

**» Nadgradnja modela statističnega napovedovanja ozona s
predhodnim razvrščanjem trajektorij v skupine «**

Končno poročilo

Naročnik: Agencija RS za okolje
Avtor: dr. Rahela Žabkar, FMF, UL
Ulica Hermana Potočnika 10, 1230 Domžale

Datum: 5. maj 2011

VSEBINA

1. UVOD	3
2. UPORABLJENE METODE	4
2.1 Razvrščanje v skupine	4
2.2 Stepwise regresija	5
3. OPIS PODATKOV	5
3.1 Trajektorije	5
3.2 Meritve.....	5
3.3 Napovedi modela ECMWF	6
4. POSTOPEK NAPOVEDOVANJA	7
5. REZULTATI.....	8
5.1 Regresijski model za OTLICO	9
5.2 Regresijski model za NOVO GORICO.....	12
5.3 Regresijski model za LJUBLJANO	15
5.4 Regresijski model za KRVAVEC	18
5.5 Regresijski model za HRASTNIK	21
5.6 Regresijski model za ISKRBO	24
5.7 Regresijski model za KOPER.....	27
5.8 Regresijski model za MURSKO SOBOTO.....	30
6. Literatura.....	33
PRILOGA A: Podatki o analiziranih trajektorijah.....	34
PRILOGA B: Statistike povezane z izborom števila skupin trajektorij.....	35

1. UVOD

V letu 2007 je bil na Agenciji RS za Okolje za potrebe napovedovanja dnevnih maksimumov ozona vpeljan v operativno uporabo statistični model, v katerem je bila kot ključna spremenljivka za napovedovanje ozona med drugim (poleg niza meritev in napovedi meteorološkega modela) vključena povprečna urna gostota ozona skupin med seboj podobnih trajektorij zraka. Takratni statističen model je bil izgrajeni za 5 merilnih mest po Sloveniji (Nova Gorica, Otlica, Ljubljana, Koper, Murska Sobota) na razmeroma kratkem nizu podatkov. Namen te študije je izboljšati statistični model s ponovnim izračunom enačb za napovedovanje dnevnih maksimumov ozona na daljšem časovnem nizu, ter dodati še nekaj dodatnih merilnih mest, tako da bo pokritost Slovenije s statističnimi napovedmi dnevnega maksimuma ozona boljša.

V poročilu so najprej opisane metode izgradnje statističnega modela, nato podatki na osnovi katerih je bil model izgrajen in ki jih potrebujemo za napovedovanje, ter zatem postopek napovedovanja ozona. V teh poglavjih se poročilo v veliki meri sklada s poročilom iz prvotne študije iz leta 2007, saj so metode izgradnje modela ostale enake. Pri tem naj poudarimo, da smo tokrat v postopku nadgradnje starega modela testirali tudi nekatere nekoliko spremenjene postopke statističnega napovedovanja, vendar se je prvoten postopek, uporabljen že leta 2007, izkazal za najboljšega med testiranimi.

Opisu postopka izgradnje, podatkov in postopka napovedovanja, sledijo rezultati za vsako od posameznih merilnih mest, ki zajemajo enačbe za napovedovanje ozona in nekaj malega analiz, predvsem je dodana primerjava napovedanih in izmerjenih dnevni maksimumov ozona za analizirano obdobje. Rezultati so za lažjo operacionalizacijo podani v enaki obliki kot v prvotnem modelu iz leta 2007.

Že na tem mestu naj opozorimo (zapisano pa bo to tudi kasneje) na manjše razlike med podatki uporabljenimi v sedanjem modelu in v modelu iz leta 2007, na katere je potrebno paziti v postopku operacionalizacije novega modela:

- ✓ na merilnem mestu Otlica so bile zaradi velikega izpada meritev v obravnavanem obdobju za **vse izmerjene spremenljivke razen ozona** upoštevane meritve v Novi Gorici. Tako je potrebno tudi pri napovedih upoštevati meritve v Novi Gorici in ne na Otlici (razen meritve ozona, ki se jih vzame za Otlico).
- ✓ pri sončnem sevanju imamo sedaj dve ločeni spremenljivki, in sicer globalno in difuzno sevanje.
- ✓ pri vetru imamo prav tako veter podan tako z maksimalnimi polurnimi vrednostmi kot s terminskimi vrednostmi za smer in jakost vetra.
- ✓ Med ekološkimi spremenljivkami so v postopku izgradnje dodatno vključene tudi meritve CO, PM10 in SO₂, vendar se v končnih statističnih enačbah od teh treh pojavljata le spremenljivki PM10 in SO₂.

2. UPORABLJENE METODE

2.1 Razvrščanje v skupine

Metode razvrščanja v skupine (angl. cluster analysis) so multivariatne statistične metode, ki niz enot (v našem primeru trajektorij) razdelijo na skupine podobnih enot. Metode iščejo skupine, ki so znotraj čimbolj homogene, tembolj pa se morajo razlikovati med seboj. V kolikor metode razvrščanja uporabimo na nizu trajektorij, iščemo skupine trajektorij, ki imajo čimbolj podobno dolžino in smer. Pri razvrščanju trajektorij torej hkrati obravnavamo hitrost in smer vetra.

Kratek opis glavnih metod razvrščanja v skupine lahko najdemo npr. v (Ferligoj, 1989). V tej študiji je bila uporabljena metoda voditeljev, ki zmore razvrščati večje število enot in jo je možno dopolniti tako, da z njo poiščemo globalno optimalno razvrstitev (glede na vnaprej določene kriterije razvrščanja). Metoda voditeljev je iteracijska metoda, pri kateri se je potrebno vnaprej odločiti v koliko skupin razvrščamo enote (trajektorije). Postopek se torej prične z vnaprej podano množico predstavnikov posameznih skupin - voditeljev. Metoda priredi enote najbližjim voditeljem, poišče težišča (težiščne trajektorije) tako dobljenih skupin - nove voditelje, nato zopet priredi enote najbližjim voditeljem itd. Postopek se konča, ko se nova množica voditeljev ne razlikuje od množice voditeljev, dobljenih korak pred njo. Razdaljo med pari enot, lahko računamo na več načinov, v okviru študije smo jo računali evklidsko.

Metoda voditeljev ima tudi slabosti. Prva je lokalna optimizacija, kar pomeni, da metoda namesto globalne pogosto poišče lokalno najboljšo rešitev. V našem primeru smo težavo rešili tako, da je bil postopek razvrščanja ponovljen večkrat (800-krat) z različnimi naključno izbranimi začetnimi trajektorijami. Kot končno rešitev smo izbrali tisto razvrstitev, pri kateri je bila vsota razdalj trajektorij od težišč skupin (ki jim posamezna trajektorija pripada), najmanjša. Druga slabost metode voditeljev je, da moramo vnaprej določiti v koliko skupin želimo enote razvrstiti. To težavo smo rešili tako, da smo se o končnem številu skupin trajektorij (oziroma o razvrstitvi, ki je bila vključena v statistični model) odločili naknadno - potem ko smo razvrščanje izvedli za različno število skupin (od 2 do 16).

Odločitev o najprimernejšem številu skupin trajektorij (najprimernejšem številu tipičnih poti zraka), pa je bila na koncu do neke mere tudi subjektivna, ker je bilo kljub različnim uporabljenim statistikam praktično nemogoče izbrati povsem objektivni kriterij za najprimernejše končno število skupin med seboj podobnih trajektorij zraka.

Pri odločitvi o končnem številu skupin smo pazili, da je bilo skupin dovolj, tako da niso bile v isto skupino uvrščene zelo različne trajektorije (npr. iz različnih smeri ali zelo različnih dolžin). Uporabili smo tudi nekatere statistične mere za računanje značilnosti razlik v povprečjih ozona med skupinami. Poleg tega smo si pri dokončni odločitvi pomagali s primerjavo uspešnosti končnih statističnih modelov, v katerih je kot prognostična spremenljivka vključena povprečna koncentracija ozona pri različnem številu skupin.

2.2 Stepwise regresija

Koračna (angl. stepwise) regresija je tehnika za izbiranje prediktorjev, ki jih postopoma dodajamo v model multiple linearne regresije ali pa jih iz modela izločamo (npr. Draper, 1981). Stepwise regresija naprej, ki je bila uporabljena v tej študiji, prične z modelom brez vseh prediktorjev in nato v vsakem koraku v linearen regresijski model vključi najbolj značilen prediktor – prediktor z najvišjo vrednostjo F-statistike. Na vsakem koraku tudi testira statistično značilnost že vključenih prediktorjev in v kolikor postane kateri od njih ob vključitvi novih prediktorjev statistično neznačilen, ga izključi. Postopek vključevanja prediktorjev v model je zaključen, ko noben od preostalih prediktorjev ni več statistično značilno povezan z odvisno spremenljivko. Ob tem naj omenimo, da se je v naših modelih tipično kot najbolj značilen prediktor izkazala povprečni dnevni maksimum ozona posamezne skupine trajektorij, kar potrjuje vpliv potovanja zraka zadnjih 24h na izmerjene vrednosti ozona.

3. OPIS PODATKOV

Pri izgradnji statističnih modelov za napovedovanje ozona so bile uporabljene trajektorije, meritve ekoloških in meteoroloških spremenljivk ter napovedi modela ECMWF. V postopek izgradnje statističnega modela z stepwise regresijo so bile vključene le tiste od neodvisnih spremenljivk (meritev oz. modelskih napovedi), ki so imele delež veljavnih vrednosti v obravnavanem obdobju nad 90%.

3.1 Trajektorije

24-urne trajektorije nazaj, izračunane z vetrovnim poljem na z mezo-meteorološkim modelom ALADIN napovedanih ploskvah konstantnega tlaka, se operativno računajo na Agenciji RS za okolje, shranjujejo pa se od 25.4.2004 dalje. V analizo so bile vključene vse trajektorije iz tople polovice leta (meseci april-september) v obdobju od 25.4.2004 do 30.3.2011. Končne točke trajektorij so bile postavljene nad Koper, Novo gorico, Otlico, Krvavec in Iskrbo. Za Krvavec so bile v postopku izgradnje statističnega modela analizirane trajektorije na 850 hPa ploskvi, za Otlico, Novo Gorico, Koper in Iskrbo pa na 925 hPa ploskvah. V postopek razvrščanja so bile vključene le dnevne trajektorije, ki v končno točko nad merilno mesto prispejo ob 15:00 UTC tekočega dne.

3.2 Meritve

Za vsako od merilnih mest, za katero je bil izgrajen statistični model, so bile uporabljene meritve ekoloških in meteoroloških spremenljivk za obdobje, ko imamo na voljo trajektorije, torej od aprila 2004 (razen za Koper in Otlico, kjer so se meritve pričele izvajati kasneje) do marca 2011. Pri Otlici so bile razen za ozon, uporabljene meritve iz Nove Gorice. Podobno kot pri trajektorijah smo pri izgradnji statističnih modelov uporabili le meritve v toplejših mesecih od aprila do septembra, in sicer povprečne polurne vrednosti meteoroloških spremenljivk (temperatura, relativna vlaga, pritisk, difuzno in globalno sončno sevanje,

jakost termenskega in maksimalnega polurnega vetra), 24-urne padavine in urne koncentracije ekoloških spremenljivk (O₃, NO₂, NO_x, SO₂, PM₁₀, CO).

Iz celotnega niza podatkov so bile v modele vključene le meritve ob 12, 15, 18 in 21 uri prejšnjega dne po lokalnem času, ter ob 7 uri zjutraj tekočega dne, ter maksimalne, minimalne in povprečne vrednosti parametrov prejšnjega dne, pri čemer so maksimumi, minimumi in povprečja računani med 9 in 19 uro prejšnjega dne. Pri meteoroloških parametrih so v ta izračun vključene vse polurne vrednosti, med 9 in 19 uro, pri ekoloških pa urne vrednosti v tem časovnem oknu. V obeh primerih je morala biti med 9 in 19 uro vsaj polovica veljavnih meritev, sicer so bile vrednosti maksimuma, minimuma ter povprečja tega dne definirane kot manjkajoče.

Oznake meritev, uporabljene v statističnih modelih v nadaljevanju, so za primer temperature sledeče (številka v imenu se pri meritvah vedno nanaša na uro po lokalnem času):

T₇, T₁₂, T₁₅, T₁₈, T₂₁, T_{max}, T_{min}, T_{ave}.

V imenih drugih spremenljivk, namesto **T** nastopa **O₃**, **NO_x**, **NO₂**, **CO**, **PM₁₀**, **SO₂**, **p** (pritisk), **q** (relativna vlaga), **ss_dif** (difuzno sončno sevanje), **ss_dir** (direktno sončno sevanje), **veter_max** (jakost maksimalnega vetra), **veter_termin** (jakost termenskega vetra). Z **rr** pa so označene izmerjene padavine, ki so vključene le kot 24-urne akumulacije. Pri ozonu se v statističnih modelih pojavlja še spremenljivka **O₃_cluster**, ki je kar povprečni dnevni maksimum ozona v skupini trajektorij. Opozorimo naj morebitno v oči vpadajočo ime spremenljivke **veter_max_max**, ki izhaja iz postopka poimenovanja, pomeni pa maksimalno dnevno vrednost (za včerajšnji dan) polurne jakosti vetra, izražene s polurnimi maksimalnimi vrednostmi.

3.3 Napovedi modela ECMWF

V obravnavo so bile vključene napovedi ECMWF modela za Novo Gorico, Portorož, Ljubljano, Mursko Soboto, Brnik, Celje in Novo mesto, in sicer za celotno obdobje, ko so na voljo trajektorije. S 1.2.2006 se je resolucija ECMWF modela spremenila, tako da modelske napovedi pred in po spremembi resolucije med seboj niso povsem konsistentne – to velja še posebej za vrednosti na modelskih nivojih blizu tal. V postopek izgradnje statističnih modelov so bile kljub temu vključene napovedi celotnega obdobja. Deloma je ta preskok omilila tudi stepwise regresija, ki v model vključuje spremenljivke, s katerimi je odvisna spremenljivka (ozon) najbolj povezana in to preko celotnega niza. Če je preskok v ločljivosti modela pomembno vplival na povezanost med določeno spremenljivko in dnevnim maksimumom ozona, tako pričakujemo, da v postopku stepwise regresije takšna spremenljivka ne bo vključena v statističen model.

V izgrajenih statističnih modelih nastopajo 24 urne napovedi, in sicer vedno zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne. Poskusno so bile v izgradnjo statističnih modelov za napovedovanje ozona vključene tudi napovedi za druge ure tekočega dne (9, 15, 18 UTC), vendar so končni izračuni narejeni z 24h napovedmi za ob 12 UTC tekočega dne.

Imena spremenljivk ECMWF modelskih napovedi so ostala nespremenjena, ohranjena so torej originalna imena, ki se uporabljajo na ARSO (naprimer: m.t2m, m.tx, m.tn, m.td, ... in tudi: sinDOY, cosDOY).

4. POSTOPEK NAPOVEDOVANJA

V statistične modele, ki temeljijo na predhodnem razvrščanju trajektorij v skupine, je vključen vpliv potovanja zračnih mas v zadnjih 24 urah. Napovedovanje za vsako od obravnavanih merilnih mest po Sloveniji poteka v treh korakih:

- 1) Izračuna se 24 urna trajektorija s končno točko nad pripadajočim merilnim mestom ob 15 UTC. To ni nujno trajektorija za obravnavano merilno mesto, ker imamo trajektorije na voljo le za 5 merilnih mest, statistične modele pa smo pripravili za 8 merilnih mest. V primerih, ko trajektorij za neko merilno mesto nimamo, vzamemo kar trajektorije za Krvavec na 850 hPa.**
- 2) Poišče se njej najbližja težiščna trajektorija. S tem se določi skupino najbolj podobnih trajektorij in na osnovi analiz ozona te skupine se postavi prva ocena tveganja za visoke koncentracije ozona na tem merilnem mestu.**

Razdalje med trajektorijami se računajo evklidsko:

$$d = \sqrt{\sum_{i=1}^9 \left((\varphi'_i - \varphi'_{i0})^2 + (\lambda_i - \lambda_{i0})^2 \right)},$$

pri čemer so φ'_{i0} preslikane geografske širine točk na težiščnih trajektorijah, φ'_i pa preslikane geografske širine točk na dnevnih trajektorijah. λ_{i0} in λ_i so geografske dolžine točk na težiščnih oziroma dnevnih trajektorijah. V izračun razdalje je vključenih 9 točk – točke vsake 3 ure na 24 urnih trajektorijah. Pred računanjem razdalje med dnevno trajektorijo in težiščnimi trajektorijami, je potrebno geografske širine točk na trajektorijami sledeče preslikati:

$$\varphi'_i = \varphi_i \cdot \cos\varphi_0 ; \quad \varphi'_{i0} = \varphi_{i0} \cdot \cos\varphi_0 ,$$

s čimer se doseže enakovreden vpliv premikov v smeri S-J in v smeri V-Z. Geografske koordinate končnih točk trajektorij (λ_0 in φ_0 – ta se uporabi pri preslikavi) so zbrane v Tabeli 1:

Tabela 1: Geografske koordinate končnih točk trajektorij.

	Geogr. dolžina	Geogr. širina
Koper	13.74	45.55
Nova Gorica	13.66	45.96
Otlica	13.92	45.93
Krvavec	14.54	46.30
Iskrba	13.92	45.93

- 3) Z regresijsko enačbo se napove dnevni maksimum ozona. V regresijskih enačbah je poleg meritev ekoloških in meteoroloških parametrov ter ECMWF modelskih napovedi uporabljena tudi povprečna koncentracija skupine, v katero je bila uvrščena dnevna trajektorija.

Regresijske enačbe se od merilnega mesta do merilnega mesta razlikujejo. V njih nastopa različno število različnih neodvisnih prediktorjev, odvisno kateri prediktorji so bili izbrani v postopku stepwise regresije.

5. REZULTATI

V nadaljevanju so za vsako od merilnih mest zapisane dodatne informacije o podatkih iz katerih je bil za to merilno mesto izgrajen statističen model. Prikazana je razvrstitev trajektorij, izbrana za uporabo v statističnem modelu, skupaj z najosnovnejšo analizo skupin trajektorij (podatki o povprečnem ozonu, standardni deviaciji ozona v skupini, številom trajektorij in številom »onesnaženih« trajektorij v skupini).

Sledijo statistični modeli za napovedovanje dnevnih maksimumov ozona za dan vnaprej. Vedno je najprej prikazan **osnovni model** za napovedovanje, narejen za vse skupine trajektorij iz vseh podatkov. Sledi **model brez jutranjih meritev**, za katerega bi bilo primerno da se vključi kadar jutranje meritve tekočega dne niso na voljo, nato **model brez meritev**, ki se vključi kadar niti meritev prejšnjega dni ni na voljo. Kot zadnji je zapisan še **model za izbrane skupine**, pri čemer so »izbrane skupine« tiste, v katerih pogosteje prihaja do najvišjih dnevnih maksimumov ozona (kot mera je bilo vzeto število dni v skupini z dnevnim maksimumom nad $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$), ali pa so povprečne vrednosti dnevnih maksimumov ozona statistično značilno višje kot v ostalih skupinah.

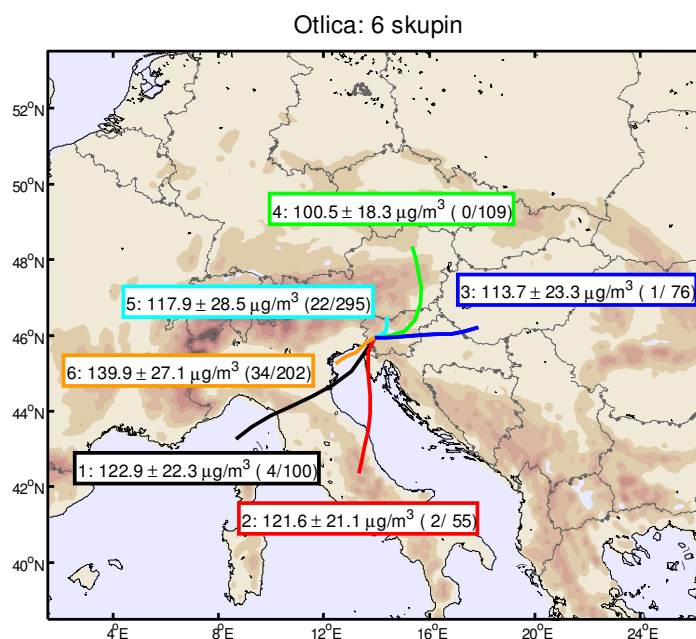
Posebej naj opozorimo na razsevne grafikone, ki za vsako od postaj prikazujejo primerjavo med izmerjenimi in dnevnimi maksimumi ozona izračunanimi po osnovnem modelu in modelu za izbrane skupine. Ti grafikonu potrjujejo dejstvo, da je s statističnim modelom težko predvideti izjemne dogodke kot so dnevni maksimumi nad zakonsko dovoljenimi vrednostmi, kar je seveda glavna potreba pri napovedovanju. Je pa uspešnost statističnih napovedi pri najvišjih vrednostih ozona odvisna tudi od postaje do postaje, kar se iz primerjave teh razsevnih grafikonov dobro vidi.

Opozorimo naj tudi, da razsevni grafikonu kažejo, da so modeli za izbrane skupine na nekaterih merilnih mestih bolj, na drugih pa morda celo manj uspešni od osnovnega modela pri napovedovanju najvišjih vrednosti ozona. Tudi tega se je potrebno zavedati pri uporabi statističnih napovedi.

5.1 Regresijski model za OTLICO

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških (razen ozona) spremenljivk v **Novi Gorici**,
- ✓ meritve ozona na **Otlici**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin v **Biljah pri Novi Gorici**,
- ✓ 2D trajektorije na 925 hPa ploskvi s končno točko nad **Otlico**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Novo Gorico** (synop postaja 14106) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.1: Razvrstitev trajektorij za Otlico v 6 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a: b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.1: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Otlico za vsako od 6 skupin.

1	2	3	4	5	6
13.9200	13.9200	13.9200	13.9200	13.9200	13.9200
13.5268	13.6853	14.3852	14.5045	13.9979	13.5854
13.0344	13.6823	14.9072	15.0503	14.1588	13.3745
12.3447	13.7406	15.3901	15.4450	14.3211	13.2054
11.5657	13.7463	15.8617	15.6673	14.3914	13.0406
10.7553	13.6683	16.3226	15.6826	14.3885	12.8784
9.9669	13.5469	16.8244	15.6071	14.3780	12.7324
9.2656	13.4407	17.3711	15.4972	14.4042	12.6021
8.6756	13.3393	17.8379	15.3261	14.4653	12.4612

Tabela 5.2: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Otlico za vsako od 6 skupin.

1	2	3	4	5	6
45.9300	45.9300	45.9300	45.9300	45.9300	45.9300
45.5394	45.5634	45.9479	45.9892	45.9568	45.7935
45.0465	44.9798	45.9653	46.1042	45.9952	45.6448
44.6889	44.4172	45.9923	46.4023	46.0744	45.5483
44.4008	43.9327	46.0241	46.8291	46.1903	45.4864
44.1264	43.4936	46.0368	47.2677	46.3038	45.4391
43.8643	43.0780	46.0421	47.6651	46.3872	45.3933
43.5790	42.6972	46.0988	48.0205	46.4419	45.3345
43.2604	42.3594	46.2188	48.3414	46.4814	45.2428

Tabela 5.3: Povprečna koncentracija ozona v Otlici, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in število vseh analiziranih dni za vsako od 6 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6
Povprečni maksimum	122.8835	121.5755	113.7234	100.4711	117.8872	139.8897
Standardna deviacija	22.2550	21.1249	23.2620	18.2987	28.5456	27.0829
Število max nad mejo	4	2	1	0	22	34
Število analiziranih dni	100	55	76	109	295	202

OSNOVNI MODEL (RMSE=15.09 , Adj. R2= 0.694):

-724.63364 + 0.46053 O3_cluster + 0.40436 NO2_7 -0.12292 NOx_7 + 0.10515 PM10_21 - 2.51912 T_7 -0.58430 T_12 -0.00909 ss_glob_max -0.08423 ss_glob_min -0.17469 q_7 - 0.42943 q_ave -0.02515 p_15 + 0.68779 p_max -0.02966 veter_max_7 + 0.03872 veter_termin_max + 8.73140 m.t2m -3.91182 m.td + 1.42303 m.ffx -1.12952 m.hcc -0.02764 m.ssrad -0.81525 m.swi + 1.34661 m.rh1000 + 298.23015 m.w1000 -91.01509 m.w925 - 0.65521 m.ff700 -0.06436 m.rh300 + 10.40918 sinDOY

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=15.59, Adj. R2=0.674):

1332.01395 + 0.43029 O3_cluster + 0.11854 PM10_21 -0.96762 T_15 -0.94003 T_21 - 0.10934 ss_glob_min -0.54156 q_ave + 1.02568 p_max + 0.03816 veter_termin_max + 5.08255 m.t2m -4.62652 m.td + 0.99584 m.ffx -0.75530 m.hcc -0.88606 m.swi -3.39271 m.msl + 1.18810 m.rh1000 + 269.26791 m.w1000 -75.96540 m.w925 -0.78394 m.ff700 + 0.35279 m.z700 -0.06007 m.rh300 + 9.36098 sinDOY + 13.14652 cosDOY

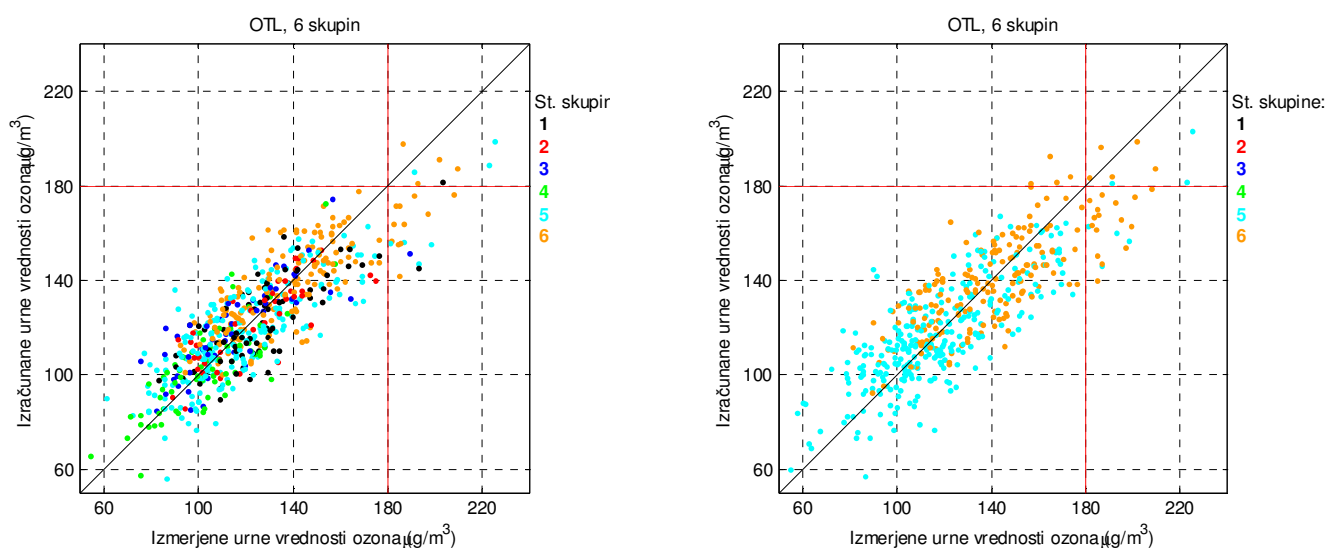
MODEL BREZ MERITEV (RMSE=16.82, Adj. R2=0.650):

-647.79078 + 0.50978 O3_cluster + 7.90617 m.t2m -7.11259 m.td -1.13238 m.mcc -1.27291 m.swi -0.01582 m.sl + 2.42003 m.t1000 + 1.44077 m.z1000 + 1.49372 m.rh1000 + 319.77987

m.w1000 -101.00424 m.w925 -2.86376 m.z850 + 1.51132 m.z700 -0.24327 m.ff500 -0.07580
m.rh300 + 12.92626 sinDOY + 20.78059 cosDOY

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (Skupine 5, 6):

-29.03912 + 0.45424 O3_cluster + 12.21743 m.t2m -8.10171 m.td + 1.78090 m.ffx -1.84765
m.mcc -0.03256 m.ssrad -1.77252 m.swi + 1.69385 m.z1000 + 1.75181 m.rh1000 +
280.76640 m.w1000 -56.72834 m.w925 -2.93167 m.z850 -0.73791 m.ff700 + 1.31363
m.z700 -0.10127 m.rh300 + 13.80539 sinDOY + 24.28891 cosDOY

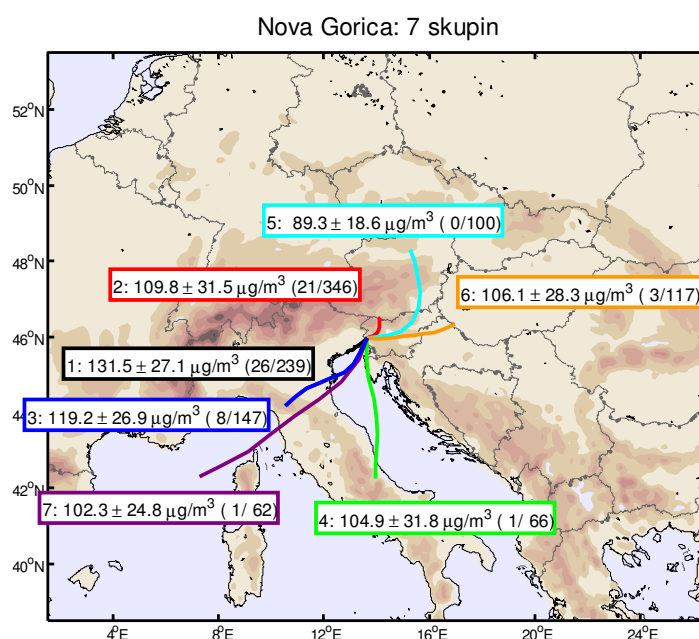


Slika 5.2: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevnih 1h gostot ozona za merilno mesto Otlica. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.2 Regresijski model za NOVO GORICO

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk v **Novi Gorici**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin v **Biljah pri Novi Gorici**,
- ✓ 2D trajektorije na 925 hPa ploskvi s končno točko nad **Novo Gorico**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Novo Gorico** (synop postaja 14106) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.3: Razvrstitev trajektorij za Novo Gorico v 7 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a \pm b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.4: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Novo Gorico za vsako od 7 skupin.

1	2	3	4	5	6	7
13.6600	13.6600	13.6600	13.6600	13.6600	13.6600	13.6600
13.4258	13.7139	13.4135	13.5937	14.4121	14.0663	13.3202
13.2690	13.8471	13.1252	13.6966	14.9273	14.5427	12.6727
13.1612	14.0327	12.7614	13.8835	15.3427	15.0186	11.7916
13.0667	14.1200	12.3225	14.0037	15.5959	15.4306	10.8844
12.9885	14.1218	11.8376	14.0237	15.6483	15.8000	10.0097
12.9491	14.1035	11.3504	13.9904	15.5620	16.1808	9.1105
12.9197	14.1070	10.9197	13.9788	15.4358	16.5900	8.1467
12.8536	14.1415	10.5504	13.9743	15.2586	16.9625	7.2875

Tabela 5.5: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Novo Gorico za vsako od 7 skupin.

	1	2	3	4	5	6	7
	45.9600	45.9600	45.9600	45.9600	45.9600	45.9600	45.9600
	45.8463	45.9871	45.6106	45.5321	46.0420	45.9456	45.3884
	45.7419	46.0119	45.2792	44.9421	46.1404	45.9628	44.8152
	45.6853	46.0993	45.0628	44.3593	46.3778	46.0079	44.3373
	45.6549	46.2243	44.9203	43.8534	46.7456	46.0451	43.8878
	45.6371	46.3371	44.7926	43.4062	47.1842	46.0742	43.4251
	45.6291	46.4205	44.6347	42.9907	47.6059	46.1183	42.9752
	45.6070	46.4791	44.4221	42.6091	47.9750	46.2081	42.6008
	45.5481	46.5113	44.1624	42.2625	48.2946	46.3420	42.3132

Tabela 5.6: Povprečna koncentracija ozona v Novi Gorici, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in število vseh analiziranih dni za vsako od 7 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6	7
Povprečni maksimum	131.5158	109.8295	119.2399	104.9492	89.3064	106.0665	102.2806
Standardna deviacija	27.0614	31.5480	26.9369	31.8407	18.6277	28.2560	24.7950
Število max nad mejo	26	21	8	1	0	3	1
Število analiziranih dni	239	346	147	66	100	117	62

OSNOVNI MODEL (RMSE=14.49, Adj.R2=0.738):

-36.56424 + 0.29092 O3_cluster + 0.47688 O3_max + 0.40902 NOx_min -1.03233 T_7 - 2.36359 T_12 + 0.01645 ss_glob_7 -0.02446 ss_dif_ave -0.12367 q_7 -0.35971 q_12 + 0.08472 p_12 -0.00949 p_min -0.01720 veter_max_18 -0.04071 veter_max_ave + 0.03421 veter_termin_max + 4.41292 m.tx -1.34572 m.mcc -0.85564 m.hcc -5.72074 m.t1000 + 0.18930 m.rh1000 + 192.56126 m.w1000 + 6.64923 m.t925 + 0.21072 m.rh850 -37.00305 m.w850 -0.52065 m.ff700 -0.06709 m.rh700 -0.07658 m.rh300 + 6.32751 sinDOY

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=15.67, Adj.R2=0.733):

-267.35507 + 0.29606 O3_cluster + 0.48808 O3_max + 0.44568 NOx_min -2.71074 T_ave - 0.02431 ss_dif_ave -0.42236 q_ave + 0.32362 p_max -0.05563 veter_max_ave + 0.03854 veter_termin_max + 2.50600 m.tn -0.93898 m.nn -1.15356 m.lcc + 0.01950 m.ssrاد -0.52528 m.swi -5.07738 m.t1000 + 216.33858 m.w1000 + 7.04116 m.t925 -40.52514 m.w850 - 0.52857 m.ff700 + 4.67319 sinDOY

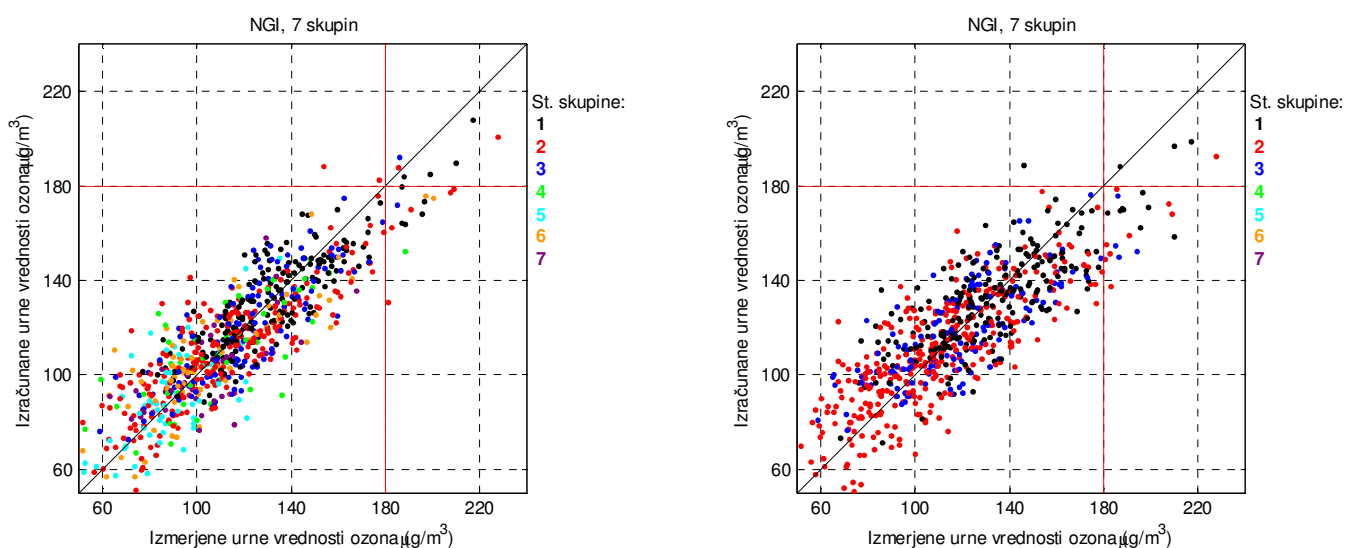
MODEL BREZ MERITEV (RMSE=16.51, Adj.R2=0.72):

4286.98511 + 0.34299 O3_cluster + 0.06110 O3_18 + 0.28032 O3_max + 3.89412 m.t2m + 2.75789 m.tn -2.61223 m.td -0.54192 m.nn + 0.01798 m.ssrاد + 22.02923 m.txAdi -0.65021 m.swi -6.09146 m.msl -7.05951 m.t1000 + 0.44867 m.rh1000 + 222.38670 m.w1000 +

$4.07536 m.t925 - 27.32413 m.t850 - 34.03041 m.w850 - 0.52134 m.ff700 + 0.53090 m.z700 + 21.89810 m.w500 - 0.04612 m.rh300 + 6.47054 \sin DOY + 11.09063 \cos DOY$

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (Skupine 1,2,3):

$-147.98724 + 0.33731 O3_cluster + 10.78401 m.t2m + 3.42422 m.tn - 5.69448 m.td - 1.93974 m.mcc - 0.92636 m.hcc + 1.25354 m.ta - 9.63878 m.t1000 + 1.09468 m.rh1000 + 249.73966 m.w1000 + 4.80716 m.t925 + 0.77473 m.rh850 - 51.90585 m.w850 - 0.40446 m.ff700 + 30.10923 m.w500 - 0.07634 m.rh300 + 11.82204 \sin DOY + 12.95793 \cos DOY$

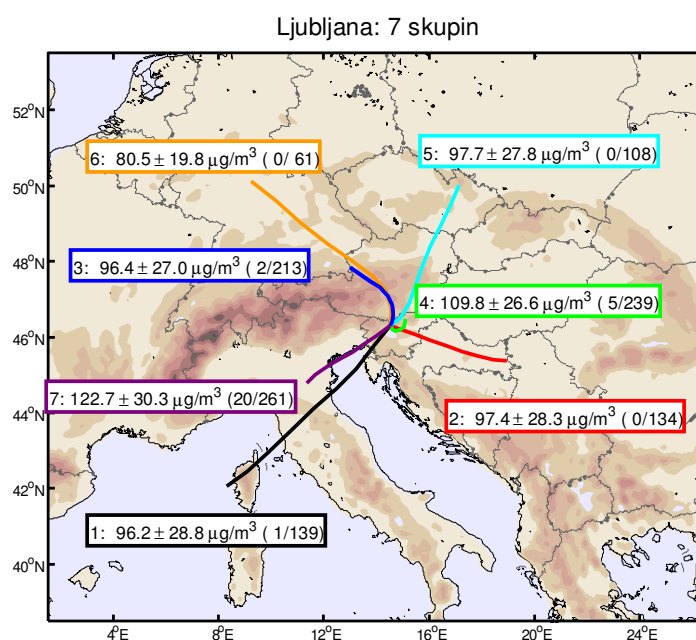


Slika 5.4: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevni 1h gostot ozona za merilno mesto **Nova Gorica**. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.3 Regresijski model za LJUBLJANO

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk v **Ljubljani**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin v **Ljubljani**,
- ✓ 2D trajektorije na 850 hPa ploskvi s končno točko nad **Krvavec**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Ljubljano** (synop postaja 14015) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.5: Razvrstitev trajektorij za Krvavec v 7 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a: b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.7: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 7 skupin.

1	2	3	4	5	6	7
14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400
13.8936	14.8902	14.6027	14.5882	14.9081	14.5792	13.9921
13.2285	15.4288	14.6395	14.7220	15.2489	14.3490	13.4812
12.4699	16.0584	14.5975	14.8863	15.4874	13.8185	13.0695
11.6189	16.6763	14.4262	14.9999	15.7215	13.0602	12.6768
10.7566	17.2587	14.1446	15.0505	16.0339	12.1305	12.3172
9.9098	17.8564	13.7906	15.0755	16.4300	11.1434	11.9855
9.0763	18.4513	13.4172	15.0893	16.8277	10.1856	11.6575
8.2906	18.9680	13.0217	15.0799	17.1565	9.2325	11.3402

Tabela 5.8: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 7 skupin.

	1	2	3	4	5	6	7
	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000
	45.7757	46.2048	46.4158	46.2025	46.5042	46.7415	46.0339
	45.1525	46.0836	46.6052	46.1621	46.8806	47.2364	45.7959
	44.6344	45.9210	46.8533	46.1800	47.3563	47.6410	45.6044
	44.1141	45.7716	47.1021	46.2261	47.8655	48.0254	45.4428
	43.5403	45.6269	47.3049	46.2870	48.4006	48.4769	45.2993
	42.9574	45.4892	47.4681	46.3551	48.9465	49.0103	45.1610
	42.4541	45.4053	47.6323	46.4232	49.4947	49.5928	44.9930
	42.0590	45.3757	47.8215	46.4676	50.0063	50.1134	44.7765

Tabela 5.9: Povprečna koncentracija ozona v Ljubljani, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad 165 µg/m³ in število vseh analiziranih dni za vsako od 7 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6	7
Povprečni maksimum	96.1876	97.4354	96.3828	109.8490	97.6579	80.5164	122.7080
Standardna deviacija	28.7742	28.3254	26.9686	26.6011	27.8276	19.8061	30.2524
Število max nad mejo	1	0	2	5	0	0	20
Število analiziranih dni	139	134	213	239	108	61	261

OSNOVNI MODEL (RMSE=15.33, Adj.R2=0.722):

-14.81056 + 0.47611 O3_cluster + 0.12896 O3_18 + 0.33161 O3_max -0.12234 NO2_7 + 0.25010 NO2_ave + 0.12101 PM10_21 -0.79317 T_max + 0.02509 ss_glob_7 -0.01795 veter_max_12 + 0.01406 veter_max_18 -0.02595 veter_max_min + 1.83192 m.t2m -0.73910 m.mcc + 0.02329 m.ssrad + 0.43107 m.rh1000 -0.47521 m.rh925 -84.58067 m.w850 - 0.30194 m.ff500 -0.07615 m.rh500 -0.06788 m.rh300 + 7.58028 sinDOY

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=15.59, Adj.R2=0.716):

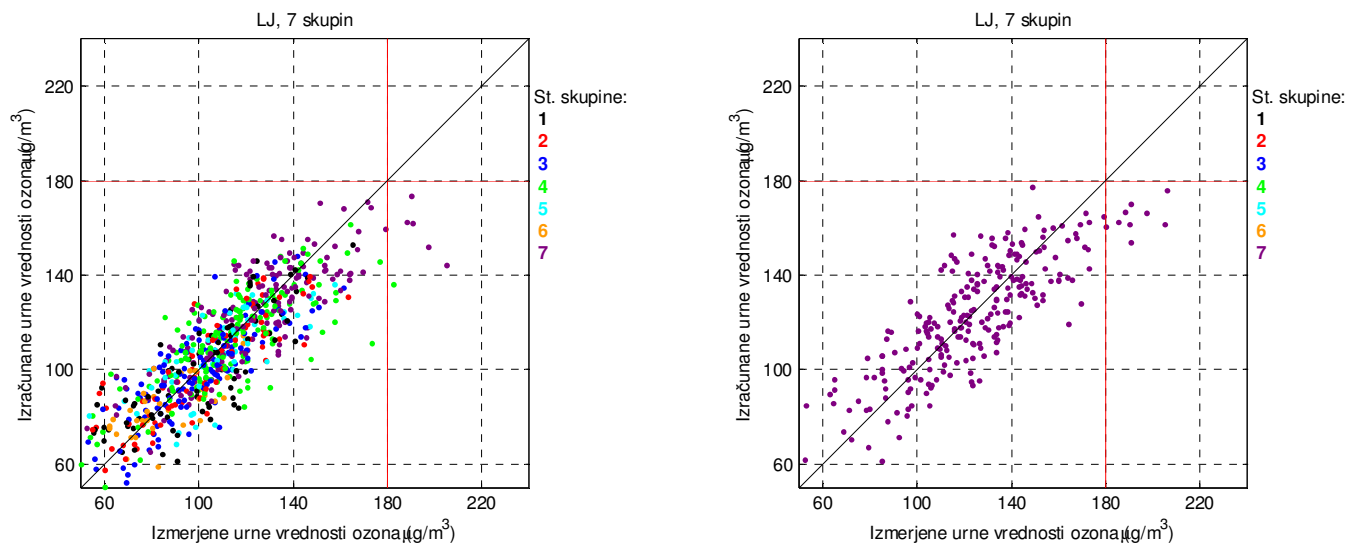
-13.50559 + 0.48284 O3_cluster + 0.42535 O3_max + 0.14013 NO2_ave + 0.12053 PM10_21 -0.85817 T_max + 0.01927 ss_glob_18 -0.01608 veter_max_12 -0.02667 veter_max_min + 0.01591 veter_termin_18 + 3.41354 m.t2m + 0.02867 m.ssrad -1.48718 m.t1000 + 0.55698 m.rh1000 -0.63254 m.rh925 -88.42471 m.w850 -0.25881 m.ff500 -0.08534 m.rh500 - 0.06276 m.rh300 + 8.19452 sinDOY

MODEL BREZ MERITEV (RMSE=15.65, Adj.R2=0.723):

-640.53813 + 0.42554 O3_cluster -0.06878 O3_12 + 0.40657 O3_max + 1.79597 m.tn - 1.91527 m.ffx + 0.02581 m.ssrad -0.02034 m.sl + 2.87750 m.ff1000 + 0.85239 m.z1000 - 1.35217 m.z925 -0.33237 m.rh925 -65.83372 m.w850 + 0.54378 m.z700 -0.13682 m.rh700 - 0.21148 m.ff500 -0.06471 m.rh500 -0.05764 m.rh300 + 9.36582 sinDOY

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (7. Skupina):

$$121.33372 + 0.04562 \text{ m.ssrad} + 0.02326 \text{ m.cape} - 0.70605 \text{ m.rh925} - 59.01772 \text{ m.w500}$$

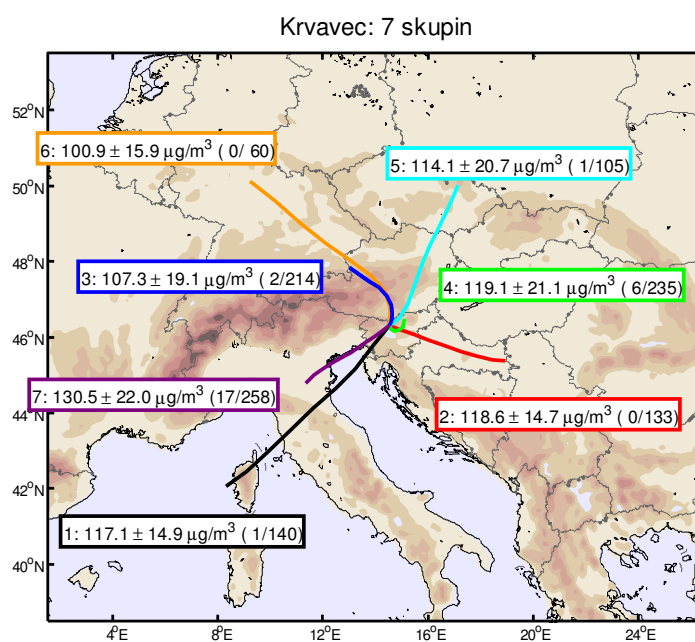


Slika 5.6: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevni 1h gostot ozona za merilno mesto **Ljubljana**. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.4 Regresijski model za KRVAVEC

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk na **Krvavcu**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin na **Krvavcu**,
- ✓ 2D trajektorije na 850 hPa ploskvi s končno točko nad **Krvavec**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Brnik** (synop postaja 14014) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.7: Razvrstitev trajektorij za Krvavec v 7 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a: b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.10: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 7 skupin.

1	2	3	4	5	6	7
14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400
13.8936	14.8902	14.6027	14.5882	14.9081	14.5792	13.9921
13.2285	15.4288	14.6395	14.7220	15.2489	14.3490	13.4812
12.4699	16.0584	14.5975	14.8863	15.4874	13.8185	13.0695
11.6189	16.6763	14.4262	14.9999	15.7215	13.0602	12.6768
10.7566	17.2587	14.1446	15.0505	16.0339	12.1305	12.3172
9.9098	17.8564	13.7906	15.0755	16.4300	11.1434	11.9855
9.0763	18.4513	13.4172	15.0893	16.8277	10.1856	11.6575
8.2906	18.9680	13.0217	15.0799	17.1565	9.2325	11.3402

Tabela 5.11: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 7 skupin.

	1	2	3	4	5	6	7
	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000
	45.7757	46.2048	46.4158	46.2025	46.5042	46.7415	46.0339
	45.1525	46.0836	46.6052	46.1621	46.8806	47.2364	45.7959
	44.6344	45.9210	46.8533	46.1800	47.3563	47.6410	45.6044
	44.1141	45.7716	47.1021	46.2261	47.8655	48.0254	45.4428
	43.5403	45.6269	47.3049	46.2870	48.4006	48.4769	45.2993
	42.9574	45.4892	47.4681	46.3551	48.9465	49.0103	45.1610
	42.4541	45.4053	47.6323	46.4232	49.4947	49.5928	44.9930
	42.0590	45.3757	47.8215	46.4676	50.0063	50.1134	44.7765

Tabela 5.12: Povprečna koncentracija ozona na Krvavcu, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in število vseh analiziranih dni za vsako od 7 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6	7
Povprečni maksimum	96.1876	97.4354	96.3828	109.8490	97.6579	80.5164	122.7080
Standardna deviacija	28.7742	28.3254	26.9686	26.6011	27.8276	19.8061	30.2524
Število max nad mejo	1	0	2	5	0	0	20
Število analiziranih dni	139	134	213	239	108	61	261

OSNOVNI MODEL (RMSE=10.49, Adj.R2=0.747):

$-57.47161 + 0.39395 \text{ O3_cluster} + 0.48349 \text{ O3_7} - 0.13429 \text{ O3_12} + 0.13515 \text{ O3_15} + 0.15116 \text{ O3_18} - 0.06739 \text{ rr} + 3.34694 \text{ m.tx} - 2.34913 \text{ m.td} - 0.37810 \text{ m.ffx} - 0.34537 \text{ m.hcc} + 0.46476 \text{ m.rh1000} + 53.36159 \text{ m.w925} - 0.02898 \text{ m.rh300} + 15.44058 \text{ m.w300} + 5.65341 \text{ sinDOY} + 5.34184 \text{ cosDOY}$

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=11.7, Adj.R2=0.684):

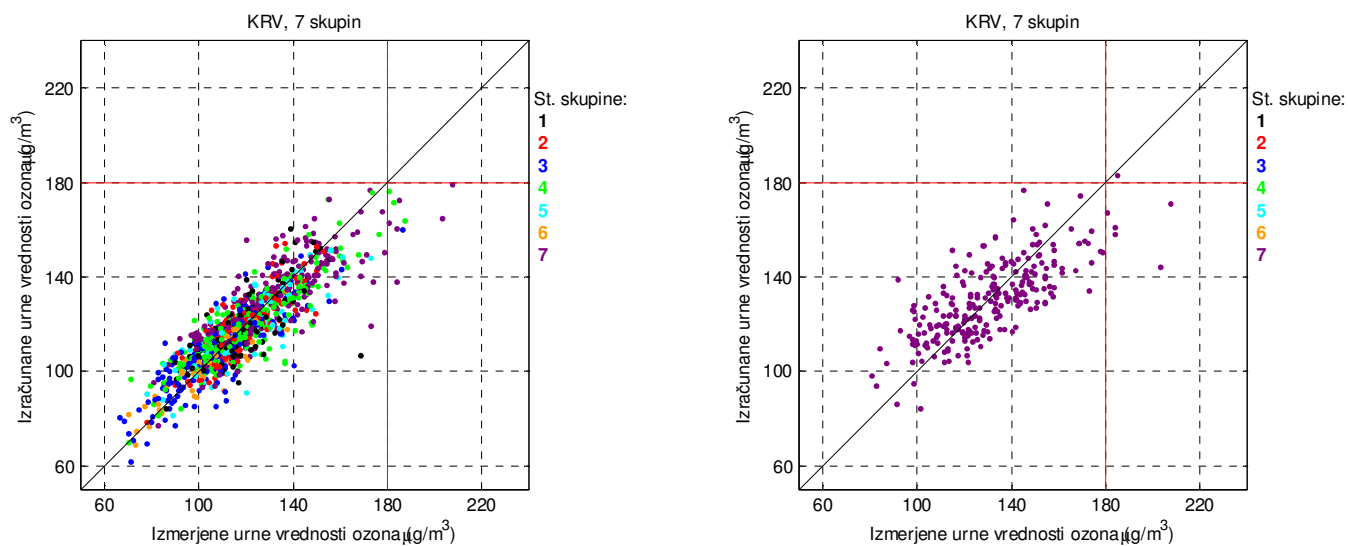
$-48.17018 + 0.48272 \text{ O3_cluster} - 0.09678 \text{ O3_12} + 0.15054 \text{ O3_15} + 0.13307 \text{ O3_18} + 0.25311 \text{ O3_21} + 2.10382 \text{ m.t2m} + 1.86185 \text{ m.tn} - 2.51398 \text{ m.td} - 0.97693 \text{ m.ffx} + 0.92117 \text{ m.rr} + 0.46861 \text{ m.rh1000} + 54.72128 \text{ m.w925} + 0.46894 \text{ m.ff850} - 0.05465 \text{ m.rh700} - 0.13114 \text{ m.ff300} + 7.40814 \text{ sinDOY} + 9.25533 \text{ cosDOY}$

MODEL BREZ MERITEV (RMSE=10.5, Adj.R2=0.746):

$-54.34490 + 0.40471 \text{ O3_cluster} + 0.49366 \text{ O3_7} - 0.14275 \text{ O3_12} + 0.13535 \text{ O3_15} + 0.15048 \text{ O3_18} + 3.23145 \text{ m.tx} - 2.17635 \text{ m.td} - 0.34889 \text{ m.ffx} - 0.36053 \text{ m.hcc} + 0.48044 \text{ m.rh1000} + 59.15145 \text{ m.w925} - 0.07077 \text{ m.rh850} - 0.02893 \text{ m.rh300} + 5.85641 \text{ sinDOY} + 5.63341 \text{ cosDOY}$

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (7. skupina):

$$24.58146 + 5.69070 \text{ m.t2m} - 3.76380 \text{ m.td} + 0.62162 \text{ m.rh1000} + 118.24377 \text{ m.w500} - 0.30752 \text{ m.ff300} - 0.09784 \text{ m.rh300} + 11.49987 \text{ sinDOY}$$

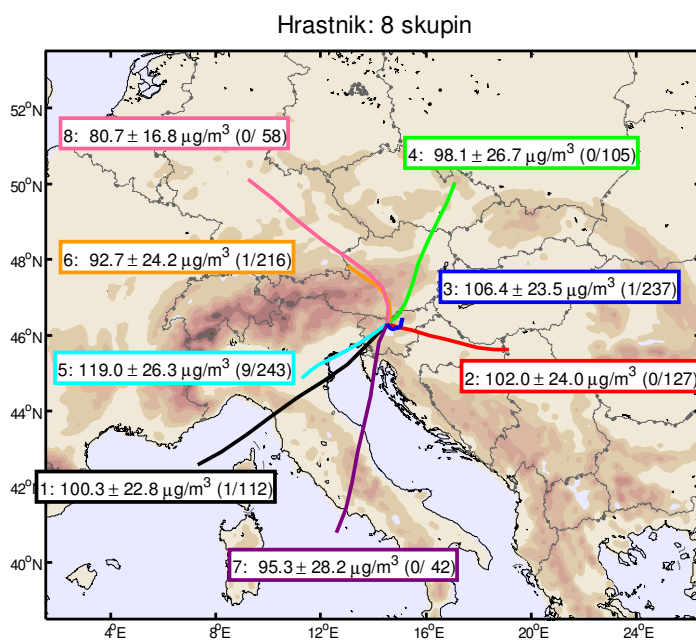


Slika 5.8: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevnih 1h gostot ozona za merilno mesto **Krvavec**. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.5 Regresijski model za HRASTNIK

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk v **Hrastniku**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin na **Kumu**,
- ✓ 2D trajektorije na 850 hPa ploskvi s končno točko nad **Krvavec**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Celje** (synop postaja 14023) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.9: Razvrstitev trajektorij za Krvavec v 8 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a: b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.13: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 8 skupin.

1	2	3	4	5	6	7	8
14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400
13.8082	14.9061	14.5864	14.9059	13.9940	14.6027	14.2170	14.5792
13.0114	15.4609	14.7194	15.2430	13.4801	14.6395	14.0472	14.3490
12.1081	16.1070	14.8836	15.4772	13.0604	14.5975	13.9053	13.8185
11.1309	16.7420	14.9976	15.7080	12.6594	14.4262	13.6587	13.0602
10.1476	17.3409	15.0501	16.0165	12.2911	14.1446	13.3962	12.1305
9.1626	17.9609	15.0777	16.4069	11.9524	13.7906	13.1717	11.1434
8.1961	18.5872	15.0940	16.7973	11.6171	13.4172	12.9245	10.1856
7.3164	19.1452	15.0866	17.1178	11.2907	13.0217	12.5940	9.2325

Tabela 5.14: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 8 skupin.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000
	45.7965	46.2197	46.2013	46.5035	46.0345	46.4158	45.8113	46.7415
	45.2341	46.1261	46.1595	46.8793	45.8013	46.6052	45.1126	47.2364
	44.7944	45.9993	46.1752	47.3560	45.6190	46.8533	44.3994	47.6410
	44.3588	45.8889	46.2192	47.8675	45.4682	47.1021	43.6566	48.0254
	43.8658	45.7808	46.2787	48.4067	45.3375	47.3049	42.8823	48.4769
	43.3539	45.6759	46.3462	48.9577	45.2158	47.4681	42.1130	49.0103
	42.9124	45.6242	46.4140	49.5108	45.0679	47.6323	41.3968	49.5928
	42.5717	45.6244	46.4579	50.0287	44.8678	47.8215	40.7866	50.1134

Tabela 5.15: Povprečna koncentracija ozona v Hrastniku, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in število vseh analiziranih dni za vsako od 8 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Povprečni maksimum	100.3442	102.0413	106.3812	98.1311	118.9643	92.6982	95.3302	80.7280
Standardna deviacija	22.8051	24.0096	23.5434	26.7262	26.3142	24.1951	28.1715	16.7535
Število max nad mejo	1	0	1	0	9	1	0	0
Število analiziranih dni	112	127	237	105	243	216	42	58

OSNOVNI MODEL (RMSE=13.95, Adj.R2=0.716):

$-373.42034 + 0.27475 \text{ O3_cluster} + 0.05074 \text{ O3_7} + 0.40468 \text{ O3_max} + 0.06241 \text{ SO2_12} - 1.17987 \text{ T_12} + 0.02942 \text{ ss_glob_7} - 0.16609 \text{ q_12} + 0.42985 \text{ p_min} + 2.10491 \text{ m.t2m} - 2.35239 \text{ m.tx} + 2.05818 \text{ m.tn} - 0.55713 \text{ m.td} + 2.87210 \text{ m.rr} - 0.56640 \text{ m.mcc} - 0.56669 \text{ m.hcc} - 0.00959 \text{ m.sl} + 2.35199 \text{ m.t925} - 0.54165 \text{ m.ff700} - 0.11573 \text{ m.rh700} - 0.19608 \text{ m.ff500} - 0.07460 \text{ m.rh500} - 0.04840 \text{ m.rh300} + 4.12495 \text{ sinDOY} + 7.47683 \text{ cosDOY}$

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=14.08, Adj.R2=0.710):

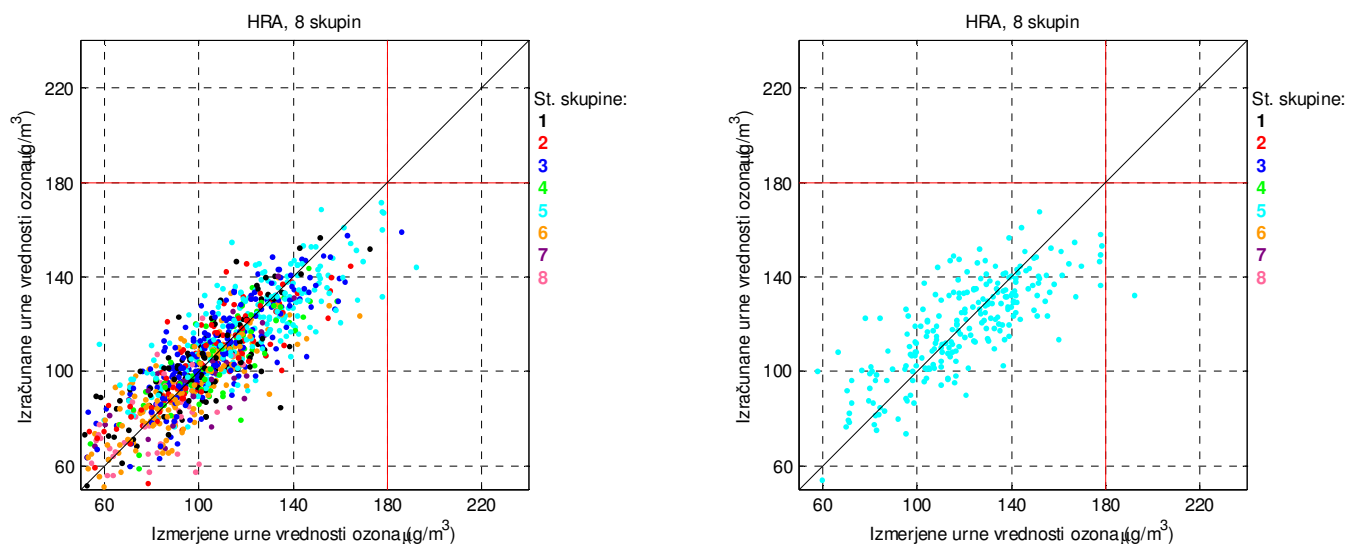
$-328.87763 + 0.30278 \text{ O3_cluster} + 0.43659 \text{ O3_max} + 0.06672 \text{ SO2_12} - 1.30829 \text{ T_12} - 0.16800 \text{ q_12} + 0.35929 \text{ p_min} + 1.78715 \text{ m.tn} - 0.86529 \text{ m.td} - 0.62485 \text{ m.nn} + 2.55976 \text{ m.rr} + 0.26813 \text{ m.Kind} + 2.17064 \text{ m.t925} - 1.46647 \text{ m.t700} - 0.49263 \text{ m.ff700} - 0.22700 \text{ m.rh700} - 0.20692 \text{ m.ff500} - 0.08054 \text{ m.rh500} + 5.58811 \text{ sinDOY}$

MODEL BREZ MERITEV (RMSE=14.3, Adj.R2=0.704):

$-72.82293 + 0.35576 \text{ O3_cluster} + 0.07163 \text{ O3_18} - 0.04748 \text{ O3_21} + 0.35546 \text{ O3_max} + 1.33309 \text{ m.tn} - 1.79155 \text{ m.td} + 5.97021 \text{ m.ff10} + 2.76311 \text{ m.rr} + 0.01559 \text{ m.ssr} - 6.63880 \text{ m.ff1000} - 0.40522 \text{ m.rh1000} + 3.10607 \text{ m.t925} + 0.62511 \text{ m.rh925} + 0.02589 \text{ m.z850} - 1.61978 \text{ m.t700} - 0.55444 \text{ m.ff700} - 0.15242 \text{ m.rh700} - 0.23587 \text{ m.ff500} - 0.07819 \text{ m.rh500} + 6.08484 \text{ sinDOY} + 8.06027 \text{ cosDOY}$

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (5. skupina):

$$112.98437 - 3.73863 \text{ m.t2m} + 4.98153 \text{ m.tn} + 1.28490 \text{ m.ffx} - 1.22054 \text{ m.hcc} + 0.04763 \text{ m.ssrad} - 0.62945 \text{ m.rh925} - 0.38265 \text{ m.ff300} - 0.10007 \text{ m.rh300} + 8.95928 \sin\text{DOY}$$

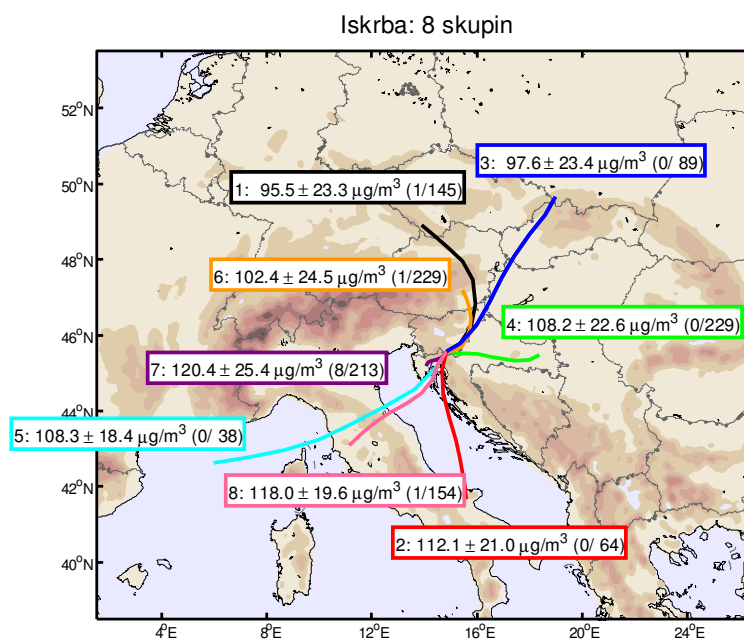


Slika 5.10: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevni 1h gostot ozona za merilno mesto **Hrastnik**. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.6 Regresijski model za ISKRBO

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk v **Iskrbi**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin v **Iskrbi**,
- ✓ 2D trajektorije na 925 hPa ploskvi s končno točko nad **Iskrbo**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Novo Mesto** (synop postaja 14121) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.11: Razvrstitev trajektorij za Iskrbo v 8 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a: b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.16: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Iskrbo za vsako od 8 skupin.

1	2	3	4	5	6	7	8
14.8600	14.8600	14.8600	14.8600	14.8600	14.8600	14.8600	14.8600
15.3361	14.6712	15.3832	15.2324	14.4045	15.1309	14.7314	14.5470
15.7769	14.7203	15.9685	15.6398	13.6224	15.3969	14.6242	14.2790
15.9517	14.9657	16.4736	16.0663	12.4358	15.6085	14.5304	13.8917
15.8335	15.1998	16.9320	16.5311	11.2361	15.7392	14.4213	13.3428
15.4351	15.3415	17.4187	16.9931	9.9832	15.7535	14.2979	12.7130
14.9324	15.4594	18.0016	17.4804	8.6479	15.6861	14.1906	12.1269
14.4242	15.5432	18.5818	17.9819	7.2797	15.5822	14.1227	11.6240
13.9054	15.5942	18.9995	18.3874	5.9611	15.4488	14.0774	11.1399

Tabela 5.17: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Iskrbo za vsako od 8 skupin.

	1	2	3	4	5	6	7	8
	45.5600	45.5600	45.5600	45.5600	45.5600	45.5600	45.5600	45.5600
	45.7561	45.1015	45.7857	45.5303	45.1145	45.5965	45.4833	45.2405
	46.2052	44.4555	46.2529	45.5162	44.5737	45.6981	45.4053	44.8203
	46.8322	43.7902	46.8751	45.4871	44.1066	45.8911	45.3621	44.4636
	47.4546	43.2378	47.5149	45.4342	43.6429	46.1584	45.3399	44.2017
	47.9445	42.7777	48.1043	45.3746	43.2405	46.4566	45.3232	43.9654
	48.2932	42.3603	48.6562	45.3285	42.9711	46.7454	45.2906	43.7003
	48.5997	41.9935	49.1764	45.3528	42.7600	46.9977	45.2415	43.4101
	48.9095	41.6720	49.6371	45.4716	42.6105	47.1869	45.1784	43.0945

Tabela 5.18: Povprečna koncentracija ozona v Iskrbi, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad 165 µg/m³ in število vseh analiziranih dni za vsako od 8 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6	7	8
Povprečni maksimum	95.5490	112.0831	97.5798	108.2365	108.3026	102.3657	120.3621	118.0371
Standardna deviacija	23.2932	20.9562	23.4307	22.6084	18.4312	24.4609	25.4348	19.6405
Število max nad mejo	1	0	0	0	0	1	8	1
Število analiziranih dni	145	64	89	229	38	229	213	154

OSNOVNI MODEL (RMSE=13.50, Adj.R2=0.687):

40.84692 + 0.18815 O3_cluster + 0.10111 O3_7 + 0.14383 O3_15 + 0.09487 O3_18 + 0.19620 O3_max - 0.07491 O3_min - 1.59494 T_7 + 0.03035 ss_glob_7 - 0.02297 ss_glob_ave - 0.01336 ss_dif_12 + 0.22801 ss_dif_min - 0.13462 q_12 - 0.04703 veter_max_ave - 0.17820 rr + 1.08230 m.t2m + 1.61608 m.tn - 0.50489 m.mcc + 0.34978 m.Kind - 107.30969 m.w1000 - 0.17433 m.rh700 - 0.03305 m.rh300 + 6.84173 sinDOY + 6.17486 cosDOY

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=13.59, Adj.R2=0.680):

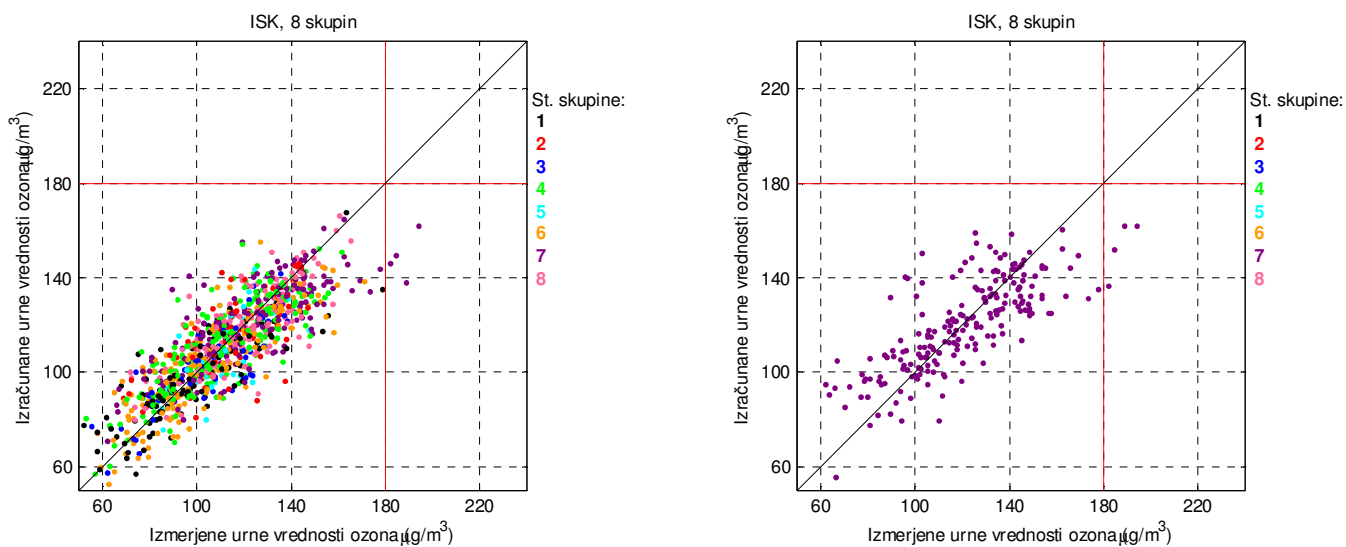
47.17514 + 0.18805 O3_cluster + 0.12980 O3_15 + 0.14503 O3_18 + 0.14088 O3_max + 1.29381 T_max - 2.64821 T_ave - 0.01443 ss_dif_12 + 0.24269 ss_dif_min - 0.16499 q_12 - 0.01293 veter_max_12 - 0.03413 veter_max_min - 0.18244 rr + 1.13490 m.t2m + 1.38455 m.tn + 0.82886 m.lcc - 0.56471 m.mcc + 0.29267 m.Kind - 60.50813 m.w925 - 0.25737 m.ff700 - 0.20771 m.rh700 - 0.04185 m.rh300 + 7.97864 sinDOY + 7.24886 cosDOY

MODEL BREZ MERITEV (RMSE=14.09, Adj.R2=0.670):

16.22176 + 0.24023 O3_cluster + 0.08169 O3_12 + 0.15370 O3_15 + 0.20739 O3_18 - 0.09652 O3_min + 2.55797 m.tn - 1.07665 m.td - 0.52028 m.nn + 0.00935 m.ssrad + 0.39330 m.Kind - 66.93040 m.w925 - 0.25201 m.ff700 - 0.18125 m.rh700 + 8.43497 sinDOY + 10.96369 cosDOY

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (7. skupina):

$$48.58045 + 3.48474 \text{ m.tn} + 0.03589 \text{ m.ssrad} - 473.00797 \text{ m.w1000} + 2.86011 \text{ m.ff925} - 1.23712 \text{ m.ff700} - 0.10498 \text{ m.rh500} + 57.70936 \text{ m.w500} - 0.10626 \text{ m.rh300} + 8.98120 \sin\text{DOY} + 23.19070 \cos\text{DOY}$$

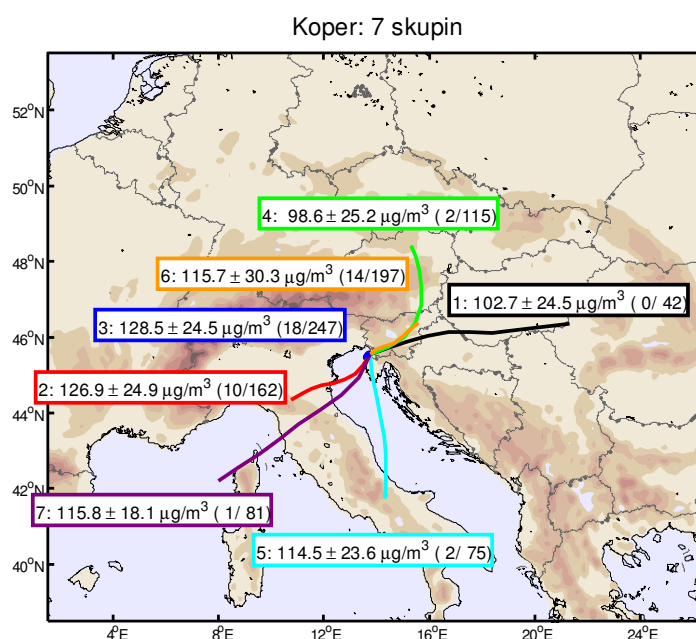


Slika 5.12: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevnih 1h gostot ozona za merilno mesto **Iskrba**. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.7 Regresijski model za KOPER

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk v **Kopru**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin v **Portorožu**,
- ✓ 2D trajektorije na 925 hPa ploskvi s končno točko nad **Koprom**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Portorož** (synop postaja 14105) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.13: Razvrstitev trajektorij za Koper v 7 skupin. Za vsako od skupin je v obliki $a: b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.19: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Koper za vsako od 7 skupin.

1	2	3	4	5	6	7
13.7400	13.7400	13.7400	13.7400	13.7400	13.7400	13.7400
14.4740	13.4769	13.5999	14.4770	13.8318	13.9725	13.3177
15.1864	13.1745	13.5478	15.0301	14.0051	14.3177	12.6443
15.9307	12.7996	13.5646	15.4515	14.1554	14.6551	11.8340
16.7221	12.3687	13.5830	15.6806	14.2729	14.8834	11.0464
17.5281	11.9313	13.5955	15.7074	14.3566	15.0291	10.3102
18.3962	11.5358	13.6396	15.6222	14.3708	15.1863	9.5470
19.2538	11.1740	13.6944	15.4961	14.3430	15.3919	8.7453
21.3155	10.7620	13.7252	15.3177	14.3009	15.5869	7.9835

Tabela 5.20: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Koper za vsako od 7 skupin.

	1	2	3	4	5	6	7
	45.5500	45.5500	45.5500	45.5500	45.5500	45.5500	45.5500
	45.7064	45.2580	45.5165	45.7522	45.0084	45.6670	44.9378
	45.8931	45.0308	45.4677	45.9841	44.4388	45.7557	44.4659
	46.0374	44.8832	45.4651	46.3606	43.8951	45.8496	44.0789
	46.1229	44.7910	45.4965	46.8491	43.3886	45.9513	43.6953
	46.1271	44.7279	45.5394	47.3374	42.9218	46.0488	43.3036
	46.1160	44.6443	45.5760	47.7621	42.4866	46.1518	42.9160
	46.1831	44.5153	45.5999	48.1130	42.0845	46.2626	42.5392
	46.3505	44.3424	45.6015	48.4144	41.7262	46.3885	42.2031

Tabela 5.21: Povprečna koncentracija ozona v Kopru, standardna deviacija dnevnih maksimumov, število dni z maksimumom nad $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$ in število vseh analiziranih dni za vsako od 7 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6	7
Povprečni maksimum	102.6695	126.9498	128.5481	98.5994	114.4832	115.7350	115.7660
Standardna deviacija	24.4808	24.8627	24.4893	25.2397	23.5541	30.2740	18.0861
Število max nad mejo	0	10	18	2	2	14	1
Število analiziranih dni	42	162	247	115	75	197	81

OSNOVNI MODEL (RMSE=14.94, Adj.R2=0.712):

-152.18444 + 0.39824 O3_cluster + 0.10652 O3_7 -0.20719 O3_15 + 0.29450 O3_max - 0.17138 O3_min + 0.56394 O3_ave -1.11277 T_7 -2.19634 T_max -0.18883 q_12 + 0.03424 veter_max_12 -0.04938 veter_termin_12 -4.18820 m.t2m + 5.19829 m.tn + 0.03334 m.ssrad + 2.88108 m.t925 -54.12649 m.w850 + 0.05582 m.z700 + 33.33841 m.w500 -0.07477 m.rh300 + 3.08425 sinDOY

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=15.06, Adj.R2=0.707):

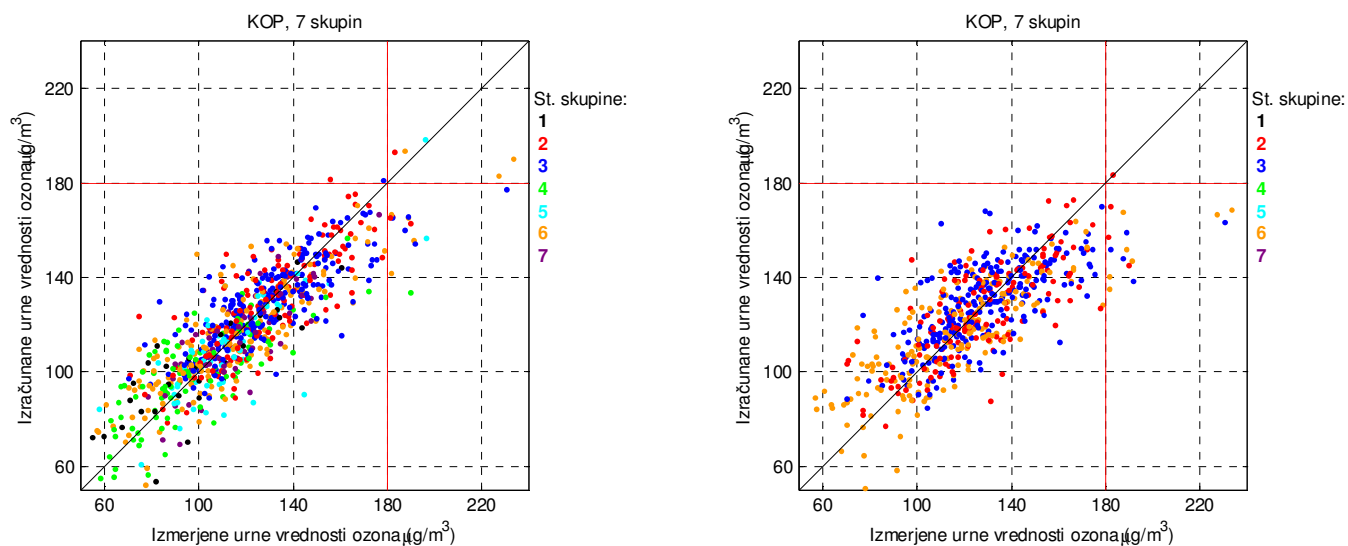
19.44910 + 0.30703 O3_cluster + 0.08914 O3_12 -0.10854 O3_15 + 0.54944 O3_max - 2.20306 T_21 -2.22167 T_max + 1.48572 T_min -0.10631 q_12 -0.14600 q_21 + 0.03102 veter_max_12 + 0.02890 veter_max_21 -0.05040 veter_termin_12 -3.93754 m.t2m + 4.16661 m.tn -1.73261 m.ffx + 0.03682 m.ssrad + 1.23107 m.ff1000 + 3.23609 m.t925 + 0.03124 m.z925 -36.33650 m.w850 + 27.94005 m.w500 -0.07191 m.rh300

MODEL BREZ MERITEV (RMSE=15.46, Adj. R2=0.682):

-175.31590 + 0.41464 O3_cluster + 0.08351 O3_7 + 0.36311 O3_max -5.79595 m.tx + 4.55004 m.tn + 0.03590 m.ssrad + 177.79618 m.w1000 + 2.43415 m.t925 -0.13664 m.rh925 - 44.27420 m.w850 + 0.06088 m.z700 -0.24958 m.ff500 + 43.15843 m.w500 -0.05878 m.rh300 + 3.55442 sinDOY + 8.59711 cosDOY

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE (skupine 2, 3 ali 6) (RMSE=17.664, Adj.R2=0.577):

$$-49.71971 + 0.44918 O3_cluster -10.72405 m.t2m + 7.87649 m.tn -0.97317 m.td + 0.05113 m.ssrad + 7.18558 m.t925 + 0.08681 m.z925 -0.49004 m.ff700 -0.08733 m.rh300 + 4.61425 \sin DOY + 11.98802 \cos DOY$$

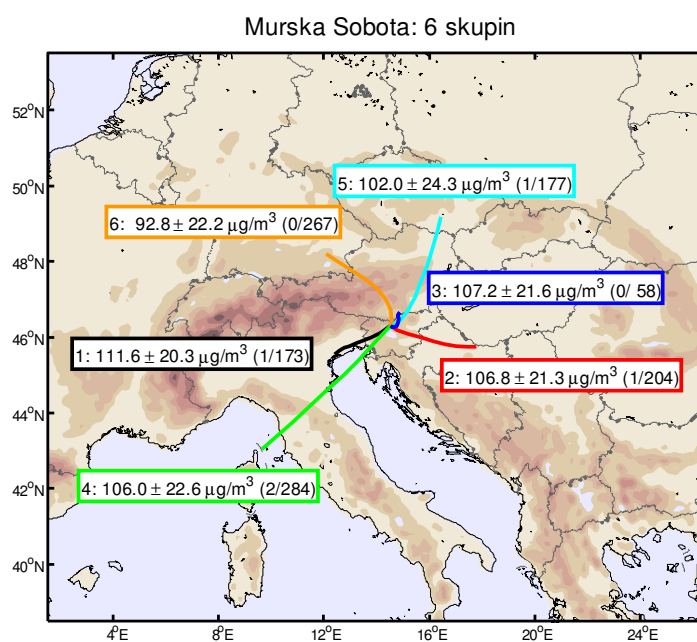


Slika 5.14: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevni 1h gostot ozona za merilno mesto **Koper**. Prikazani so rezultati za (levo) osnovni model in (desno) model za izbrane skupine. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

5.8 Regresijski model za MURSKO SOBOTO

Uporabljene spremenljivke:

- ✓ meritve meteoroloških in ekoloških spremenljivk v **Murski Soboti**,
- ✓ meritve 24-urnih padavin v **Murski Soboti**,
- ✓ 2D trajektorije na 925 hPa ploskvi s končno točko nad **Krvavcem**,
- ✓ napovedi ECMWF modela za dan vnaprej za **Mursko Soboto** (synop postaja 14031) in sicer zagon ob 12 uri prejšnjega dne za 12 UTC tekočega dne.



Slika 5.15: Razvrstitev trajektorij za Krvavec v 6 skupin. Za vsako od skupin je v obliki a: $b \pm c (d/e)$ prikazano: a – zaporedna številka skupine, b – povprečni dnevni maksimum ozona (urne konc.), c – standardna deviacija urnih maksimumov koncentracije ozona, d – število dni v skupini, ko so maksimalne urne koncentracije presegle $165 \mu\text{g}/\text{m}^3$, e – število dni od aprila do septembra, vključenih v analizo ozona.

Tabela 5.22: Geografske dolžine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 6 skupin.

1	2	3	4	5	6
14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400	14.5400
14.5834	13.8893	14.9167	14.8195	14.6229	14.0139
14.6524	13.2214	15.2741	15.2693	14.4778	13.5250
14.6943	12.4657	15.5314	15.8050	14.0598	13.1330
14.6475	11.6176	15.7805	16.3254	13.4108	12.7600
14.5132	10.7570	16.1011	16.8084	12.5932	12.4200
14.3327	9.9130	16.5033	17.2995	11.6802	12.1078
14.1383	9.0878	16.9084	17.7856	10.7684	11.7969
13.9239	8.3142	17.2478	18.2013	9.8600	11.4915

Tabela 5.23: Geografske širine točk na težiščnih trajektorijah za Krvavec za vsako od 6 skupin.

	1	2	3	4	5	6
	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000	46.3000
	46.3159	45.7814	46.5028	46.1960	46.6852	46.0389
	46.4029	45.1672	46.8748	46.0828	47.1369	45.8050
	46.5565	44.6576	47.3473	45.9455	47.5351	45.6156
	46.7237	44.1490	47.8550	45.8269	47.9147	45.4548
	46.8736	43.5893	48.3836	45.7231	48.3186	45.3121
	47.0014	43.0168	48.9164	45.6343	48.7789	45.1776
	47.1197	42.5139	49.4512	45.5955	49.2887	45.0193
	47.2352	42.1127	49.9510	45.5954	49.7555	44.8170

Tabela 5.24: Povprečna koncentracija ozona v Murski Soboti, standardna deviacija dnevni maksimumov, število dni z maksimumom nad 165 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ in število vseh analiziranih dni za vsako od 6 skupin trajektorij.

	1	2	3	4	5	6
Povprečni maksimum	101.1520	100.8080	101.5173	105.8765	84.9291	112.6680
Standardna deviacija	22.3629	19.9349	26.5144	22.0061	16.3643	22.1856
Število max nad mejo	0	0	1	1	0	3
Število analiziranih dni	370	147	104	187	84	271

OSNOVNI MODEL (RMSE=11.82, AdjR2=0.726):

827.64477 -0.12186 O3_12 + 0.51855 O3_max + 0.29084 NO2_ave + 0.05372 PM10_7 - 2.66049 T_15 + 1.44644 T_ave + 0.02710 ss_glob_7 -0.00681 ss_glob_12 -0.29805 q_15 - 0.60684 m.nn + 0.01183 m.ssrad + 0.38965 m.Kind + 0.00544 m.cape + 0.64456 m.ta + 1.83057 m.t1000 + 0.12782 m.z850 -0.35593 m.ff700 -0.17405 m.rh700 + 1.66932 m.t500 - 0.04165 m.rh500 -0.10150 m.z300 + 2.24082 sinDOY

MODEL BREZ JUTRANJIH MERITEV (RMSE=12.07, Adj.R2=0.713):

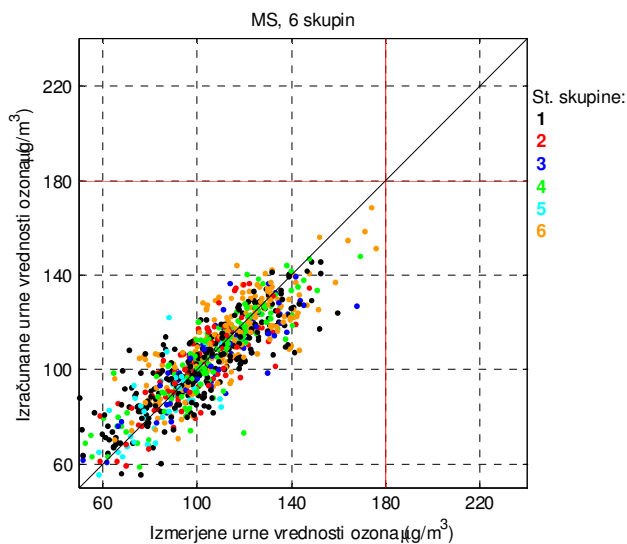
23.59962 -0.09814 O3_12 + 0.51640 O3_max + 0.29781 NO2_ave -1.69328 T_15 -0.22936 q_15 + 0.01344 veter_max_max -0.16003 rr + 1.36274 m.tn + 0.95761 m.lcc + 0.01812 m.ssrad + 0.00826 m.cape + 1.28467 m.t1000 + 158.68572 m.w1000 -0.36163 m.ff700 - 0.14947 m.rh700 -0.04983 m.rh500 -0.60278 m.t300 -0.04977 m.rh300 + 3.32478 sinDOY

MODEL BREZ MERITEV (RMSE=12.38, Adj.R2=0.703):

-48.69790 + 0.20060 O3_cluster -0.08761 O3_12 + 0.10130 O3_18 -0.06937 O3_21 + 0.37411 O3_max + 1.16432 m.t2m + 0.94260 m.tn -0.53443 m.nn + 0.01470 m.ssrad + 0.00577 m.cape + 0.01506 m.h0 -0.11567 m.rh925 -3.20807 m.t700 -0.11516 m.rh700 - 0.34234 m.ff500 -0.49481 m.t300 -0.03531 m.rh300 + 5.66812 sinDOY + 4.92824 cosDOY

MODEL ZA IZBRANE SKUPINE:

Ni modela za posamezne skupine.



Slika 5.16: Primerjava izmerjenih in po statističnem modelu izračunanih vrednosti maksimalnih dnevni 1h gostot ozona za merilno mesto **Murska Sobota**. Prikazani so rezultati za osnovni model, **medtem ko modela za izbrane skupine ni**. Različne barve označujejo v katero skupino trajektorij spade posamezni dnevni maksimum (skupine trajektorij so prikazane na prejšnji sliki).

6. Literatura

Abdalmogith, S. S., Harrison, R.M., 2005, The use of trajectory cluster analysis to examine the long-range transport of secondary inorganic aerosol in the UK, *Atmospheric Environment* 39, 6686-6695.

Beaver, S., Palazoglu, A., 2006, A cluster aggregation scheme for ozone episode selection in the San Francisco, CA Bay Area, *Atmospheric Environment* 40, 713-725.

Brankov, E., Rao, S.T., Porter, P.S., 1998, A trajectory clustering-correlation methodology for examining the long-range transport of air pollutants, *Atmospheric Environment* 32, 1525-1534.

Colette, A., Ancellet, G., Borchi, F., 2005, Impact of vertical transport processes on the tropospheric ozone layering above Europe. Part I: Study of the air mass origin using multivariate analysis, clustering and trajectories, *Atmospheric Environment* 39, 5409-5422.

Davis, J.M., Eder, B.K., Nychka, D., Yang, Q., 1998, Modeling the effects of meteorology on ozone in Houston using cluster analysis and generalized additive models, *Atmospheric Environment* 32, 2505-2520.

Draper, N., and H. Smith, *Applied Regression Analysis*, Second Edition, John Wiley and Sons, Inc., 1981, pp. 307-312.

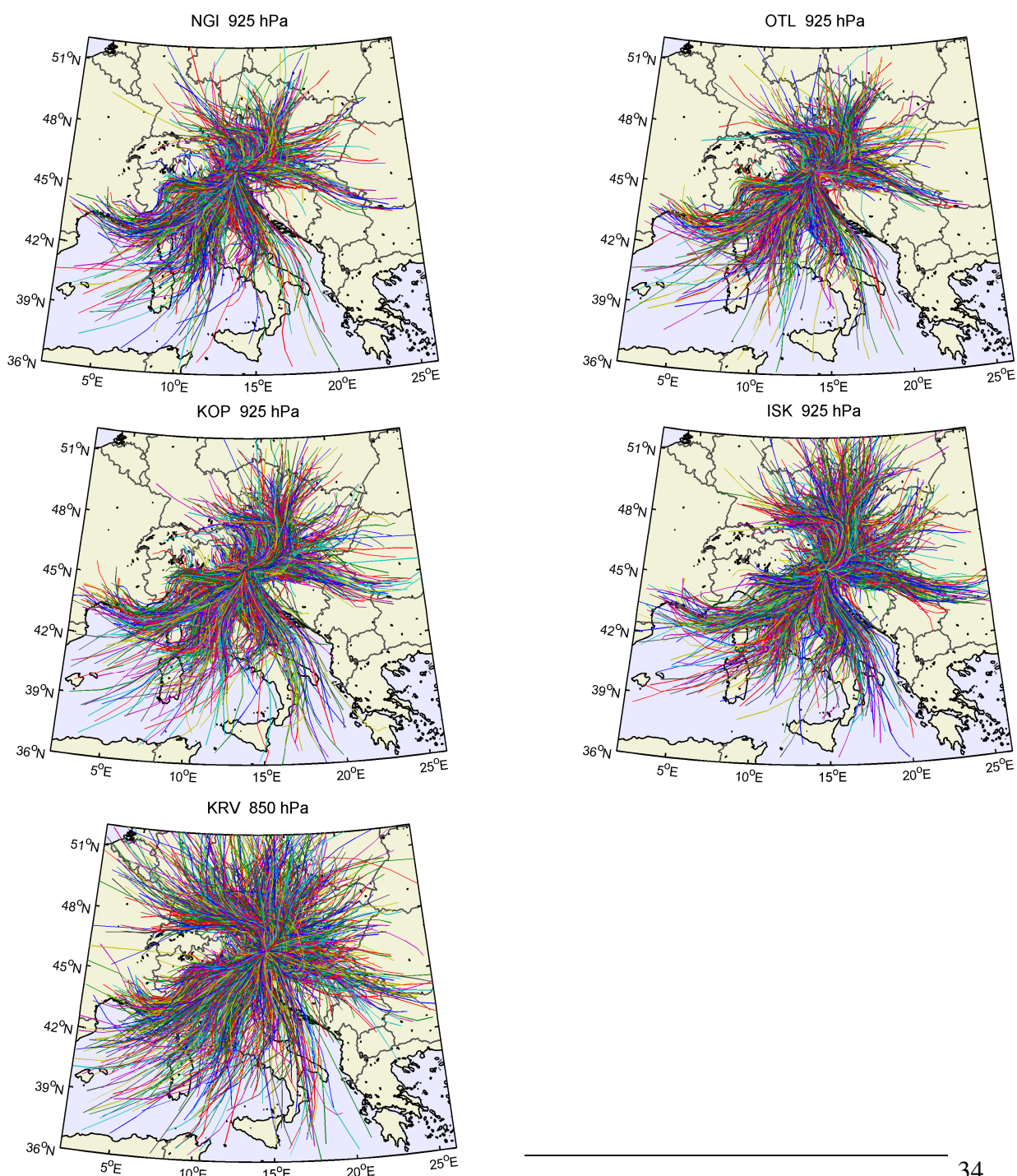
Ferligoj, A., 1989, Razvrščanje v skupine, *Metodološki zvezki št. 4*, Raziskovalni inštitut, Fakulteta za sociologijo, politične vede in novinarstvo, Ljubljana.
<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pub/mz/mz04/mz04.htm>

PRILOGA A: Podatki o analiziranih trajektorijah

Tabela C.1 Število analiziranih dnevnih trajektorij (prispelih ob 15UTC) v obdobju 2004-2011.

	Vseh trajektorij na p ploskvi	Vseh datotek s trajektorijami
Nova Gorica	2110 (925 hPa)	2141
Koper	1747 (925 hPa)	1764
Krvavec	2144 (850 hPa)	2180
Otlica	2146 (925 hPa)	2201
Iskrba	2147 (925 hPa)	2180

Na spodnjih slikah so prikazane vse analizirane trajektorije.



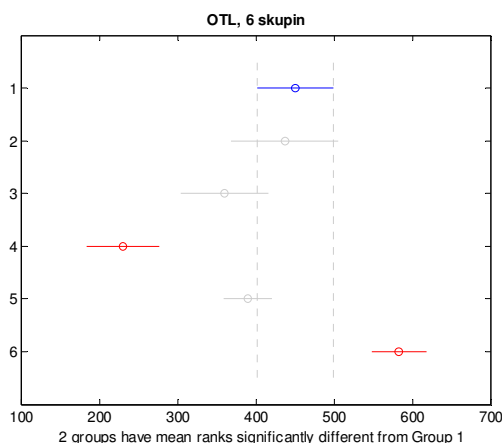
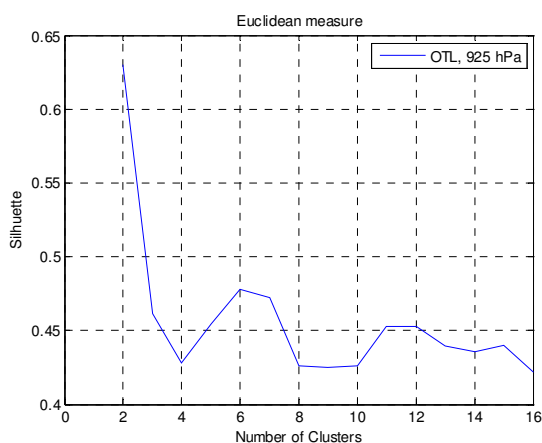
PRILOGA B: Statistike povezane z izborom števila skupin trajektorij

Na slikah v tej prilogi so:

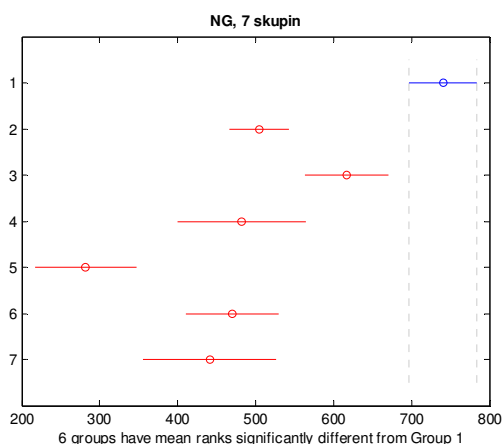
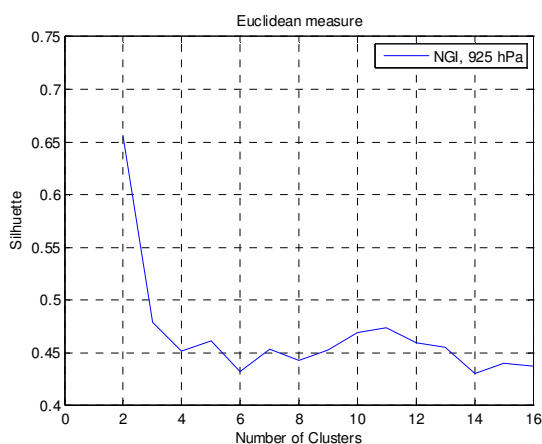
Levi stolpec) prikazane vrednosti koeficienta silhuete, ki predstavlja mero o tem kako dobro so skupine trajektorij formirane. Večja vrednost tega koeficienta nakazuje, da so si trajektorije znotraj skupin med seboj bolj podobne oziroma/in trajektorije med skupinami bolj različne.

Desni stolpec) rezultati Kruskal-Wallis testa, s pomočjo katerih ugotavljamo ali so dnevni maksimumi ozona v posamezni skupini statistično značilno višji/nišji od dnevnih maksimumov ostalih skupin. Naj opozorimo, da so pri nekaterih merilnih mestih, kjer ni na voljo trajektorij s končno točko na merilnem mestu, vzete trajektorije za Krvavec (analizirane vrednosti ozona pa so iz obravnavanega merilnega mesta).

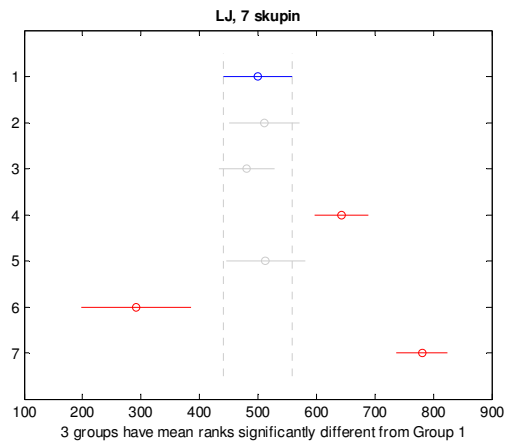
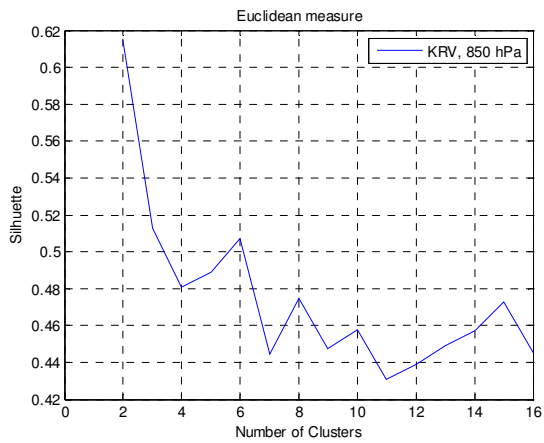
Otlica:



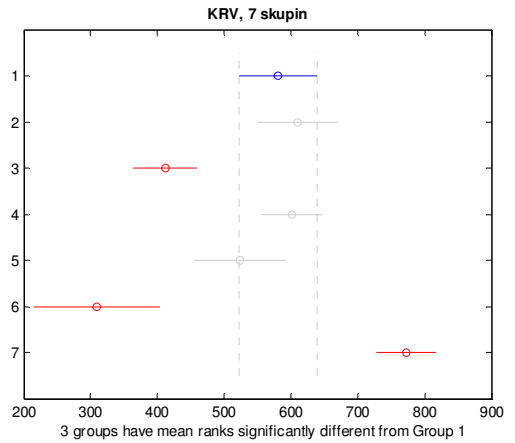
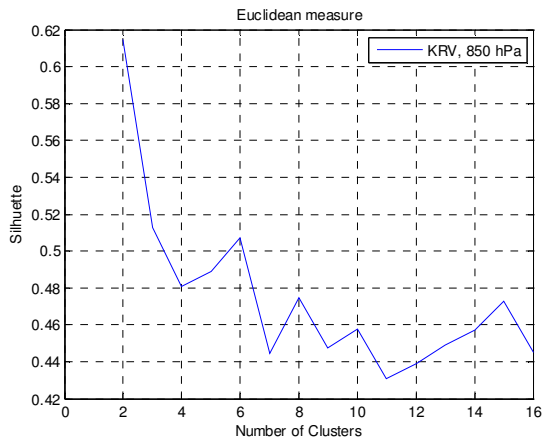
Nova Gorica:



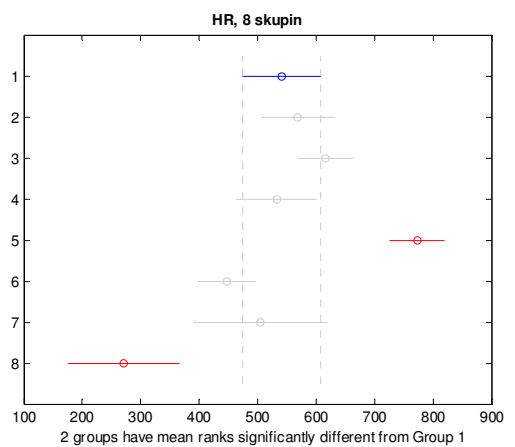
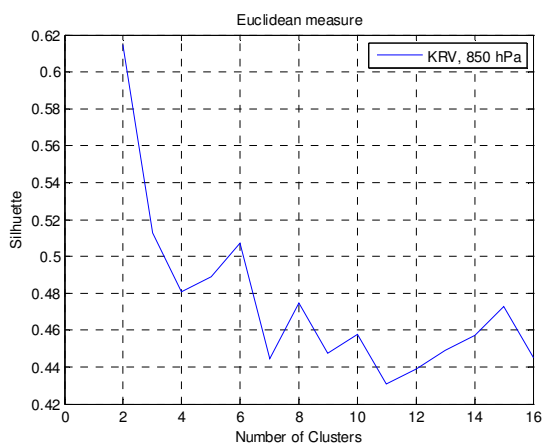
Ljubljana:



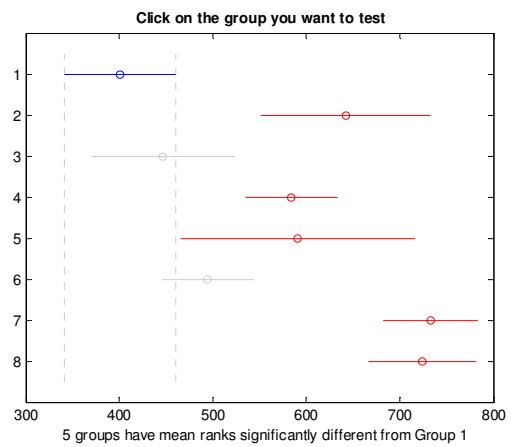
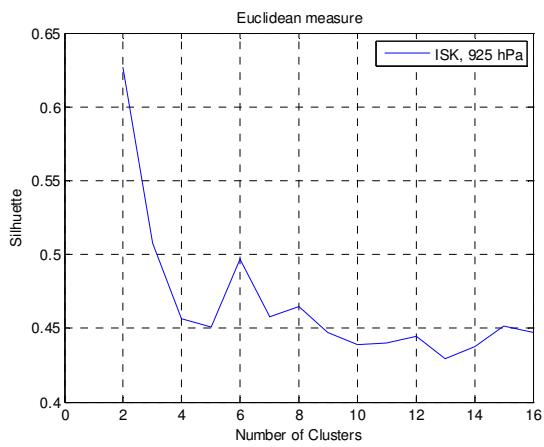
Kravec:



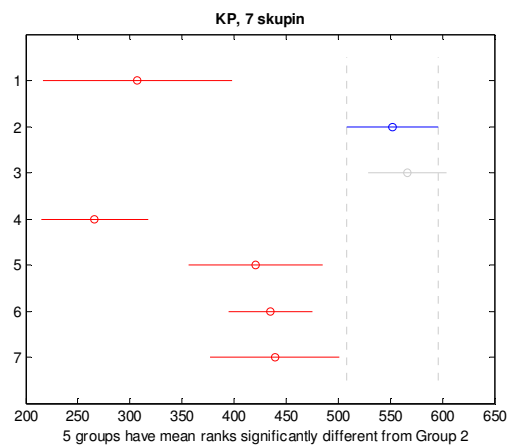
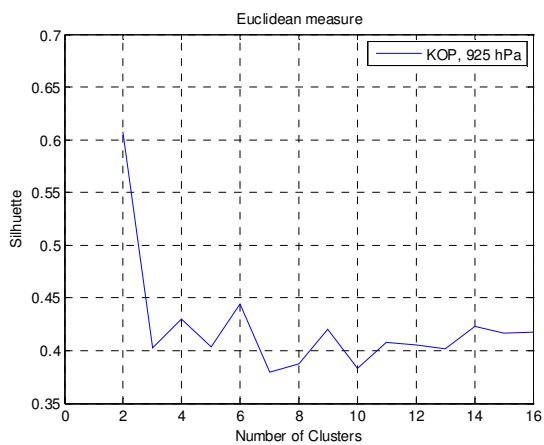
Hrastnik:



Iskrba:



Koper:



Murska Sobota:

