

Karakterizacija porijekla mlaza u lundskoj ravnini

Patrik Papac

Kratki pregled prezentacije

Konstrukcija i prikaz
lundske ravnine

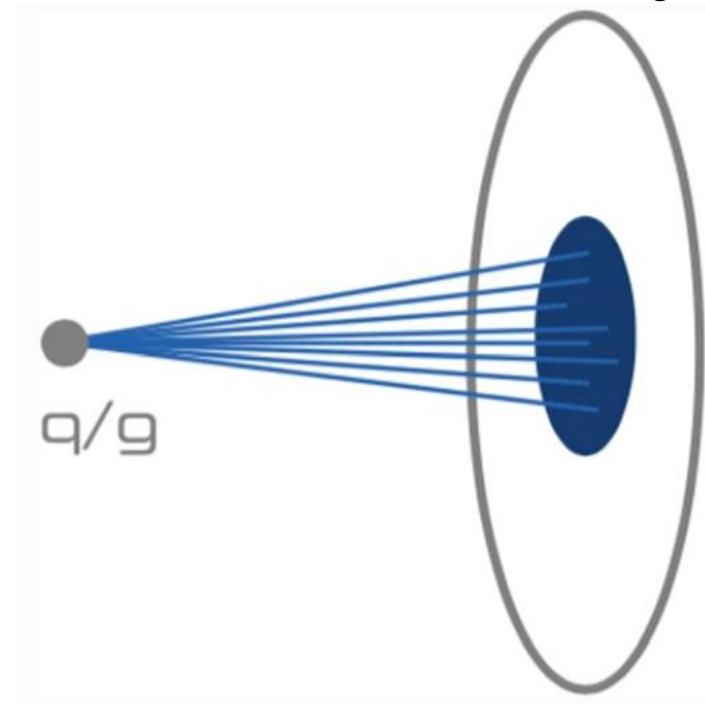
Osnove konvolucijskih
neuronskih mreža

Primjeri prikaza podataka
i modeli koje smo koristili

Rezultati i diskusija

Lundska ravnina

- Kvarkovi i gluoni se ne opažaju samostalno u prirodi, već ih detektiramo kao uske snopove hadrona u detektoru koje nazivamo mlazovima



Lundska ravnina

- Kako bi se precizno definirao mlaz, koriste se razni algoritmi kojim se konačne čestice u detektoru rekombiniraju u jedan (ili više) entitet.
- Cambridge/Aachen algoritam: u svakom koraku se zbrajaju momenti čestica s najmanjim Δ , gdje su y rapiditet, a φ azimutalni kut čestica.

$$\Delta \equiv (y_a - y_b)^2 + (\phi_a - \phi_b)^2.$$

Lundska ravnina

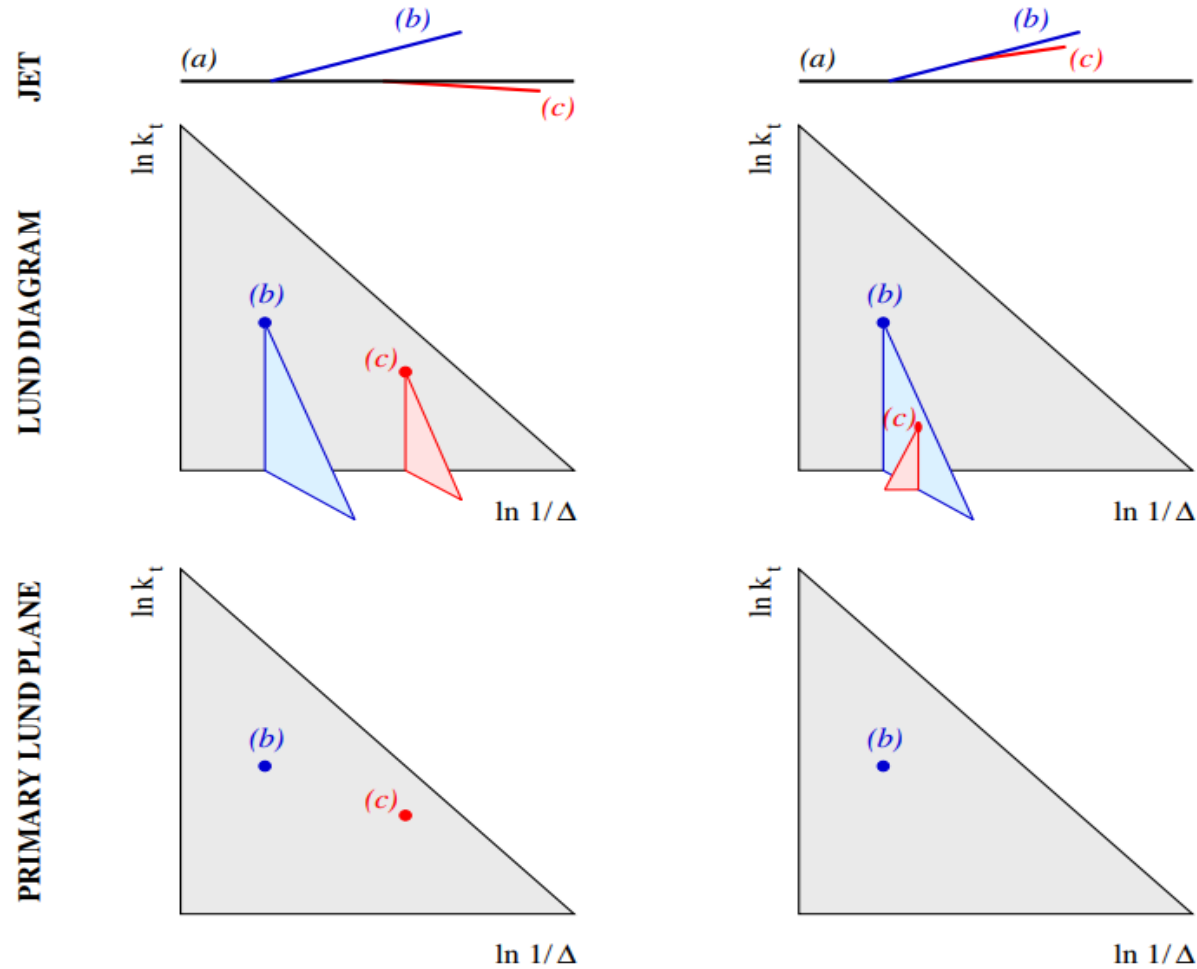
- Lundska ravnina se koristi kao jedan od načina da se prikaže struktura mlaza:

1. Krećući se unazad u C/A algoritmu, uzmemo posljednje zbrajanje i rastavljamo ga na dva pseudomlaza a i b, gdje je $p_{ta} > p_{tb}$
2. Odredimo lundske varijable rastavljanja:

$$\Delta \equiv (y_a - y_b)^2 + (\phi_a - \phi_b)^2, \quad k_t \equiv p_{tb} \Delta_{ab},$$
$$m^2 \equiv (p_a + p_b)^2, \quad z \equiv \frac{p_{tb}}{p_{ta} + p_{tb}}, \quad \psi \equiv \tan^{-1} \frac{y_b - y_a}{\phi_b - \phi_a}$$

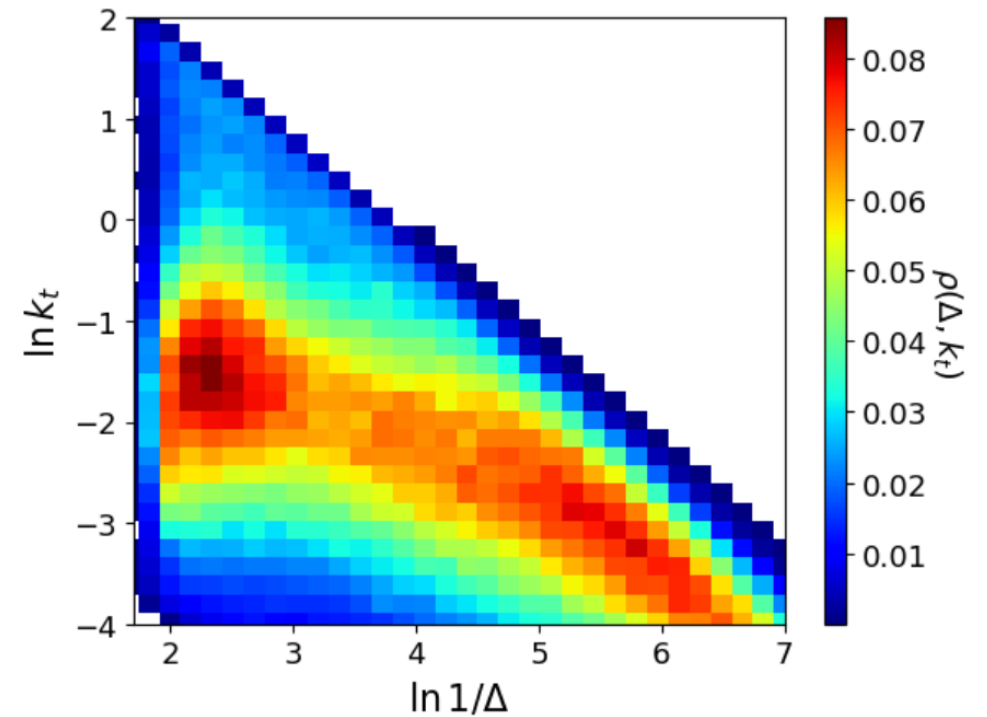
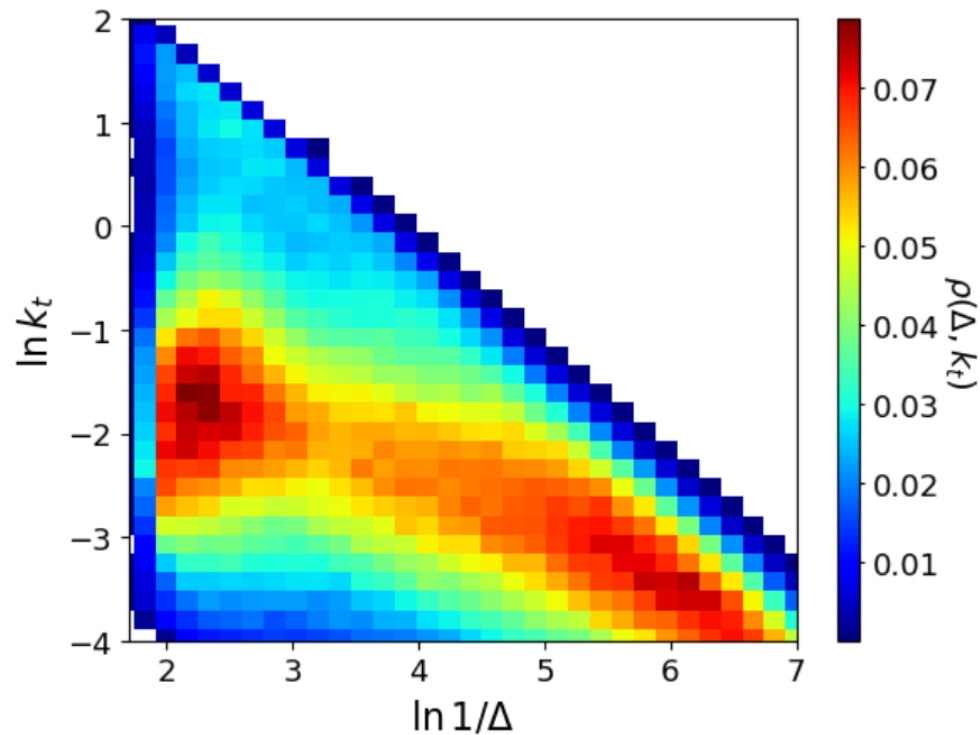
3. Ponavljamo postupak dok ne dođemo do početnih čestica

Lundska ravnina



[Dreyer et al., arXiv:1807.04758v2]

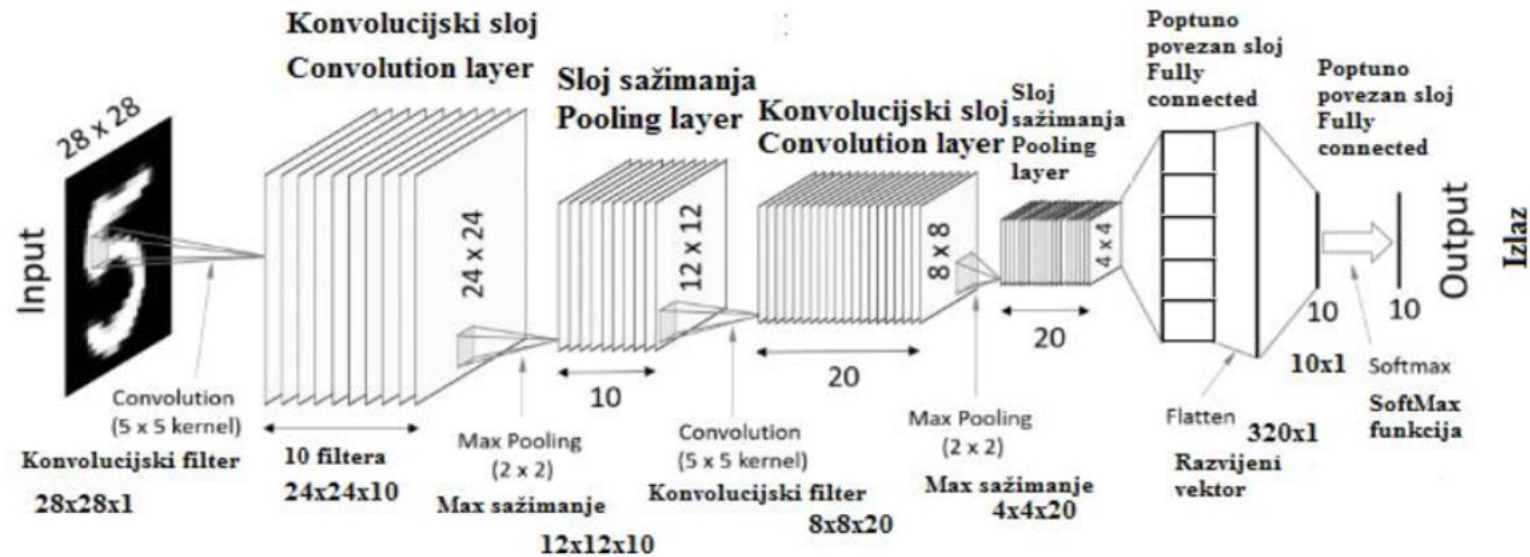
Lundska ravnina



Gustoća emisije u primarnoj lundskoj ravnini za kvarkove (lijevo) i gluone (desno)

Konvolucijske neuronske mreže

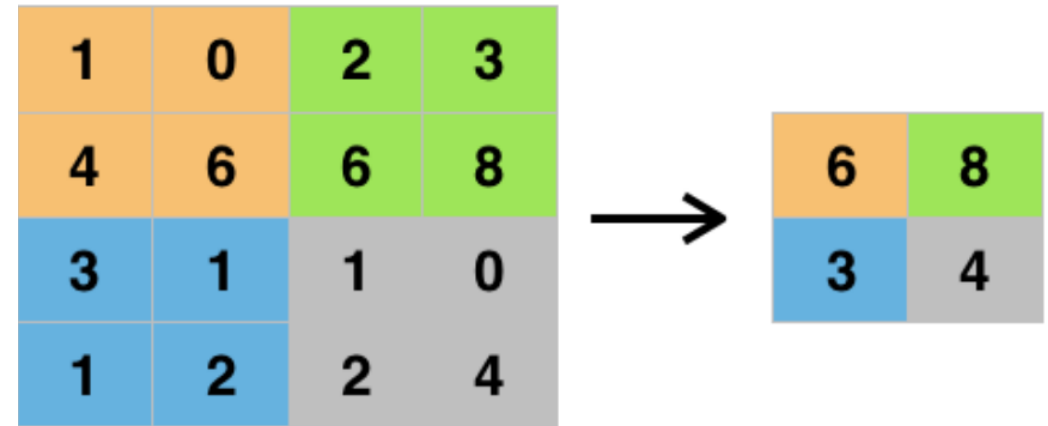
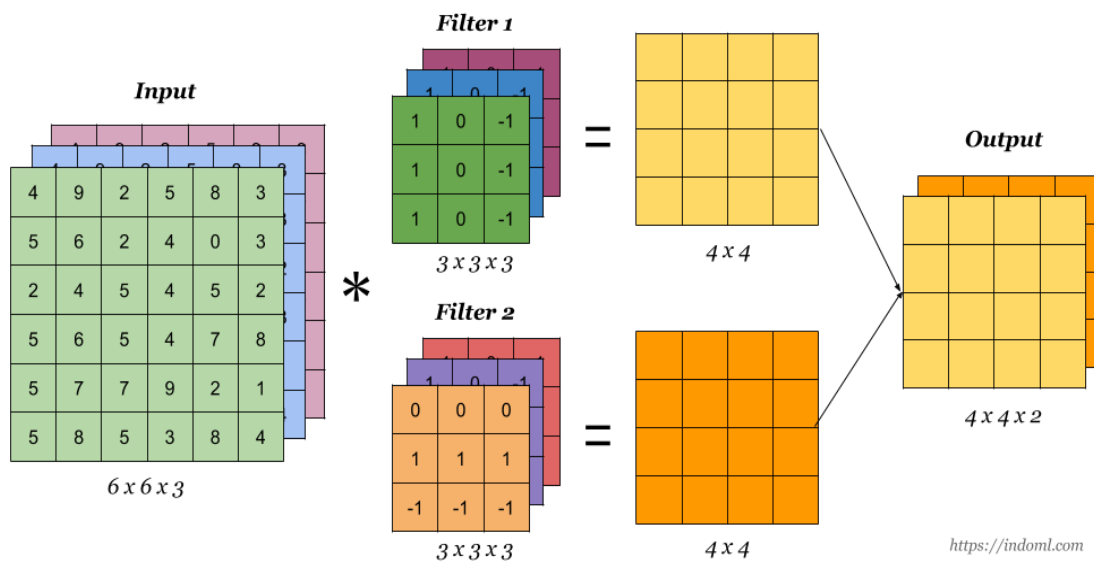
- Kao ulazne podatke mreža prima slike i uči ih raspoznavati pomoću konvolucijskih slojeva.



[Dabovic et al., ETRAN 2017. VI1.1.1-6.]

Konvolucijske neuronske mreže

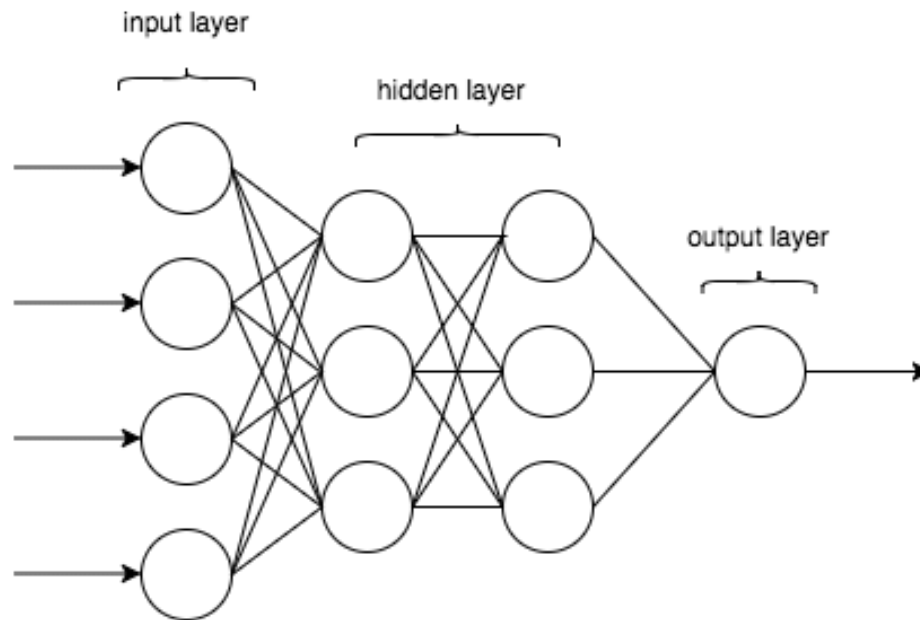
- Značajke slike se uče pomoću konvolucijskih filtara, dok sloj sažimanja smanjuje dimenziju.



[<https://indoml.com>]

Konvolucijske neuronske mreže

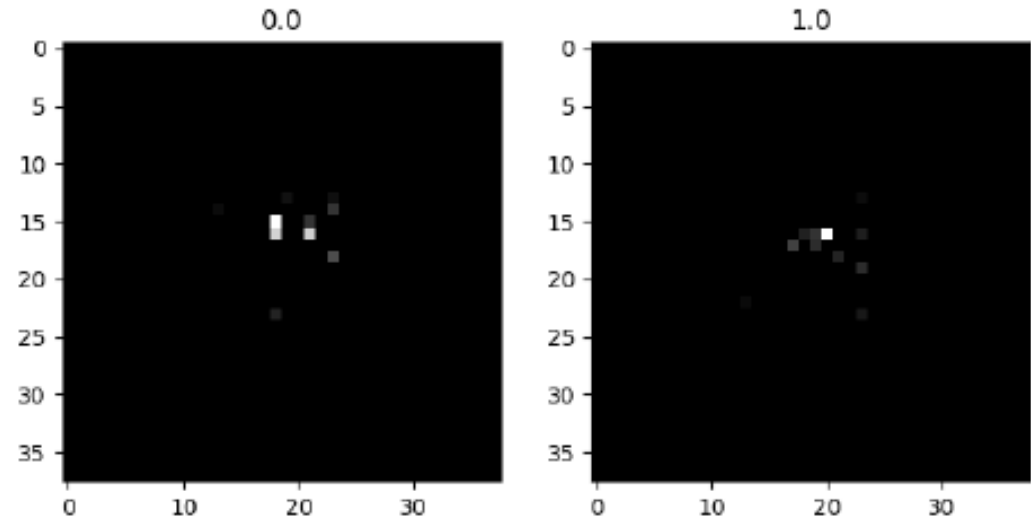
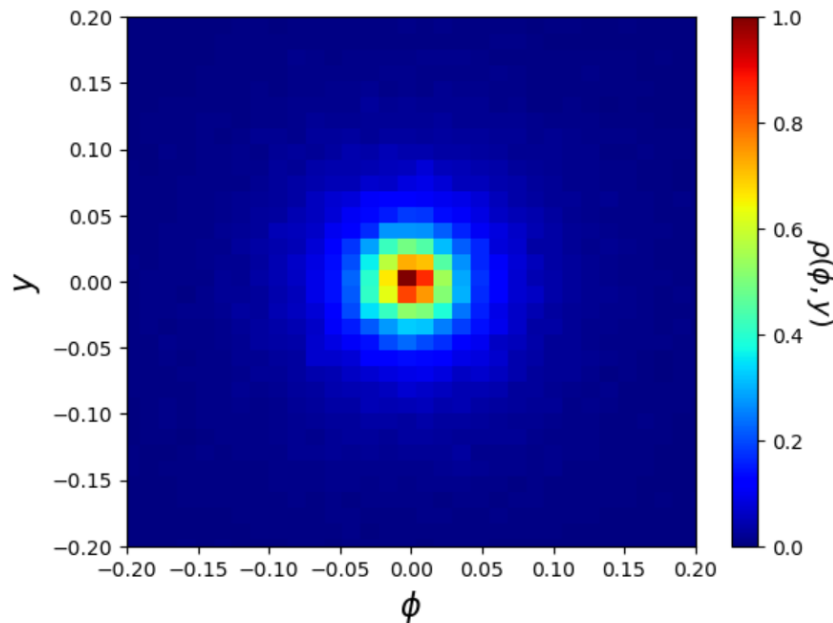
- Potpuno povezani sloj je sastavni dio svake klasične neuronske mreže koji se trenira metodom propagacije pogreške unatrag.



[<https://analyticsindiamag.com>]

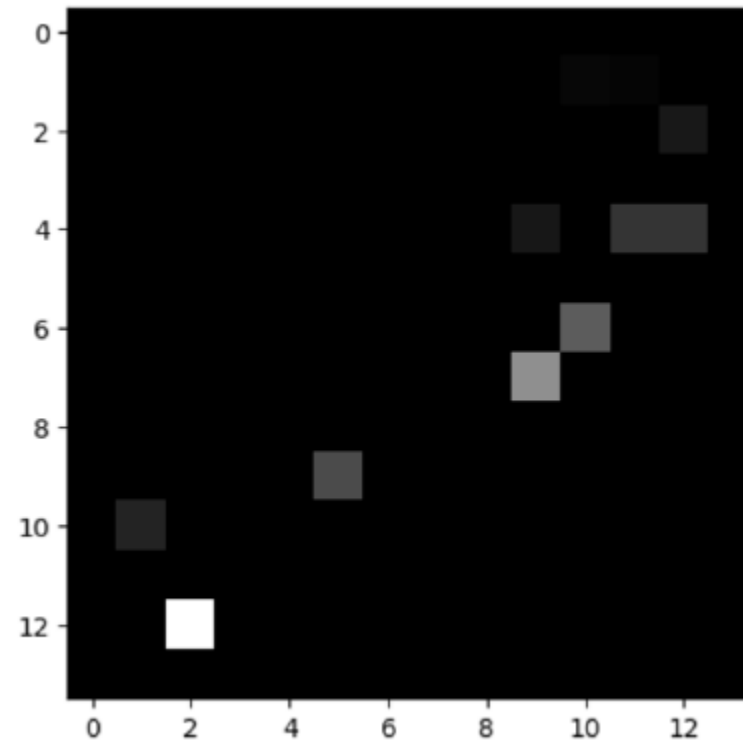
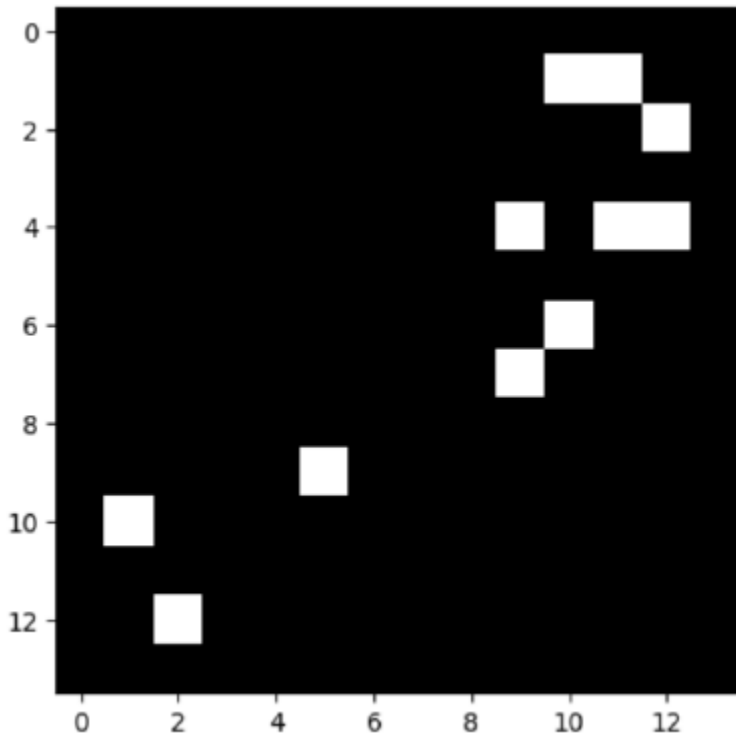
Ulazni podatci

- Mlazovi se najčešće prikazuju u $y - \varphi$ ravnini kao aktivirani pikseli intenziteta koji odgovara transverzalnoj količini gibanja.



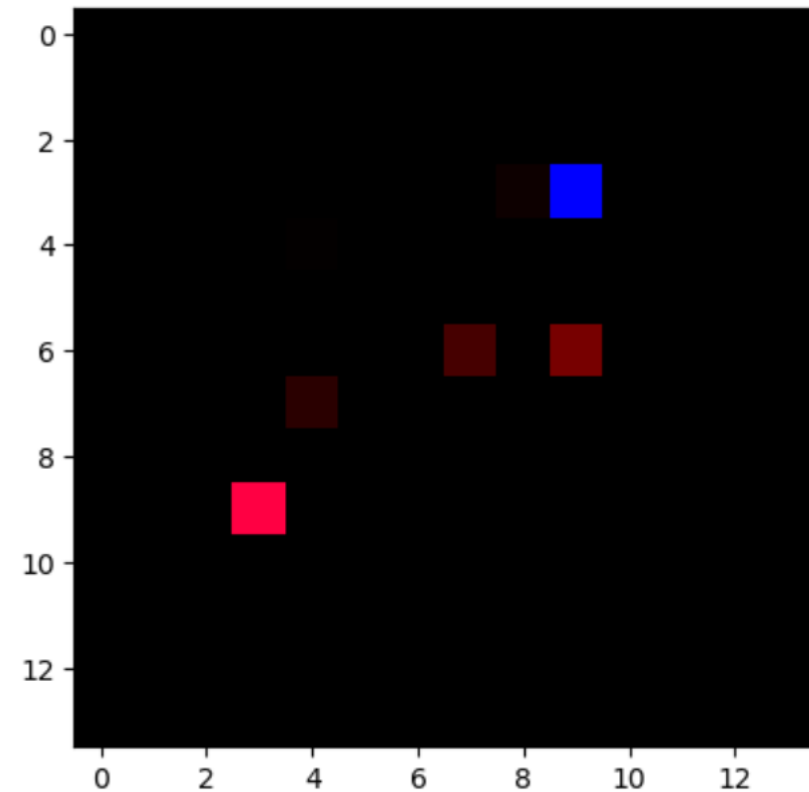
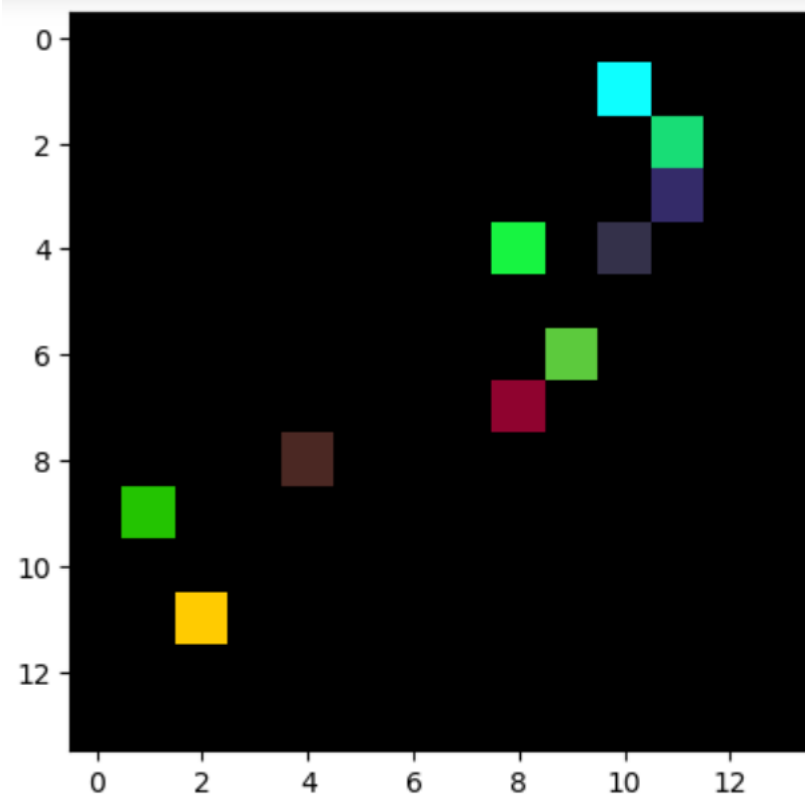
Ulazni podatci

- Analogno smo prikazali podatke u lundskoj ravnini u $\ln \Delta - \ln k_t$ koordinatama gdje pikselima možemo pridružiti lundsku varijablu Z .



Ulazni podatci

- Još jedan način da se ugradi informacija u sliku je pridruživanje kanalima slike različite lundske varijable ili emisije višeg reda.

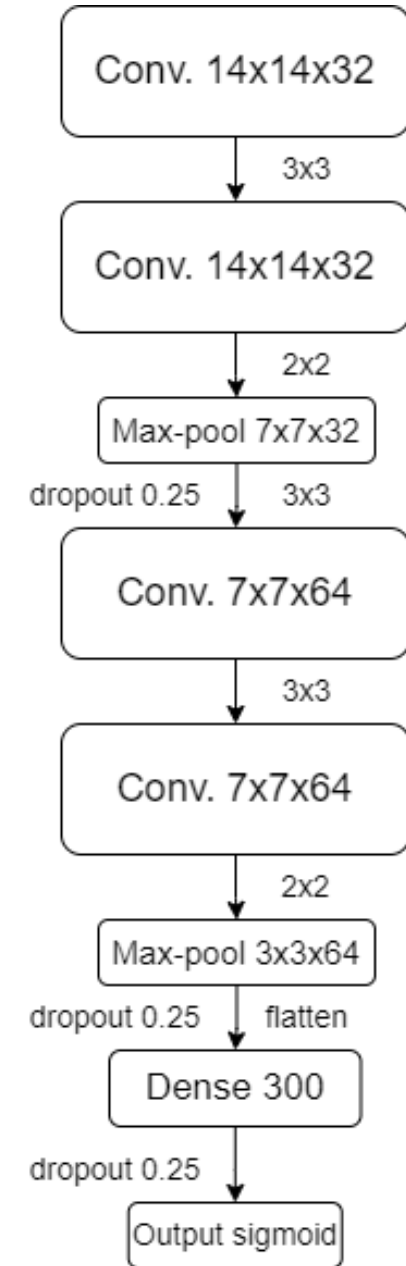
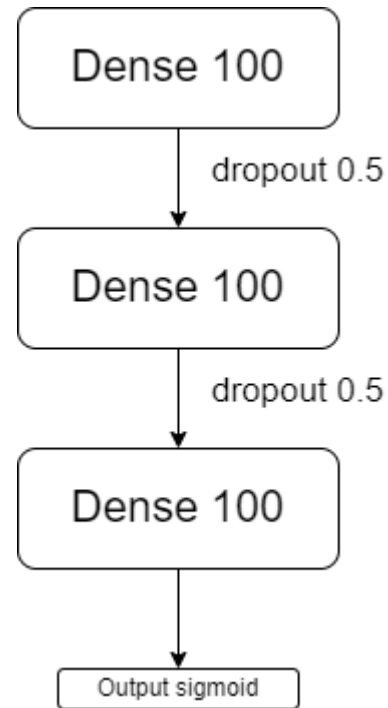


Ulazni podatci

- Osim konvolucijskih mreža koristili smo i klasične.
- Najjednostavniji način da se podatci predaju klasičnoj neuronskoj mreži je kao niz trojki $\{\ln \Delta, \ln k_t, z\}$.
- Klasičnoj neuronskoj mreži se može i poslati neka izravnata matrica iz prošlih slajdova.

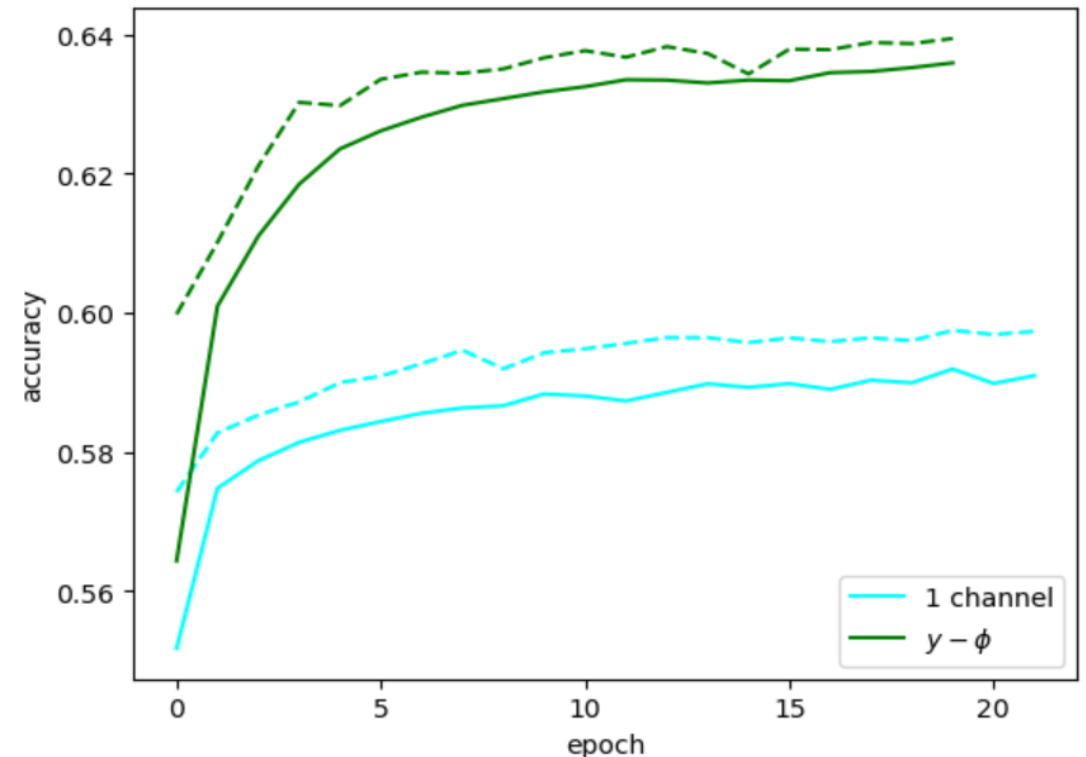
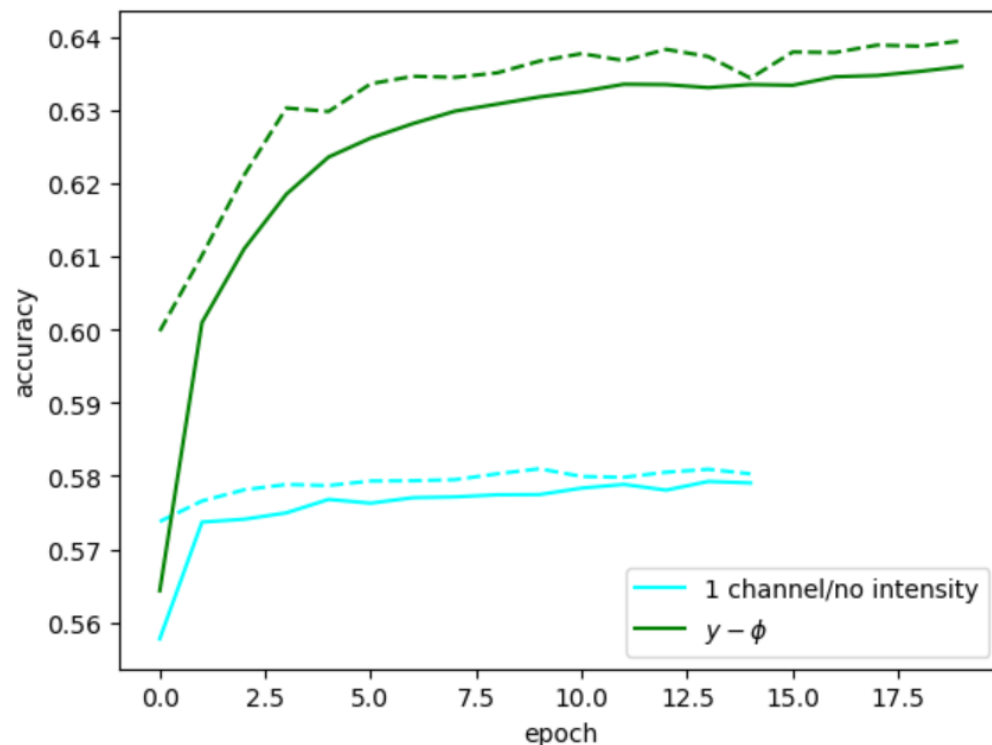
Modeli

- Model konvolucijske neuronske mreže.
- Model klasične neuronske mreže.



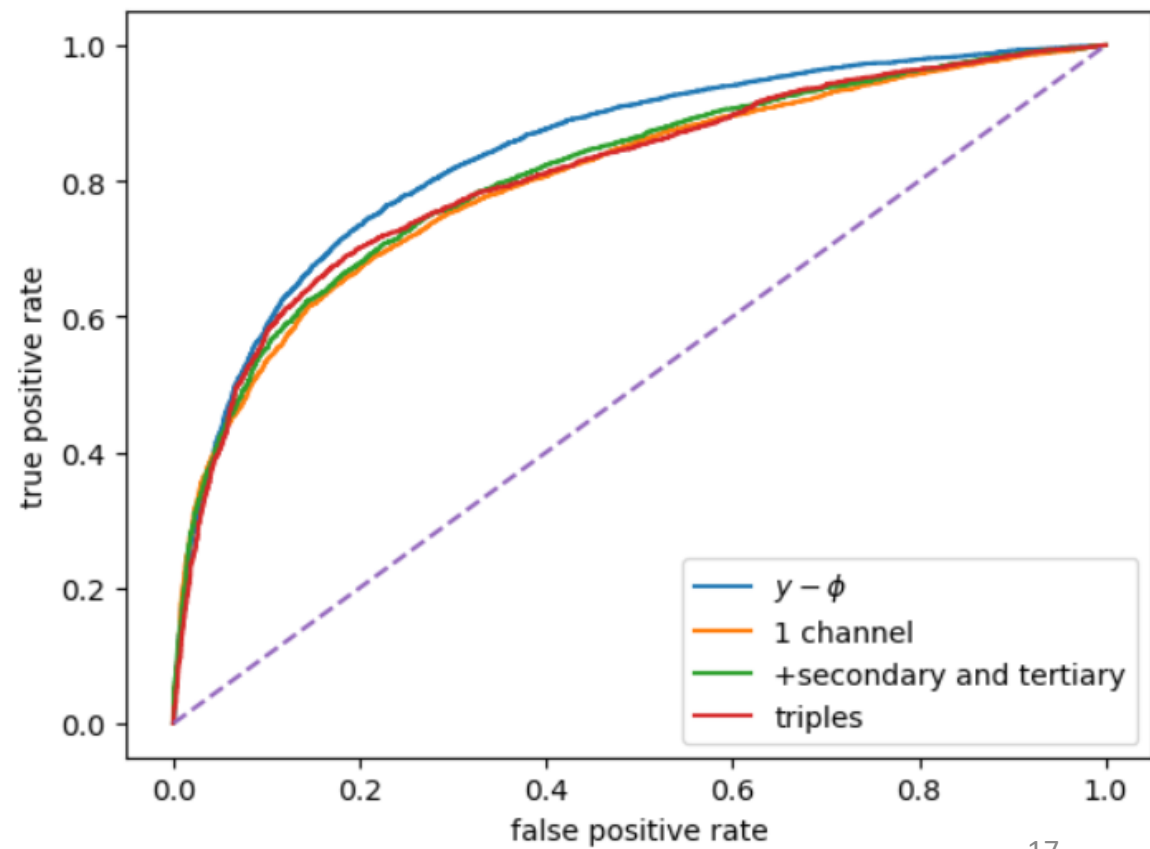
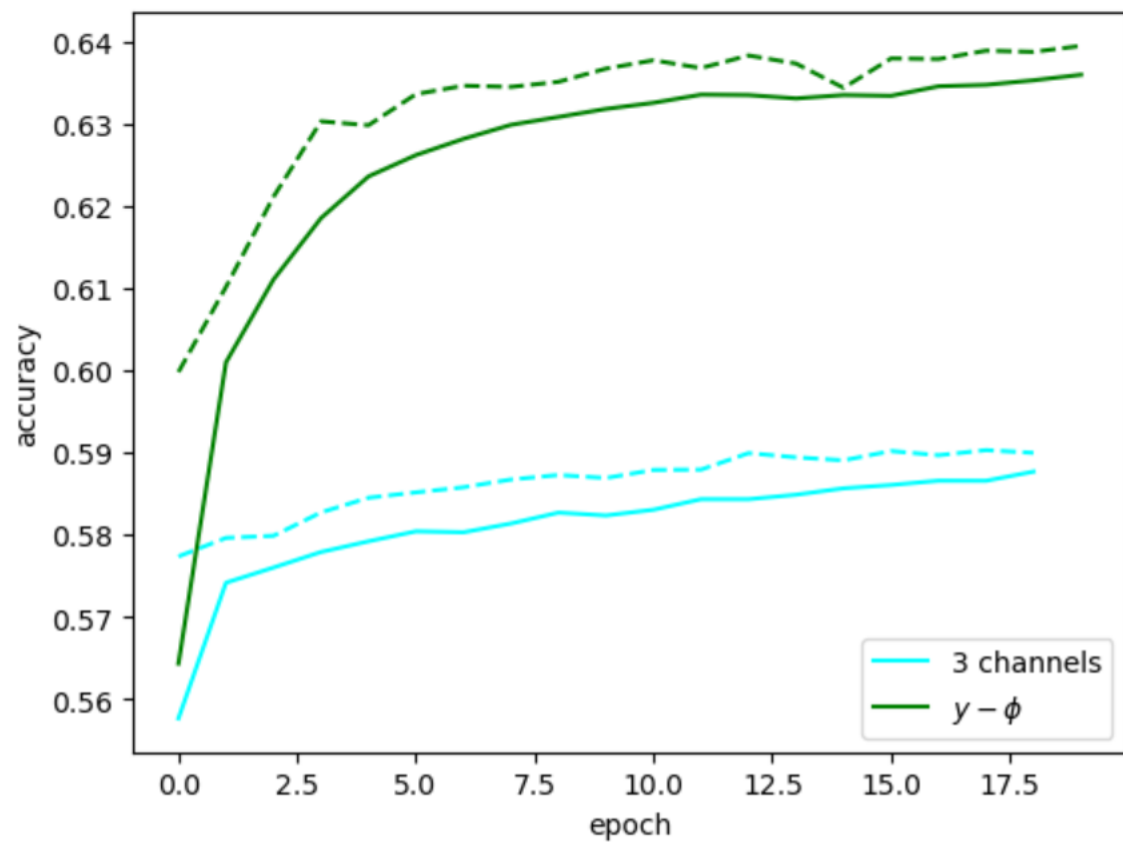
Rezultati

- Prvi skup podataka od po 65000 mlazova kvarkova i gluona transverzalne količine gibanja 80-90 GeV

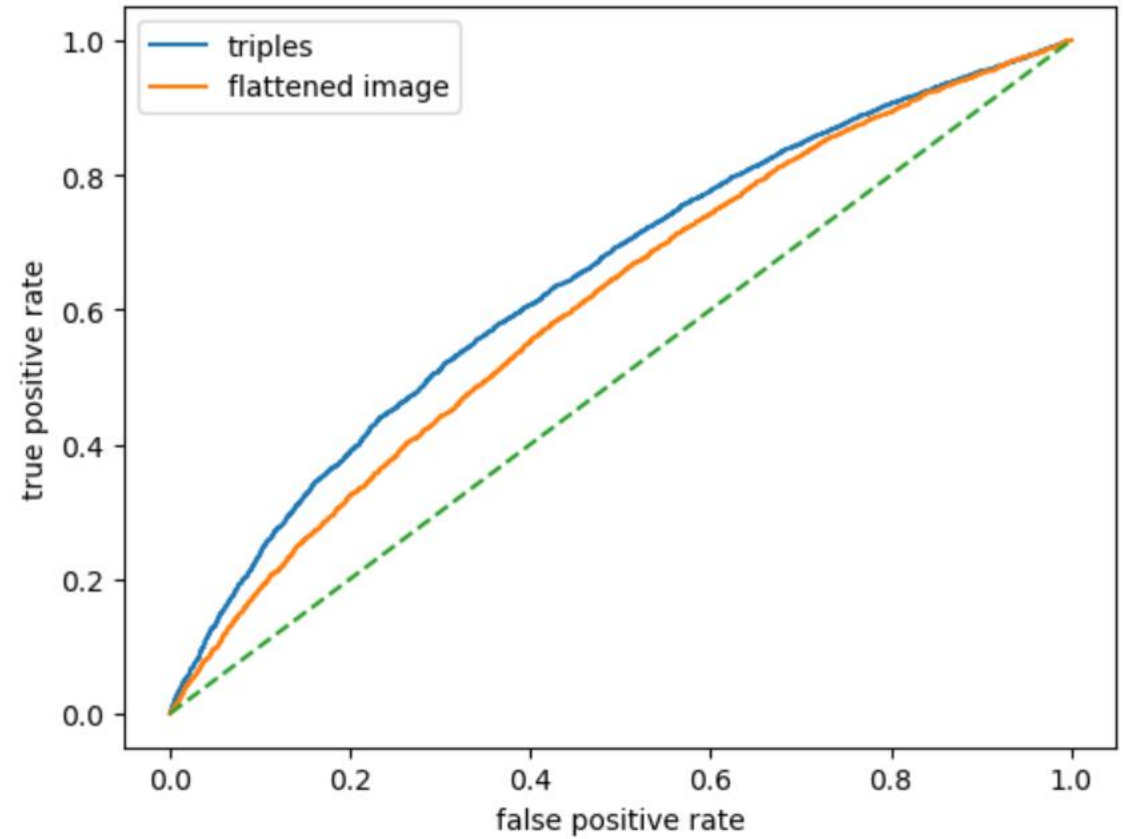
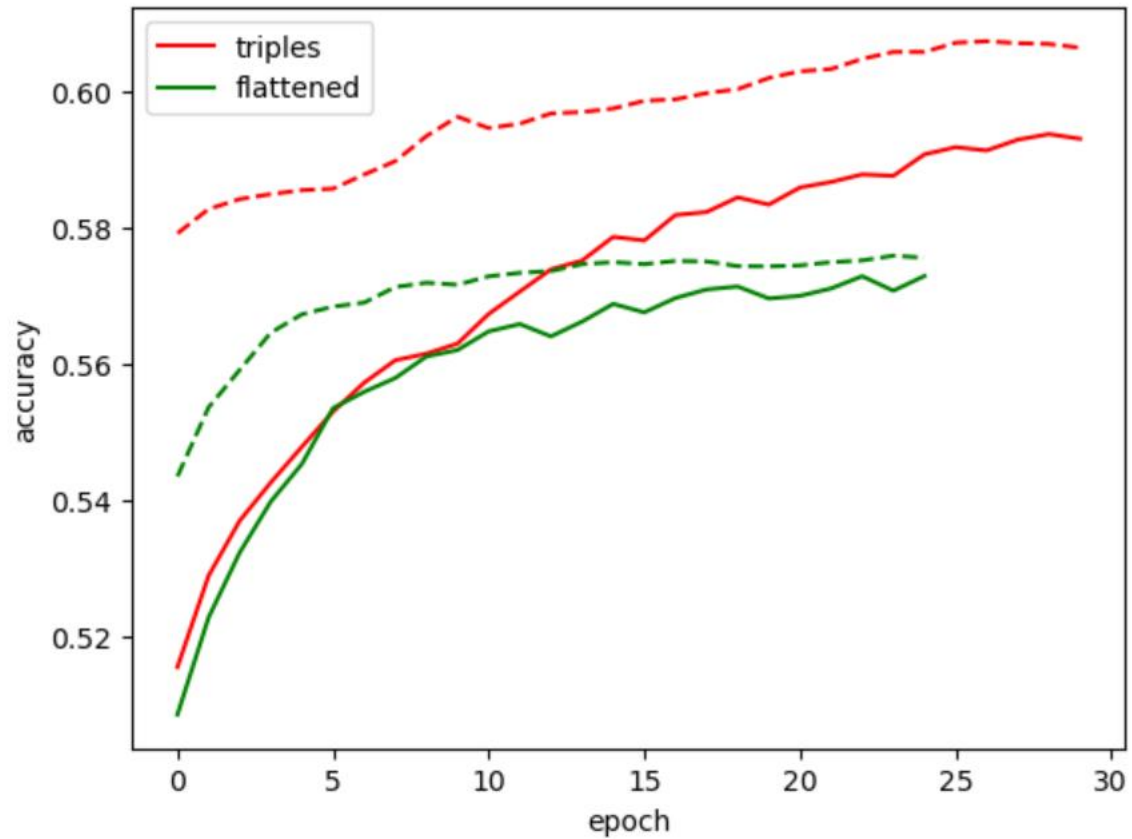


Isprekidana linija odgovara preciznosti na validacijskom skupu, dok puna odgovara preciznosti na skupu za trening.

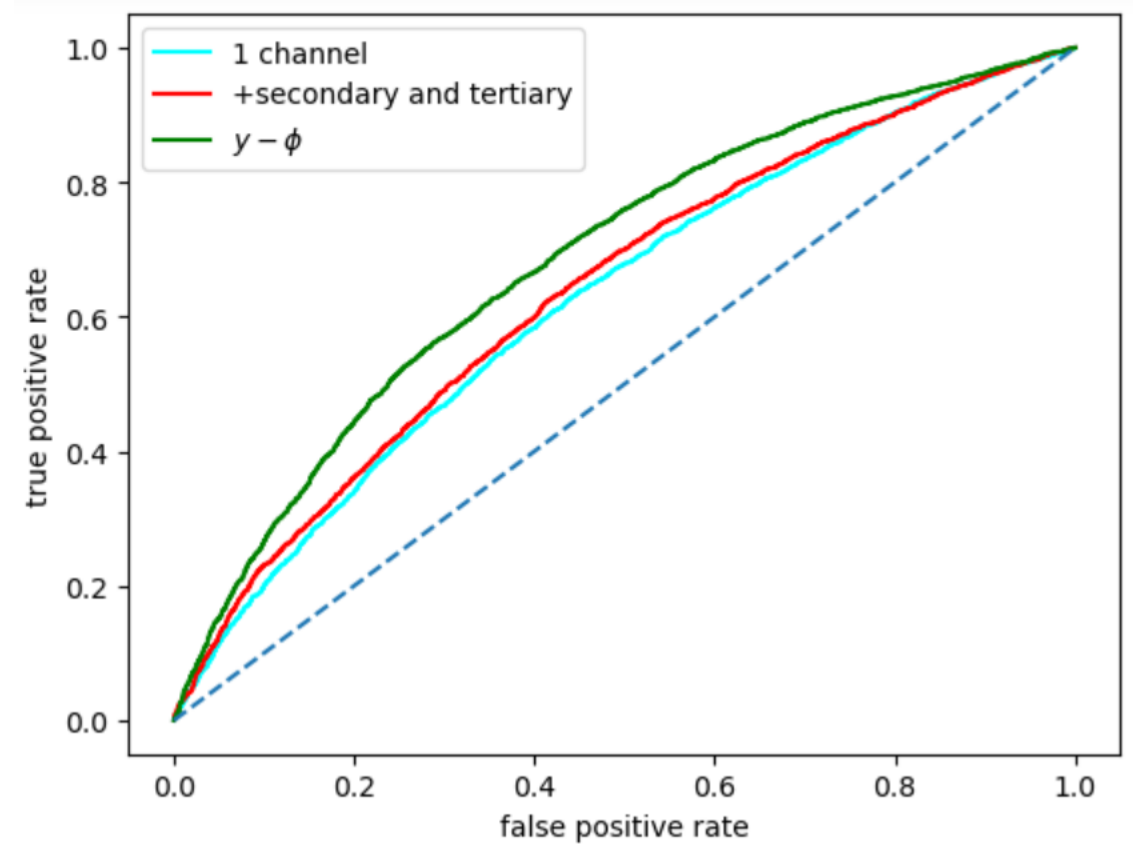
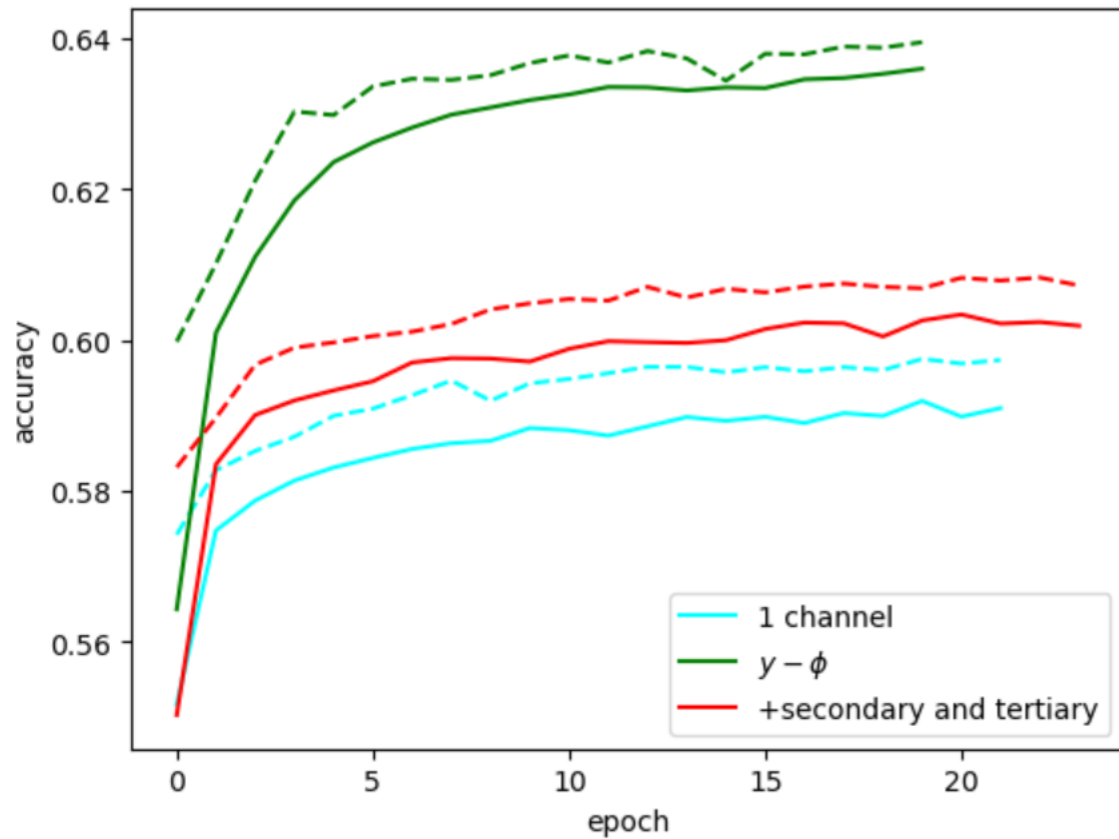
Rezultati



Rezultati

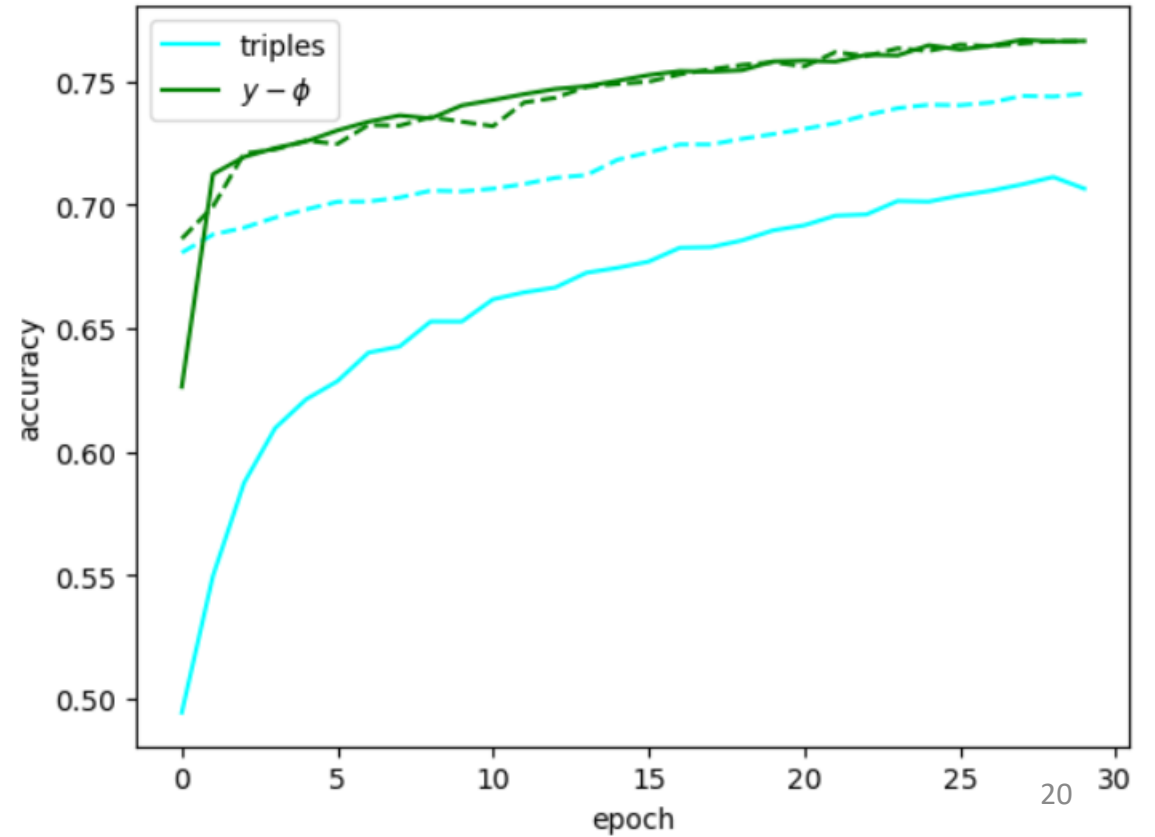
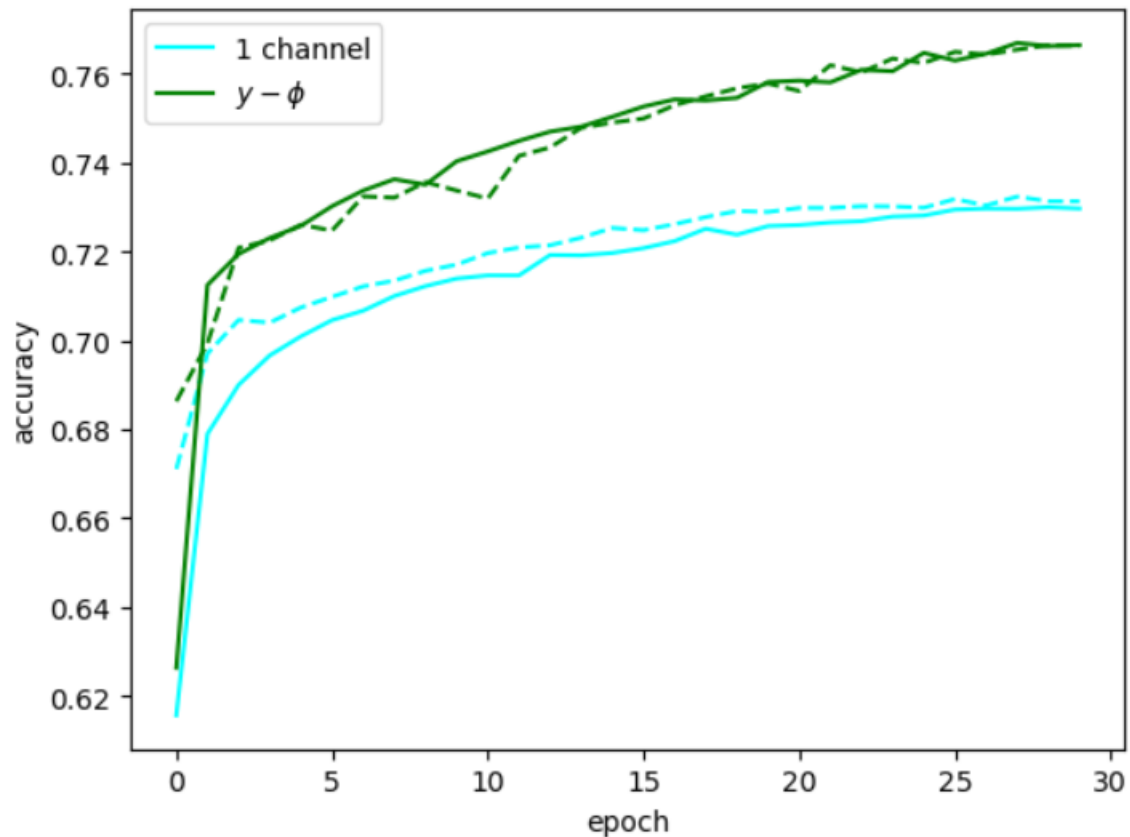


Rezultati

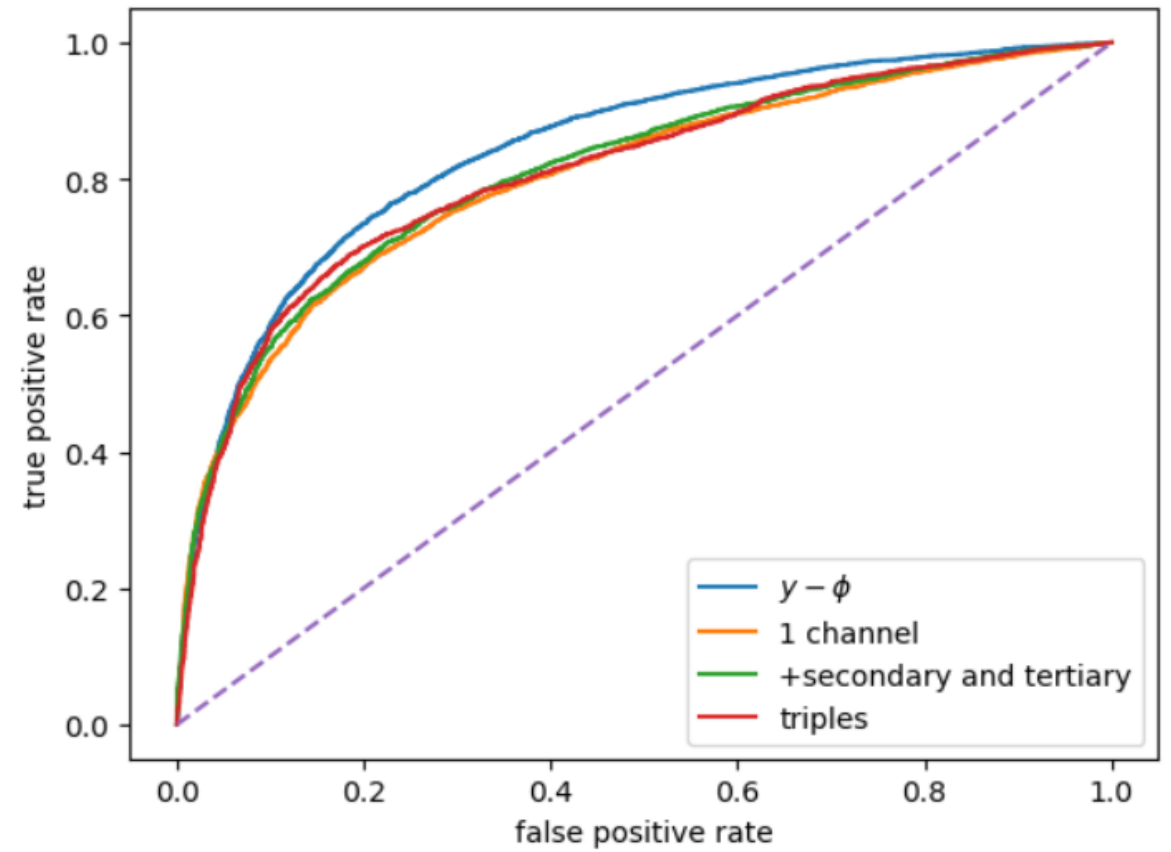
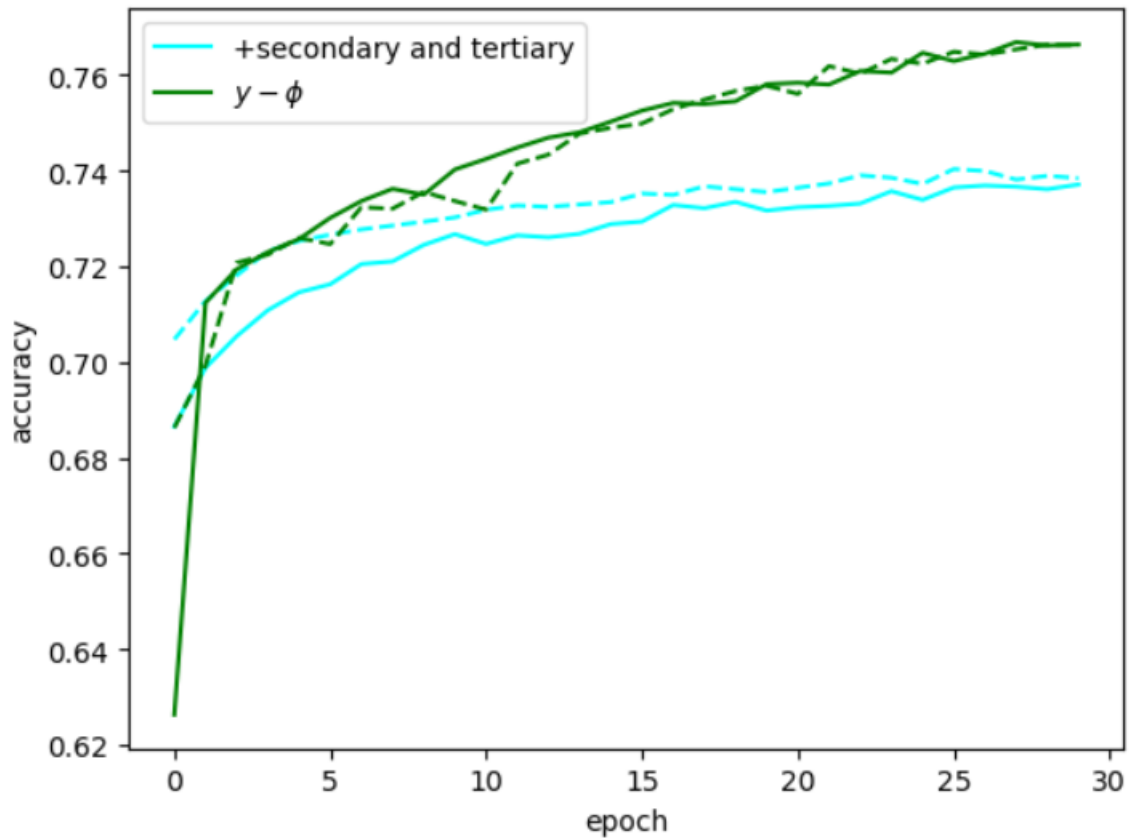


Rezultati

- Odabrane reprezentacije su iskušane i na drugom skupu od po 25000 mlazova kvarkova i gluona transverzalne količine gibanja 500-550 GeV



Rezultati

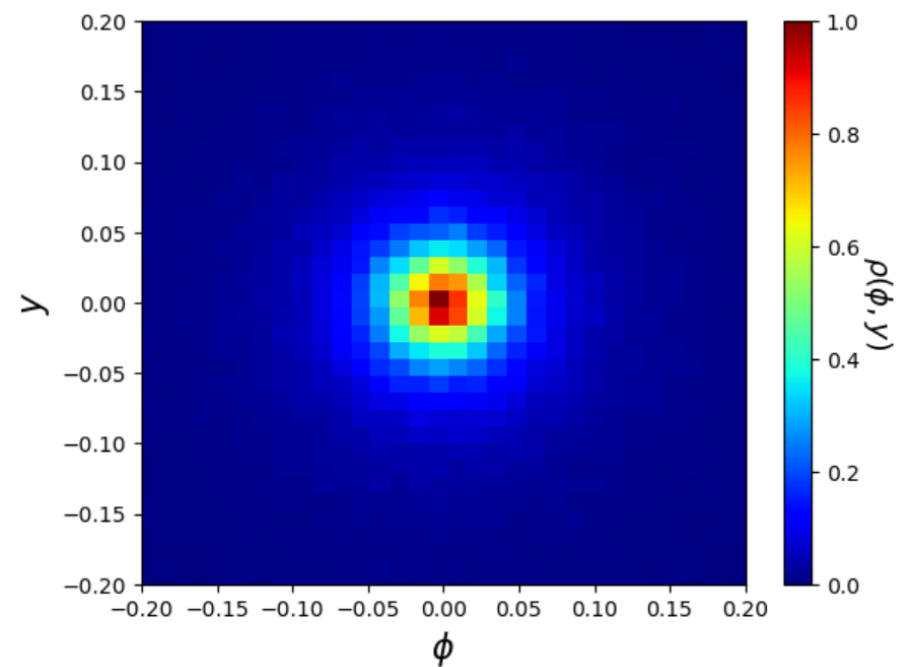
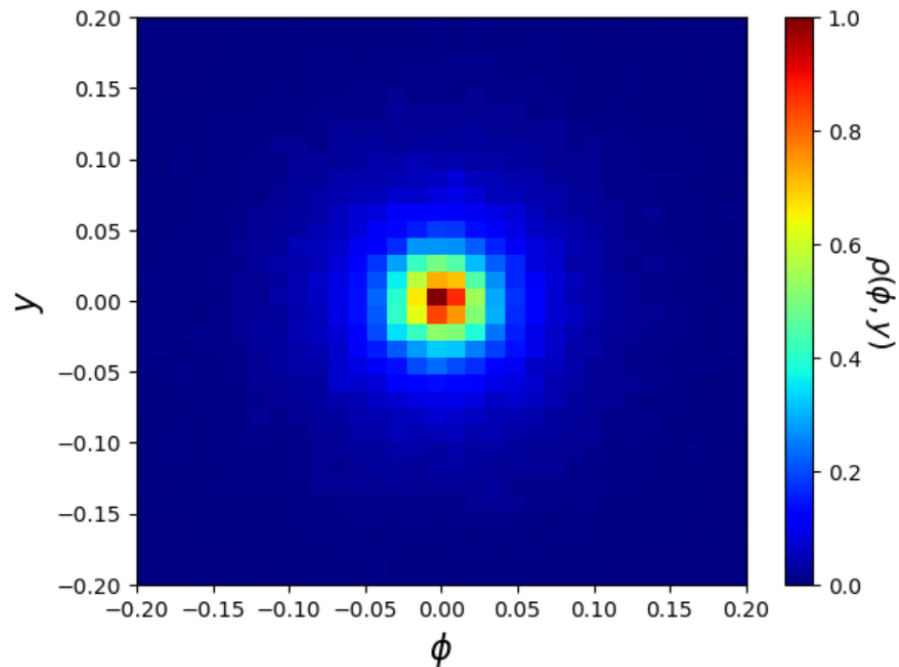


Diskusija

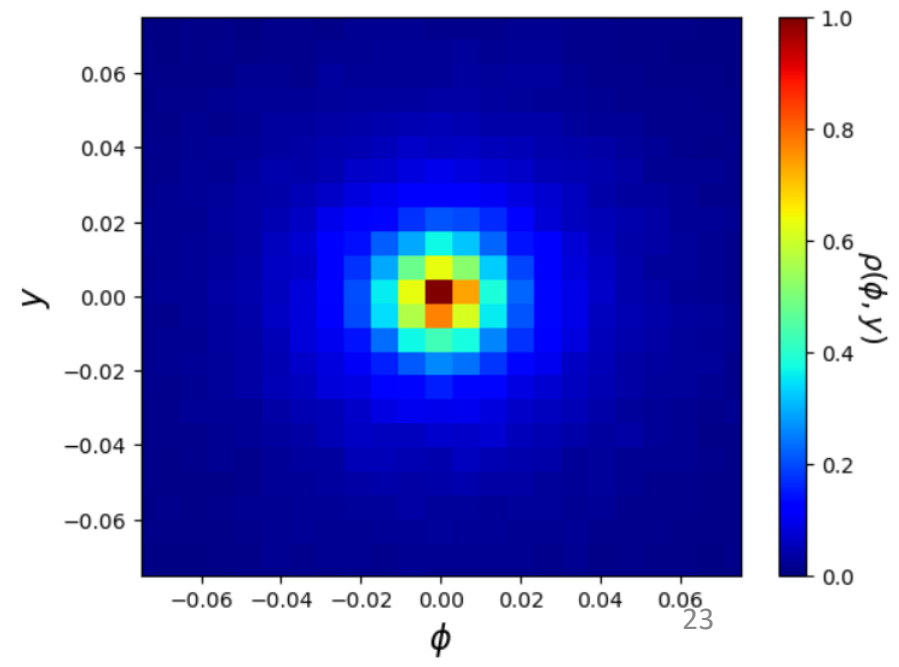
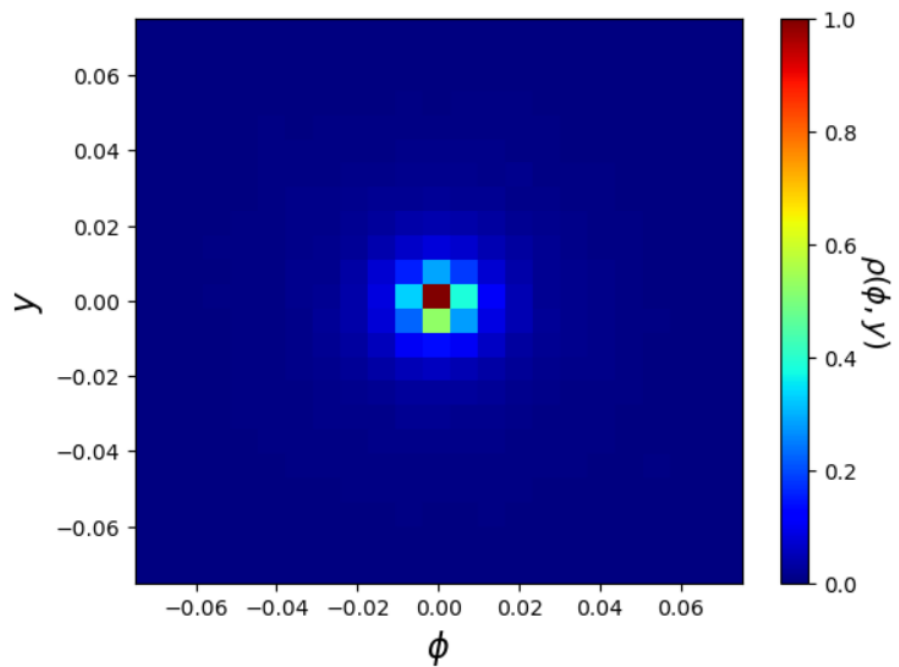
- Standardna reprezentacija u $y - \varphi$ ravnini postiže najbolje rezultate.
- Reprezentacije u primarnoj lundskoj ravnini postižu dobre rezultate s obzirom na to da se gubi dio informacija.
- Model obične neuronske mreže postiže sličan rezultat konvolucijskim mrežama.
- Već se koriste rekurzivne mreže kako bi se dodatno unaprijedila preciznost.

Diskusija

80-90 GeV 



500-550 GeV 



Zaključak

- Napravili smo više različitih reprezentacija mlazova u lundskoj ravnini i prosljedili ih neuronskim mrežama.
- Dobiveni rezultati su uspoređeni međusobno i sa standardnom metodom koja se koristi u literaturi, za dva različita skupa podataka.
- Dani su mogući razlozi za odstupanja između rezultata koje postižu različite reprezentacije i skupovi.