

# Projekt SK-S2P-Edu – úprava študijných plánov v kontexte vedeckých a technických zručností pre oblasť kozmickej bezpečnosti

Peter Butka

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie  
Fakulta elektrotechniky a informatiky, TU Košice

Astronomické Slovensko 2023

Danišovce, 29.9.2023

# Projekt SK-S2P-Edu – úprava študijných plánov v kontexte vedeckých a technických zručností pre oblasť kozmickej bezpečnosti

... a iné ...

Peter Butka

Katedra kybernetiky a umelej inteligencie  
Fakulta elektrotechniky a informatiky, TU Košice

Astronomické Slovensko 2023

Danišovce, 29.9.2023

# SK-S2P-Edu

- Aktivita podporená grantom ESA v rámci výzvy 6.výzvy PECS

Názov: Proposal for Slovak universities curriculum adaptation toward S2P market (SK-S2P-Edu)

Kontrakt: ESA Contract No. 4000139660/22/NL/SC/rp

- Partneri:
  - Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky
  - Univerzita Komenského, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky
  - Ústav experimentálnej fyziky, Slovenská akadémia vied
  - Astros solutions, s.r.o.



Fakulta elektrotechniky  
a informatiky



# SK-S2P-Edu

- Aktivita podporená grantom ESA v rámci výzvy 6.výzvy PECS

Názov: Proposal for Slovak universities curriculum adaptation toward S2P market (SK-S2P-Edu)

Kontrakt: ESA Contract No. 4000139660/22/NL/SC/rp

- Partneri:

- Technická univerzita v Košiciach, Fakulta elektrotechniky a informatiky ← úprava plánov
- Univerzita Komenského, Fakulta matematiky, fyziky a informatiky ← úprava plánov
- Ústav experimentálnej fyziky, Slovenská akadémia vied
- Astros solutions, s.r.o.

Experti – definícia požiadaviek a revízia modifikácií (akadémia a priemysel )



Fakulta elektrotechniky  
a informatiky



# Základná myšlienka

Hlavné faktory:

- Slovensko zväčšuje svoj vesmírny priemyselný sector, vrátane domény kozmickej bezpečnosti (Space Safety domain)
- Slovensko je asociovaným členom ESA - **Space safety** (S2P) je jedným z vybraných programov
- Existuje mnoho aplikácií dátovej analytiky a strojového učenia (data analysis and machine learning ... AI) => a bude ich pribúdať

PRETO ... potrebujeme absolventov pripravených pre prácu aj v tejto doméne, a to pre:

- Vedecko výskumné pozície, najmä študentov astrofyziky
- Technické pozície (napr. IT študentov, či ďalších relevantných technických disciplín)

AVŠAK ... v aktuálnych študijných plánoch niektoré témy chýbajú, alebo potrebujú doplniť

(BONUS: SK-S2P - Pred touto aktivitou vznikla štúdia mapujúca S2P sector pod vedením Astros Solutions)

=> **Skombinujme naše znalosti a skúsme nedostatky v programoch odstrániť!**

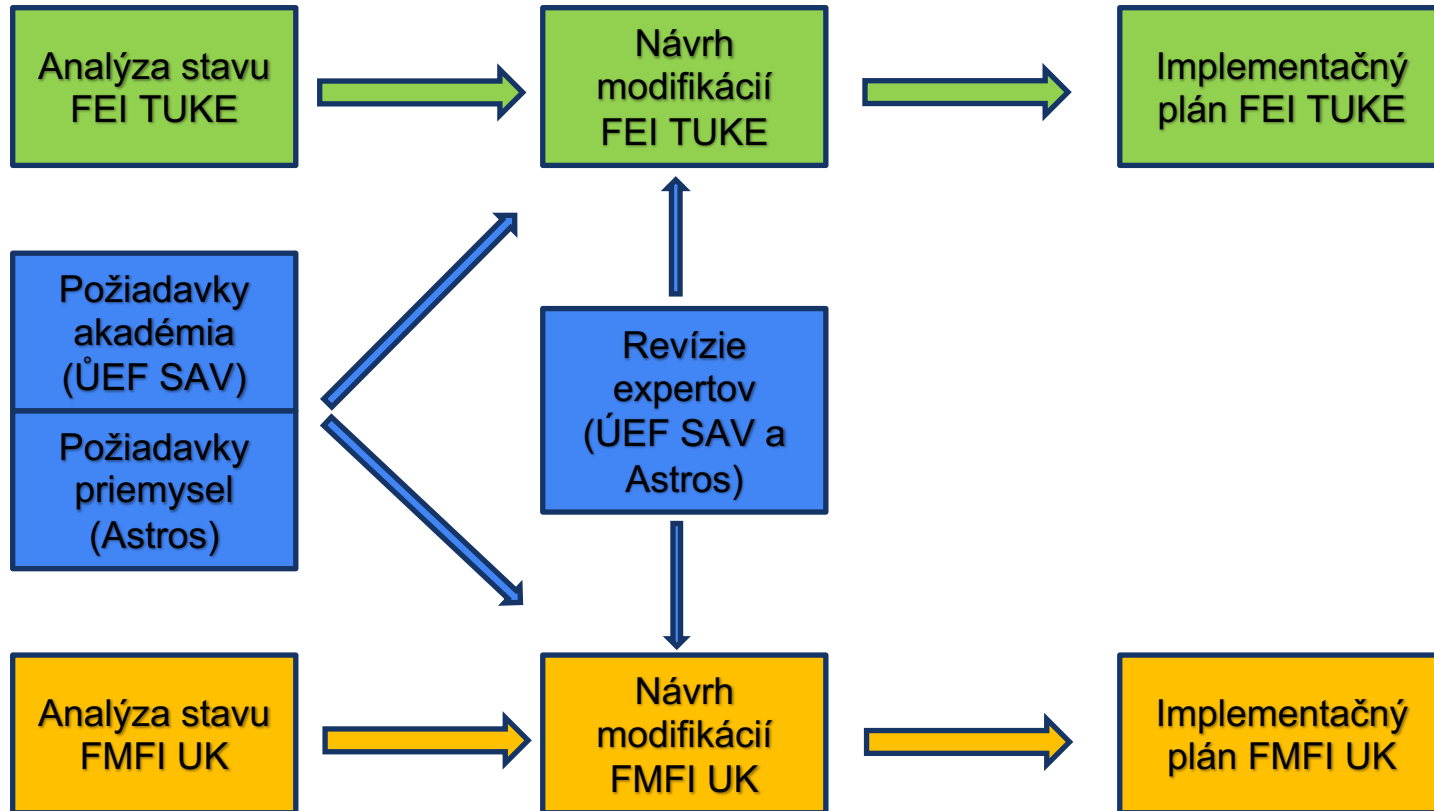
# Ciele

Analýza študijných plánov na 2 univerzitách (FEI TU Košice a FMFI UK Bratislava) v študijných programoch v odboroch informatiky a astrofyziky a návrh modifikácií pre posilnenie zručností s dôrazom na oblasť S2P (*ale nielen ...*), s podporou expertných vstupov od ÚEF SAV a Astros Solutions

Rozmenené na drobné:

- Analýza požiadaviek z pohľadu priemyslu a akadémie na absolventov astrofyziky a informatiky (najmä v kontexte dátovej analytiky a strojového učenia)
- Analýza existujúcich študijných plánov
- Identifikácia nedostatkov a návrh modifikácií v rámci študijných plánov pre ich odstránenie
- Návrh implementačného plánu zavedenia modifikácií

# Postupnosť prípravy výstupov







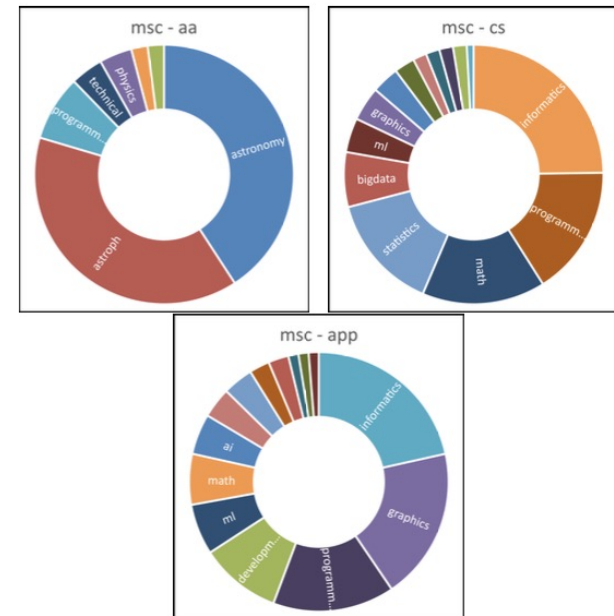
# Analýza stavu – FMFI UK

- Preskúmané bakalárske a magisterské programy vo fyzike a informatike in Physics and Informatics overview => identifikovaných 7 vhodných programov pre adaptáciu (z 21)
- Kompilácia aktuálnych plánov identifikovaných programov a výsledkov vzdelávania
- Popis kurikúl identifikovaných dôležitých kurzov

Table 2 - Number of courses in different categories for each program.

program \ keyword	bsc-phys	bsc-tech	bsc-app	bsc-cs	bsc-ds	msc-aa	msc-app	msc-cs	total
ai	0	0	5	2	3	0	4	4	18
astro	0	0	0	0	0	20	0	0	20
astroph	0	0	0	0	0	19	0	0	19
bigdata	0	0	2	3	9	0	2	8	24
development	0	0	3	5	3	0	8	2	18
graphics	0	0	4	4	2	0	15	5	30
hardware	0	0	1	0	1	0	0	1	3
informatics	0	0	11	12	6	0	17	29	75
math	15	8	5	15	9	1	5	18	76
ml	0	0	1	0	0	0	5	5	11
net	0	0	2	2	2	0	0	3	9
OS	0	0	1	0	0	0	1	2	4
physics	39	22	0	0	4	2	1	2	70
programming	2	3	7	16	11	4	12	19	74
robot	0	0	4	0	0	0	1	0	5
software	0	1	0	0	1	0	2	0	4
statistics	1	1	2	7	10	1	3	17	42
technical	1	3	1	0	0	2	0	0	7
web	0	0	4	4	2	0	3	2	15
<b>TOTAL courses</b>	<b>57</b>	<b>37</b>	<b>56</b>	<b>74</b>	<b>61</b>	<b>38</b>	<b>69</b>	<b>97</b>	

Figure 3 - The summary of the curriculum analysis for master's degree Astronomy and Astrophysics, Computer Sciences, and Applied Informatics programs.



# Príklad FEI TUKE (1): "gap"

- 6 programov – Informatika, Kyberbezpečnosť, Počítačové siete, **Hospodárska informatika, Inteligentné systémy**, Počítačové modelovanie
- Identifikácia rozdielov oproti požiadavkám
- Viac ako 70 "(súborov) tém" v 16 skupinách od programovania, cez DA, AI, ML, po hardvér ... plus trochu fyziky :)

\* Najviac dátovej analytiky, AI, ML – oba programy na KKUI FEI TUKE

Group of outcomes	Learning outcomes	Coverage in courses	Missing / Not covered in ?
Software development	Web apps development (front end, back end frameworks)	I, CS: not specifically addressed, but covered in multiple courses CN: Web Technologies BI: Applications of web technologies IS: Applications of web technologies	CM
	UML modelling	I, CS: Foundations of Software Engineering BI: Information Systems Analysis and Design 1 and 2 CN: partially covered in Object-oriented programming, and in Basics of software engineering CM: partially covered in Object-oriented programming, and Modeling and Prototyping of Systems	-
	GUI design and user experience	I, CS: User interfaces and user experience, Modeling and Prototyping of Systems BI: Information Systems Analysis and Design 1 CN: Basics of software engineering (basics, as part of design of the whole system) CM: Modeling and Prototyping of Systems (as part of software design life cycle)	IS
	Testing and validation of the applications	I, CS: Software Projects Management, Foundations of Software Engineering BI: Information Systems Analysis and Design 1, Integration and deployment of software applications, CN: partially covered in Basics of software engineering CM: Modeling and Prototyping of Systems (basics, testing / validation as part of the whole system life cycle)	IS
Data analysis	working with different tools for access and processing data, including standard tools such as MS Office (data in Excel) working with different formats, processing of missing values, data clearing	I,CS,BI,IS,CM: All ML related courses + CN courses for different formats in communication networks	-
	languages for data analysis, mainly Python + important packages (pandas, sci-kit)	BI,IS: Business analytics, Knowledge discovery, Machine learning, Languages for data analysis (BI) / Programming in Python (IS) + other previously mentioned ML/DI courses I,CS: previously mentioned ML/DI courses	CM,CN
	explorative data analysis – data understanding and attributes characterization, missing values identification, data clearing	BI,IS: Business analytics, Knowledge discovery, Languages for data analysis (BI)	I,CS,CM,CN
	understanding data mining as a process, often called knowledge discovery process – with goal and data understanding steps, data preparation / preprocessing steps, modeling / mining step, model validation)	BI,IS: Business analytics, Knowledge discovery	I,CS,CM,CN
	visualization techniques - for better data understanding, and also validation of models and final results	BI: Business analytics, Knowledge discovery, Data visualization IS: Business analytics, Knowledge discovery	I,CS,CM,CN

# Príklad FEI TUKE (1): modifikácie

- 9 existujúcich kurzov je odporučených pre znovupoužitie v inom programe (väčšinou dátovo analytické, **od KKUI k ostatným**)
- 5 kurzov pre znovupoužitie po úprave / doplnení tém (aj DA, ML, aj napr. fyzika a matematika)
- 2 nové kurzy - smerujúce ku:
  1. základom fyziky či technológií pre S2P,
  2. aplikáciám DA, ML, AI v S2P

1. Introduction to Space Research and Technology
2. Data analysis in Space Research Domain

Čo ešte chýba do konca projektu:  
=> Príprava implementačného plánu

Missing Topics	Change	Course	Description	Study program/semester
Languages for data analysis, mainly Python + important packages (pandas, sci-kit) + Python programming fundamentals	Existing course re-use	Languages for Data Analytics (OE)	Addition of this course from BI as an OE (optional) course should provide an extension of basic python programming skills with some specific python packages used for data analytics, such as packages for processing of data frames, visualization, data transformations, and more. For CM, CN it will also serve as a source for python programming fundamentals.	I, CS, CM, CN (2 <sup>nd</sup> Year, Bc, ST)
continuous integration and automation tools e.g., Jenkins., BI, IS: Integration and deployment of software applications + containers/containerization of applications using Docker, orchestration tools e.g., Rancher, Kubernetes. + microservices + DevOps	Course update and re-use	Integration and deployment of software applications (OE)	Integration and deployment of software applications – this course in BI/IS programs provide combination of practical skills for integration tools and containerization, especially for development of data processing / mining and visualization tasks. Therefore, re-use of such course might be beneficial for various reasons and is also interesting extension for knowledge of cloud technologies, combined with data mining. Moreover, microservices and DevOps basics will be added to this course as additional topics, as both are important in such development and production environments.	I, CS, CM, CN (1 <sup>st</sup> Year, MSc, ST)
explorative data analysis – data understanding and attributes characterization, missing values identification, data clearing + understanding data mining as a process, often called knowledge discovery process – with goal and data understanding steps, data preparation / preprocessing steps, modeling/mining step, and model validation) + Introduction to machine learning methods and selected visualization methods	Existing course re-use	Business Analytics (OE)	Addition of this course from BI, IS as a OE course should provide an extension of python programming with more specific skills aimed towards data science and machine learning. This includes creation of standard ML workflows, training ML, and evaluation of ML models. The introduction of ML is suitable for those who did not have any previous course and need some for their next study, might be useful for CN program for this purpose.	I, CS, CM, CN (3 <sup>rd</sup> Year, Bc, WT)
linear and quadratic discriminant analysis + methods for canonical discriminant analysis, principal components, factor analysis + Fourier analysis and its application + probabilistic statistical models and Monte Carlo methods	Course update	Numerical Mathematics, Probability Theory and Mathematical Statistics (C)	Our idea is to update basic course for all programs with missing topics of discriminant analysis, principal components, Fourier analysis and Monte Carlo simulation principles. Thanks to these enhancements, through mandatory course in quite early stage of study, all graduates will have basic knowledge on such topics, also for their reuse in their next study and work on their theses, if they will use similar methods for their solutions.	All programs already have this course, it is only updated (in 2 <sup>nd</sup> Year, Bc, ST)

# Časť ... a iné

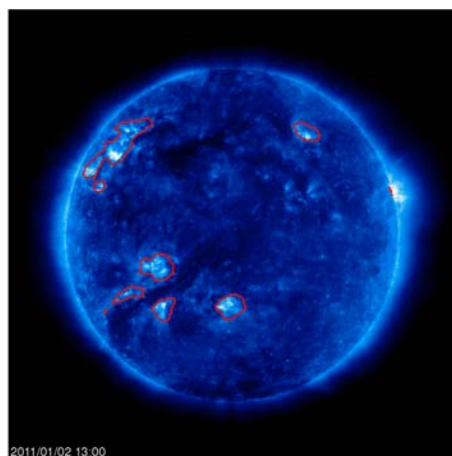
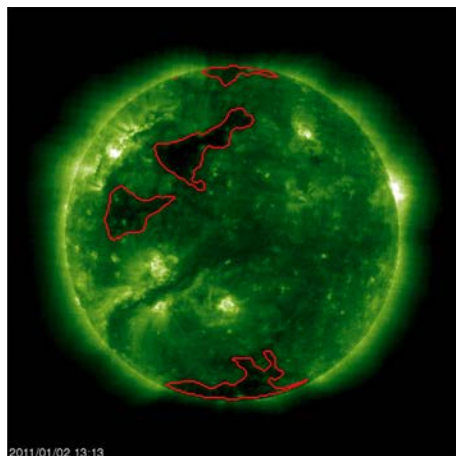
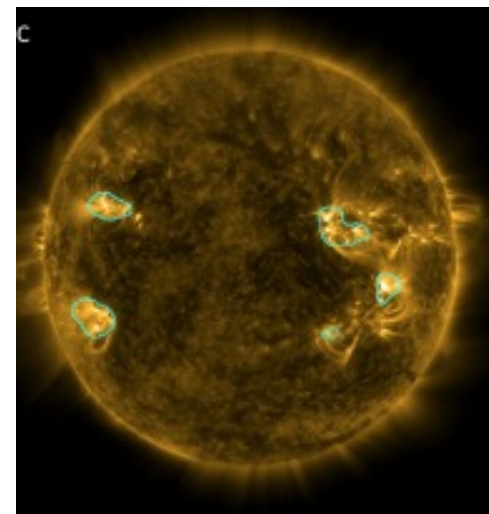
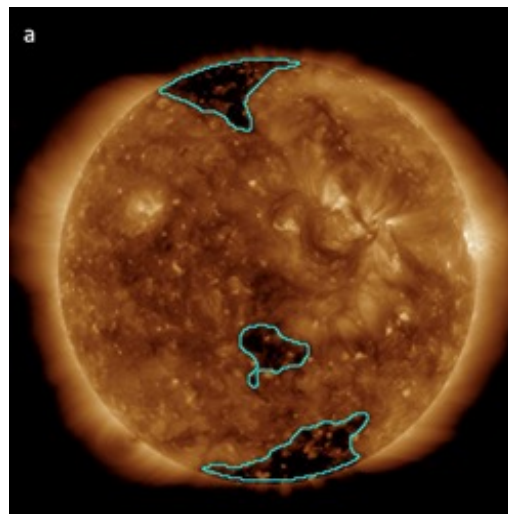
- “Netradičné” formy popularizácie astronómie 😊

=> Študenti IT analyzujú astro/geo dáta v rámci záverečných prác

( netvrdím že úplne dobrovoľne = také je naše zadanie, ale .... Metódy AI, ML, DL, sú prenositeľné aj do ich budúcej praxe ... a postupom času sa strach z neznámeho vytráca )

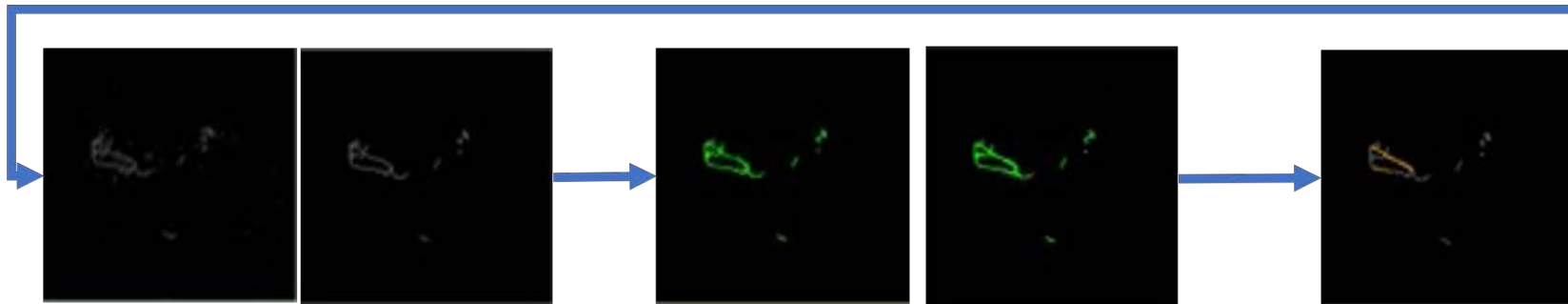
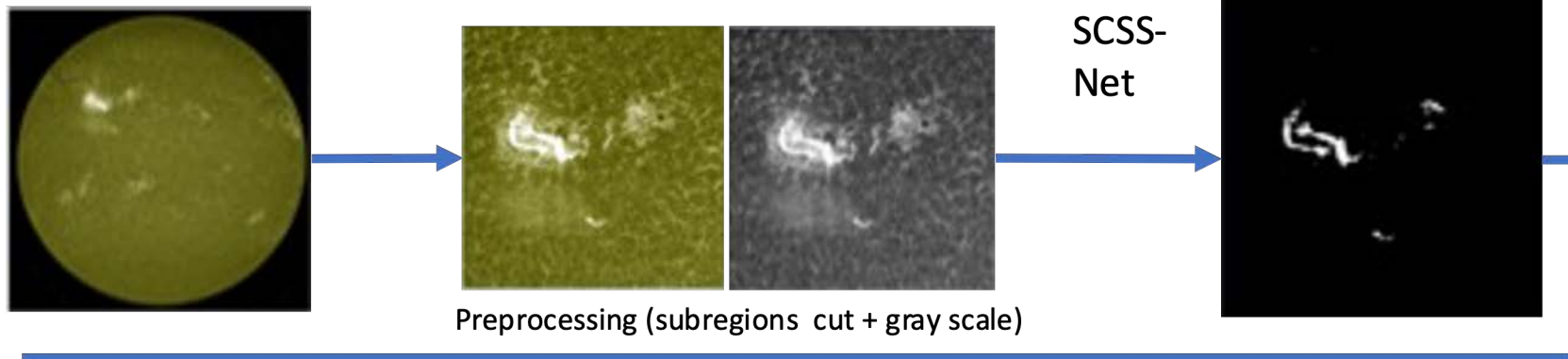
- Za posledných 5 rokov – viac ako 30 záverečných prác s takouto témou
- Spolupráca s: ÚEF SAV, PF UPJŠ, FMFI UK, Ústav fyziky atmosféry ČAV, University of Helsinki, SARA0 Južná Afrika, ... (plus ďalší cez kolegov v už uvedených inštitúciách)

# Niekoľko príkladov



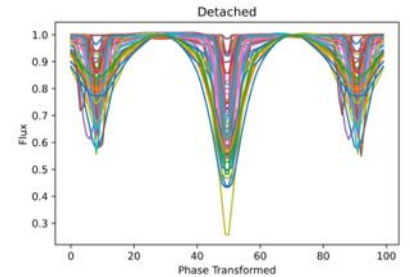
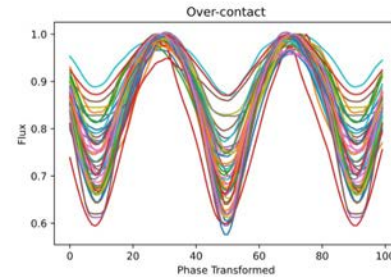
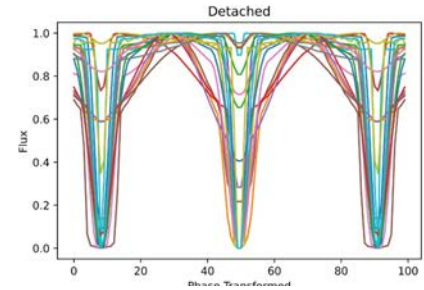
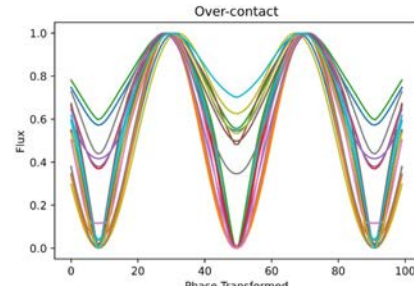
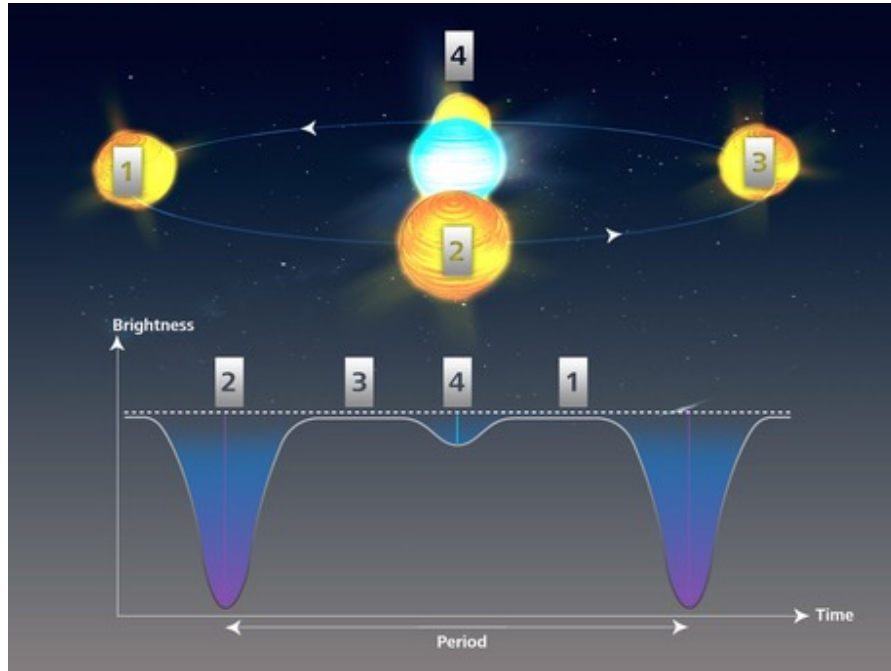
**SCSS-Net: Solar Corona Structures Segmentation by Deep Learning - SDO dáta (hore) a SOHO (Dole)**

# Detekcia paralelných erupčných vlákien



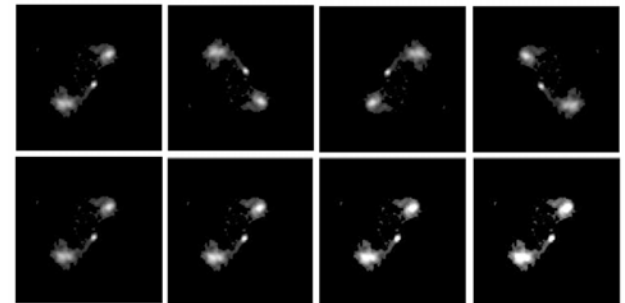
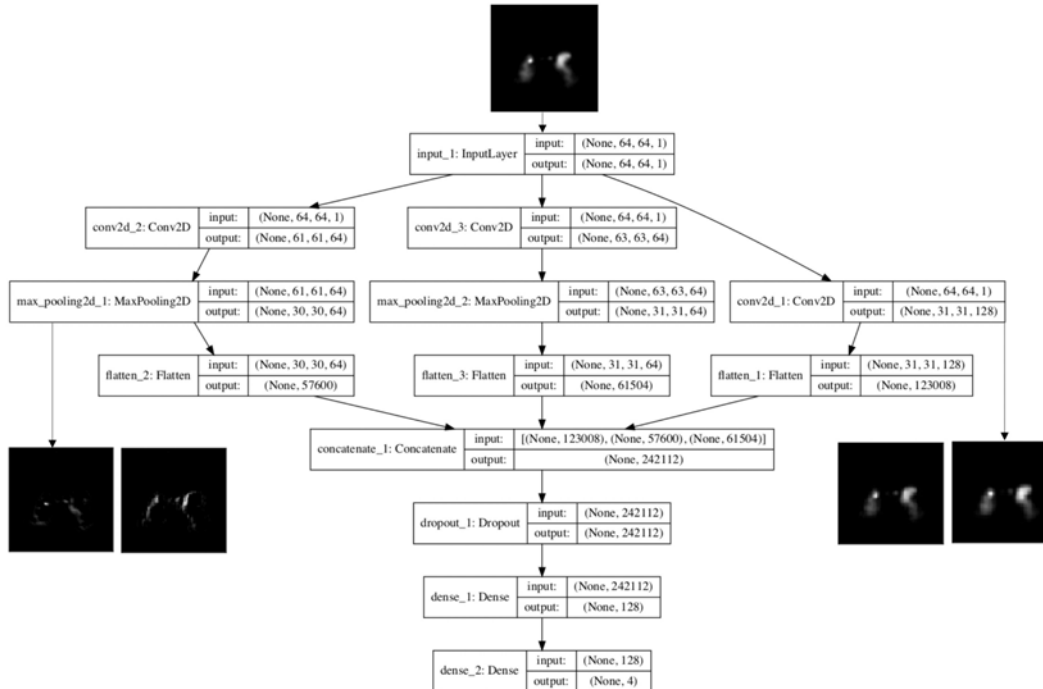
Skeletonization / thinning (+ pruning) Probabilistic Hough Transformation + enhancement

# Klasifikácia typov zákrytových dvojhviezd a určenie fyzikálnych vlastností systému



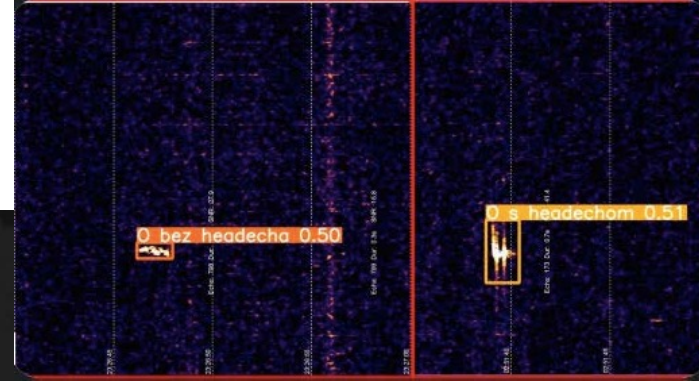
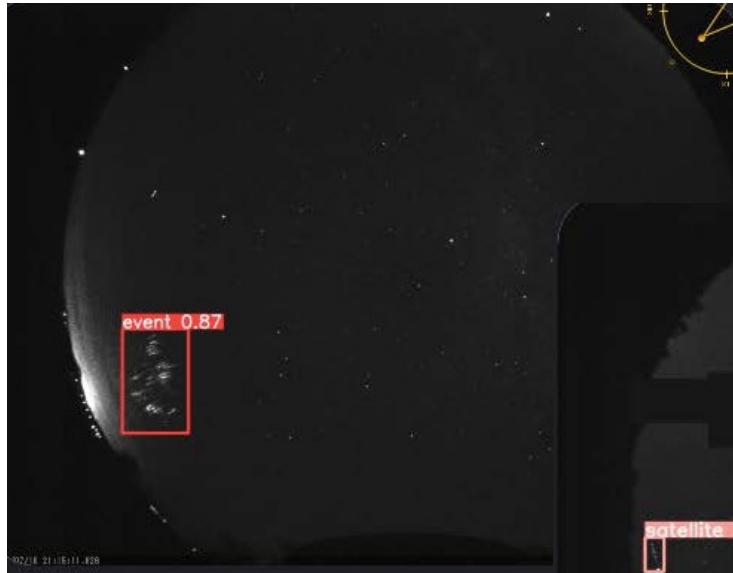


# Klasifikácia typov rádiových galaxií

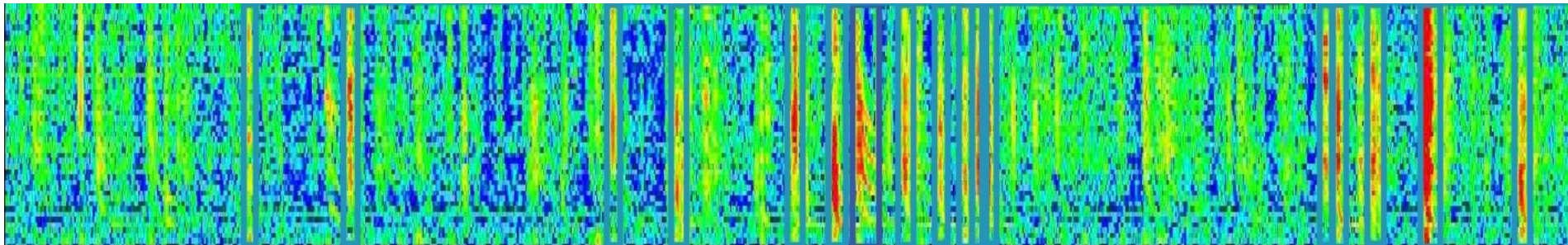
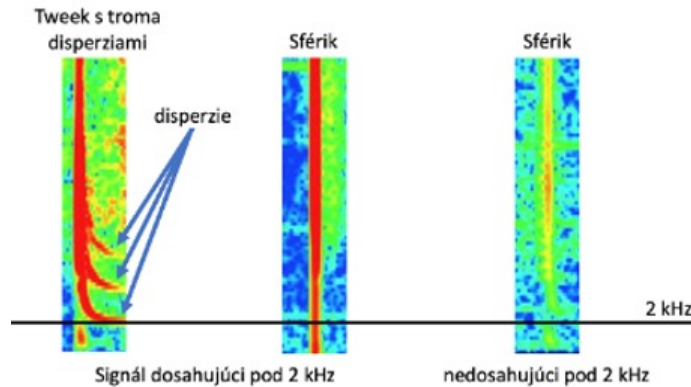




# Detekcia TLE v snímkach kamier AMOS ... a (prečo nie aj) meteorov ... a aj rôznych typov ozvien z meteorického radaru



# Detekcia bleskov v rádiových spektrogramoch a ich charakterizácia



## Záver(ečné myšlienky)

- Okrem toho sme riešili či riešime aj iné zaujímavé témy (predikcia ionosférických scintilácií, predikcia geomagnetických búrok, analýza zmeny koncentrácie ozónu a oxidu dusíka pri prelete meteorov, klasifikácia udalostí v seizmických meraniach, ...)

Niečo na záver ? ... možno pár myšlienok

- IT a metódy AI, ML, DL dávajú šancu priblížiť astronómiu mnohým z tejto oblasti ....napr. aj spojiť celoživotné hobby a prácu ☺
- Netreba zabúdať na to že bez rady experta môže byť posun vpred pri takomto prepojení veľmi ťažký (osobná skúsenosť)
- Astronomické krúžky a propagácia astronómie (a vo všeobecnosti fyziky) ťahajú mladých keď nie vždy k prírodným vedám, tak aspoň nie ďalej ako k tým technickým
- Nie všetko sa vždy podarí ..... ale netradičná forma popularizácie astronómie formou záverečných prác na KKUI FEI TUKE bude pokračovať !