



Analytická zpráva: Regionální rozdíly v poskytování zdravotní péče

1. Úvod

Tato zpráva představuje výsledky analýzy regionálních rozdílů v poskytování zdravotní péče v České republice na základě dat z Národního registru hrazených zdravotních služeb (NRHZS). Analýza byla provedena pomocí dvou modelů založených na principech hlubokého strojového učení, které byly natrénovány na trajektoriích pacientů.

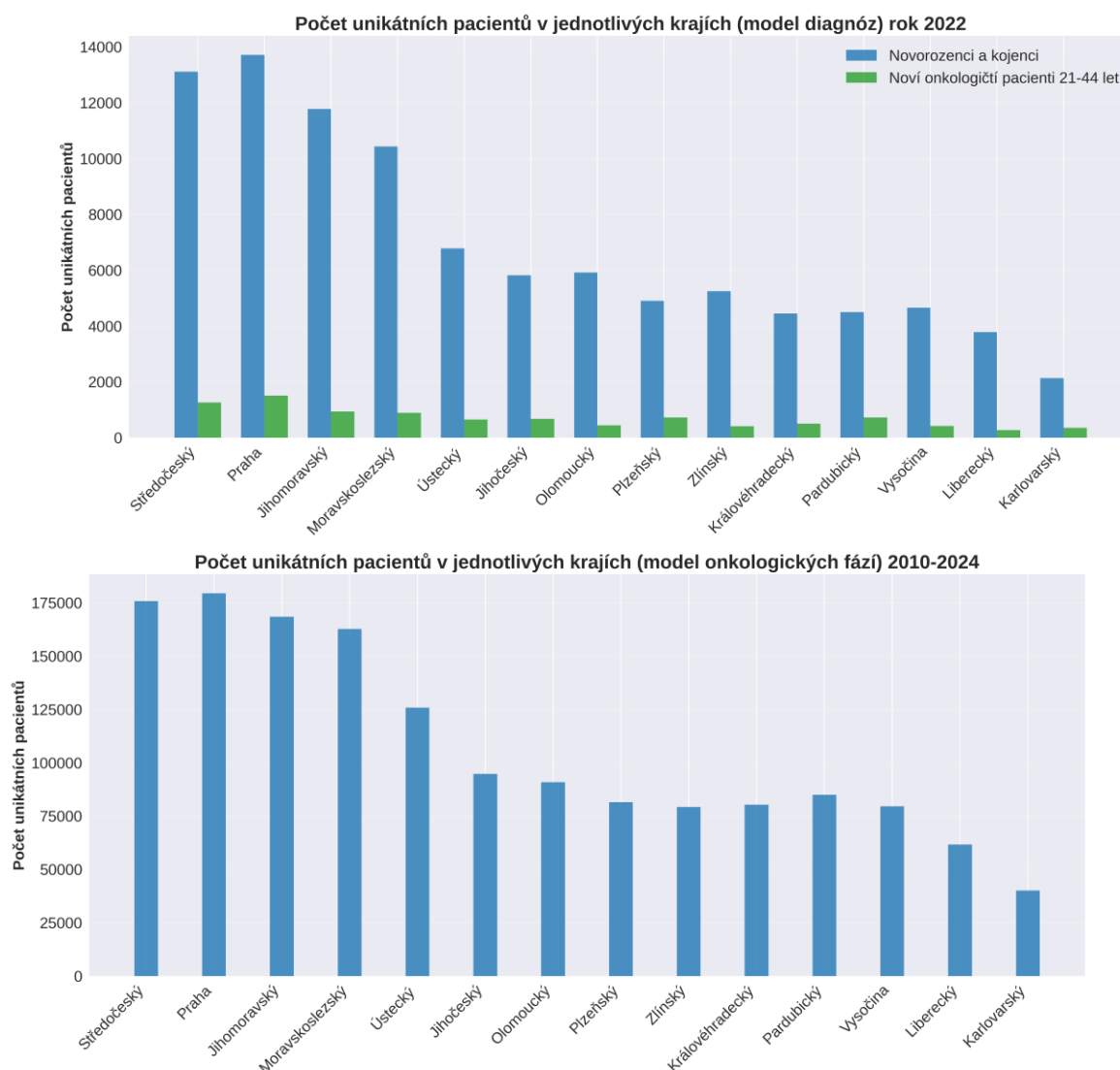
První model byl natrénován na vykázaných dokladech pro celou populaci za rok 2022. Kromě modelu pracujícího s hlavní diagnózou dokladu byly připraveny dva další modely: jeden pracující s vykázanou odborností dokladu a druhý s předepsanými léčivými recepty. Model léčiv měl velmi nízkou rozlišovací schopnost pacientů mezi kraji, pravděpodobně způsobenou nízkou regionální diverzitou v předepisování léčiv. Model zpracovávající sekvence odborností vykazoval výkon srovnatelný s modelem diagnóz, avšak vzhledem k nižší úrovni detailu, které odbornosti poskytují, jsme pro účely explorační analýzy výsledků zvolili model diagnóz.

Schopnost modelu správně zařadit pacienta do odpovídajícího kraje jsme následně vyhodnotili jak na celé populaci, tak na jednotlivých věkových skupinách a dalších specifických subpopulacích. Vyhodnocení na celé populaci poukázalo na nízkou úroveň regionálních rozdílů v celkové vykázané zdravotní péči. Obecně byl model schopen lépe zařadit pacienty do jednotlivých krajů při zaměření na menší subpopulace s charakteristickou zdravotní péčí. Pro další kroky explorační analýzy jsme se proto zaměřili na dvě specifické subpopulace, u kterých model dosahoval nejlepších výsledků: novorozenci a kojenci ve věku 0-1 rok a noví onkologičtí pacienti (incidence) ve věku 21-44 let.

Pro doplnění a srovnání informací jsme dále pro účely této zprávy využili model natrénovaný na trajektoriích jiného typu. Zatímco předchozí model pracuje se sekvencemi skládajícími se z časové řady diagnóz uvedených na dokladu, tento model využívá trajektorie onkologických pacientů sestávající ze sekvencí onkologických fází. Tyto trajektorie zahrnují nejen informace o hlavní a vedlejších diagnózách, ale také například o typu aplikované léčby. Tento model pracuje s daty v rozsahu let 2010-2024, která obsahují kombinaci informací z databází NRHZS a NOR.

Pro interpretaci predikcí modelů byla použita metoda SHAP, která identifikuje důležité tokeny, v tomto případě především diagnózy, vedoucí model k přiřazení pacienta do daného kraje. V této zprávě jsme se

zaměřili na diagnózy identifikované metodou SHAP, jejichž důležitost se odráží ve zvýšené frekvenci pacientů s danou diagnózou v původním datasetu. Tyto frekvence jsou počítány jako procento pacientů vybrané subpopulace v daném kraji, kteří mají alespoň jeden výskyt dané diagnózy ve svých trajektoriích. Je důležité zdůraznit, že tyto procentuální hodnoty se vztahují výhradně k analyzované subpopulaci (např. novorozenci ve věku 0-1 rok v daném kraji), nikoliv např. k celé populaci daného kraje. Počty pacientů v jednotlivých krajích pro každou analyzovanou subpopulaci jsou uvedeny v příslušných grafech. U modelu diagnóz se jedná o výskyt diagnózy v některém z dokladů vykázaných pojišťovně v průběhu roku 2022. U modelu onkologických fází se pacient počítá jako mající danou diagnózu, pokud se tato diagnóza vyskytuje v alespoň jedné onkologické fázi buď jako hlavní nebo jako jedna z vedlejších diagnóz.

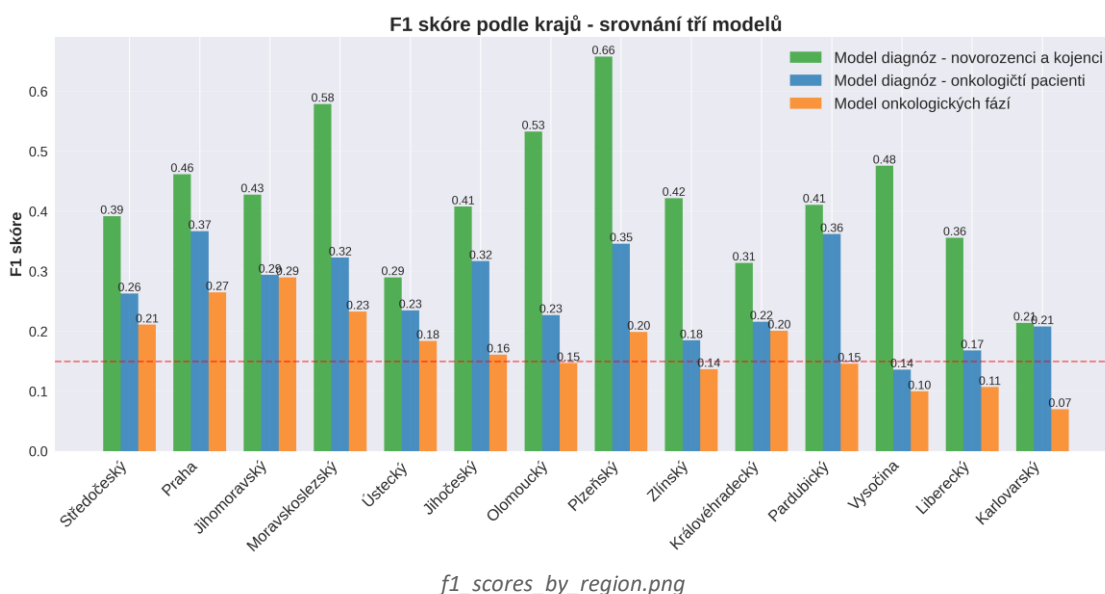


Při interpretaci výsledků je důležité mít na paměti, že analýza modelu diagnóz je založena výhradně na datech z roku 2022 a nemusí reflektovat dlouhodobé trendy. Vyšší frekvence diagnózy v datech pak nemusí nutně znamenat vyšší výskyt nemoci v populaci, ale může odrážet rozdíly v kódování diagnóz,



intenzitě poskytované péče, dostupnosti specializované péče nebo praktikách vykazování zdravotní péče pojišťovnám.

Relativně nízká úspěšnost modelů v zařazování pacientů do krajů (F1 skóre se pohybuje převážně mezi 0,1-0,6, viz graf níže) limituje interpretovatelnost výsledků a odráží výrazné překrývání vzorů v poskytování zdravotní péče mezi kraji, což ztěžuje jednoznačnou identifikaci regionálních specifik. Je také důležité zdůraznit, že tato analýza pracuje s krajem trvalého bydliště pacienta, který nemusí vždy korespondovat s krajem, kde pacient skutečně obdržel vykázanou lékařskou péči. Informace o přechodném bydlišti, která by tento nesoulad mohlo snížit, v těchto datech není k dispozici. Nejlepší rozlišovací schopnost modelu diagnóz u věkové skupiny novorozenců a kojenců tak může být ovlivněna nejen výraznějšími rozdíly ve vykazování zdravotní péče, ale do jisté míry také tím, že na rozdíl od dospělé populace zde existuje vyšší pravděpodobnost, že pacient obdrží zdravotní péči v místě trvalého bydliště.



Použitá metrika F1 skóre je běžně používanou metodou k hodnocení výkonnosti modelů v klasifikačním úkolu. V našem případě model přiřazuje každého pacienta do jednoho ze 14 krajů České republiky na základě jeho trajektorie. F1 skóre nabývá hodnot mezi 0 a 1, kde hodnota 1 znamená, že model dokáže dokonale správně přiřadit všechny pacienty do daného kraje, zatímco hodnota 0 znamená, že model není schopen správně identifikovat žádného pacienta z daného kraje. Hodnoty mezi 0 a 1 pak vyjadřují, jaký podíl pacientů z daného kraje model správně identifikuje, přičemž zohledňuje jak přesnost (kolik pacientů označených jako z daného kraje skutečně z něj pochází), tak úplnost (kolik pacientů z daného kraje model vůbec dokáže správně identifikovat). Například F1 skóre 0,5 pro konkrétní kraj tedy znamená, že model správně identifikuje přibližně polovinu pacientů z tohoto kraje.

2. Regionální analýza

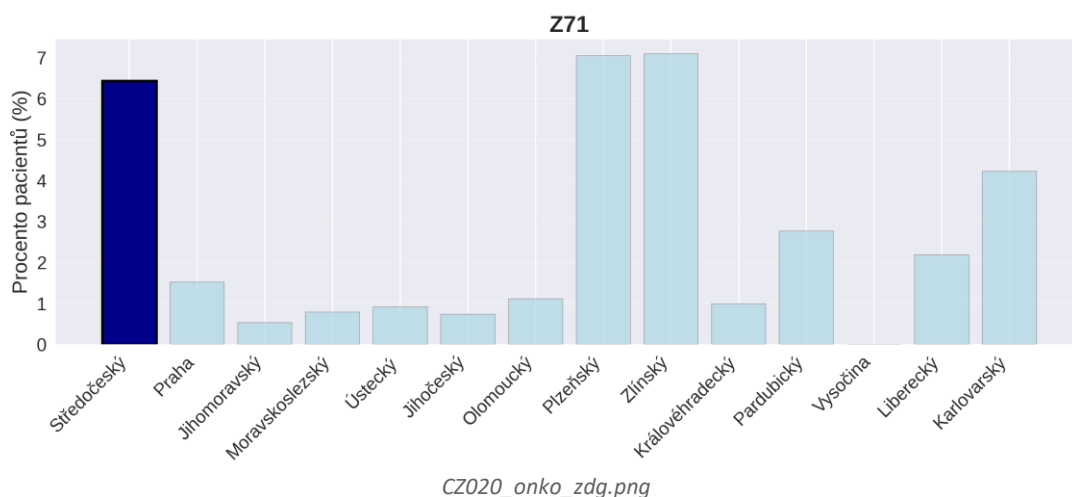
2.1 Středočeský kraj

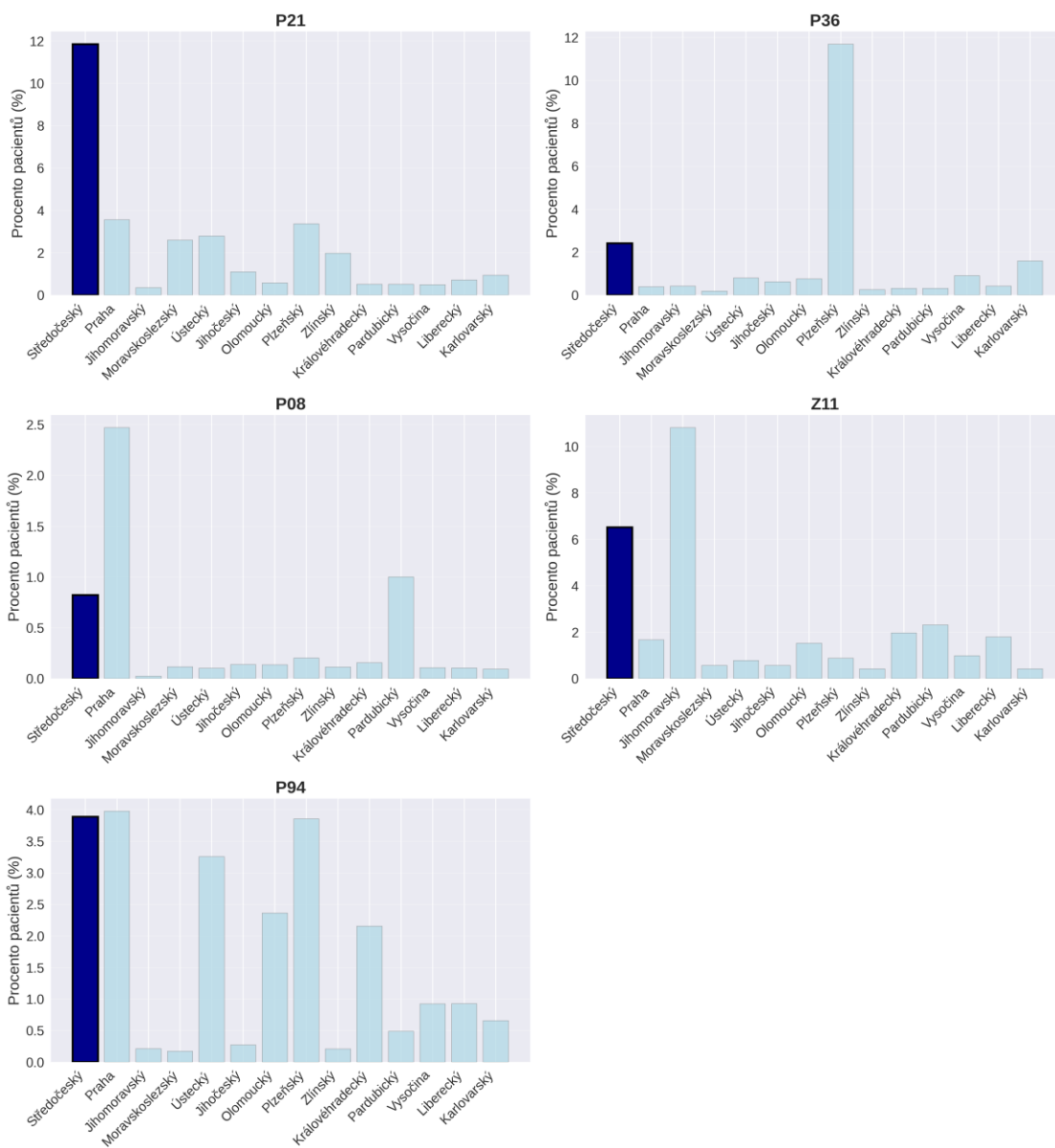
Středočeský kraj představuje z hlediska analýzy zajímavý případ. V modelu onkologických fází dosahuje 4. nejvyššího F1 skóre (0,21), avšak tento model neidentifikoval žádné výrazně zvýšené frekvence diagnóz v tomto regionu. Naopak sem ale přiřadil téměř dvojnásobek pacientů než bylo skutečně z tohoto kraje. To naznačuje, že vzhledem k nejvyššímu počtu obyvatel posloužil tento kraj modelu jako jakási výchozí třída, když nevěděl, kam pacienta zařadit.

U subpopulace novorozenců a kojenců vykazuje Středočeský kraj F1 skóre 0,39, což je střední hodnota. Model zde identifikoval několik zvýšených frekvencí diagnóz souvisejících s komplikacemi při porodu a péčí o novorozence, včetně porodní asfyxie (P21), bakteriální sepse novorozence (P36), poruch souvisejících s prodlouženým těhotenstvím a velkou porodní hmotností (P08), které ale byly ještě výrazněji přítomné v Praze, a poruch svalového tonu novorozence (P94). Zajímavé je zvýšené zastoupení screeningových vyšetření specializovaných na infekce s převážně sexuálním způsobem přenosu (Z11.3, čtyřznaková úroveň není viditelná v grafu) u novorozenců a kojenců v tomto kraji.

U subpopulace onkologických pacientů (F1 skóre 0,26) detekoval model zvýšenou frekvenci pacientů s diagnózami souvisejícími s poradami a konzultacemi (Z71) oproti některým krajům, včetně Prahy. Tato vyšší frekvence může naznačovat vyšší dostupnost asistenčních a poradních služeb pro onkologické pacienty v tomto regionu, nebo se také může jednat o rozdíl ve vykazování těchto služeb pojišťovnám mezi kraji.

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Středočeský)



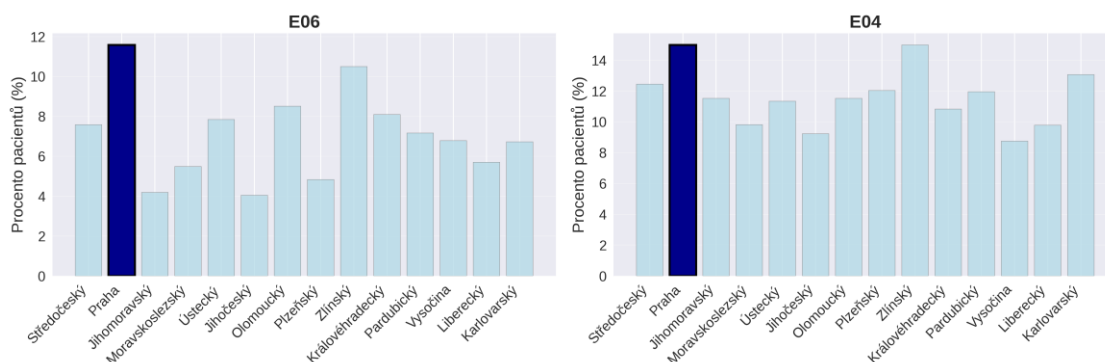

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Středočeský)


CZ020_newborn.png

2.2 Praha

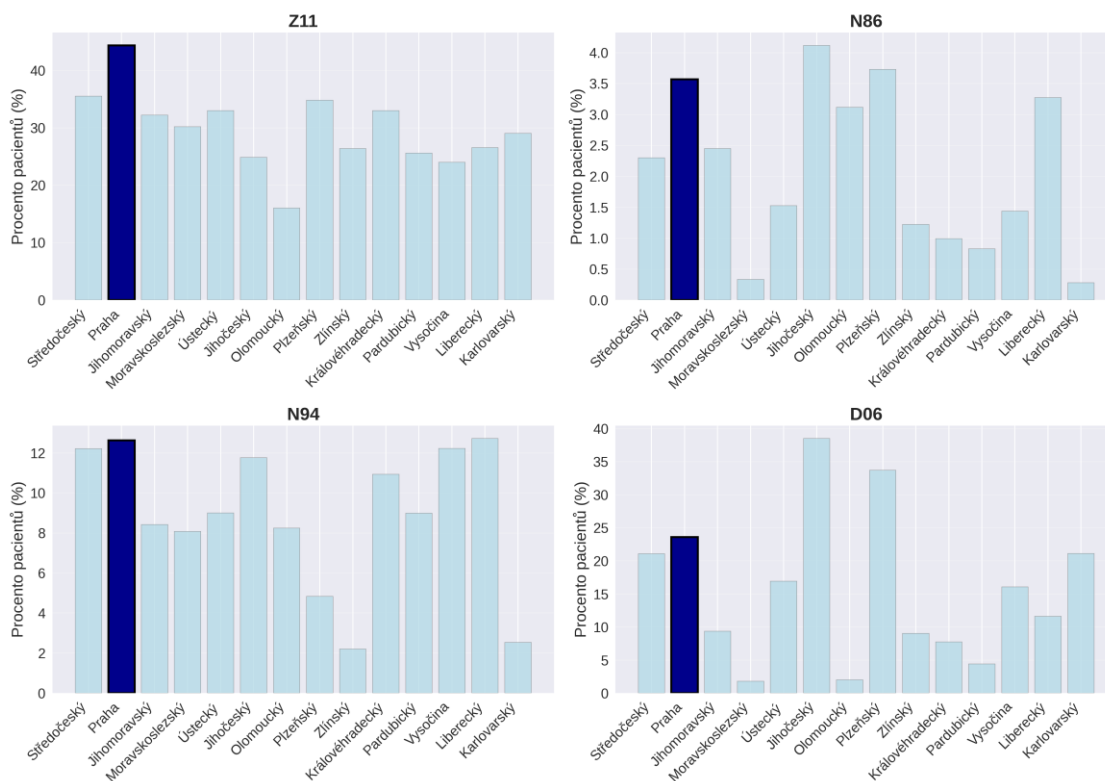
Analýza Prahy odhalila druhé nejvyšší F1 skóre u modelu onkologických fází (0,27), model však často zaměňuje pacienty mezi Prahou a Středočeským krajem, což odráží geografickou blízkost a pravděpodobnou mobilitu pacientů mezi těmito regiony. Model onkologických fází identifikoval zvýšenou frekvenci zánětů štítné žlázy (E06), zejména autoimunitní tyroiditidy (E06.2), a jiných netoxických strum (E04), což naznačuje specifický vzor v péči o onemocnění štítné žlázy v Praze.

Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Praha)



CZ010_onko_faze.png

Model diagnóz pak pro subpopulaci onkologických pacientů (F1 skóre 0,37) detekoval zvýšené zastoupení pacientů se screeningovými vyšetřeními specializovanými na jiné virové nemoci (Z11.5). Model také identifikoval Prahu jako jeden z několika krajů s vyšší frekvencí pacientů s diagnózami týkajícími se ženských pohlavních orgánů, konkrétně eroze a ektopia děložního hrdla (N86), bolestivých stavů a jiných stavů souvisejících s ženskými pohlavními orgány a menstruačním cyklem (N94), a karcinomu in situ děložního hrdla (D06).

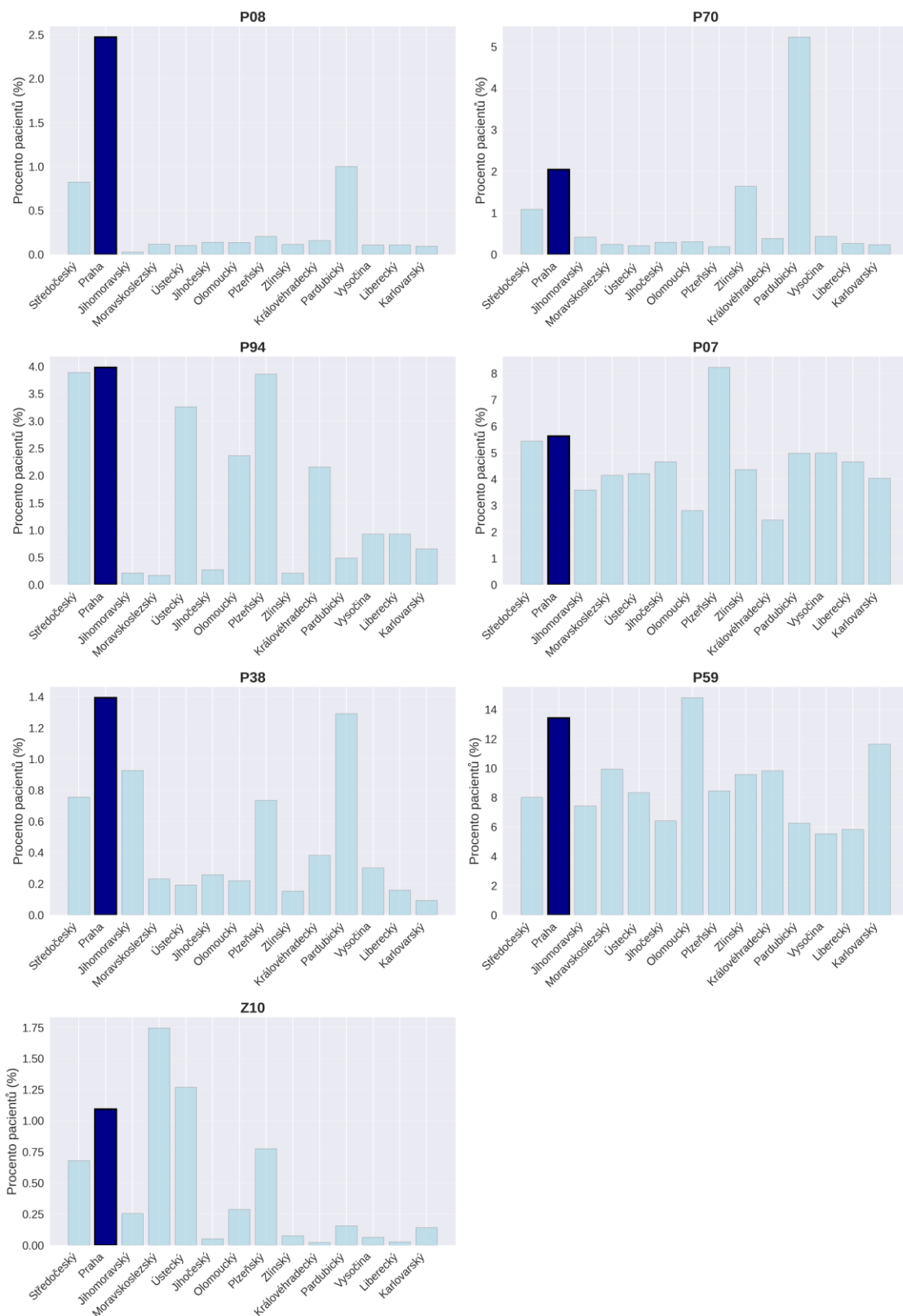

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Praha)


CZ010_onko_zdg

Pro subpopulaci novorozenců a kojenců dosahuje Praha F1 skóre 0,46. Model identifikoval zvýšenou frekvenci pacientů s diagnózou hypertrofického novorozence (P08.0, čtyřznaková úroveň není viditelná v grafu), kdy se v roce 2022 v Praze narodilo přes 300 novorozenců s porodní hmotností nad 4500 g. Přibližně u stejného počtu novorozenců a kojenců byly diagnostikovány přechodné poruchy metabolismu uhlovodanů specifické pro plod a novorozence (P70), z toho přibližně u dvou třetin konkrétně syndrom dítěte matky s těhotenskou cukrovkou (P70.0). Na druhou stranu ale také v Praze model odhalil nadprůměrné zastoupení novorozenců a kojenců s diagnózou související se zkráceným trváním těhotenství a nízkou porodní hmotností (P07). Vyšší frekvenci pacientů našel model také u novorozenecké žloutenky z jiných a neurčených příčin (P59) a u malého procenta pacientů také zánět pupečního pahýlu novorozence s mírným krvácením nebo bez něho (P38). Spolu s několika dalšími kraji pak u malého procenta novorozenců a kojenců identifikoval vykazování rutinní celkové zdravotní prohlídky jiné stanovené skupiny obyvatelstva (Z10.8), která se pravděpodobně jinak běžně nepoužívá pro tuto věkovou skupinu.



Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Praha)





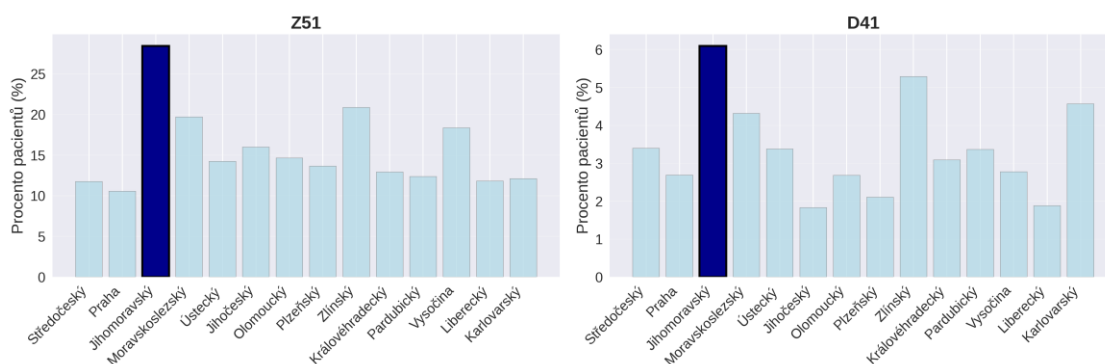
CZ010_newborn.png

2.3 Jihomoravský kraj

Jihomoravský kraj dosahuje nejvyššího F1 skóre v modelu onkologických fází (0,29) a také vysokého F1 skóre při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů (0,29), což naznačuje, že tento kraj má oproti jiným výraznější a konzistentnější vzorce onkologické péče, které modely dokáží identifikovat.

Model onkologických fází i model diagnóz při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů identifikovaly výrazné zaměření na radioterapeutickou péči. V modelu onkologických fází má přibližně třetina pacientů v jedné nebo více onkologických fázích uvedenu diagnózu Z51 (Jiná lékařská péče), přičemž zvláště výrazný je podtyp Z51.0 (Radioterapeutická série). To může naznačovat silnou radiologickou základnu v kraji. Model také identifikoval zvýšenou frekvenci pacientů s novotvaru nejistého nebo neznámého chování močových orgánů (D41 - zejména ledvin a močového měchýře).

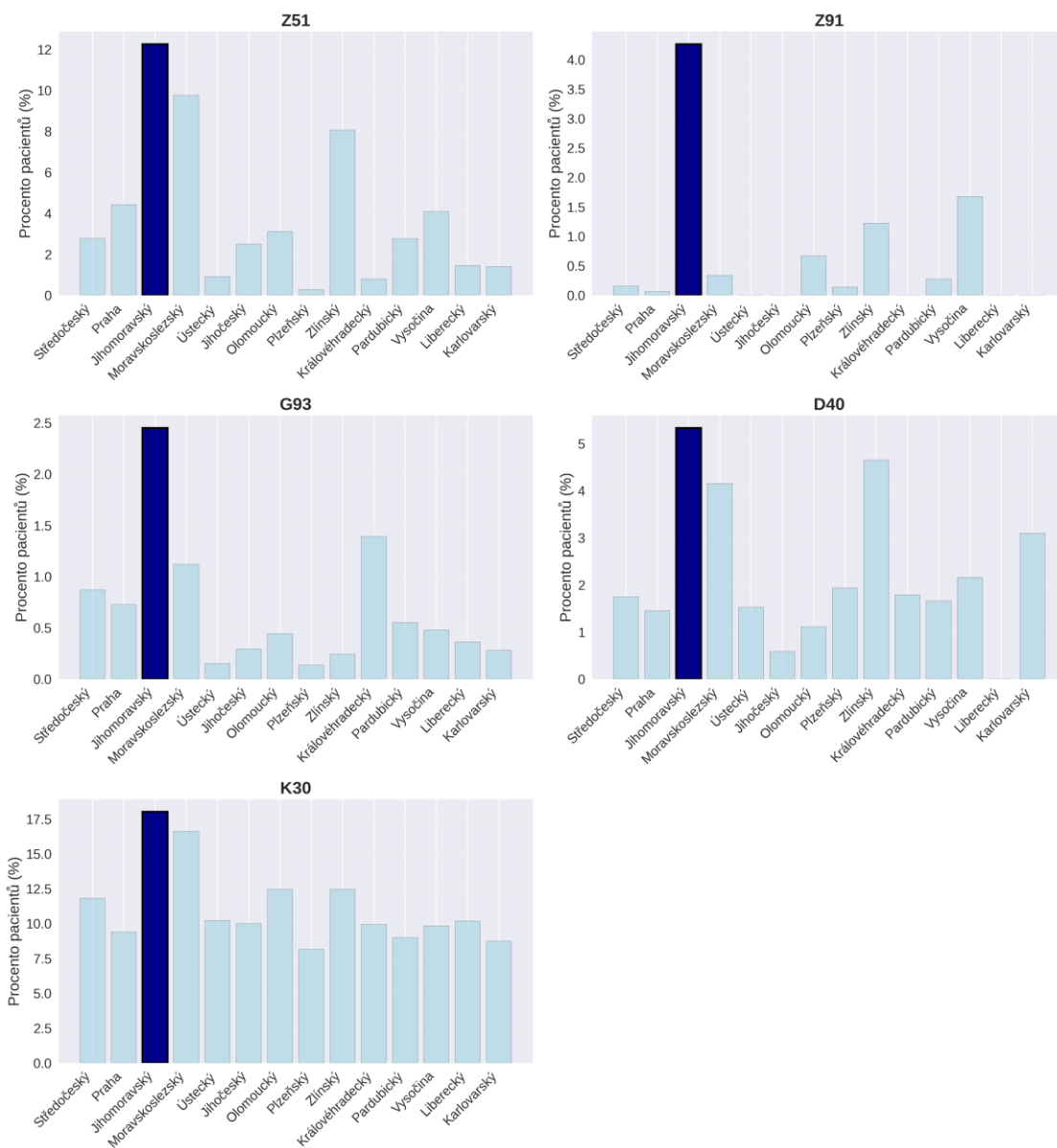
Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Jihomoravský)



CZ064_onko_faze.png

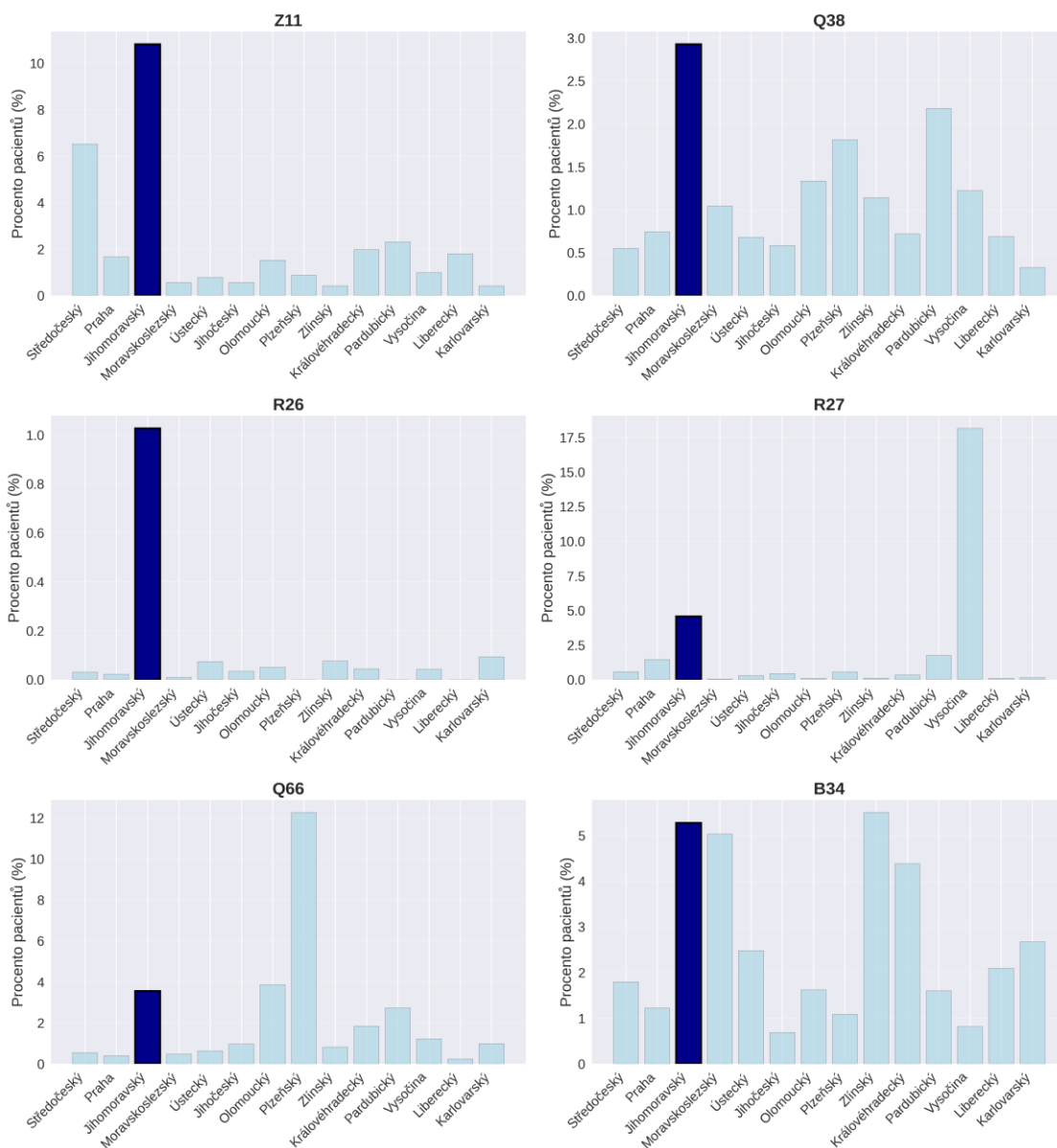
U subpopulace onkologických pacientů pak model diagnóz kromě radioterapeutické péče (Z51) identifikoval také zvýšené frekvence pacientů s rizikovými faktory v osobní anamnéze nezařazené jinde (Z91.8), nespecifickými poruchami mozku (G93.9), novotvaru nejistého nebo neznámého chování mužských pohlavních orgánů (D40 - zejména D40.1 varle) a funkční dyspepsií (K30). Kombinace těchto diagnóz může naznačovat komplexní přístup k péči o onkologické pacienty, který zahrnuje nejen léčbu samotného nádorového onemocnění, ale také péči o související komplikace a komorbidní stavy.

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Jihomoravský)



CZ064_onko_zdg.png

U subpopulace novorozenců a kojenců dosahuje pro Jihomoravský kraj model diagnóz F1 skóre 0,43. Model identifikoval zvýšené frekvence pacientů se screeningovými vyšetřeními specializovanými na infekční nemoci (Z11), z toho převážně jiných infekčních a parazitárních nemocí (Z11.8). Dále se u malého procenta novorozenců a kojenců objevují zvýšené frekvence pacientů s vrozenými vadami jazyka (Q38.3), vrozenými deformitami nohou (Q66), abnormalitami chůze a pohyblivosti (R26) a jiného nedostatku koordinace (R27). Model také identifikoval Jihomoravský kraj jako jeden z krajů s vyšší četností novorozenců a kojenců s diagnózou virového onemocnění neurčené lokalizace (B34).


Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Jihomoravský)


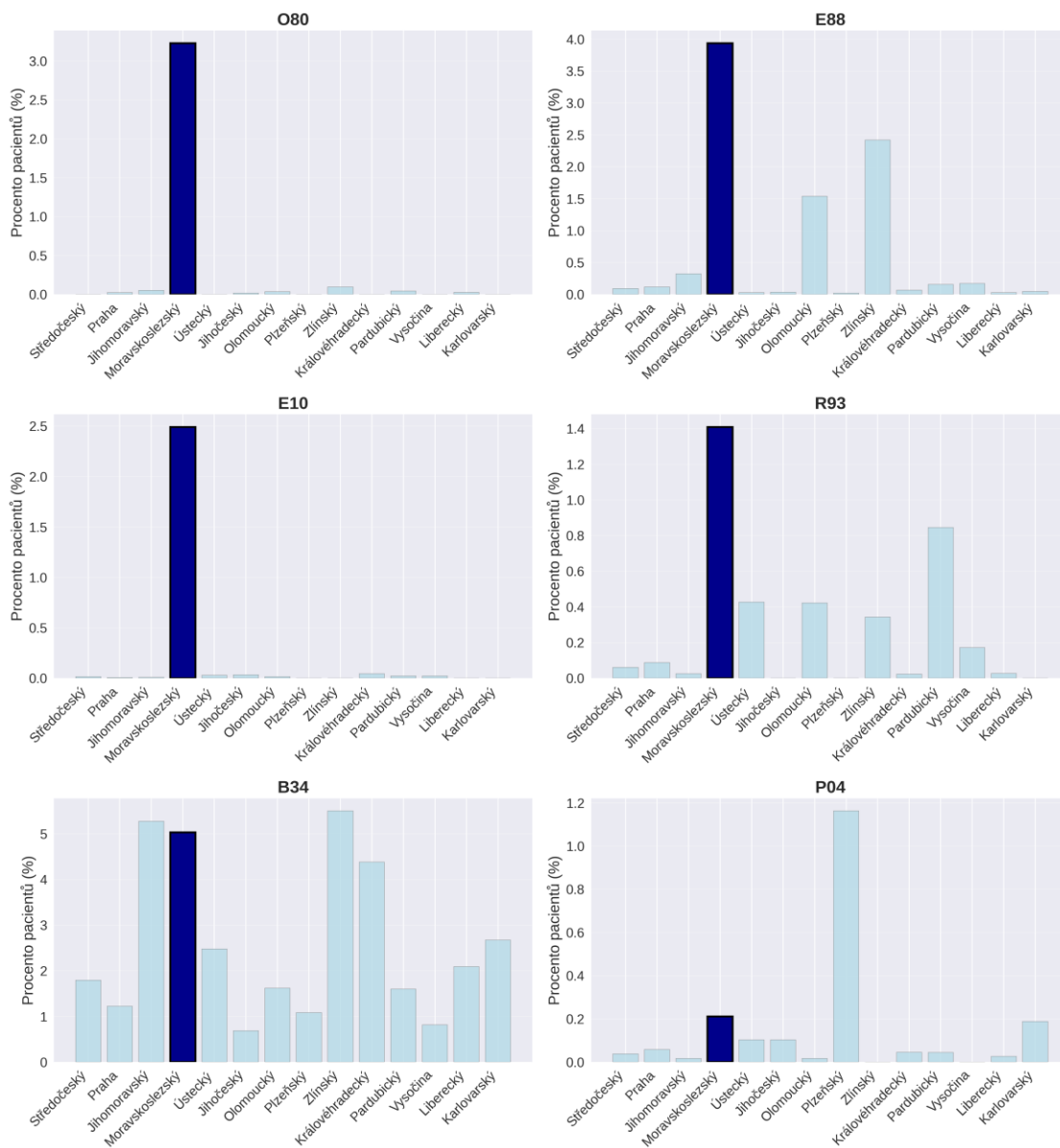
CZ064_newborn.png

2.4 Moravskoslezský kraj

U subpopulace novorozenců a kojenců dosahuje Moravskoslezský kraj druhé nejvyšší hodnoty F1 skóre 0,58. Model zde identifikoval několik zajímavých vzorců. Zvýšená frekvence pacientů s diagnózou spontánního porodu záhlavím (O80.0), která se běžně vykazuje matce a v žádném jiném kraji není ve věkové skupině 0-1 let používána, naznačuje chybné vykazování. Dále se objevuje zvýšená frekvence pacientů s jinými poruchami metabolismu (E88.8) vykázanými pod oborem biochemie, což může naznačovat, že někteří lékaři v regionu provádějí častěji testy na vzácné metabolické choroby. Dále se objevují zvýšené frekvence pacientů s diabetem 1. typu s mnohočetnými komplikacemi (E10.7), abnormálními nálezy při diagnostických zobrazovacích metodách (R93) a virovým onemocněním neurčené

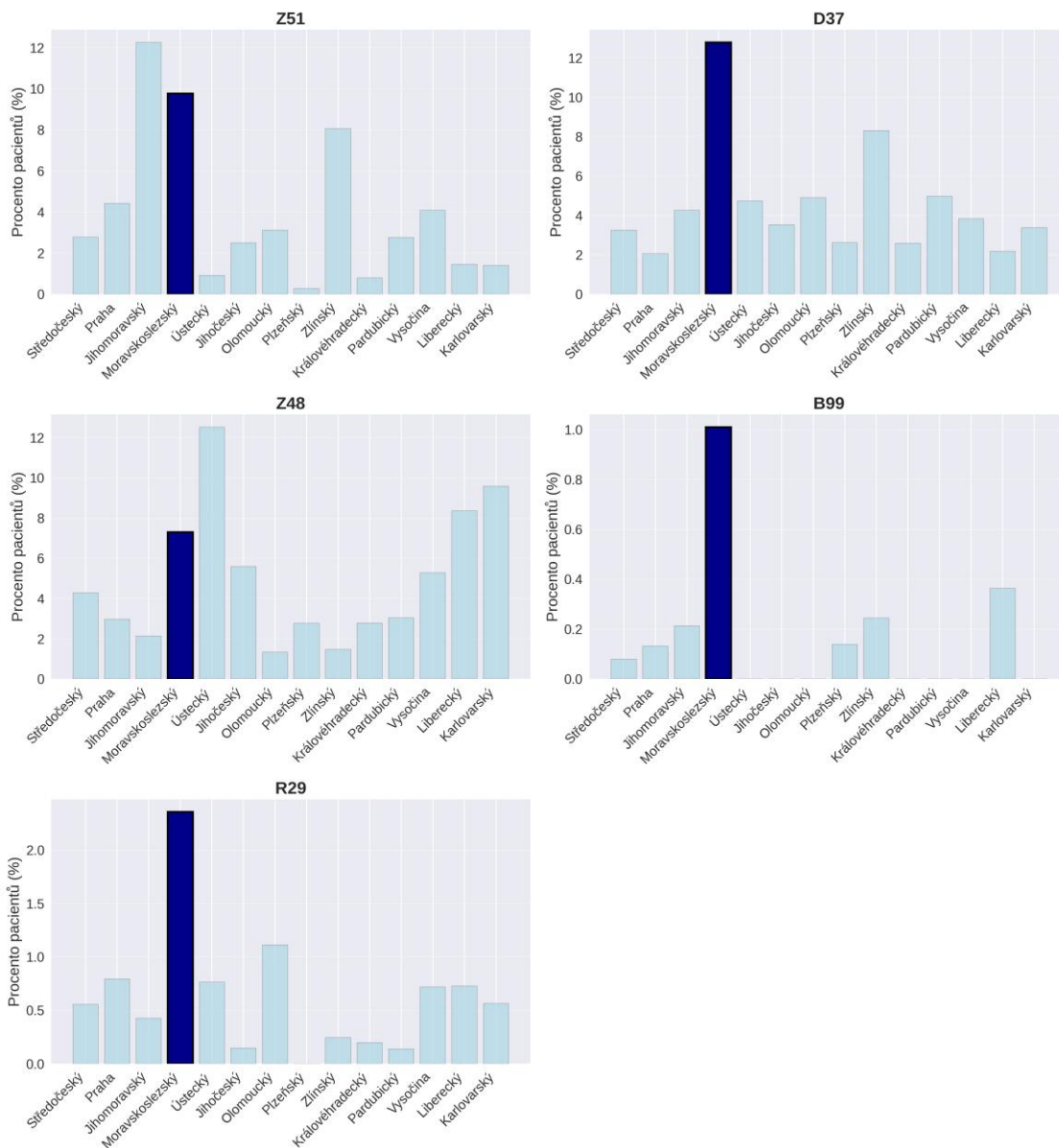
lokalizace (B34). Zajímavá je detekce postižení plodu a novorozence při toxikomanii matky (P04.4) u asi 20 novorozenců a kojenců v tomto kraji.

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Moravskoslezský)



CZ080_newborn.png

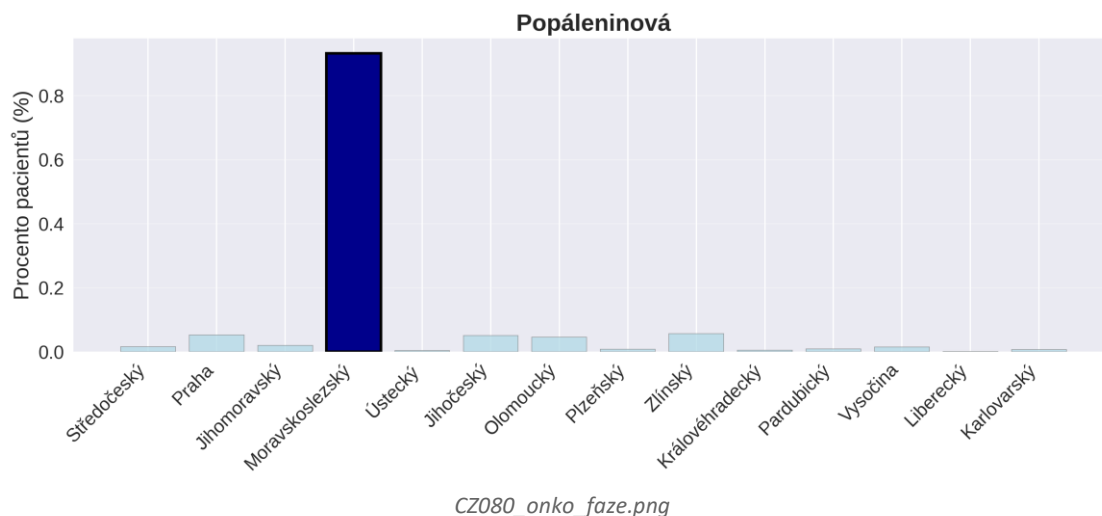
Při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů dosahuje model diagnóz středně vysokého F1 skóre 0,32. U subpopulace onkologických pacientů se objevuje zvýšená frekvence pacientů s radioterapeutickou péčí (Z51.0, Z51.4), podobně jako v Jihomoravském kraji, dále s novotvary nejistého chování dutiny ústní a trávicích orgánů (D37.0), chirurgickou následnou péčí (Z48) a jinými a neurčenými infekčními nemocmi (B99), které se zřejmě jinde v podstatě nepoužívají.


Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Moravskoslezský)


CZ080_onko_zdg.png

Model onkologických fází v tomto kraji dosahuje F1 skóre 0,23, ale neidentifikoval zde žádné konkrétní diagnózy ve vyšším zastoupení, s výjimkou nezvykle časté popáleninové péče jako přijímací odbornosti, jejíž souvislost s onkologickou péčí není zcela jasná.

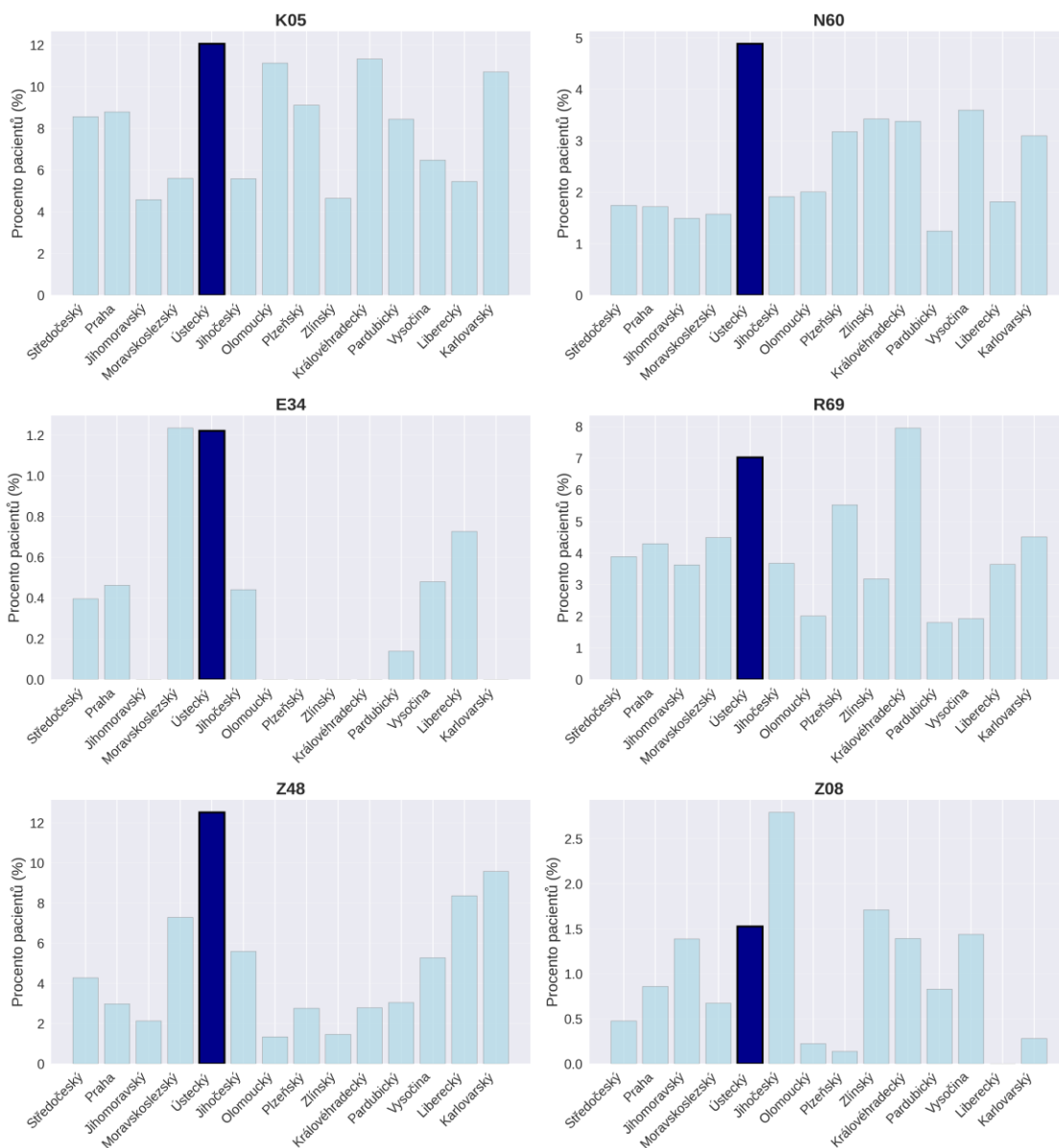
Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Moravskoslezský)



2.5 Ústecký kraj

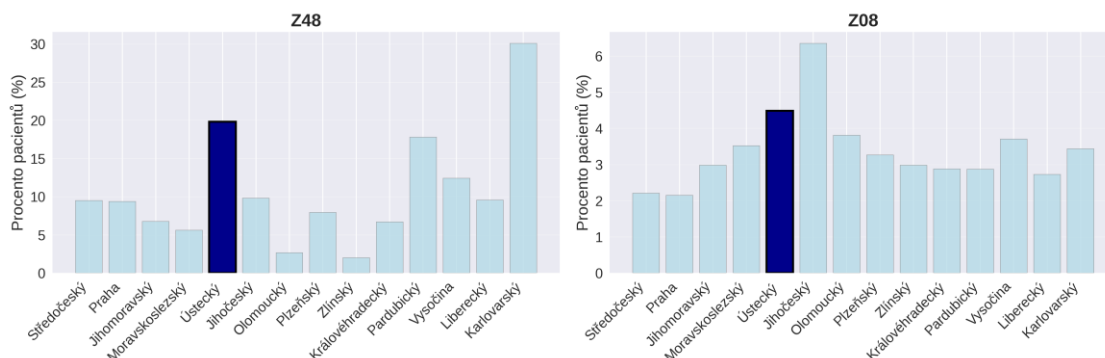
Analýza Ústeckého kraje ukazuje F1 skóre 0,18 v modelu onkologických fází a 0,24 v modelu diagnóz na onkologických pacientech, což naznačuje obtížnější identifikaci specifík toho kraje.

U subpopulace onkologických pacientů objevil model diagnóz vyšší frekvence pacientů se zánětem dásní a periodontálních nemocí (K05), nezhoubnou dysplázií prsu (N60), jinými endokrinními poruchami (E34) a neznámými příčinami nemocnosti (R69). Spolu s modelem onkologických fází pak také detekoval zvýšenou frekvenci pacientů s chirurgickou následnou péčí (Z48.0) a spolu s několika dalšími kraji pak vyšší frekvenci pacientů s následnými vyšetřeními po léčbě zhoubného novotvaru (Z08), což naznačuje určitý vzor v následné péči o onkologické pacienty.


Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Ústecký)


CZ042_onko_zdg.png

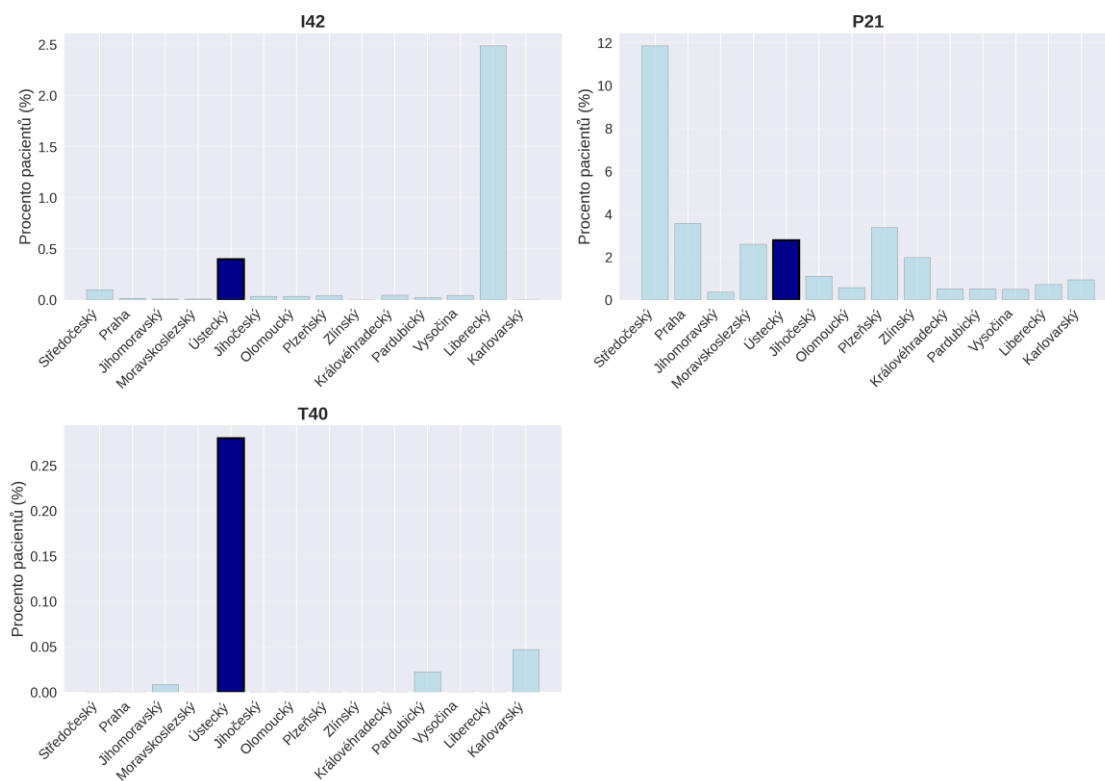
Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Ústecký)



CZ042_onko_faze.png

Pro subpopulaci novorozenců a kojenců dosahuje Ústecký kraj relativně nízké F1 skóre 0,29. Model identifikoval mírně vyšší frekvenci pacientů s kardiomyopatií (I42), avšak vyskytující se pouze u cca 0,5 % pacientů, protože se v jiných krajích tato diagnóza u novorozenců a kojenců téměř nevyskytuje. Spolu s několika dalšími kraji zde model také identifikoval vyšší zastoupení pacientů s porodní asfyxií (P21), která je ale dominantní pro Středočeský kraj. Zajímavostí je identifikace otravy narkotiky a psychodysleptiky, konkrétně opiem (T40.0) u téměř 20 novorozenců a kojenců.

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Ústecký)



CZ042_newborn.png

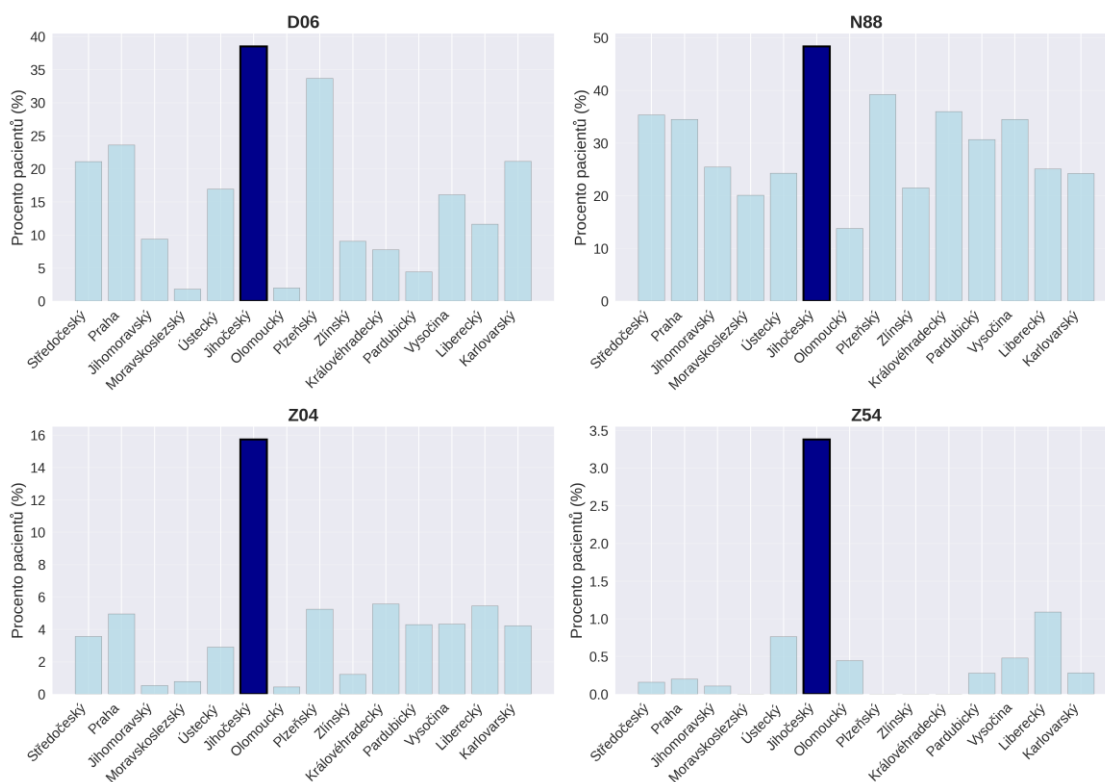


2.6 Jihočeský kraj

Pro Jihočeský kraj model onkologických fází dosahuje F1 skóre 0,18, zatímco model diagnóz při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů vykazuje o něco lepší výsledek s F1 skóre 0,32. To může značit výraznější prvky v onkologické péči u zvolené skupiny dospělých ve věku 21-44 let.

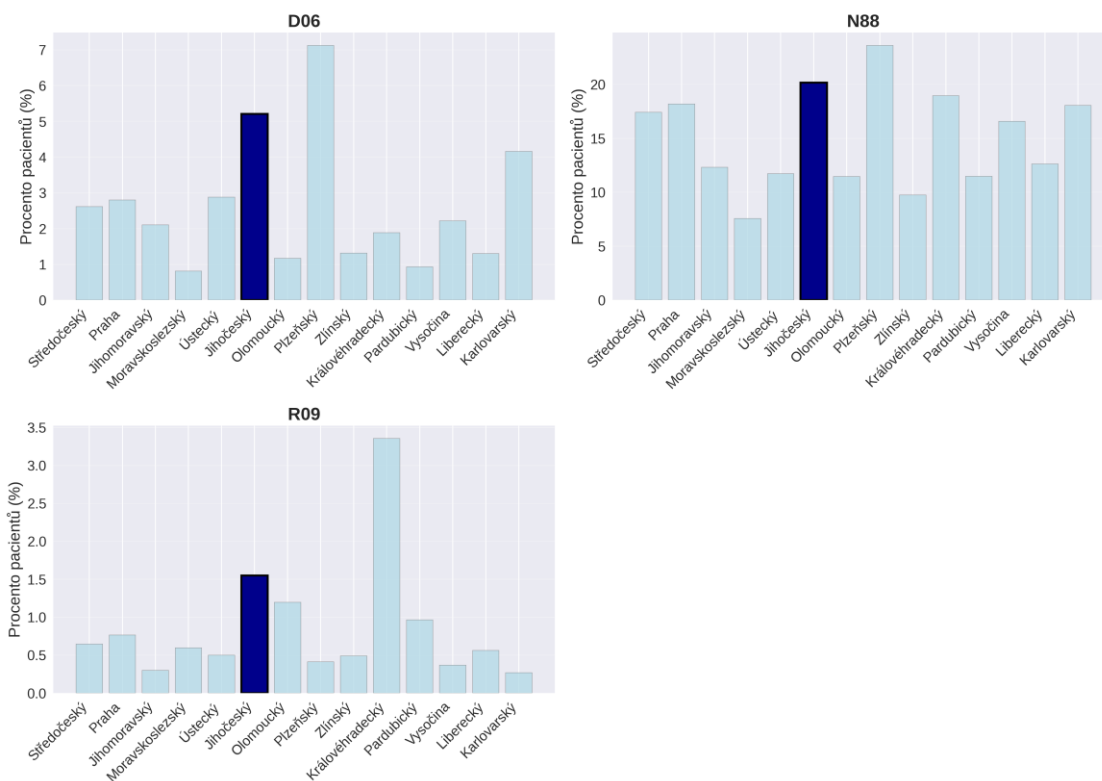
Model onkologických fází i model diagnóz při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů identifikovaly zaměření na preventivní péči v gynekologii. Oba modely potvrdily zvýšenou frekvenci pacientů s karcinomem in situ hrdla děložního (D06), což je vzor sdílený s Plzeňským krajem, a s jinými nezánettlivými onemocněními hrdla děložního (N88), což naznačuje důraz na časný záchyt a prevenci. Model diagnóz také identifikoval zvýšenou frekvenci pacientů s vyšetřeními a pozorováním z jiných důvodů (Z04) a rekonvalescencí po operačních výkonech (Z54.0), zatímco model onkologických fází u malého počtu pacientů identifikoval také diagnózy jiných příznaků týkajících se oběhové a dýchací soustavy (R09).

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Jihočeský)



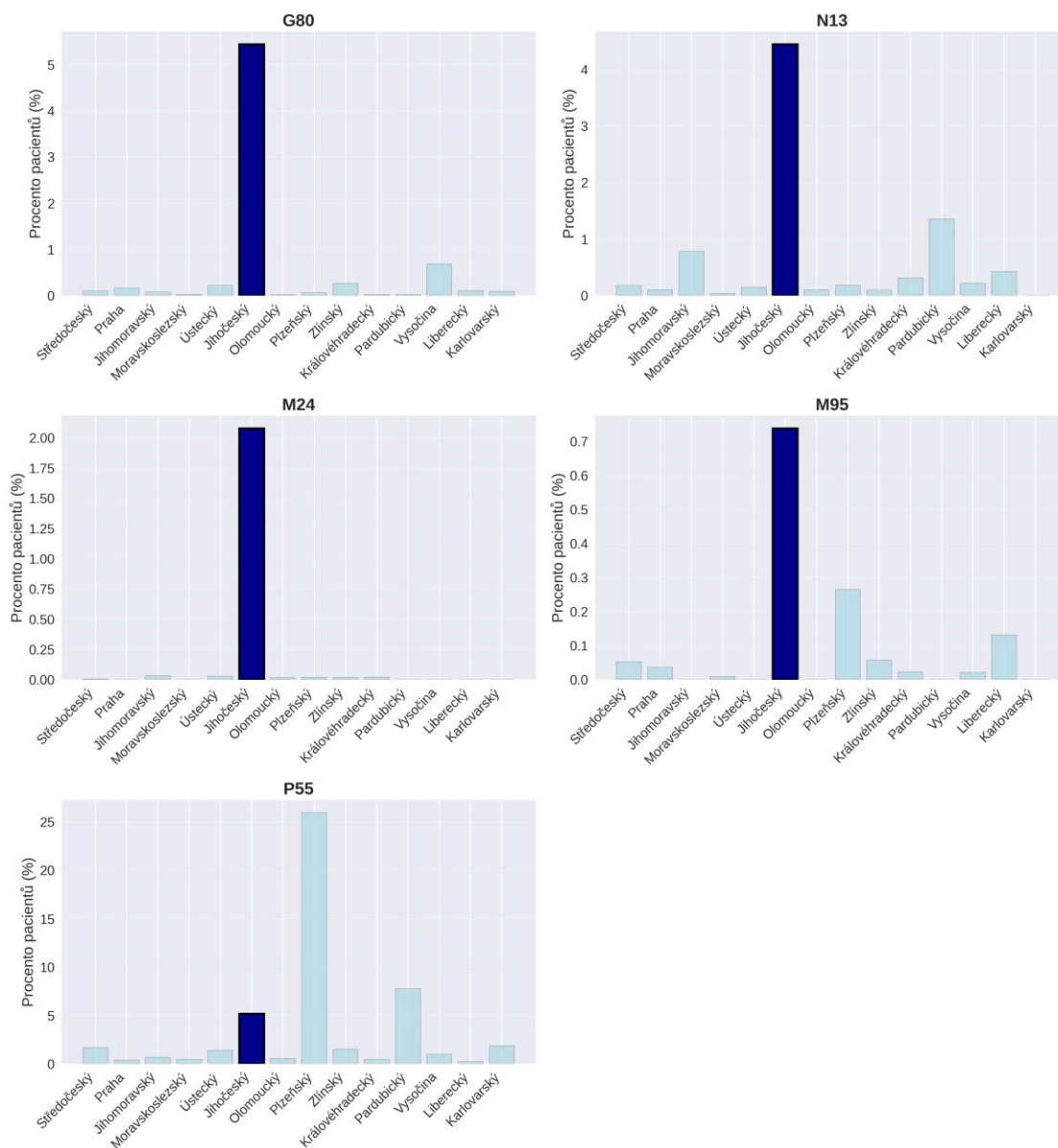
CZ031_onko_zdg.png

Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Jihočeský)



CZ031_onko_faze.png

U subpopulace novorozenců a kojenců dosahuje Jihočeský kraj F1 skóre 0,41. Model zde identifikoval zvýšený podíl pacientů s mozkovou obrnou (G80), obstrukčními a refluxními uropatiemi (N13), hemolytickou nemocí plodu a novorozence (P55 - Rh a AB0 izoimunizace), která je však ještě mnohem častěji vykazována v Plzeňském kraji. Model také detekoval vyšší zastoupení pacientů s diagnózami týkajícími se deformit kosterní soustavy, konkrétně jiných určených poruch uspořádání kloubu (M24) a jiných získaných deformit svalové a kosterní soustavy a pojivové tkáně (M95).

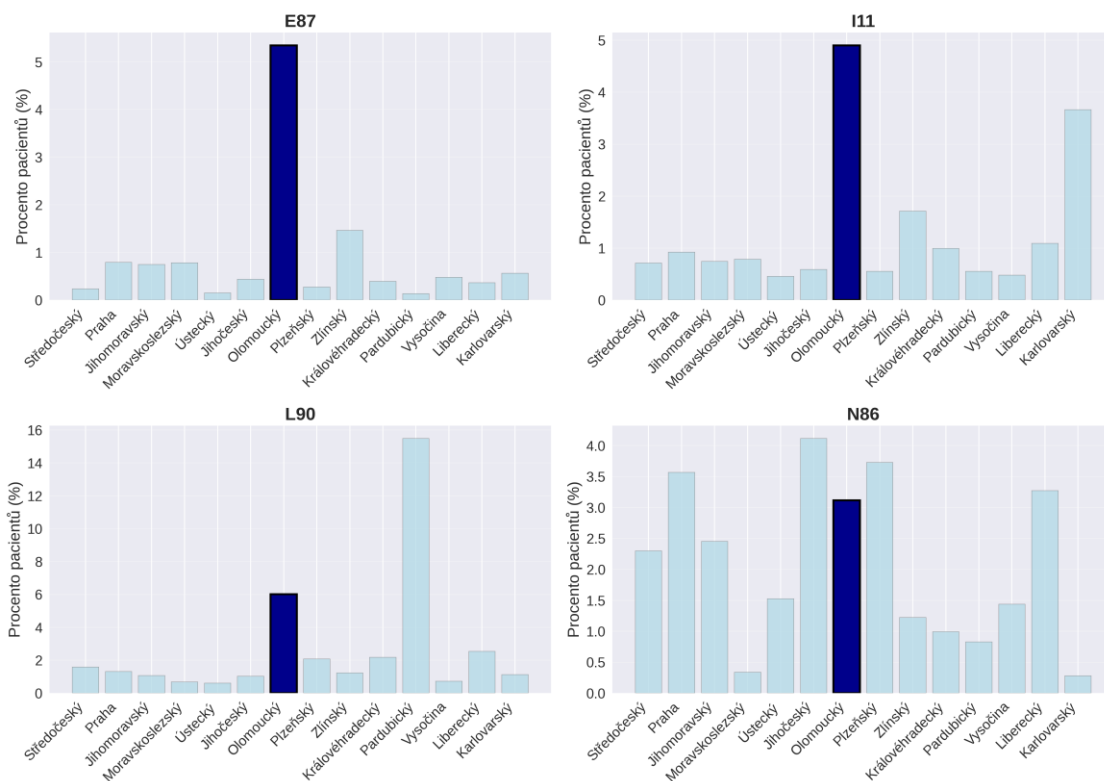

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Jihočeský)


CZ031_newborn.png

2.7 Olomoucký kraj

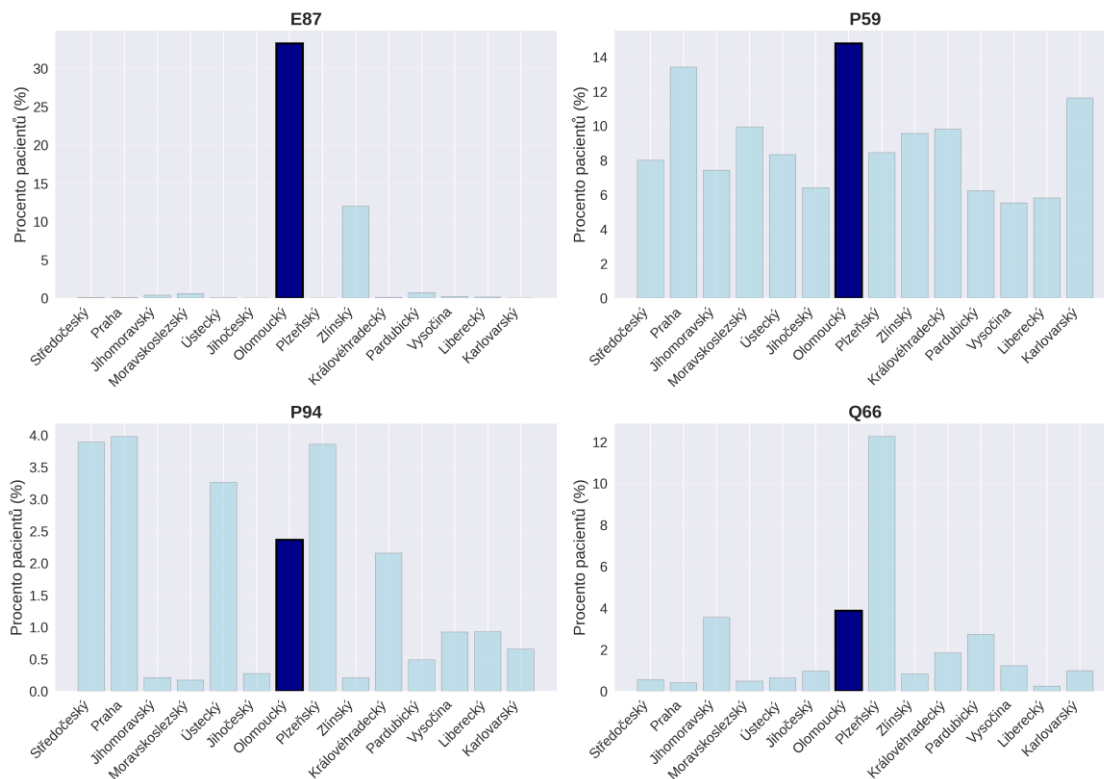
Model onkologických fází dosahuje pro Olomoucký kraj pouze velmi nízkého F1 skóre 0,12 a neidentifikoval zde žádné výraznější trendy. U subpopulace onkologických pacientů dosáhl model diagnóz o něco vyšší F1 skóre 0,23 a identifikoval zvýšenou frekvenci pacientů s poruchami tekutin, elektrolytů a acidobasické rovnováhy (E87 - stejně jako u novorozenců a kojenců), s postižením srdce při hypertenzi (I11) a atrofickými onemocněními kůže, konkrétně jizevnatými stavy a fibrózou kůže (L90.5). Spolu s několika dalšími kraji pak Olomoucký vykazuje nadprůměrnou frekvenci pacientů s diagnózou eroze a ektropia hrdla děložního (N86).

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Olomoucký)



CZ071_onko_zdg.png

U subpopulace novorozenců a kojenců dosahuje Olomoucký kraj F1 skóre 0,53. Model identifikoval zvýšenou frekvenci pacientů s poruchami tekutin, elektrolytů a acidobasické rovnováhy (E87.0 - hyperosmolalita a hypernatremie), přičemž všechny doklady s danou diagnózou jsou vykázány pod odborností biochemie. Dále se objevuje zvýšená frekvence pacientů s novorozeneckou žloutenkou (P59). Model také identifikoval Olomoucký kraj jako jeden z regionů s vyšší frekvencí pacientů s diagnózami poruch svalového tonu novorozence (P94) a vrozených deformit nohou (Q66).


Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Olomoucký)


CZ071_newborn.png

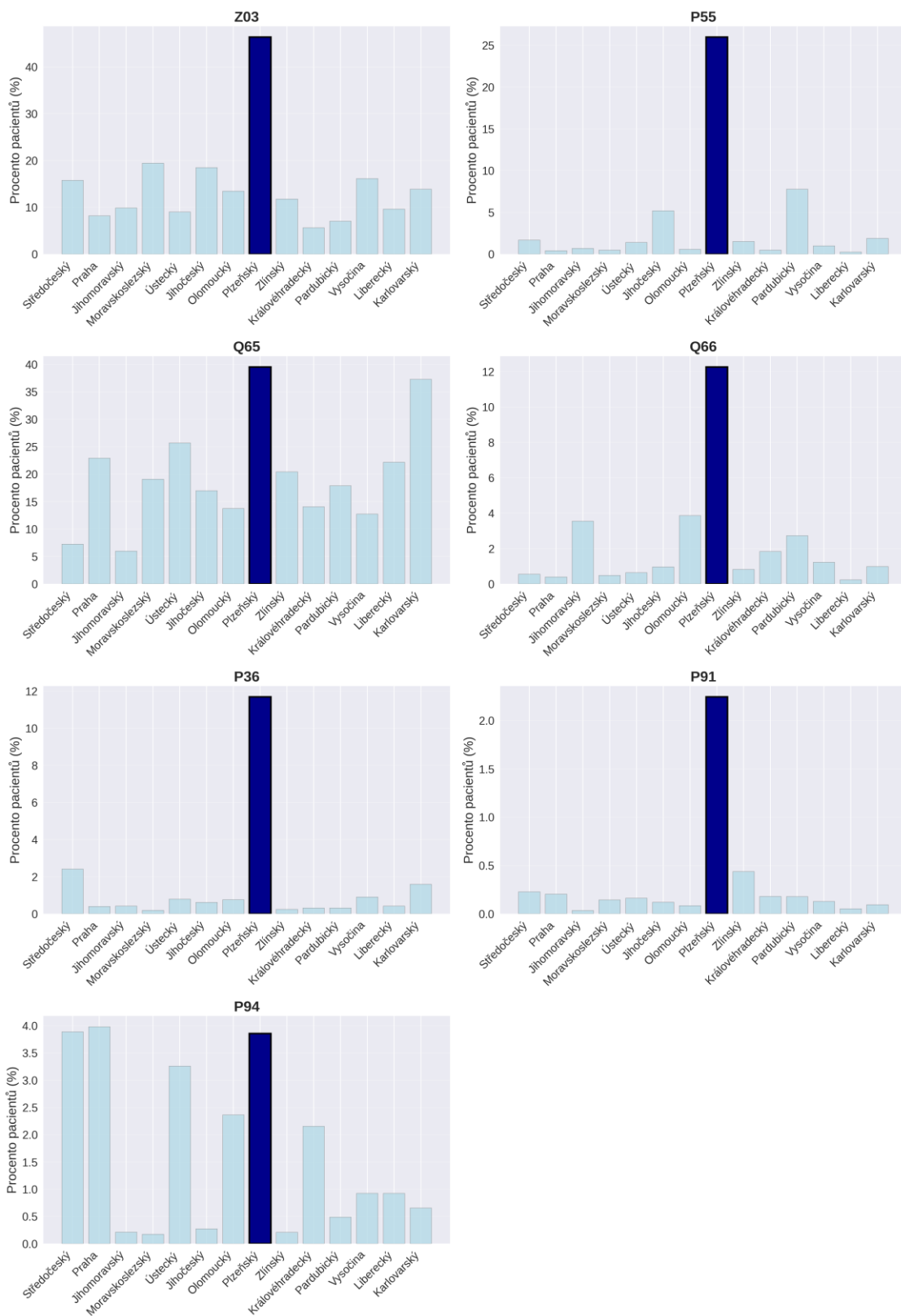
2.8 Plzeňský kraj

Nejvyšší F1 skóre (0,66) ze všech krajů i všech analyzovaných modelů dosahuje Plzeňský kraj při hodnocení na subpopulaci novorozenců a kojenců, což naznačuje výrazné a konzistentní vzorce péče o novorozence. V modelu onkologických fází má tento kraj F1 skóre 0,20 a model diagnóz při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů 0,35, což jsou pro tyto modely také vysoké hodnoty.

U subpopulace novorozenců a kojenců detekoval model v tomto kraji u téměř poloviny pacientů diagnózu lékařského pozorování a hodnocení pro podezření na nemoci a patologické stavy, které byly vyloučeny (Z03) a u čtvrtiny pak hemolytickou nemoc plodu a novorozence (P55 - Rh a AB0 izoimunizace). Velmi běžnou diagnózou u novorozenců a kojenců v tomto kraji (téměř 50 % pacientů) jsou také vrozené deformity kyčle (Q65), o něco méně pak další vrozené deformity nohou (Q66), a to především metatarsus varus (Q66.2) a pes calcaneovalgus (Q66.4). Výrazně vyšší zastoupení pacientů s diagnózou v trajektoriích pak mají také nespecifická bakteriální seps novorozence (P36.9) a jiné poruchy stavu mozku novorozence (P91). Plzeňský kraj je také jedním z krajů s častěji vykazovanými poruchami svalového tonu novorozence (P94), z toho nejvíce svalové hypertonie (P94.1).



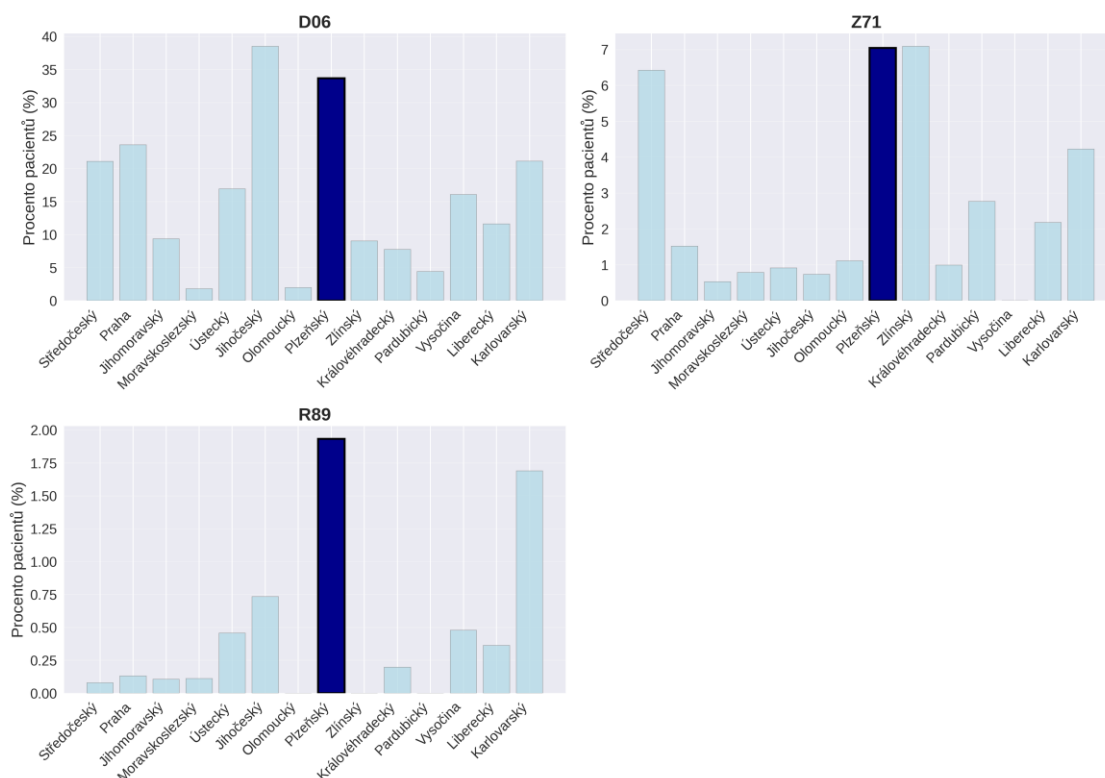
Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Plzeňský)





CZ032_newborn.png

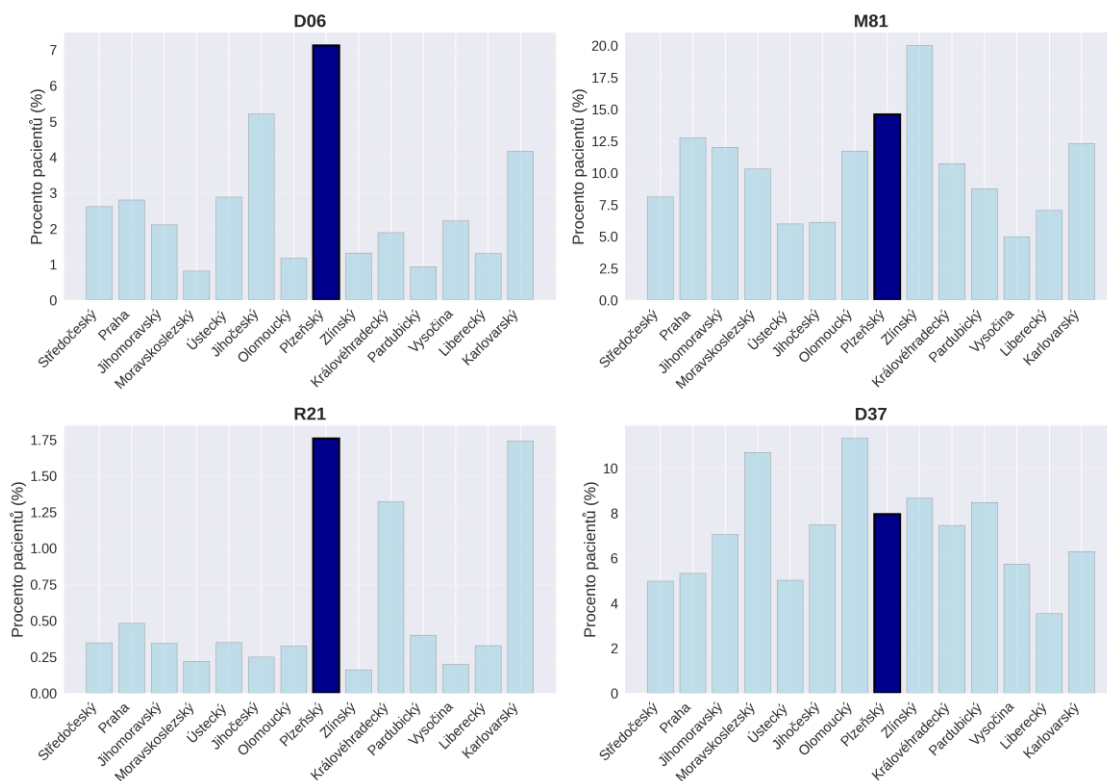
U subpopulace onkologických pacientů identifikoval model relativně vyšší frekvenci pacientů s karcinomem in situ hrdla děložního (D06). Dále se objevují zvýšené frekvence pacientů s diagnózami osob radících se ohledně vysvětlení nálezů z vyšetření (Z71.2) a abnormálních histologických nálezů ve vzorcích z jiných orgánů, soustav a tkání (R89.7).

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Plzeňský)


CZ032_onko_zdg.png

Model onkologických fází potvrdil zvýšenou frekvenci karcinomu in situ hrdla děložního (D06) a identifikoval vyšší frekvenci nespecifické osteoporózy bez patologické zlomeniny (M81.9), což je vzor sdílený se Zlínským krajem. Osteoporóza není přímo onkologická diagnóza, ale může naznačovat brzký záchyt souvisejících problémů. Model také detekoval velmi nízkou, ale výraznou frekvenci vyrážek a jiných nespecifických kožních erupcí (R21), které model použil jako identifikátor tohoto kraje. Tato diagnóza může také naznačovat důraz na preventivní péči v oblasti kožních onemocnění. Plzeňský kraj je také jedním z krajů s vyšší frekvencí diagnózy novotvaru nejistého nebo neznámého chování dutiny ústní a trávicích orgánů (D37), a to především týkající se tlustého střeva (D37.4).

Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Plzeňský)



CZ032_onko_faze.png

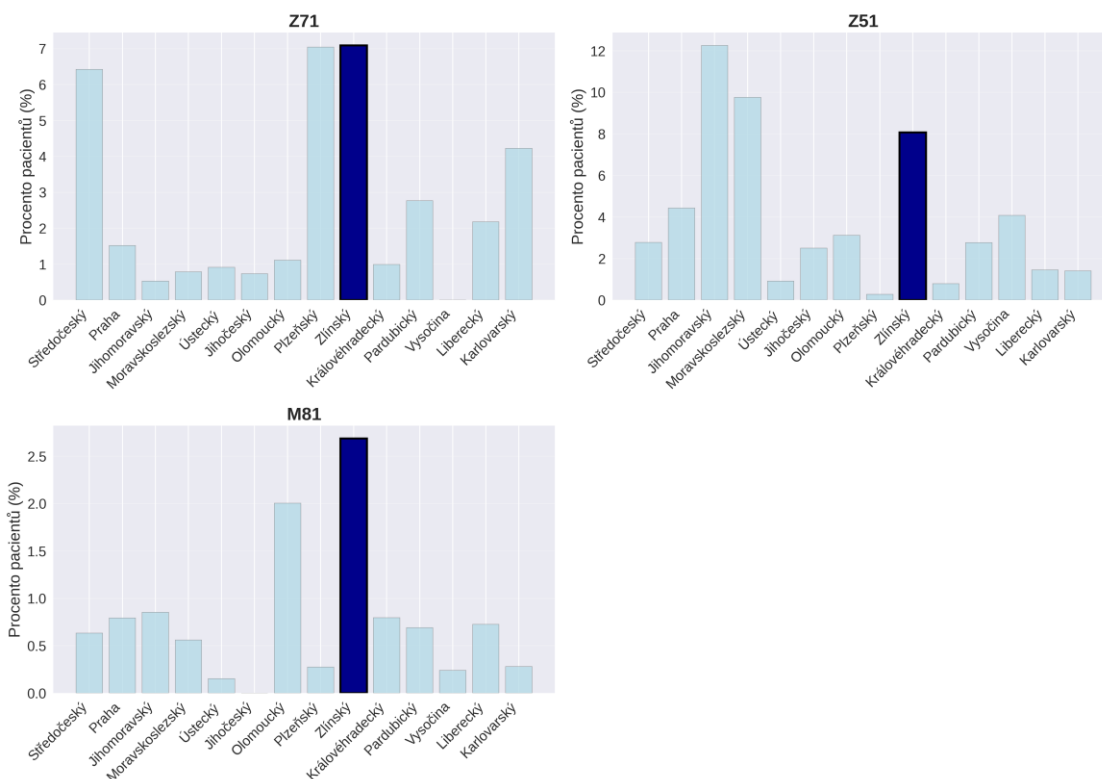
2.9 Zlínský kraj

Pro Zlínský kraj model onkologických fází dosahuje F1 skóre 0,14 a model diagnóz při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů 0,19, což naznačuje nízkou úspěšnost a obtížnější identifikaci regionálních specifíků onkologické péče.

U subpopulace onkologických pacientů ve věku 21-44 let se objevuje zvýšené zastoupení pacientů s diagnózami osob radících se ohledně vysvětlení nálezů z vyšetření (Z71.2), jiné lékařské péče (Z51), a to především přípravné péče pro následující léčbu nezařazené jinde (Z51.4) a osteoporózy bez patologické zlomeniny (M81).



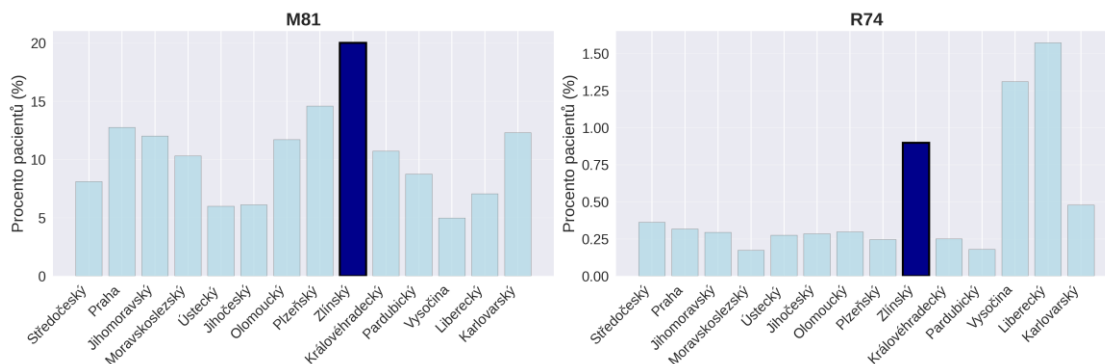
Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Zlínský)



CZ072_onko_zdg.png

Model onkologických fází potvrdil zvýšenou frekvenci nespecifické osteoporózy bez patologické zlomeniny (M81.9), což je vzor sdílený s Plzeňským krajem, a identifikoval ač velmi nízkou, avšak výrazně vyšší frekvenci abnormálních hladin enzymů v séru (R74), se zaměřením na jiné sérové enzymy (R74.8).

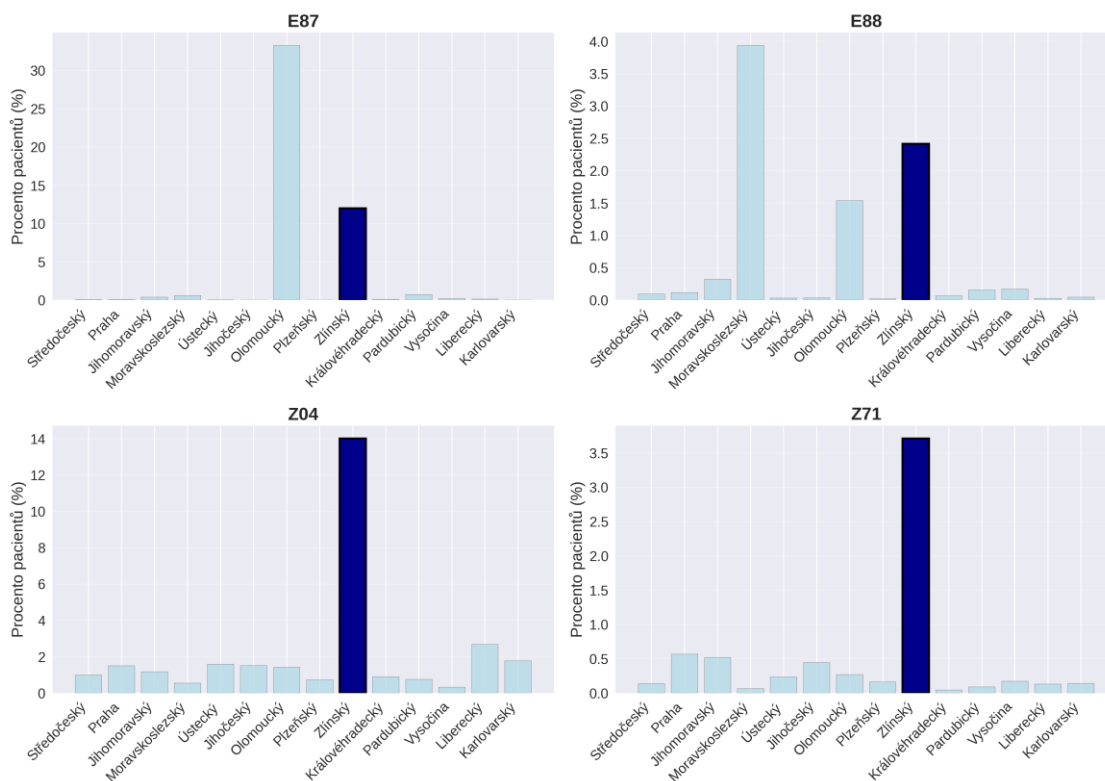
Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Zlínský)



CZ072_onko_faze.png

Pro subpopulaci novorozenců a kojenců dosahuje model u Zlínského kraje F1 skóre 0,42. Model identifikoval zvýšené frekvence pacientů s jinými poruchami tekutin, elektrolytů a acidobasické rovnováhy (E87.0 - hyperosmolalita a hypernatremie) a jinými poruchami metabolismu (E88), vyšetřeními a pozorováními z jiných důvodů (Z04) a nespecifickými poradami osob, které se setkaly se zdravotnickými službami pro jinou poradu nebo lékařskou radu nezařazenou jinde (Z71.9).

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Zlínský)



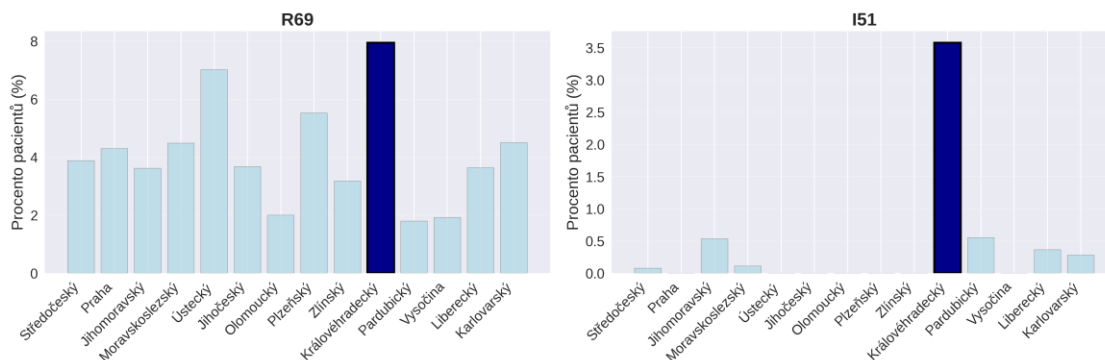
CZ072_newborn.png

2.10 Královéhradecký kraj

Analýza Královéhradeckého kraje ukazuje F1 skóre 0,20 u modelu onkologických fází a 0,22 při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů, což naznačuje nízkou úspěšnost a překrývání vzorů s okolními kraji, zejména s Pardubickým.

U subpopulace onkologických pacientů detekoval model u vyššího procenta pacientů pouze diagnózy neznámých a neurčených příčin nemoci (R69) a komplikací a nepřesně určených a popsanych nemocí srdce (I51).

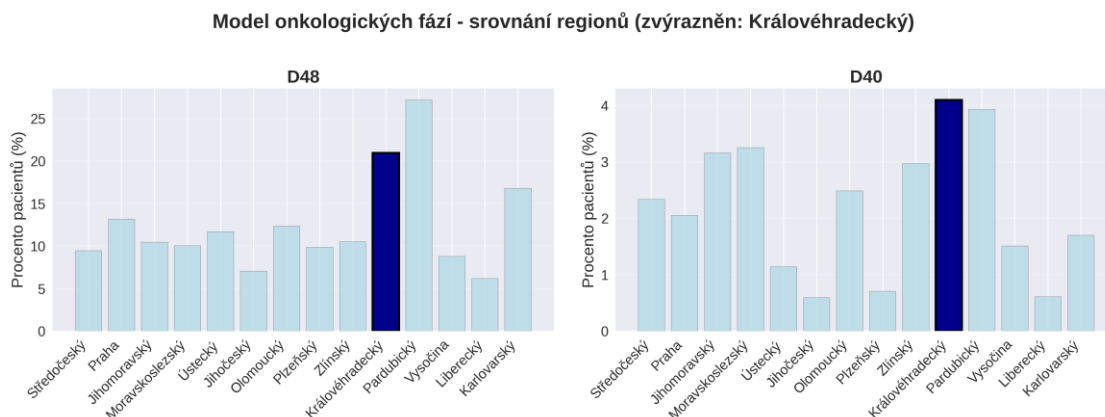
Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Královéhradecký)



CZ052_onko_zdg.png



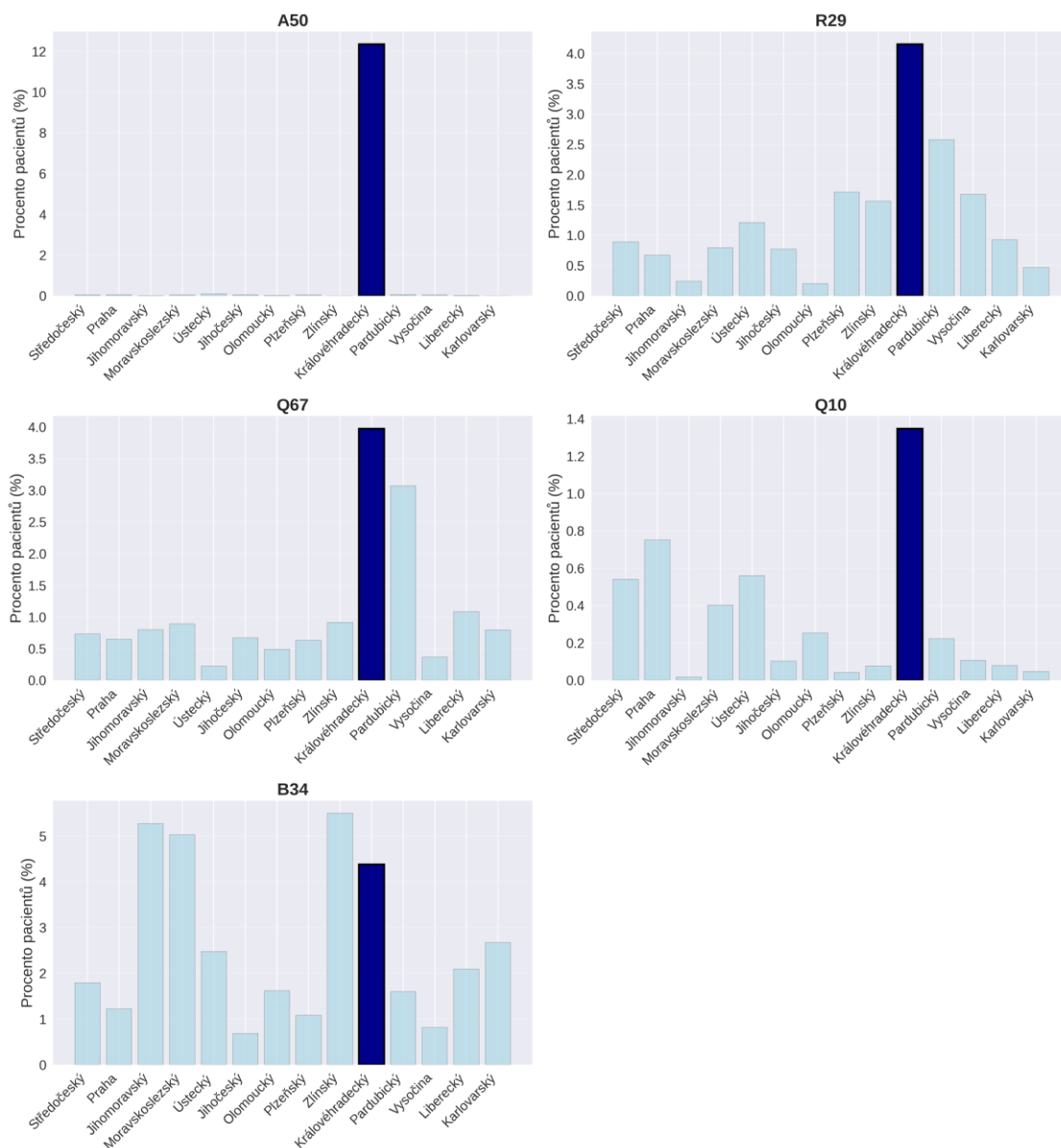
Model onkologických fází pak identifikoval zvýšenou frekvenci novotvarů nejistého nebo neznámého chování jiných a neurčených lokalizací (D48, specificky kůže D48.5) a v menší míře i novotvarů nejistého nebo neznámého chování mužských pohlavních orgánů (D40), obojí společně s přílehlým Pardubickým krajem.



CZ052_onko_faze.png

U subpopulace novorozenců a kojenců dosahuje model u Královéhradeckého kraje F1 skóre 0,31. Model identifikoval vysoké procento pacientů s diagnózou vrozené syfilis (A50.2), přičemž všechny doklady s touto diagnózou jsou vykázány pod odborností biochemie. To naznačuje, že se jedná o jiný způsob vykazování povinného screeningu u novorozenců oproti ostatním krajům, nikoliv o zvýšenou frekvenci nemoci jako takové. Dále se objevují zvýšené frekvence pacientů s diagnózou abnormálního postoje (držení těla; R29.3), vykázaných především pod odborností rehabilitace, a s diagnózami plagiociefalie (Q67.3), vrozených vad očních víček, slzného ústrojí a očnice (konkrétně vrozená stenóza a striktura slzovodu - Q10.5) a společně s několika dalšími kraji s diagnózou virových onemocnění neurčené lokalizace (B34).

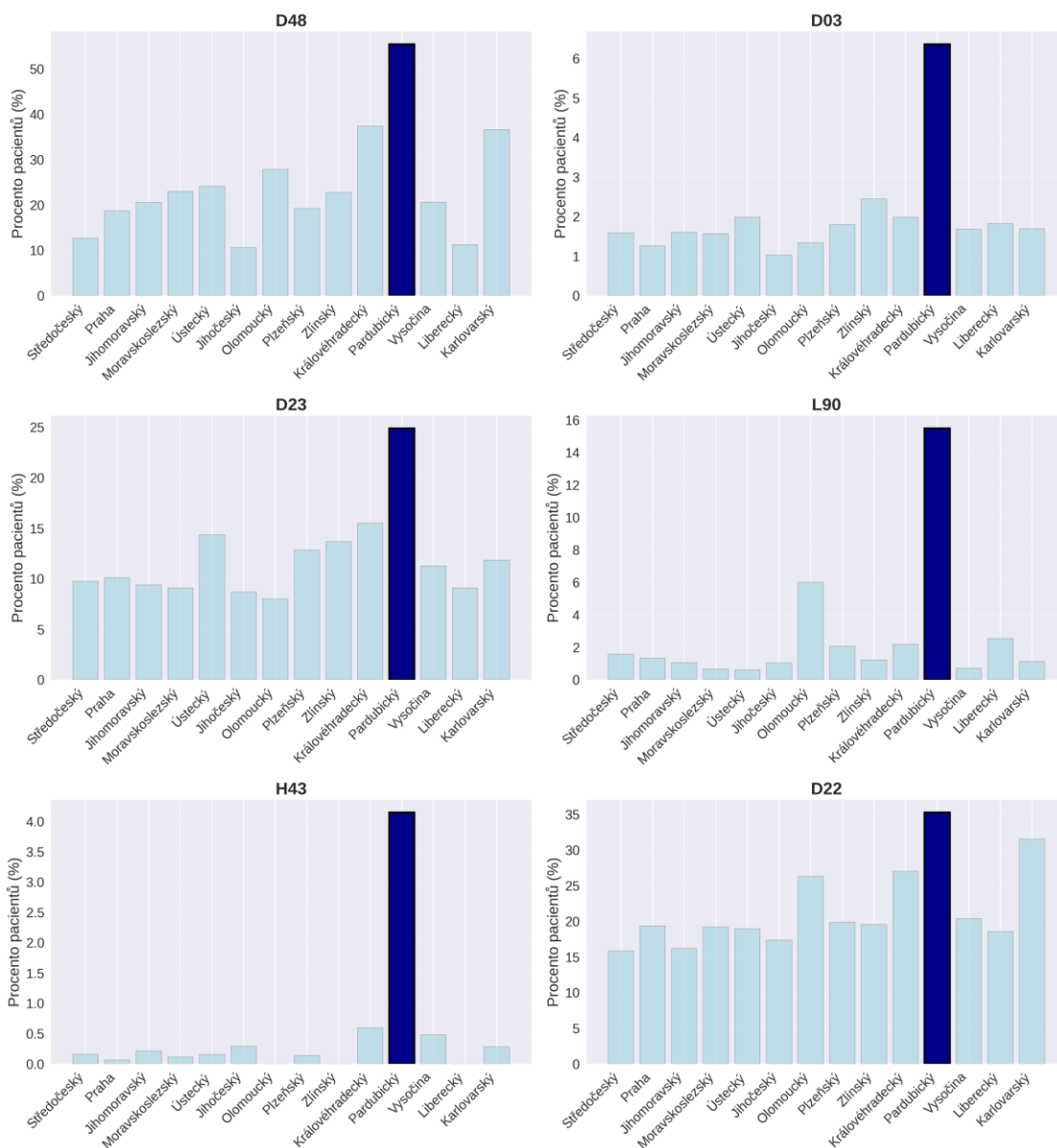
Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Královéhradecký)



CZ052_newborn.png

2.11 Pardubický kraj

Druhé nejvyšší F1 skóre při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů (0,36) dosahuje Pardubický kraj. U této subpopulace se objevuje výrazné zaměření na dermatologickou péči u analyzované věkové skupiny dospělých pacientů. Model zde identifikoval vyšší podíl pacientů s novotvory nejistého nebo neznámého chování jiných a neurčených lokalizací, především kůže (D48.5), melanomem in situ, primárně trupu (D03.5), jinými nezhoubnými novotvory kůže, opět především trupu (D23.5), atrofickými onemocněními kůže (konkrétně jizevnaté stavy a fibróza kůže - L90.5), nemocemi sklivce (H43) a melanocytovými névy (D22). Tento vzor naznačuje silnou dermatologickou základnu v kraji.

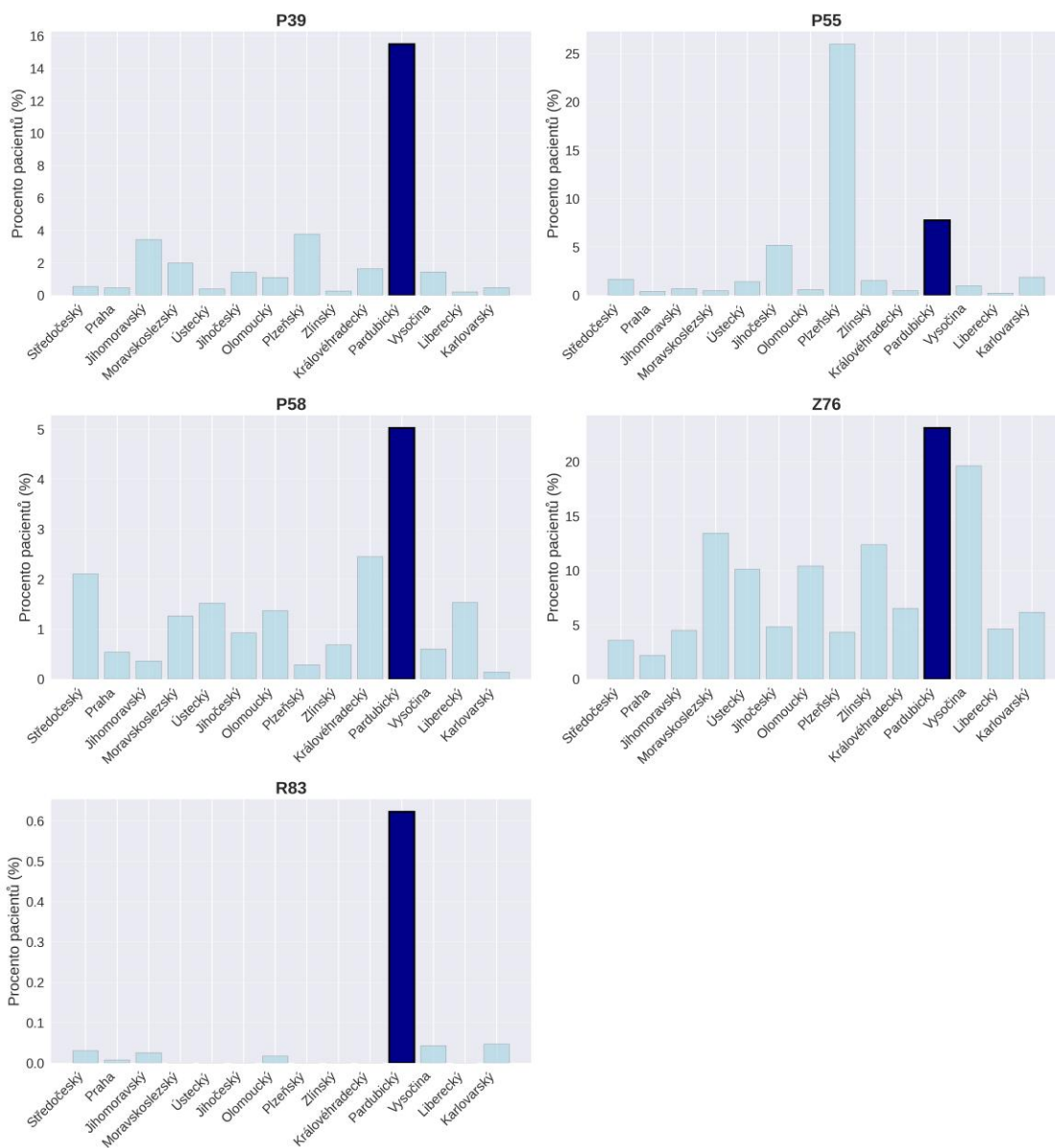

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Pardubický)


CZ053_onko_zdg.png

Model onkologických fází má výrazně nižší F1 skóre 0,15, a neidentifikoval zde žádné výraznější trendy.

U subpopulace novorozenců a kojenců dosáhl model F1 skóre 0,41 a identifikoval u nich zvýšené procento pacientů s jinými infekcemi specifickými pro perinatální období (P39), hemolytickou nemocí plodu a novorozence (P55), novorozeneckou žloutenkou způsobenou jinou nadměrnou hemolýzou (P58) a péčí o zdravého kojence a dítě za zvláštních okolností (Z76.2). U přibližně 25 pacientů pak identifikoval diagnózu abnormálních nálezů v mozkomíšním moku (R83), která je v ostatních krajích velmi vzácná.

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Pardubický)



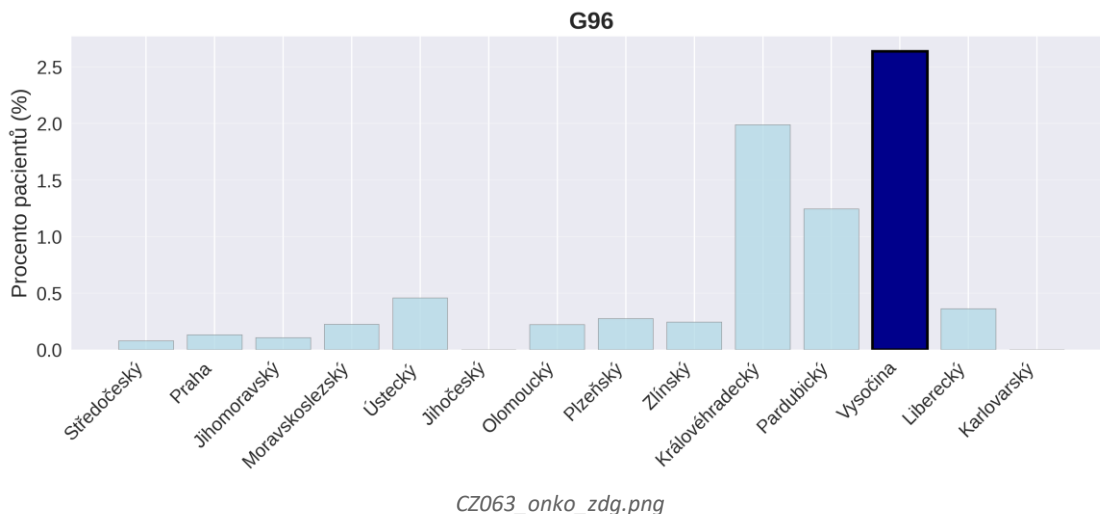
CZ053_newborn.png

2.12 Vysočina

Prakticky nejnižších F1 skóre u obou modelů pro onkologické pacienty vykazuje Vysočina (0,1 u modelu onkologických fází a 0,14 u modelu diagnóz při hodnocení na subpopulaci onkologických pacientů), což znamená, že ani jeden z modelů nebyl schopen detekovat žádné specifické vzory u onkologických pacientů z tohoto kraje. U subpopulace onkologických pacientů se objevuje pouze zvýšená frekvence pacientů s jinými poruchami centrální nervové soustavy (G96).

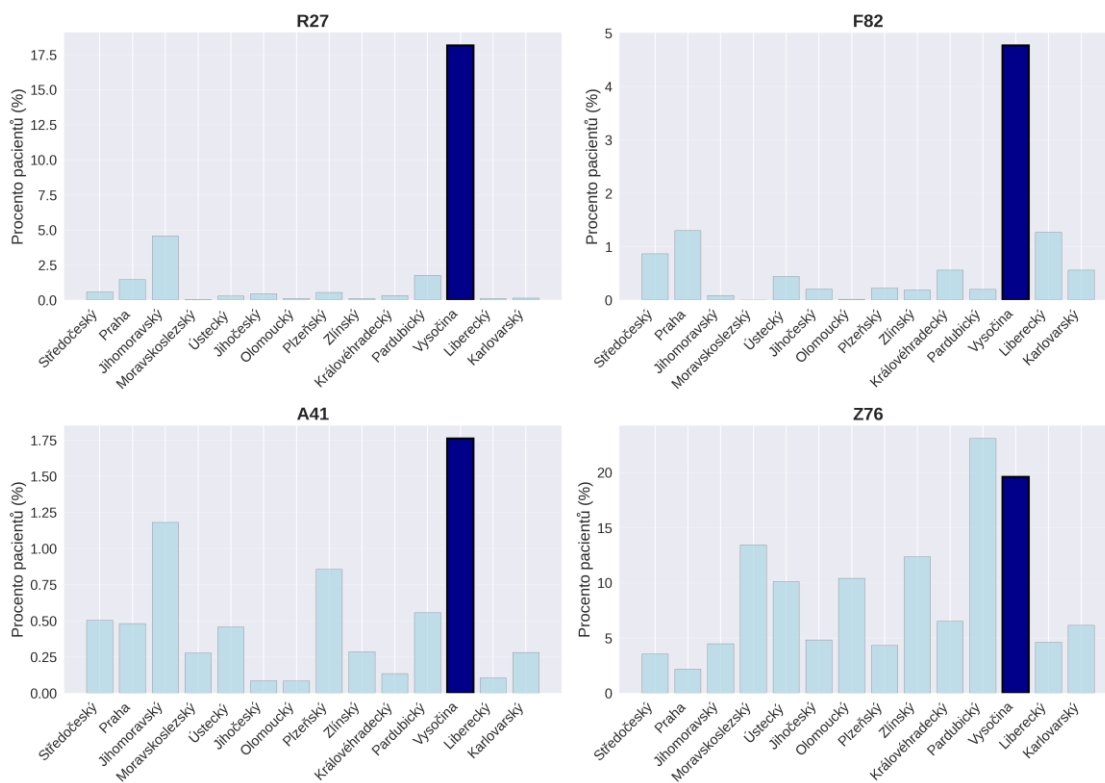


Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Vysočina)



Pro subpopulaci novorozenců a kojenců dosahuje model diagnóz pro Vysočinu výrazně lepšího F1 skóre 0,48. Model zde identifikoval vyšší podíl pacientů s diagnózami jiného a neurčeného nedostatku koordinace (R27.8), specifické vývojové poruchy motorických funkcí (F82) a v menší míře jiné sepse (A41). Spolu s Pardubickým krajem zde model identifikoval vyšší frekvenci pacientů s diagnózou Z76 - osoby, které se setkaly se zdravotnickými službami za jiných okolností, a to konkrétně Z76.2 - zdravotní prohlídka, dohled a péče o jiného zdravého kojence a dítě (kde indikacemi této diagnózy mohou být nepříznivé socioekonomické podmínky doma, očekávání umístění do pěstounské péče nebo do adopce, nemoc matky, nebo počet dětí v domácnosti, zamezující nebo nedovolující normální péči).

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Vysočina)

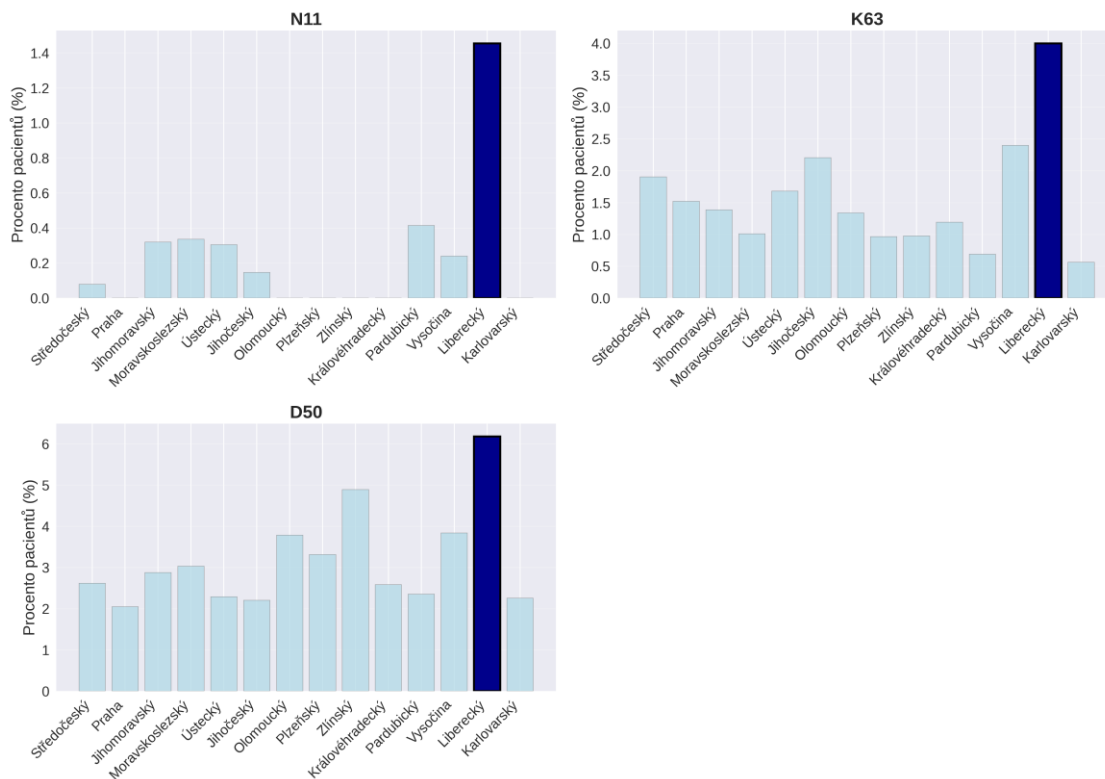


CZ063_newborn.png

2.13 Liberecký kraj

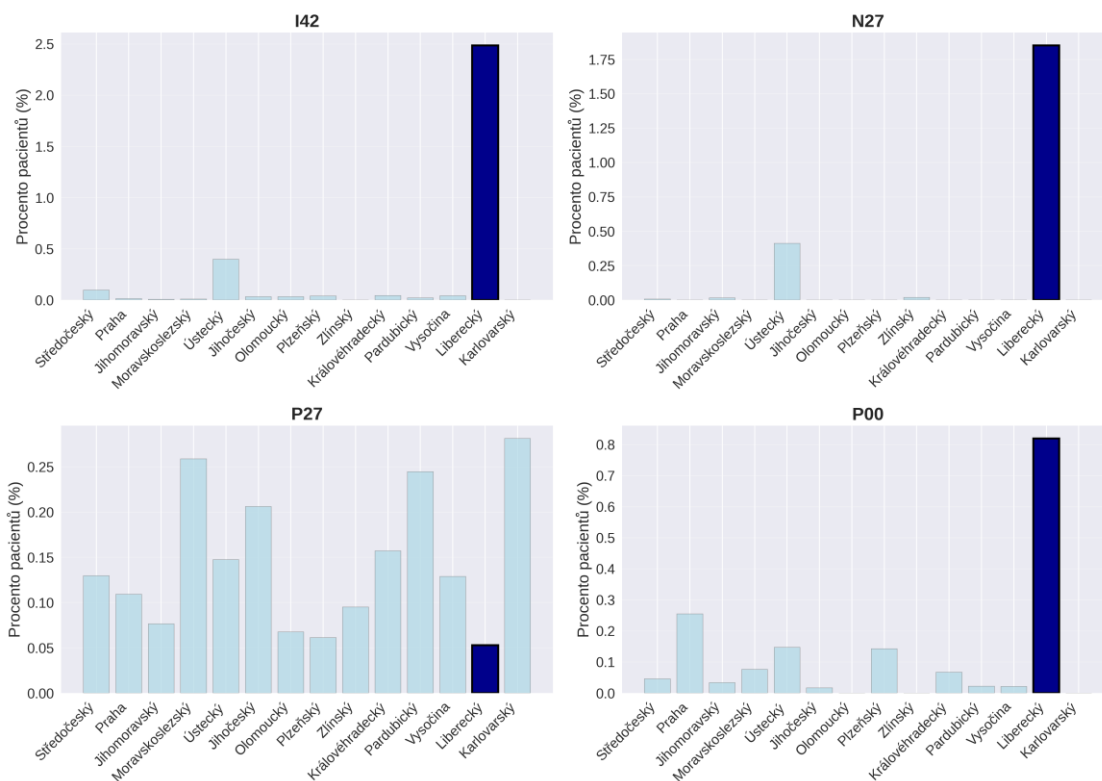
Pro subpopulaci onkologických pacientů dosahuje Liberecký kraj F1 skóre 0,17 a v modelu onkologických fází 0,11, což značí nízkou specifitu tohoto kraje v péči o onkologické pacienty.

U subpopulace onkologických pacientů identifikoval model diagnóz v tomto kraji mírně zvýšené zastoupení pacientů s diagnózami chronické tubulo-intersticiální nefritidy (N11), jiných nemocí střev (K63) a anemie z nedostatku železa (D50).


Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Liberecký)

CZ051_onko_zdg.png

U subpopulace novorozenců a kojenců dosahuje model pro Liberecký kraj F1 skóre 0,36. Model identifikoval zvýšené frekvence pacientů s kardiomyopatií (I42), kde všechny doklady s touto diagnózou jsou vypsány opravdu pod odborností kardiologie, dále s diagnózami malé ledviny z neznámé příčiny (N27), nitroděložní hypoxie (P20) a postižení plodu a novorozence onemocněním matky, které nemusí souviset s nynějším těhotenstvím (P00).

Model diagnóz - novorozenci a kojenci - srovnání regionů (zvýrazněn: Liberecký)

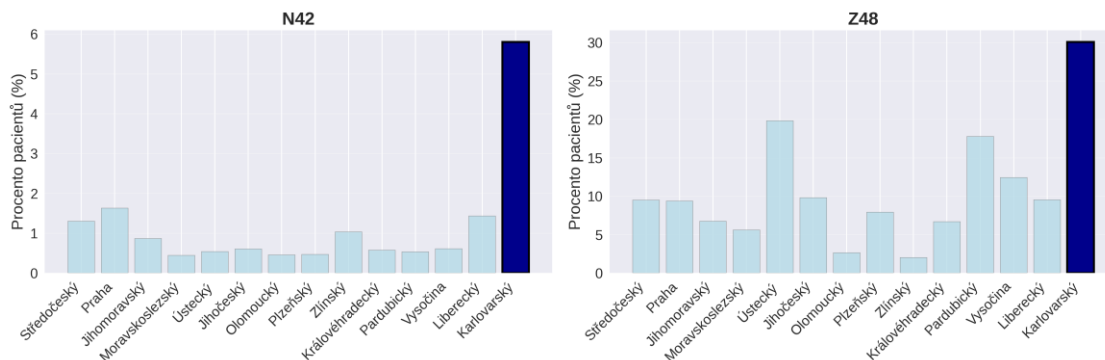


CZ051_newborn.png

2.14 Karlovarský kraj

Nejhorší F1 skóre (0,21) u subpopulace novorozenců a kojenců vykazuje Karlovarský kraj a žádná zvýšená frekvence pacientů s konkrétními diagnózami v tomto kraji nebyla detekována. Model onkologických fází měl v tomto kraji velmi nízkou úspěšnost, s F1 skóre 0,07, přesto ale detekoval vyšší procento pacientů s diagnózami jiných onemocnění prostaty (N42) a jiné chirurgické následné péče (Z48).

Model onkologických fází - srovnání regionů (zvýrazněn: Karlovarský)

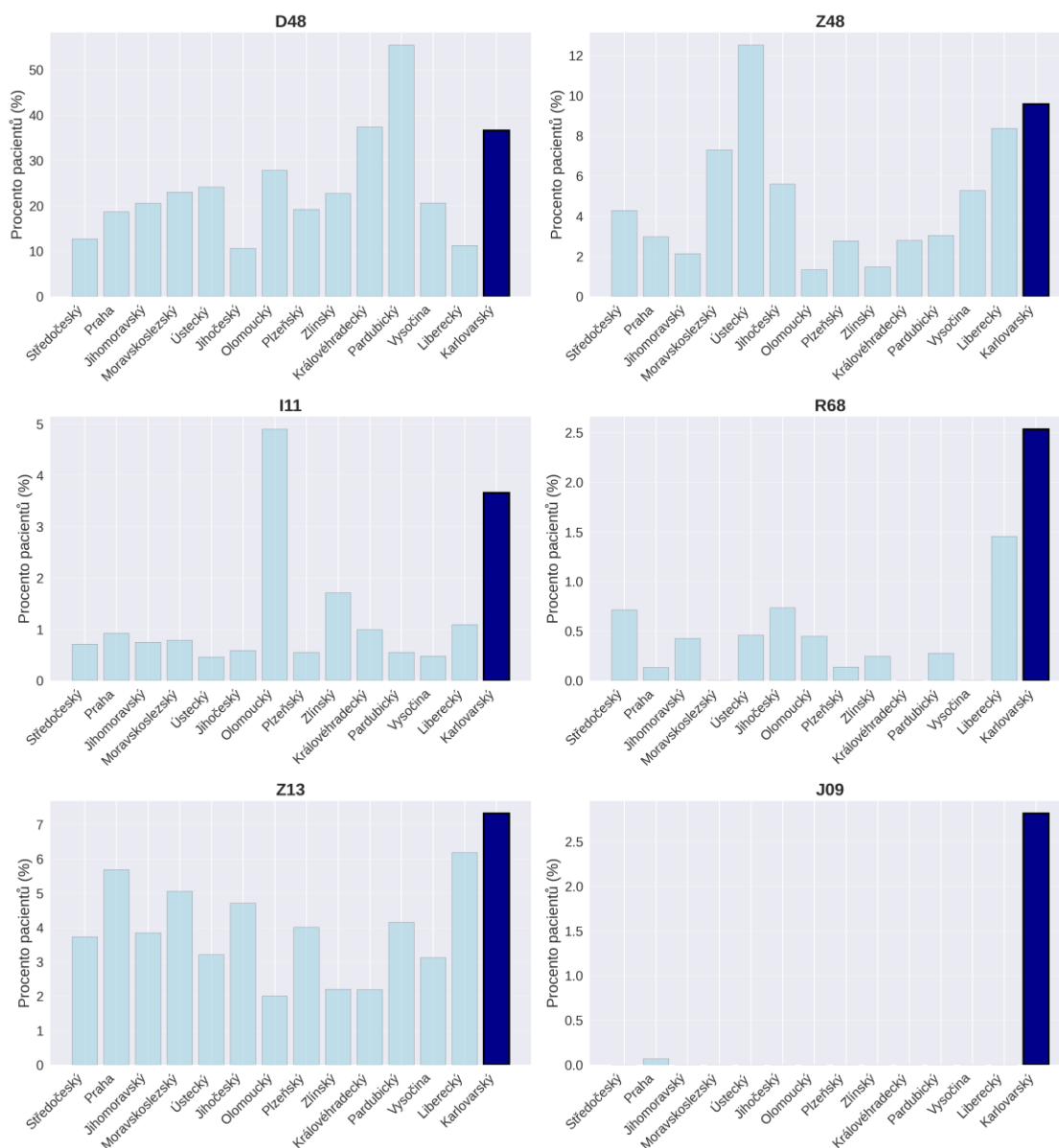


CZ041_onko_faze.png

U subpopulace onkologických pacientů měl model diagnóz srovnatelné F1 skóre 0,21. Ačkoli se následující diagnózy objevují jen u malého počtu pacientů, jedná se procentuálně o vyšší zastoupení



pacientů, které model přesto detekoval a použil pro identifikaci pacientů z tohoto kraje. Jedná se o diagnózy novotvarů nejistého nebo neznámého chování jiných a neurčených lokalizací, specificky především pojivové a jiné měkké tkáně (D48.1), jiné chirurgické následné péče (Z48), postižení srdce při hypertenzi (I11), jiných celkových příznaků a znaků (R68), a screeningových vyšetření specializovaných na jiné nemoci a poruchy (Z13). Zajímavostí je diagnóza J09 - chřipka způsobená identifikovanými zoonózami nebo pandemickým chřipkovým virem, která se zřejmě v ostatních krajích nevyužívá. Mnoho z těchto diagnóz jsou nespecifické kategorie, které mohou naznačovat nedostatek specializované odborné péče v tomto kraji.

Model diagnóz - onkologičtí pacienti 21-44 let - srovnání regionů (zvýrazněn: Karlovarský)


CZ041_onko_zdg.png

3. Závěr

Analýza regionálních rozdílů v poskytování zdravotní péče v České republice na základě modelů hlubokého strojového učení odhalila několik zajímavých vzorců, ale také limitace natrénovaných modelů a výzvy do budoucna.

Nejlepší výkonnost vykazoval model diagnóz na novorozencích, kde Plzeňský kraj dosáhl F1 skóre 0,68, což je nejvyšší hodnota ze všech krajů i modelů. To může být způsobeno jasněji definovanou skupinou pacientů i tím, že kraj novorozence (trvalé bydliště) může častěji odpovídat i kraji poskytnuté péče. Model onkologických fází vykazoval obecně nižší úspěšnost v identifikaci kraje pacientů (F1 skóre převážně mezi 0,1-0,3), což může být způsobeno několika faktory. Tento model pracuje s výrazně větší populací a delším časovým rozsahem (2010-2024), což zahrnuje kombinaci různých věkových skupin a delší časové období, během něhož se poskytování zdravotní péče může výrazně měnit. Tyto faktory mohou ztížit identifikaci regionálních vzorců, protože jsou zastřeny variabilitou napříč věkovými skupinami a časovými trendy v poskytování péče. Jelikož se jedná o dlouhodobou onkologickou péči, je zde také vyšší pravděpodobnost, že ji alespoň v některé fázi pacient obdržel v jiném kraji. Nižší úspěšnost tohoto modelu však může být způsobena ale také tím, že se jednotlivé kraje v poskytované onkologické péči příliš neliší a nevykazují výraznější regionálně specifické vzorce, které by model mohl identifikovat.

Z hlediska regionálních specifik vykazuje Jihomoravský kraj nejvyšší F1 skóre v modelu onkologických fází (0,29) a srovnatelný výkon u modelu diagnóz na onkologických pacientech (také 0,29), s výrazným zaměřením na radioterapeutickou péči a péči o novotvary močových orgánů. Toto zaměření může odrážet specializovanou péči poskytovanou Masarykovým onkologickým ústavem v tomto kraji. Plzeňský kraj vykazuje nejvyšší F1 skóre v modelu diagnóz na novorozencích (0,66), s výraznými vzorci v péči o vrozené vady a poruchy novorozenců. Pardubický kraj dosahuje druhé nejvyšší F1 skóre v modelu diagnóz na onkologických pacientech (0,36) s výrazným zaměřením na dermatologickou péči. Středočeský kraj naopak slouží modelu onkologických fází jako "sběrná" třída, pravděpodobně vzhledem k vysokému počtu obyvatel, a tudíž i vysokému zastoupení pacientů z tohoto kraje v analyzovaném datasetu.

Nejčastější zaměňování pacientů mezi kraji probíhá mezi Středočeským krajem a Prahou, což odráží geografickou blízkost a mobilitu pacientů mezi těmito regiony (viz diagramy níže pod textem). Jelikož se ve Středočeském kraji nenachází žádné komplexní onkologické centrum, pacienti z tohoto kraje často využívají služeb těchto center v Praze nebo jiném přiléhajícím kraji. Některé diagnózy či typy péče se pak objevují jako důležité napříč více kraji. Například radioterapeutická péče (Z51.0) je výrazná v Jihomoravském, Moravskoslezském a Zlínském kraji, zatímco karcinom in situ hrdla děložního (D06) je výrazný v Jihočeském a Plzeňském kraji, což naznačuje důraz na preventivní onkologickou péči.

Při interpretaci identifikovaných rozdílů je důležité rozlišovat mezi těmi, které pravděpodobně odrážejí skutečné rozdíly ve zdravotním stavu pacientů, a těmi, které se spíše jeví jako rozdíly v kódování nebo kódovací chyby. Například zvýšená frekvence radioterapeutické péče v některých krajích nebo zaměření na dermatologickou péči v Pardubickém kraji pravděpodobně odráží skutečná regionální specifika v poskytování specializované péče. Na druhou stranu, některé identifikované vzorce, jako je chybné vykazování diagnózy spontánního porodu záhlavím (O80.0) u novorozenců v Moravskoslezském kraji nebo odlišné způsoby vykazování screeningu syfilis v Královéhradeckém kraji, naznačují rozdíly v kódovacích praktikách spíše než skutečné rozdíly ve zdravotním stavu pacientů.



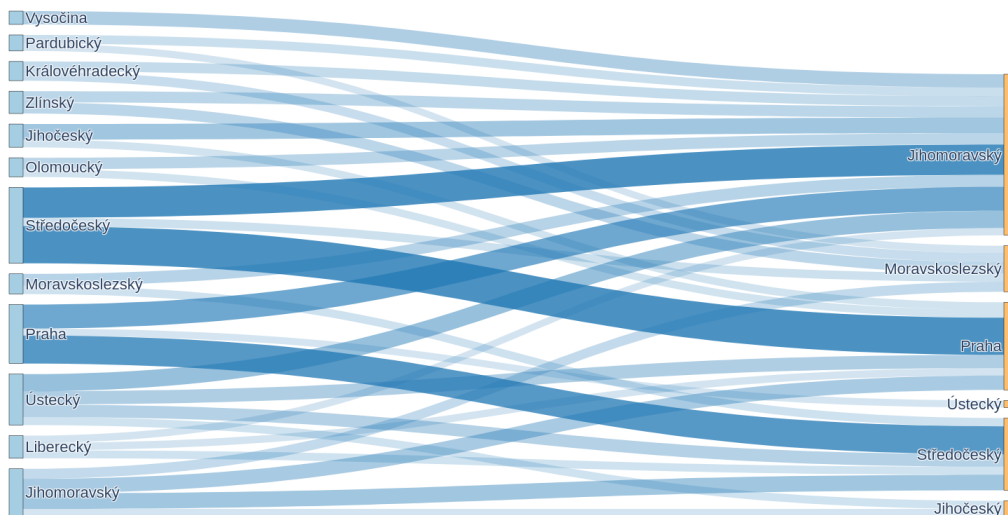
Je také důležité mít na paměti, že přiřazení pacienta do daného kraje modelem může být ovlivněno řadou faktorů, které nejsou vždy snadno detekovatelné nebo interpretovatelné. Zatímco zde použité vyšší relativní zastoupení pacientů s konkrétní diagnózou v daném kraji je jedním z důležitých faktorů, model může využívat i další mechanismy. Mezi ně patří kontextuální význam diagnózy v rámci sekvence – model díky mechanismu pozornosti zohledňuje nejen samotnou diagnózu, ale i její vztahy k předcházejícím a následujícím diagnózám a dalším tokenům v trajektorii pacienta. To může zvýšit její váhu při predikci, pokud například tvoří součást specifické kombinace diagnóz typické pro daný region. Dalším faktorem může být pozice diagnózy v sekvenci – diagnózy umístěné na klíčových místech mohou přitahovat větší pozornost modelu. Kromě toho může být důležitost diagnózy ovlivněna její diskriminační schopností – pokud je diagnóza vzácná v trajektoriích pacientů z jiných krajů, její schopnost rozlišit daný kraj roste. V neposlední řadě hrají roli i vnitřní mechanismy modelu, jako jsou vzorce pozornosti v jednotlivých vrstvách, které mohou zvýraznit diagnózy na základě komplexních interakcí, jež nejsou vždy přímo zřejmé z frekvenční analýzy.

Tato analýza úspěšně implementovala a vyhodnotila několik modelů hlubokého strojového učení pro identifikaci regionálních vzorců v komplexních datech vykázané zdravotní péče. Modely prokázaly svou užitečnost v detekci regionálně specifických vzorců tam, kde tyto vzorce skutečně existují, jak je patrné například z vysokého F1 skóre u novorozenců a kojenců v Plzeňském kraji (0,66) nebo u onkologických pacientů v Pardubickém kraji (0,36). Relativně nižší úspěšnost modelů v některých případech, zejména u modelu onkologických fází, může být způsobena nejen technickými faktory, ale také skutečností, že poskytování zdravotní péče v České republice je do značné míry homogenní napříč regiony. Tato homogenita sama o sobě představuje pozitivní zjištění, které naznačuje srovnatelnou úroveň a dostupnost zdravotní péče v různých částech země.

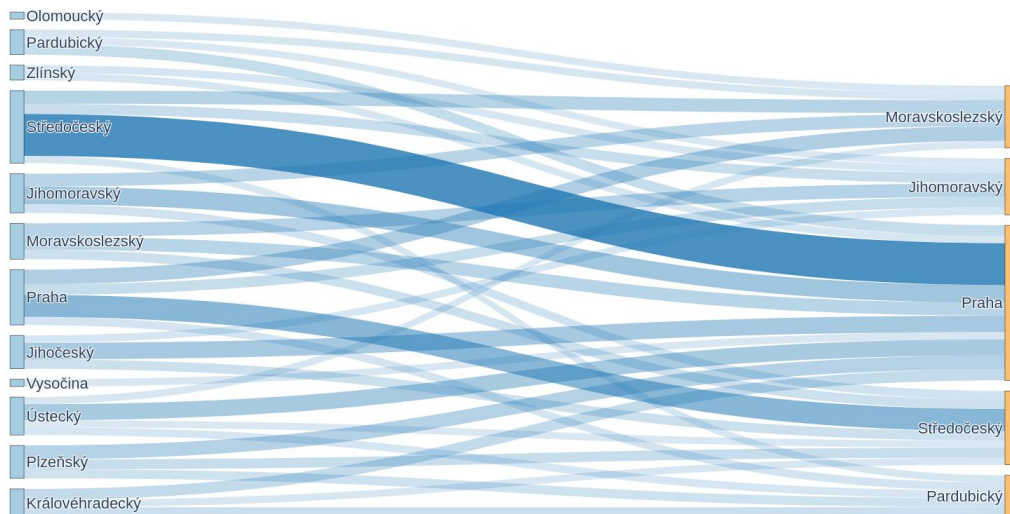
Identifikované regionální vzorce a rozdíly, které modely úspěšně detekovaly, poskytují cenné poznatky pro další výzkum a mohou sloužit jako výchozí bod pro detailnější analýzy. Pokračující výzkum v této oblasti a další zlepšování modelů má velký potenciál nejen pro hlubší pochopení regionálních specifik v poskytování zdravotní péče, ale obecně pro identifikaci vzorců v těchto komplexních a často nepřehledných datech. Tyto metody mohou být využity k lepšímu pochopení poskytování zdravotní péče, k identifikaci oblastí, kde by mohlo být vhodné provést další šetření nebo zlepšit koordinaci péče mezi regiony, a v širším kontextu přispět ke zlepšení zdravotní péče jako takové. Navzdory relativně nižší úspěšnosti v některých případech tato analýza úspěšně prokázala, že metody hlubokého učení mohou být efektivně použity pro analýzu komplexních zdravotnických dat a identifikaci vzorců, které by jinak zůstaly skryté.



Sankey diagram záměn krajů - model diagnóz (novorozenci a kojenci)



Sankey diagram záměn krajů - model diagnóz (onkologičtí pacienti)





Spolufinancováno
Evropskou unií

Sankey diagram záměn krajů - model onkologických fází

