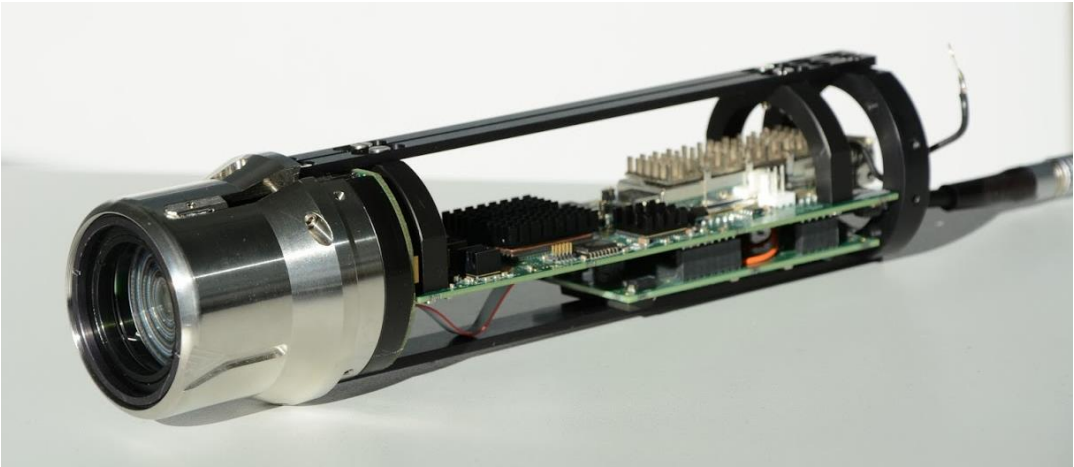
- Maximális sebesség: 400 fps (full frame); 50,000 fps (64x56)
- **Nem destruktív kiolvasás** → expozíciós és kiolvasási ciklusok szétcsatolhatóak
- Mágneses tér ellenálló (3 T és 250 mT/min-ig tesztelve)

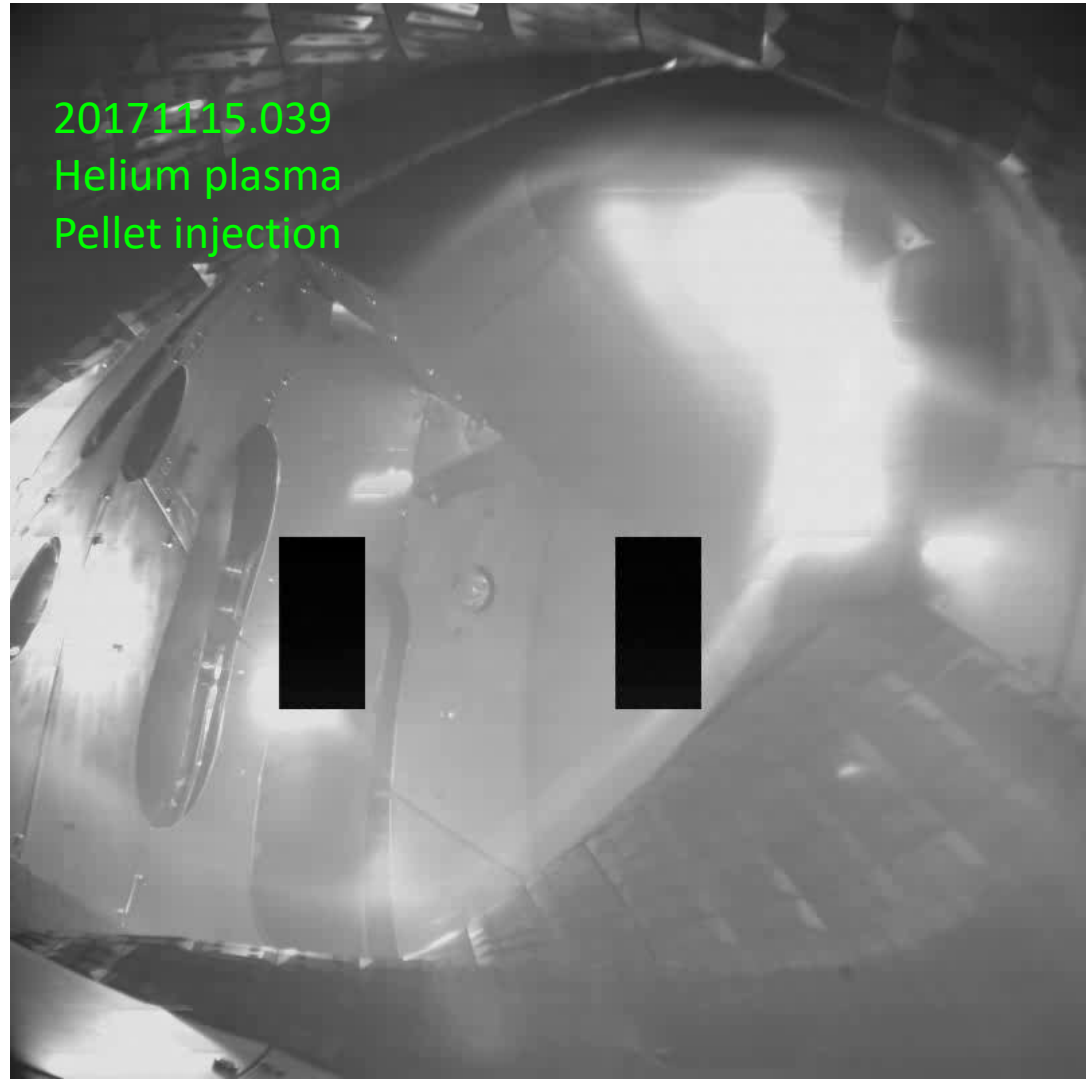
Várhatóan évente
~50TB adat

Modularitás:

Kamera fej + FPGA kártya

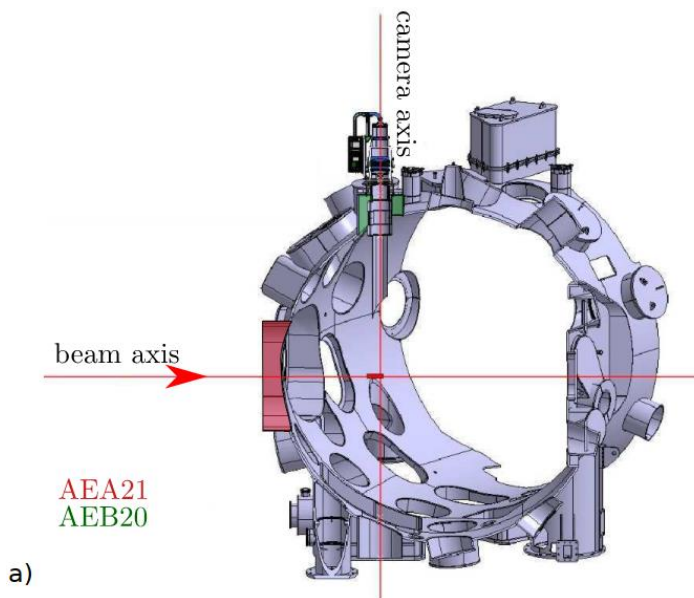
- Kicsi
 - Tartós
 - Kevés elektronika
- Képfeldolgozás
 - Események
 - Műveletek





Diagnosztika működése:

- Nagy energiájú semleges alkáli atomnyaláb (Li/Na) a plazmába
- A plazmaalkotókkal (elsősorban elektronok) való ütközés fel- és legerjeszti a nyalábatomokat

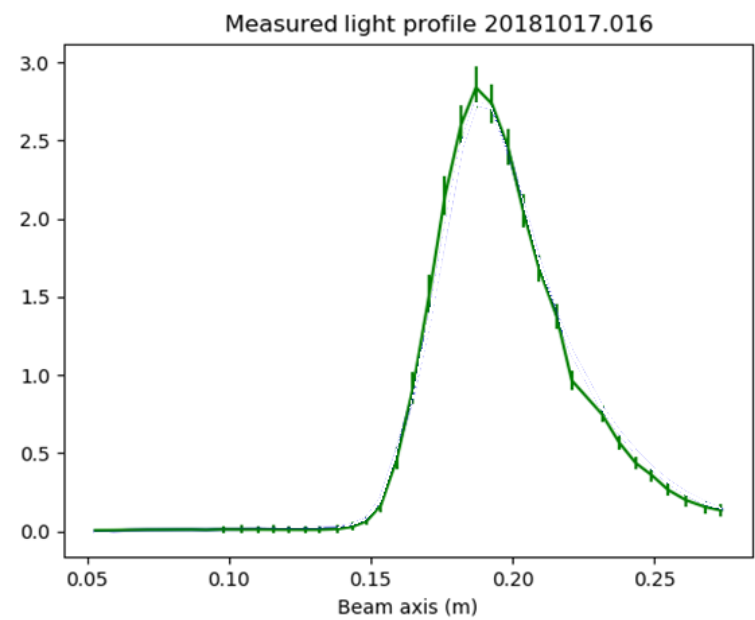


a)

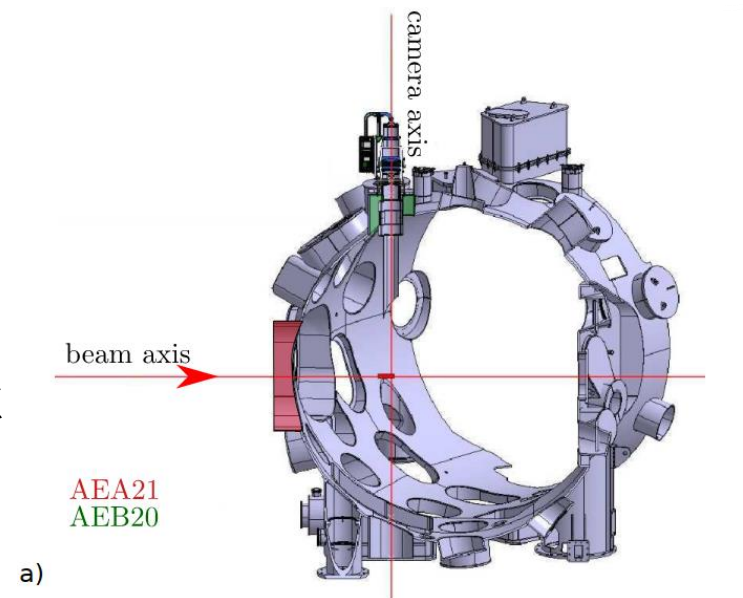
Nyalábemissziós spektroszkópai rendszer a W7-X-en

Diagnosztika működése:

- Nagy energiájú semleges alkáli atomnyaláb (Li/Na) a plazmába
- A plazmaalkotókkal (elsősorban elektronok) való ütközés fel- és legerjeszti a nyalábatomokat
- Első gerjesztett állapotból a legerjesztődés során keltett fotonok detektálása



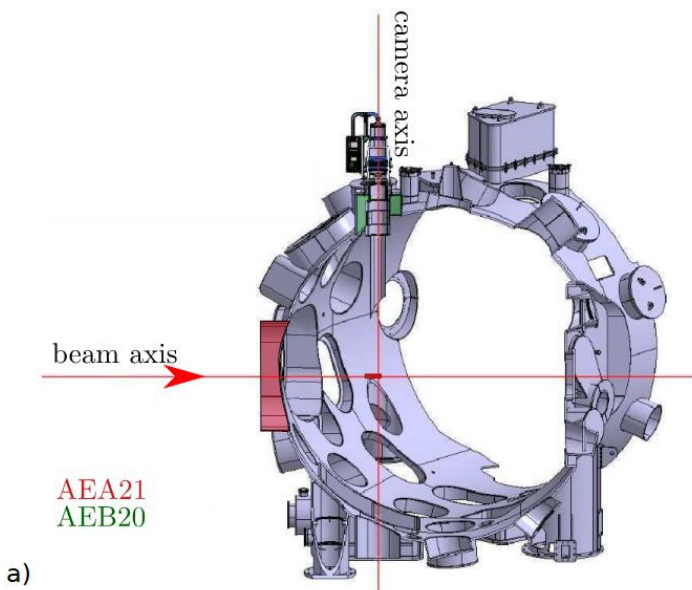
Mért fényprofil a nyaláb mentén



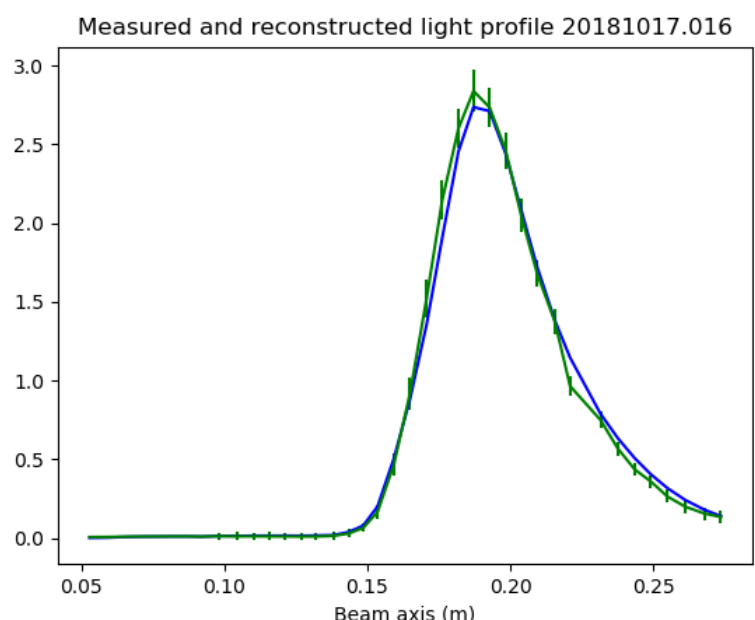
Nyalábemissziós spektroszkópai rendszer a W7-X-en

Diagnosztika működése:

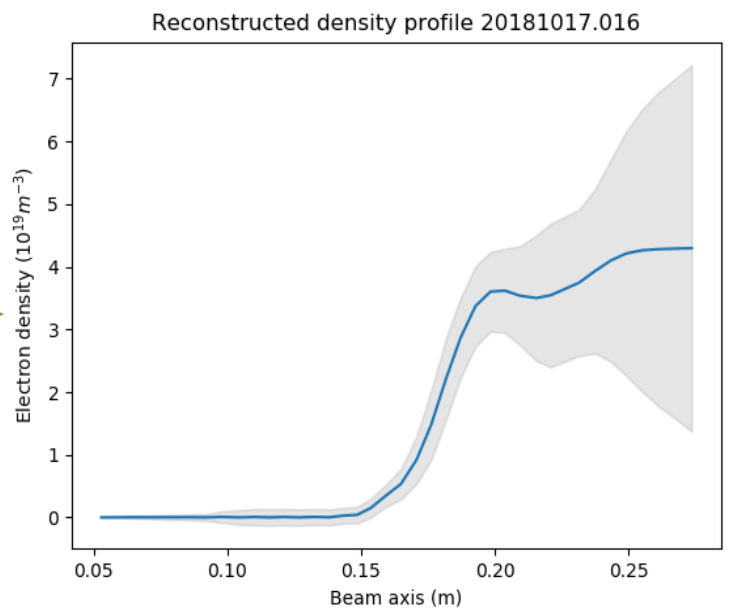
- Nagy energiájú semleges alkáli atomnyaláb (Li/Na) a plazmába
- A plazmaalkotókkal (elsősorban elektronok) való ütközés fel- és legerjeszti a nyalábatomokat
- Első gerjesztett állapotból a legerjesztődés során keltett fotonok detektálása
- A fényprofilból az elektronsűrűség-eloszlás kiszámolása



Nyalábemissziós spektroszkópai rendszer a W7-X-en



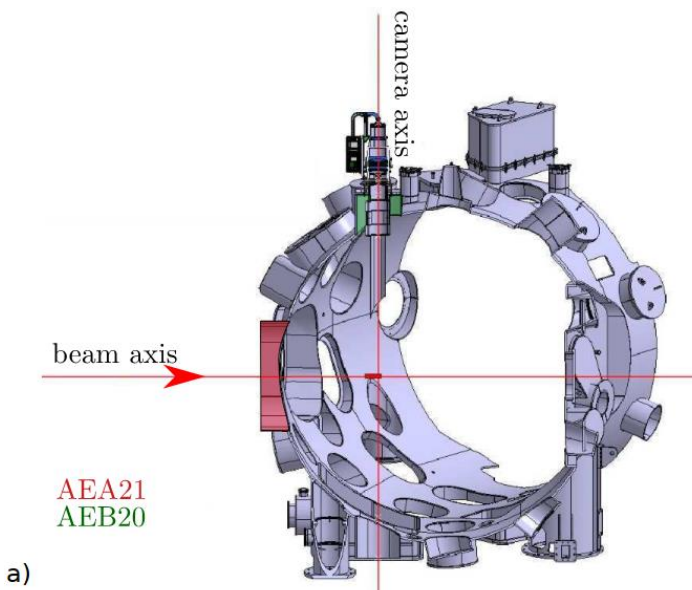
Mért fényprofil a nyaláb mentén



Visszaállított sűrűségprofil a nyaláb mentén

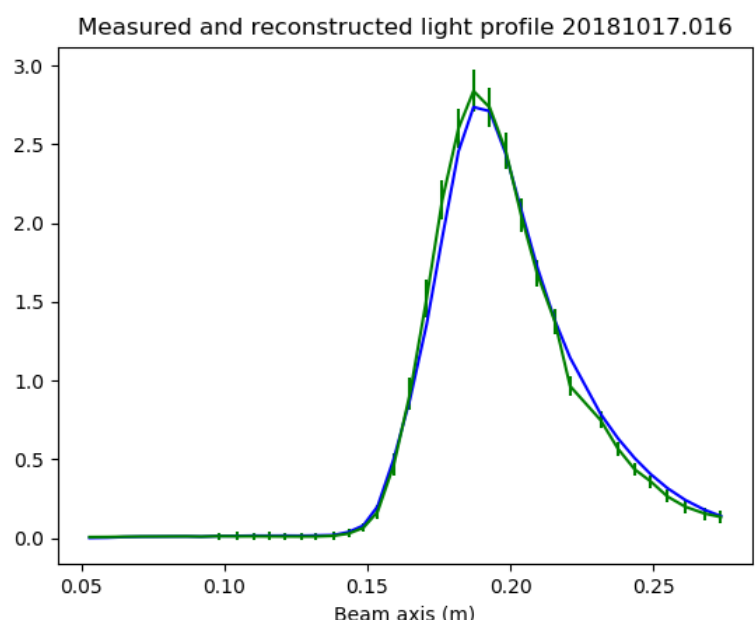
Diagnosztika működése:

- Nagy energiájú semleges alkáli atomnyaláb (Li/Na) a plazmába
- A plazmaalkotókkal (elsősorban elektronok) való ütközés fel- és legerjeszti a nyalábatomokat
- Első gerjesztett állapotból a legerjesztődés során keltett fotonok detektálása
- A fényprofilból az elektronsűrűség-eloszlás kiszámolása

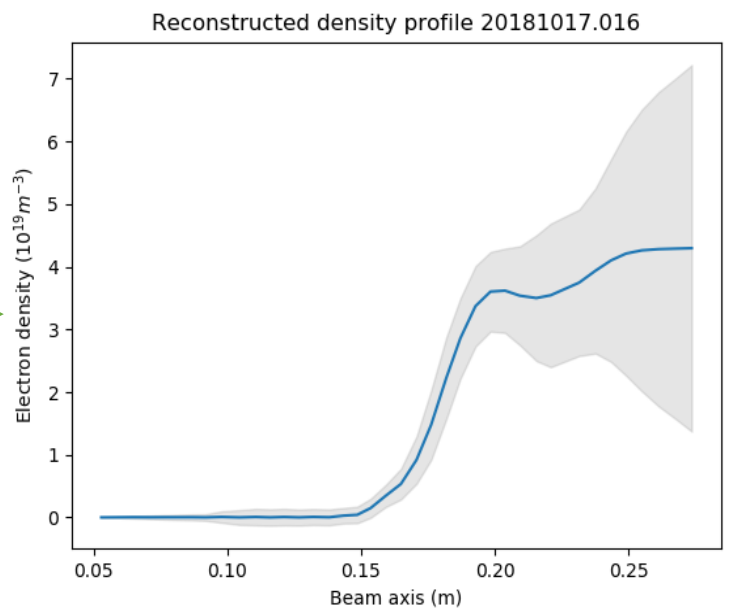


Nyalábemissziós spektroszkópai rendszer a W7-X-en

Évente pár TB adat



Mért fényprofil a nyaláb mentén



Visszaállított sűrűségprofil a nyaláb mentén



1. Egyeztetés a EUROfusion-ös kollégákkal annak megállapítására, hogy az európai fúziós közösségben a metaadatkezelés, illetve a FAIR elveknek való megfelelés irányába milyen intézkedések történnek/történtek
2. Metaadatséma elkészítése egy létező adatbázis struktúrájának megfelelően (Harvard Dataverse – Concorda)
3. Egy meglévő publikáció feltöltése a CONCORDA adatbázisba



Adatkezelés az EUROfusion-nél:

- Egyeztetés a FAIR4Fusion kollégákkal (EUROfusion kollaboráció)
- Berendezések rendkívül összetettek, mérési kampányonként változik a felépítésük
- Adatkezelési szabályok eltérnek a különböző fúziós berendezéseknél

Adatkezelés az EUROfusion-nél:

- Egyeztetés a FAIR4Fusion kollégákkal (EUROfusion kollaboráció)
- Berendezések rendkívül összetettek, mérési kampányonként változik a felépítésük
- Adatkezelési szabályok eltérnek a különböző fúziós berendezéseknél

ITER – IMAS (Integrated Modelling and Analysis Suite):

- ITER nemzetközi kollaboráció – lehetőség az egységesítésre
- IMAS – elsősorban modellezési csomag
 - IMAS Data Dictionary – berendezésfüggetlen, metaadatok definiálása
 - IMAS DD Interface Data Structure - diagnosztika/absztrakt plazmafizikai jelenségek leírására

Adatkezelés az EUROfusion-nél:

- Egyeztetés a FAIR4Fusion kollégákkal (EUROfusion kollaboráció)
- Berendezések rendkívül összetettek, mérési kampányonként változik a felépítésük
- Adatkezelési szabályok eltérnek a különböző fúziós berendezéseknél

ITER – IMAS (Integrated Modelling and Analysis Suite):

- ITER nemzetközi kollaboráció – lehetőség az egységesítésre
- IMAS – elsősorban modellezési csomag
 - IMAS Data Dictionary – berendezésfüggetlen, metaadatok definiálása
 - IMAS DD Interface Data Structure - diagnosztika/absztrakt plazmafizikai jelenségek leírására

F – Kereshetőség: Saját diagnosztikáink szempontjából hozzá tudunk járulni

A – Hozzáférhetőség: Berendezésfüggő, EUROfusion-szintű egyeztetés szükséges

I, R – Átjárhatóság, Újrahasználhatóság : Diagnosztikáink implementálása IMAS DD IDS-be

Stratégia:

- A FAIR elvekből jelenleg a megtalálhatóság terén tudunk tevékenyek lenni
- Először a Harvard Dataversebe definiálunk egy metaadat-sémát
- Ez alapján idővel az IMAS DD IDS-be is integrálhatjuk a diagnosztikánkat, amennyiben a séma eléri a megfelelő fejlettséget

Stratégia:

- A FAIR elvekből jelenleg a megtalálhatóság terén tudunk tevékenyek lenni
- Először a Harvard Dataversebe definiálunk egy metaadat-sémát
- Ez alapján idővel az IMAS DD IDS-be is integrálhatjuk a diagnosztikánkat, amennyiben a séma eléri a megfelelő fejlettséget

Implementált rendszer:

- Harvard Dataverse (SZTAKI Concorda adatbázisának alapja – köszönjük Pallinger Péter segítségét!)
- Kettő elterjedt, de merőben eltérő fúziós diagnosztika
 - Különböző fúziós berendezések között is átjárható paraméterek meghatározása (kísérleti azonosító, diagnosztika nézete toroidális koordinátákban)
 - A keresések szempontjából lényeges adatokra szűkítés, például:
 - Videódiagnosztika: expozíciós idő, ROI paraméterek
 - Nyalábemissziós d.: modulációs frekvencia, nyalábalkotó atom
- Aktív adatok tárolása: saját adatklaszteren (könnyen bővíthető, CEPH alapú, 130TB)
Archiválás: EUROfusion, kutatási berendezés egyeztetés után Concordán is megoldható

A pályázat keretein belül vállaltuk egy meglévő publikáció elhelyezését a CONCORDA repozitóriumban.

A következő tárolóstruktúrát hoztuk létre:

(CONCORDA → Eötvös Loránd Kutatási Hálózat (ELKH) → Energiatudományi Kutatóközpont) →
Fúziós Plazmafizika Laboratórium → Cikkek

Ide került elhelyezésre a következő cikk (kiegészítő (meta)adatokkal együtt):

[Multi-diagnostic analysis of plasma filaments in the island divertor](#)

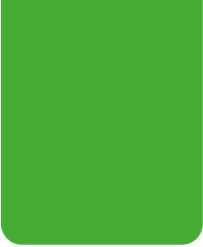
Itt nehézséget okozott az, hogy csak a cikk legyen bárki által elérhető, a kiegészítő adatállományok ne. Ezt végül az adminok segítségével sikerült megoldani. Köszönjük!

Fúziós adatkezelési rendszer:

- Jelenleg tipikusan egy adott fúziós berendezés kutatói tudják az adott adatokat elérni, rájuk keresni
- Az adatok elérhetővé tételének összehangolása, szabályozása egyeztetés alatt
- Átjárhatóságot, újrahasználatosságot az ITER tudja katalizálni, már fejlesztés alatt a fúziós közösségben

Saját adatok:

- Harvard Dataverse metaadatséma kidolgozásra került
- Idővel várhatóan IMAS DD IDS-be is szükséges integrálni
- Az adatok elérhetősége előrláthatóan központilag az EUROfusion által lesz szabályozva



Energiatudományi Kutatóközpont



Köszönöm a
figyelmet!