

# Analiza prekida prometa na dionici Novi Vinodolski - Klenovica zbog djelovanja bure

---

**Bačić, Angela**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2024**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **University of Zagreb, Faculty of Civil Engineering / Sveučilište u Zagrebu, Građevinski fakultet**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:237:016493>

*Rights / Prava:* [In copyright](#) / [Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2024-10-23**

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of the Faculty of Civil Engineering,  
University of Zagreb](#)





Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Angela Bačić

**Analiza prekida prometa na dionici Novi  
Vinodolski – Klenovica zbog djelovanja bure**

ZAVRŠNI ISPIT

Zagreb, 2024.



Sveučilište u Zagrebu

GRAĐEVINSKI FAKULTET

Angela Bačić

**Analiza prekida prometa na dionici Novi  
Vinodolski – Klenovica zbog djelovanja bure**

ZAVRŠNI ISPIT

Goran Lončar

Zagreb, 2024.



University of Zagreb

FACULTY OF CIVIL ENGINEERING

Angela Bačić

**Analysis of traffic interruptions on the  
section Novi Vinodolski – Klenovica due to  
the Bora wind effect**

FINAL EXAM

Goran Lončar

Zagreb, 2024.

## SAŽETAK

Između Novog Vinodolskog i Klenovice (dionica državne ceste D8) učestalo dolazi do zatvaranja prometa usljed jakih udara vjetra (bure) za prvu skupinu vozila (autobusi na kat, vozila s kamp-prikolicom i motocikli). Zatvaranje ceste između Novog Vinodolskog i Klenovice dešava se kada izmjereni sekundni udari vjetra na Balinskom vijaduktu premaše 25 m/s u slučaju mokrog kolnika i 30,6 m/s u slučaju suhog kolnika (prema važećem pravilniku Hrvatskih cesta).

U ovom radu provedena je analiza prostorne raspodjele brzine vjetra na dionici ceste između Novog Vinodolskog i Klenovice temeljem modula „Wind effect“, dostupnog u sklopu platforme QGIS, te brzine i smjera vjetra iz numeričkog atmosferskog modela Aladin-Hr u razdoblju 1998.-2001. U QGIS sučelju je za proračune brzine uzduž analizirane cestovne dionice korištena prostorna rezolucija podataka od 25m, a podaci o brzini i smjeru vjetra iz modela Aladin-Hr imaju prostornu rezoluciju od 4km i vremensku rezoluciju od 3h.

Rezultati provedenih proračuna pokazali su da nije potrebno provesti zatvaranje ceste D-8 na dionici Novi Vinodolski – Klenovica ukoliko se na referentnoj anemografskoj postaji za cestu D-8 (Balinski most) registrira premašenje maksimalno dopuštenih brzina vjetra.

## SUMMARY

Between Novi Vinodolski and Klenovica (section of state road D8), traffic is often closed due to strong gusts of wind (storm) for the first group of vehicles (double-decker buses, vehicles with caravans and motorcycles). The closure of the road between Novi Vinodolski and Klenovica occurs when the measured wind gusts on the Balin Viaduct exceed 25 m/s in the case of wet pavement and 30.6 m/s in the case of dry pavement (according to the current Croatian Roads Regulations).

In this paper, an analysis of the spatial distribution of wind speed on the road section between Novi Vinodolski and Klenovica was carried out based on the "Wind effect" module, available as part of the QGIS platform, and wind speed and direction from the numerical atmospheric model Aladin-Hr in the period 1998-2001. In the QGIS interface, a spatial data resolution of 25m was used for speed calculations along the analyzed road section, while the data on wind speed and direction from the Aladin-Hr model have a spatial resolution of 4km and a temporal resolution of 3h.

The results of the calculations showed that it is not necessary to close the D-8 road on the Novi Vinodolski - Klenovica section if the maximum permissible wind speed is exceeded at the reference anemographic station for the D-8 road (Balinski most).

## SADRŽAJ

SAŽETAK .....	i
SUMMARY .....	ii
SADRŽAJ .....	iii
1. UVOD .....	1
2. PODLOGE – BRZINE I SMJER VJETRA IZ MODELA ALADIN – HR .....	2
3. USPOSTAVA MODELA PROSTORNE RASPODJELE VJETRA U QGIS SUČELJU .....	6
4. REZULTATI PROVEDENIH ANALIZA .....	24
5. ZAKLJUČAK .....	27
LITERATURA .....	28

## 1. UVOD

Situacije u kojima je promet zatvoren generiraju neposredni i posredni društveni trošak kroz izgubljeno vrijeme, nemogućnost obavljanja poslova koji zahtijevaju prolazak tom dionicom, negativan utjecaj na turizam i slično. Iz tog razloga potrebno je utvrditi može li se kroz doradu protokola za zatvaranje prometnice na pojedinim dijelovima prometnice smanjiti ukupno vrijeme u godini u kojem je prometnica zatvorena.

Protokol zatvaranja državne ceste D-8 za cijelokupnu dionicu od Navog Vinodolskog do Karlobaga je sljedeći. Dežurni službenik u društvu kapitala (privatne firme) prati prognoze o brzini i smjeru vjetra (model Aladin-Hr za prognozu vjetra +72h). Ukoliko prognoza ukazuje na moguću pojavu vrlo jakog i olujnog vjetra (primarno bure) prate se **mjereni jednosekundni udari vjetra** na lokacijama Balinski vijadukt (meteo postaja od HC, prati se i temperatura i stanje kolnika, 24km od Senja). Prema potrebi na teren se šalje ophodar koji s ručnim anemometrom mjeri udare vjetra.

Prema tablici iz *Pravilnika o obavljanja prometa u zimskim uvjetima* donosi se odluka o zatvaranju ceste. Primjerice, za autobuse, teretna i osobna vozila **maksimalni dozvoljeni sekundni udari vjetra** su 110 km/h pri uvjetima suhog kolnika, 90 km/h pri uvjetima mokrog kolnika, te 60 km/h pri uvjetima zaleđenog kolnika.

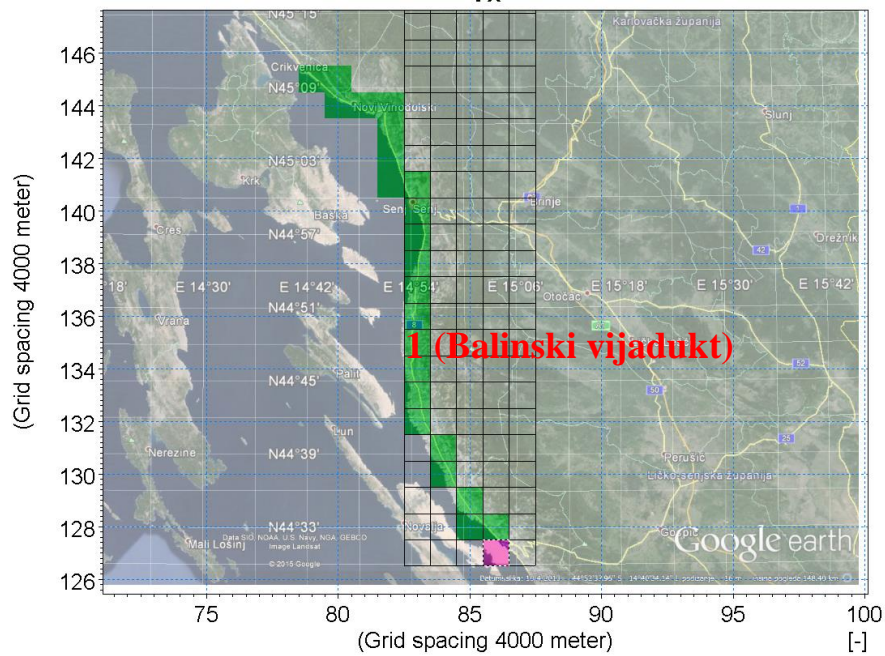


## **2. PODLOGE – BRZINE I SMJER VJETRA IZ MODELA ALADIN - HR**

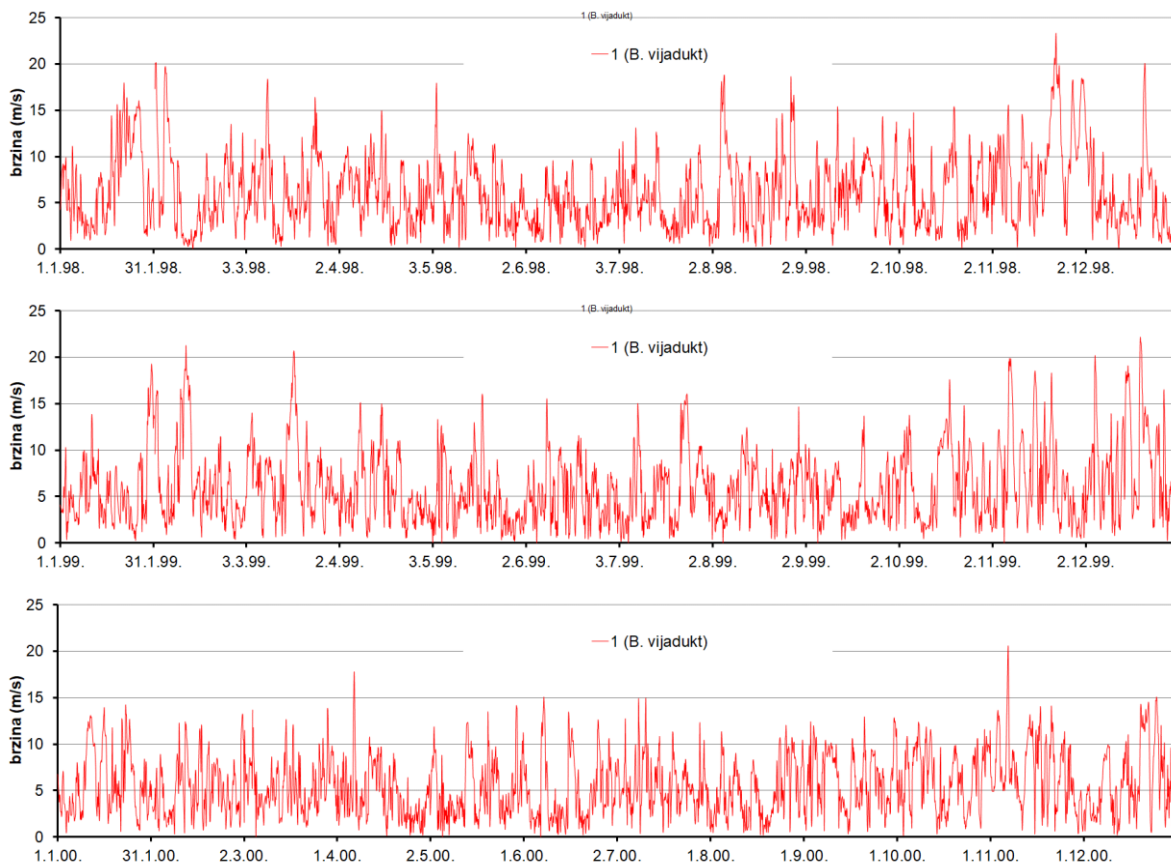
U Državnom hidrometeorološkom zavodu Hrvatske je trenutno operativno funkcionalan atmosferski model Aladin-Hr u hidrostatskoj verziji baziranoj na primitivnim jednadžbama sa numeričkom implementacijom razvijenom u kooperaciji sa nekoliko nacionalnih meteoroloških institucija. Model proizlazi iz globalnog ARPEGE (Action de Recherche Petite Echelle Grande Echelle) modela od Meteo-France (Courtier i sur., 1991.), sa kojime izmjenjuje i podatke o većini fizikalnih relevantnih parametara potrebnih za definiranje rubnih uvjeta (Cordoneanu i Geleyn, 1998.). Model Aladin koristi prostornu rezoluciju dostatnu za razlučivanje intenzivnih izmjena u smjerovima i intenzitetima prevladavajućih vjetrova na području Jadrana (Brzović i Strelec-Mahovič, 1999.; Ivatek-Sahdan i Tudor, 2004.).

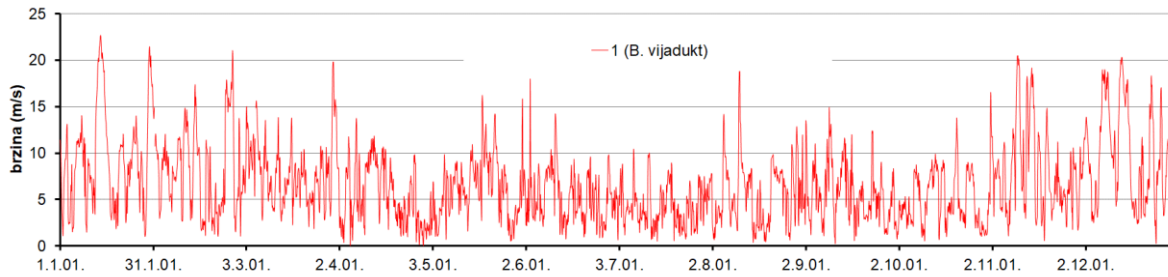
Na slici 2.1 prikazane su točke ekstrakcije rezultata brzine i smjera vjetra iz numeričkog atmosferskog modela Aladin-HR sa prostornom rezolucijom 4km i vremenskom rezolucijom rezultata od 3 sata (za razdoblje 1998.-2001.). Točka 1 predstavlja poziciju proračunske ćelije numeričkog modela Aladin-Hr u kojoj se nalazi i Balinski vijadukt.

Na slikama 2.2 i 2.3 prikazane su vremenske serije brzine i smjera vjetra prema rezultatima numeričkog atmosferskog modela Aladin-Hr za razdoblje 1.1.1998.-1.1.2002. (4 km prostorna rezolucija i 3 satna vremenska rezolucija podataka) za poziciju točke 1 (Balinski most).

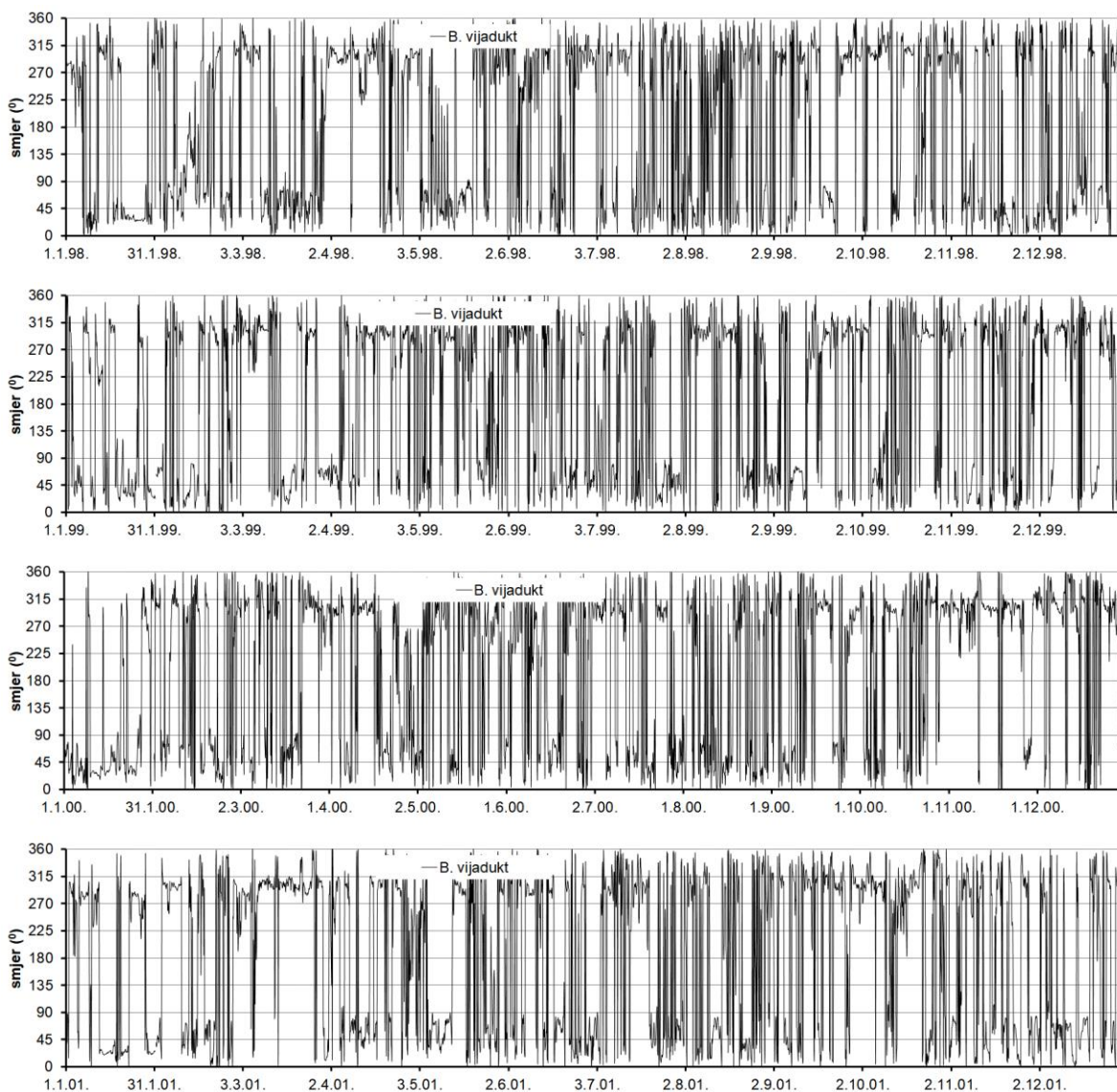


Slika 2.1 Čelije iz proračunske mreže atmosferskog modela Aladin-Hr (prostorna rezolucija 4km) na dionici državne ceste D-8 od Novog Vinodolskog do Karlobaga (u ćeliji 1 nalazi se Balinski vijadukt)





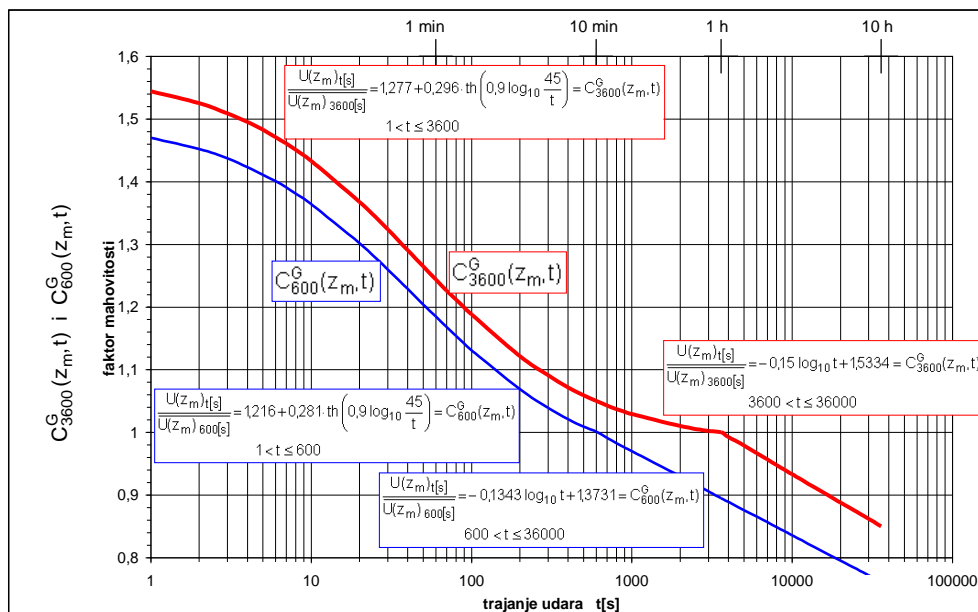
Slika 2.2 Vremenske serije brzine vjetra prema rezultatima numeričkog atmosferskog modela Aladin-Hr za razdoblje 1.1.1998.-1.1.2002. (4 km prostorna rezolucija i 3 satna vremenska rezolucija podataka), za poziciju točke 1 (Balinski vijadukt)



Slika 2.3 Vremenska serija smjera vjetra prema rezultatima numeričkog atmosferskog modela Aladin-Hr za razdoblje 1.1.1998.-1.1.2002. (4 km prostorna rezolucija i 3 satna vremenska rezolucija podataka), za poziciju točke 1 (Balinski vijadukt)

Potrebno je napomenuti da su izlazni podaci iz modela Aladin-HR trosatni srednjaci brzine i smjera vjetra (slika 2.2), a udari vjetra su jednosekundne vrijednosti. Iz prikazanog dijagrama sa slike 2.4 mogu se očitati koeficijenti uvećanja, sa trosatnog u jednosatnu vrijednost  $V_{\text{satni}} = 1/0,93 * V_{\text{trosatni}}$ , te nakon toga iz jednosatnog u sekundni  $V_{\text{sekundni}} = 1,55 * V_{\text{satni}}$ .

Nadalje, podaci iz modela Aladin-Hr odnose se na visinu 10 m iznad terena, a što za potrebe daljnjih proračuna treba svesti na razinu na kojoj se kreću vozila (usvojeno 2m iznad terena). Može se koristiti empirička jednadžba raspodjele brzine u površinskom graničnom sloju ( $V_{z_m} = V_{10} * (2/10)^{0,2}$ ;  $V_2$  - brzina vjetra na visini 2m nad terenom za more;  $V_{10}$  - brzina vjetra na 10m nad terenom iz modela Aladin-HR). Prema tome, brzina sekundnog udara vjetra od 25 m/s odgovara trosatnoj brzini vjetra od 19 m/s. Stoga se iz cjelokupnog seta podataka za korelacijske odnose koriste samo oni podaci u kojima trosatna brzina vjetra iz modela Aladin-HR premašuje vrijednost 19 m/s.



Slika 2.4 Faktor mahovitosti vjetra  $C^G_{3600}(z_m, t)$  za t-sekundni udar na visini  $z_m = 10$  m kad je poznata srednja satna brzina vjetra  $\overline{U_{3600[s]}}(z_m)$  na visini  $z_m$  i faktor mahovitosti vjetra  $C^G_{600}(z_m, t)$  za t-sekundni udar na visini  $z_m = 10$  m kad je poznata 10-minutna srednja brzina vjetra  $\overline{U_{600[s]}}(z_m)$  na visini  $z_m$ ; sve za standardni teren na kopnu  $z_0=0,05$  m

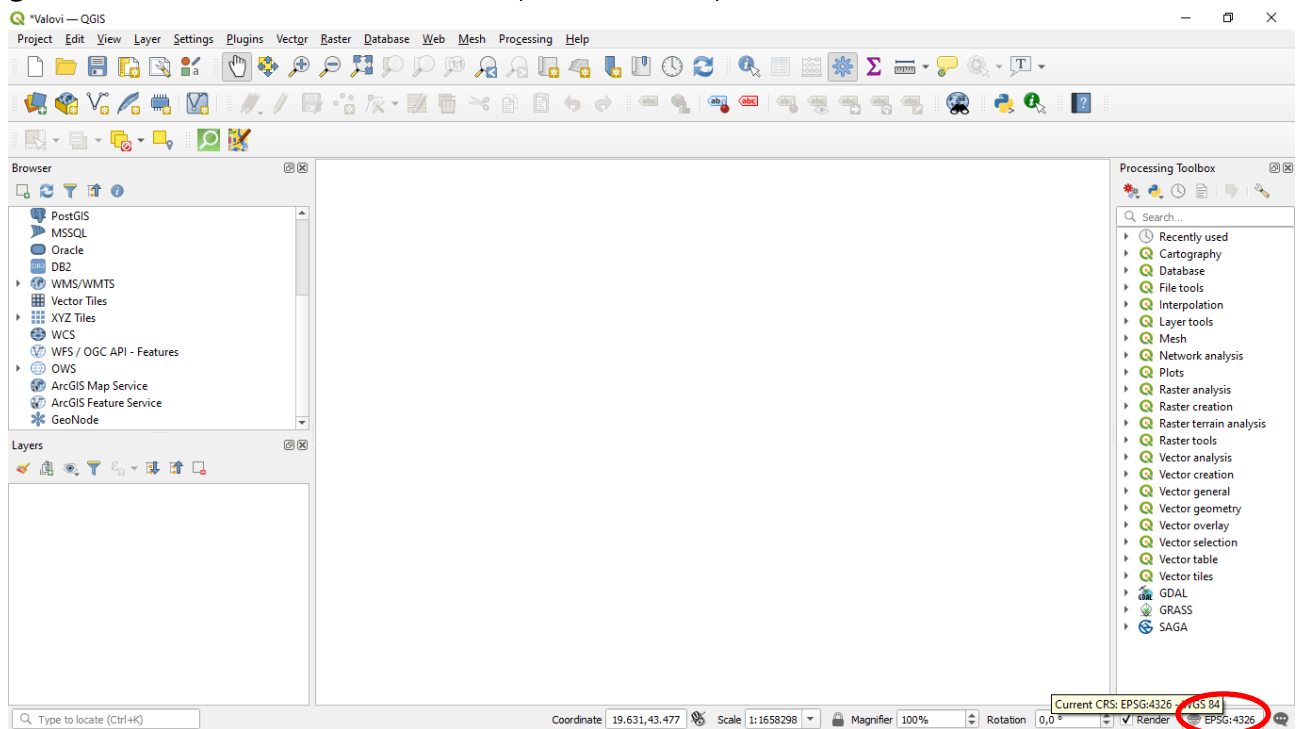
Iz izdvojenog skupa podataka (slika 2.3) može se zaključiti da se smjerovi vjetra na poziciji Balinskog vijadukta pri postavljenom uvjetu premašenja sekundnog udara vjetra od 25 m/s (19 m/s u slučaju trosatnog srednjaka) pojavljuju u rasponu od  $18^\circ$  do  $29^\circ$ . Stoga se u kasnije korištenom modulu „Wind effect“, u okviru QGIS sučelja, za cijelu prostornu domenu definira homogeni smjer djelovanja vjetra sa smjerom  $22,5^\circ$  (NNE).

### 3. USPOSTAVA MODELA PROSTORNE RASPODJELE VJETRA U QGIS SUČELJU

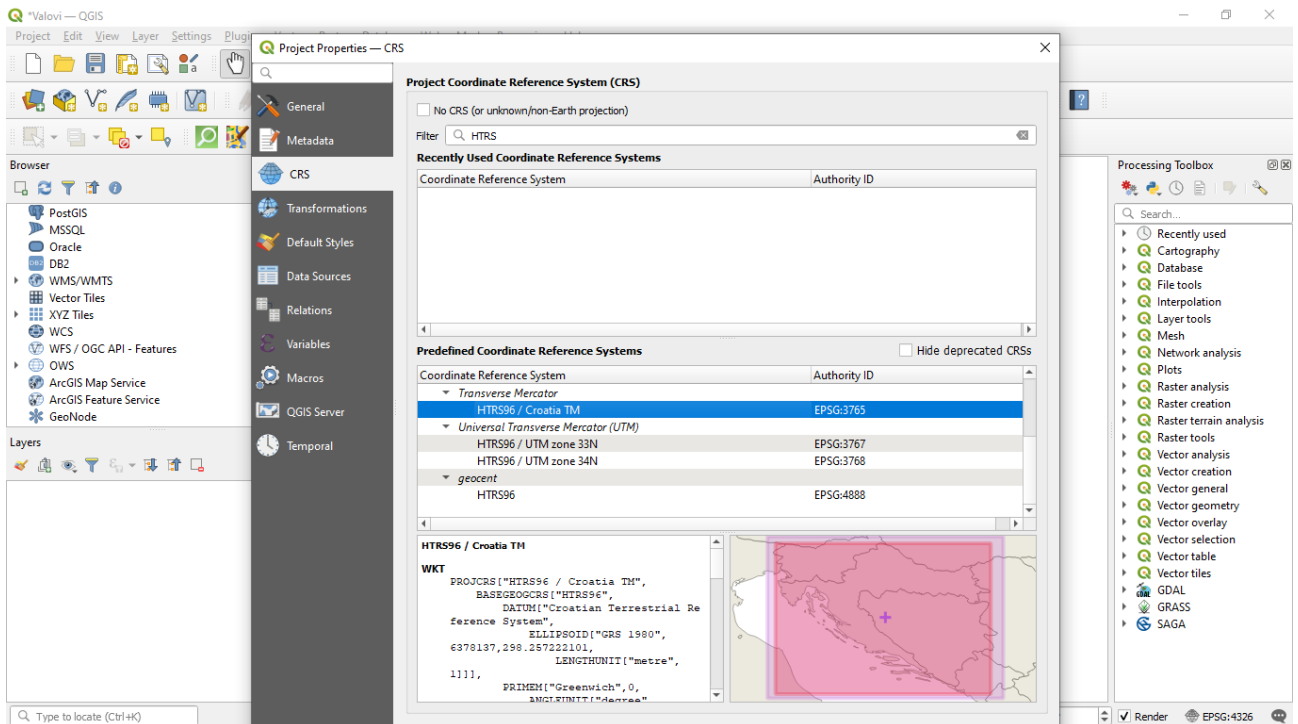
U nastavku su prikazani koraci uspostave modela u QGIS sučelju temeljem kojeg se proračunava prostorna raspodjela brzine vjetra s prostorom rezolucijom podataka od 25m. Proračunom se dobivaju relativni odnosi brzina u odnosu na proizvoljno definiranu referentnu poziciju.

#### 3.1. Početne postavke sučelja i uvlačenje osnovnih podloga

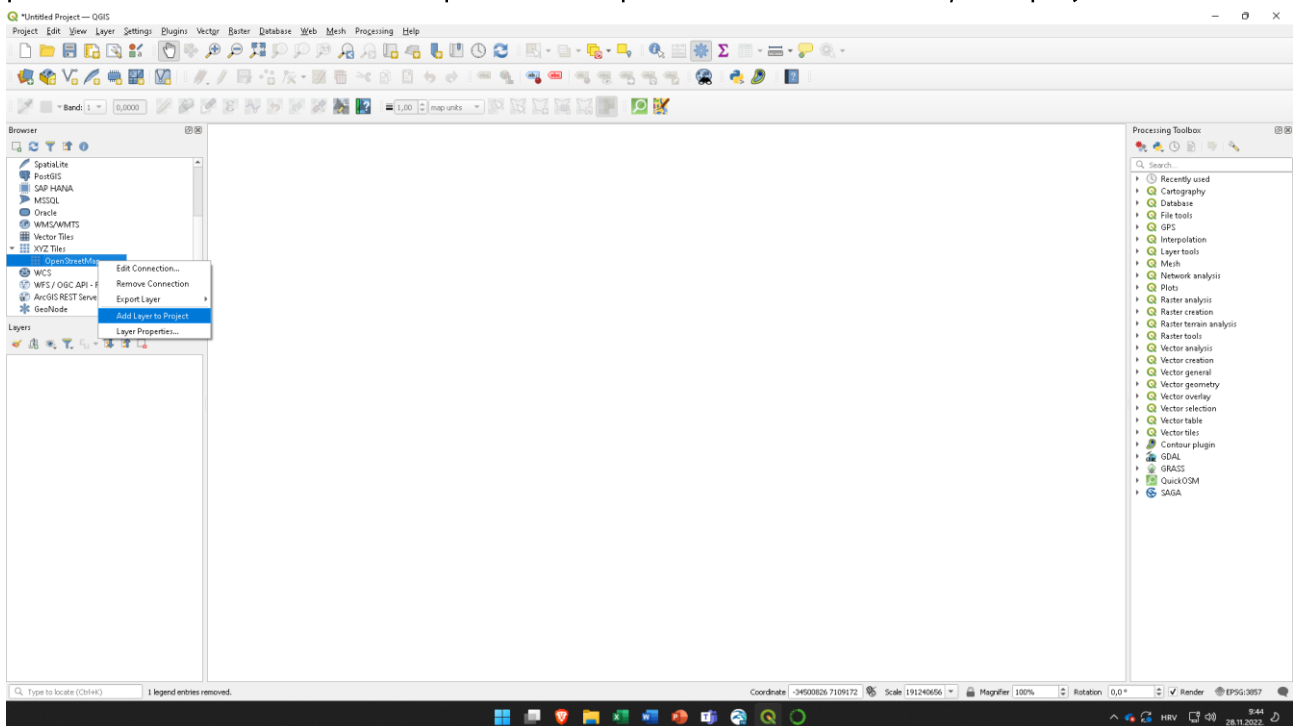
Postavljamo sloj HTRS umjesno difoltnog WGS 84 (EPSG: 4326). Lijevi klik na simbol globusa sa tekстом EPSG: 4326 u donjem desnom dijelu ekrana.



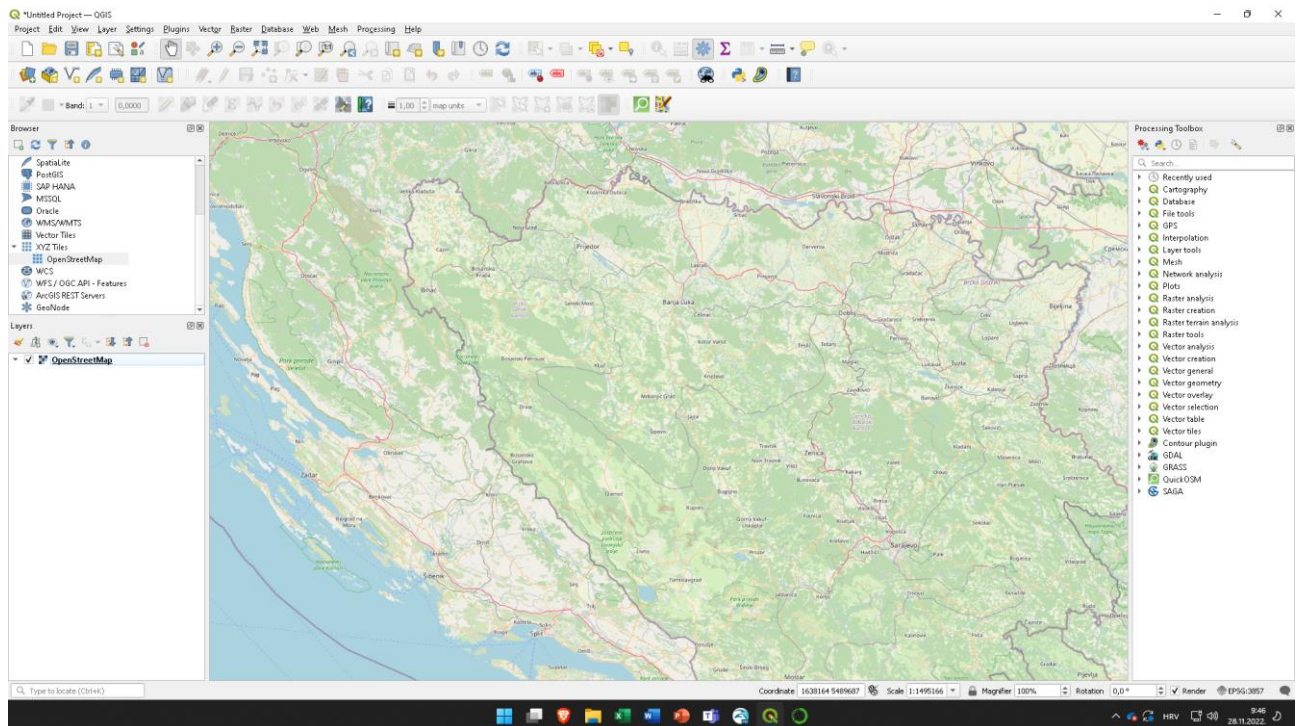
U novootvoreni prozor u prvo polje „Filter“ upisati HTRS, a iz dolje ponuđenog menija odabrati HTRS / Croatia TM EPSG:3765 → OK.



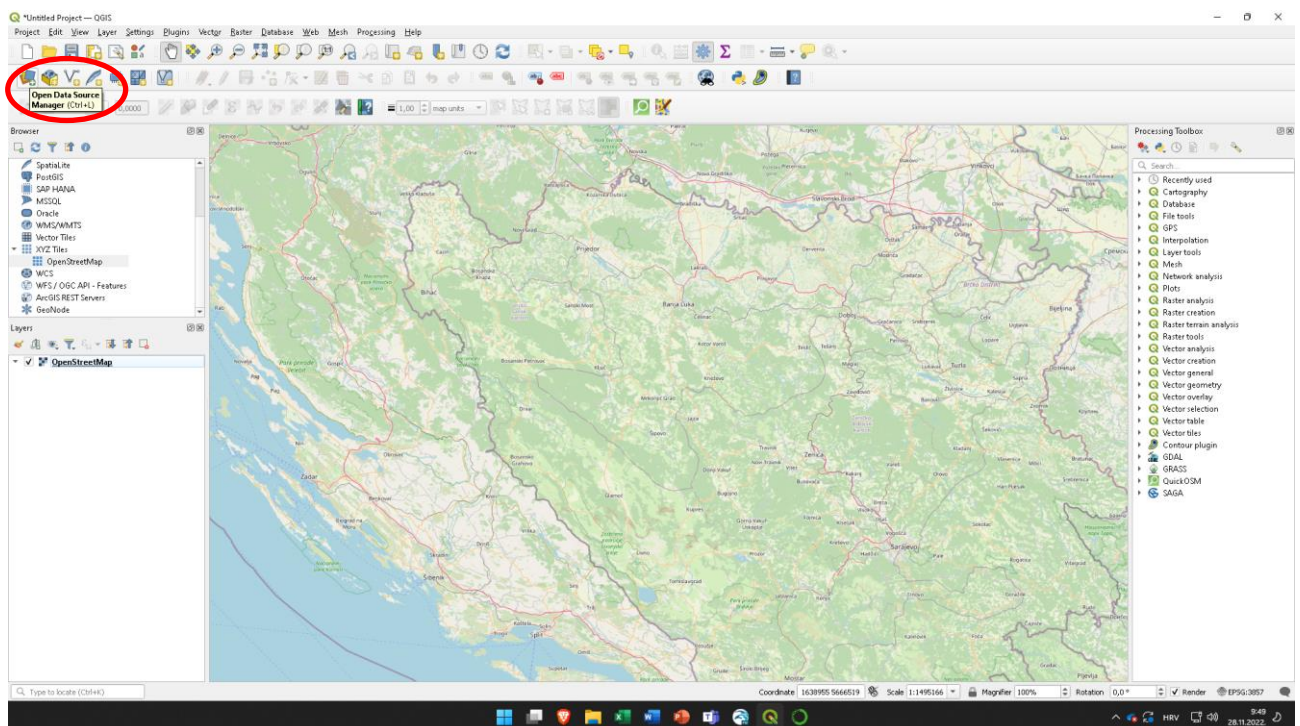
Za uvlačenje grafičke podloge „OpenStreetMaps“ u gornjem lijevom prozoru „Browser“ pozicionirati se na XYZ Tiles → OpenStreetMap → desni klik → Add Layer to project

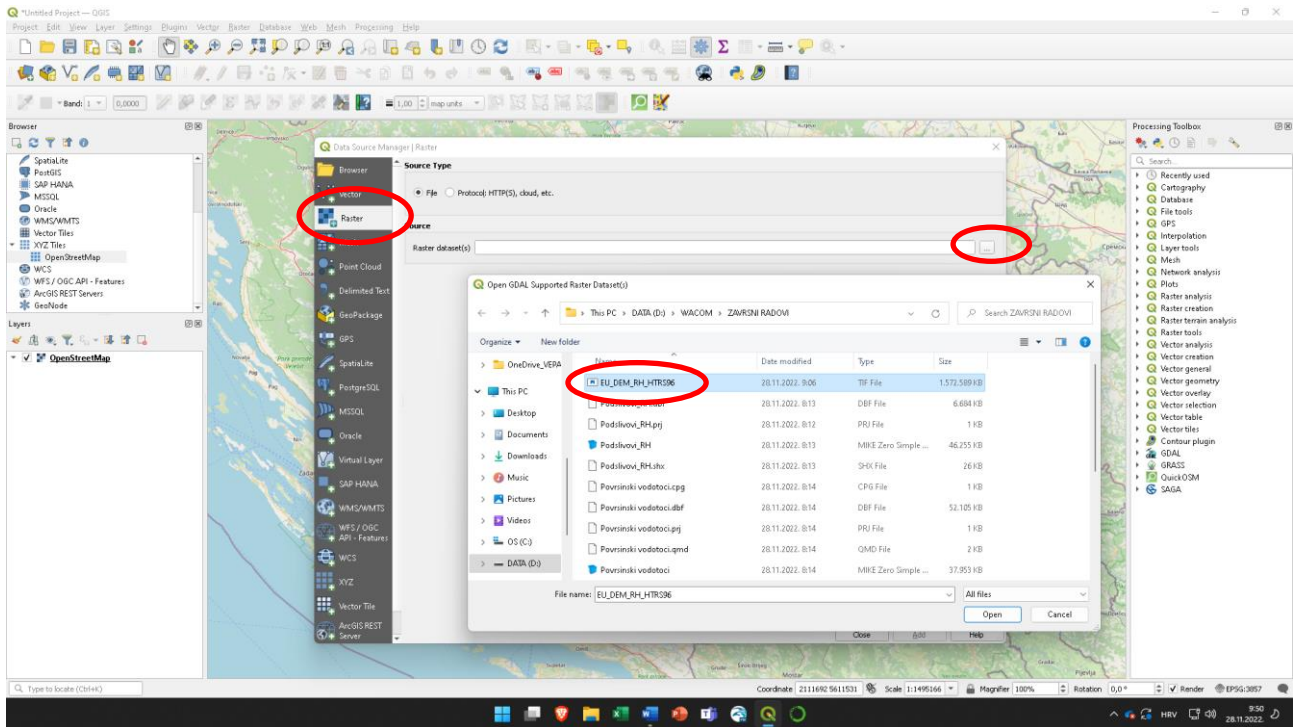


Sada je taj sloj uvučen u donji lijevi prozor „Layers“. Zumiramo na područje RH.

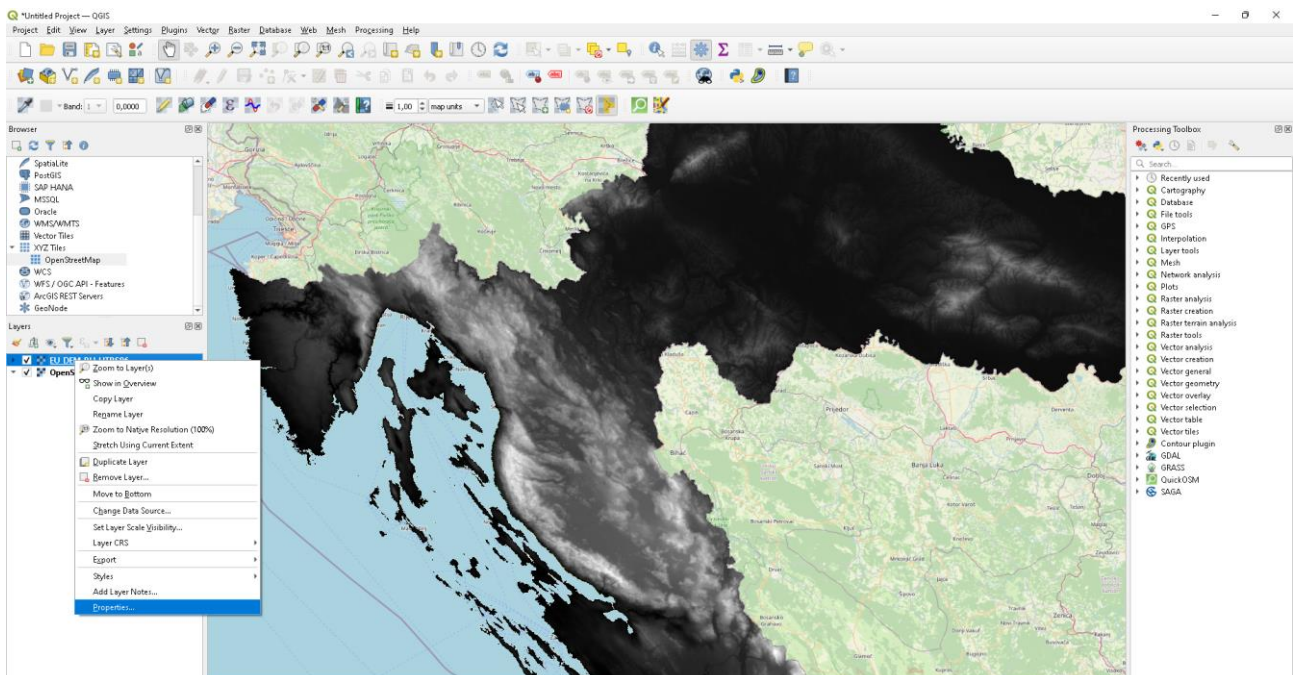


Uvlačenje novog sloja (layera), u ovom slučaju rastera sa geodetskim visinama terena u prostornoj rezoluciji 25m x 25m, obavlja se pritiskom na ikonu „Open data source Manager“, te izborom „Raster“. Nakon toga, pritiskom na gumb sa desne strane pored polja „Source“ otvara se preglednik za dohvaćanje odgovarajuće datoteke. Odabiremo odgovarajuću datoteku „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“. *Open* → *Add* → *Close*.

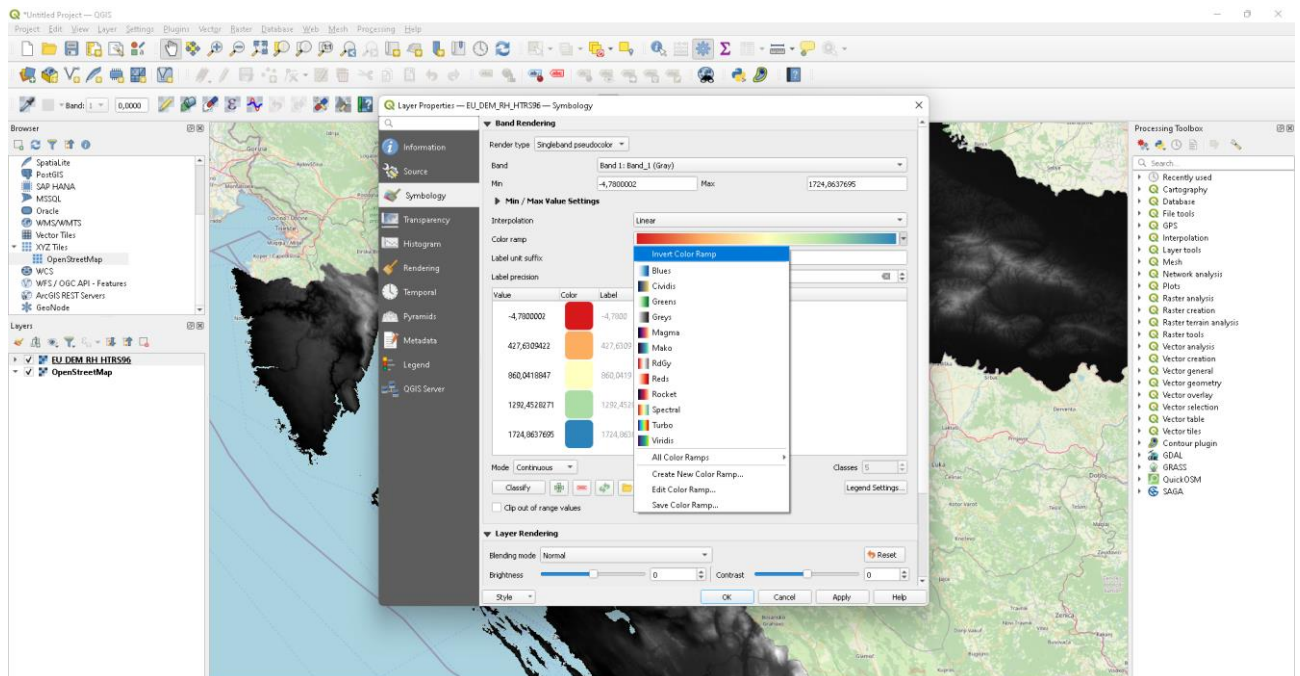




Nakon provedbe navedenog postupka pojavljuje se dodatni rasterski sloj. Ukoliko želimo da se prikazani raster pojavljuje u spektru potrebno je sljedeće: u prozoru „Layers“ desni klik na rasterski sloj → *Properties* → *Symbology*. U polju „Render type“ odabrati „Singleband pseudocolor“, u polju „Color ramp“ odabrati Invert color ramp, *Apply* → *OK*.

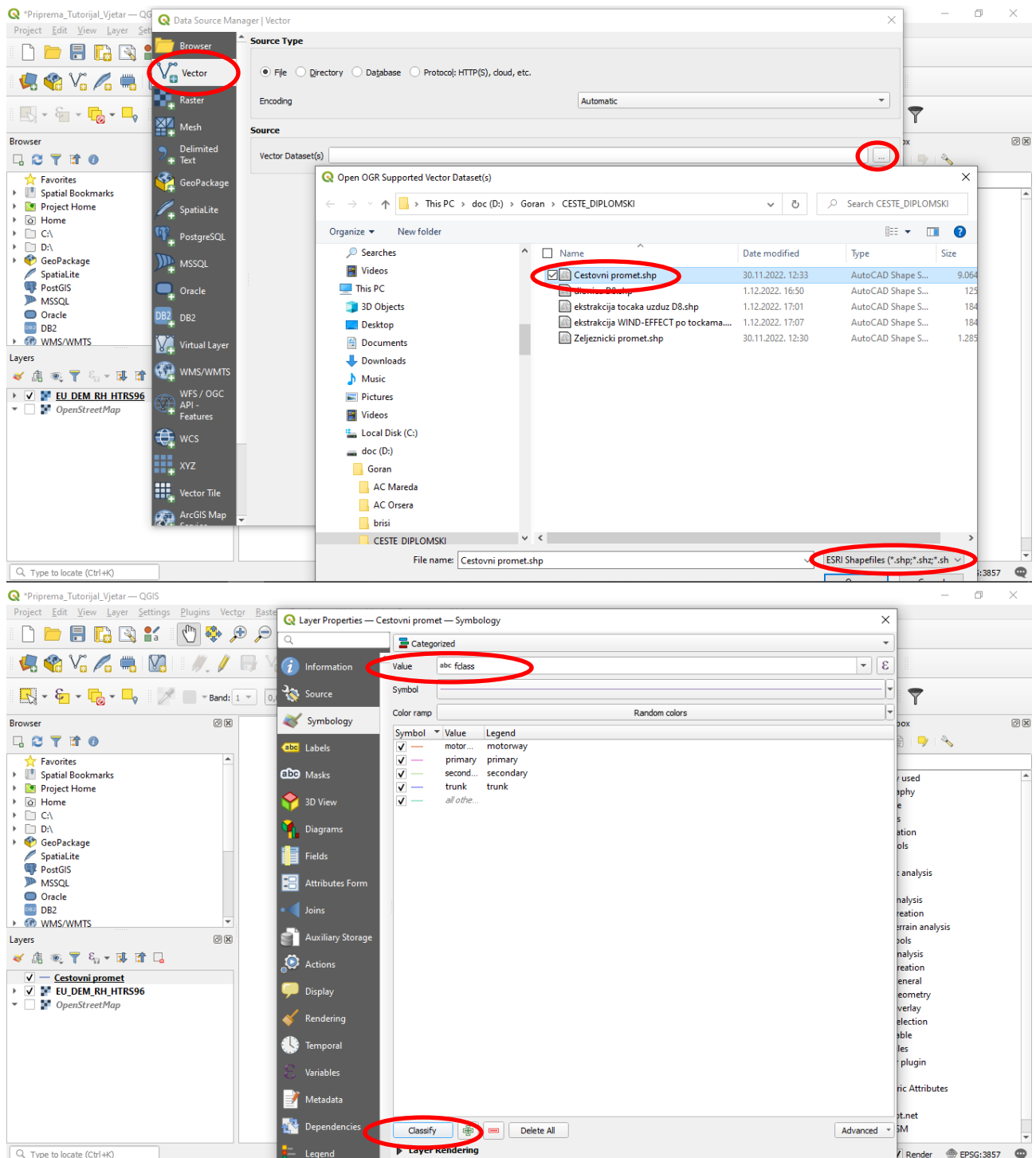






Sada uvlačimo novi sloj (layer), u ovom slučaju vektorski linijski sloj sa kategoriziranim prometnicama u RH. Pritisnemo na ikonu „Open data source Manager“, te izborom „Vector“. Nakon toga, pritiskom na gumb sa desne strane pored polja „Source“ otvara se preglednik za dohvaćanje odgovarajuće datoteke. Odabiremo odgovarajuću datoteku „Cestovni promet.shp“. Add → Close.

Ponovno se može provesti već prethodno pokazni postupak za prezentaciju elemenata pojedinog sloja u različitim bojama. Desni klik na vektorski sloj sa vodotocima u lijevom donjem prozoru „layers“ → *Properties* → *Symbology*. U prvom polju biramo „Categorized“ a u polju „Value“ biramo „fclas“ (klasa ceste). Stisnemo na donji gumb „Classify“. *Apply* → *OK*. U prooru Layers isključimo kvačice za sve kategorije ceste osim željene. Za prometnicu D8 to je „primary“.

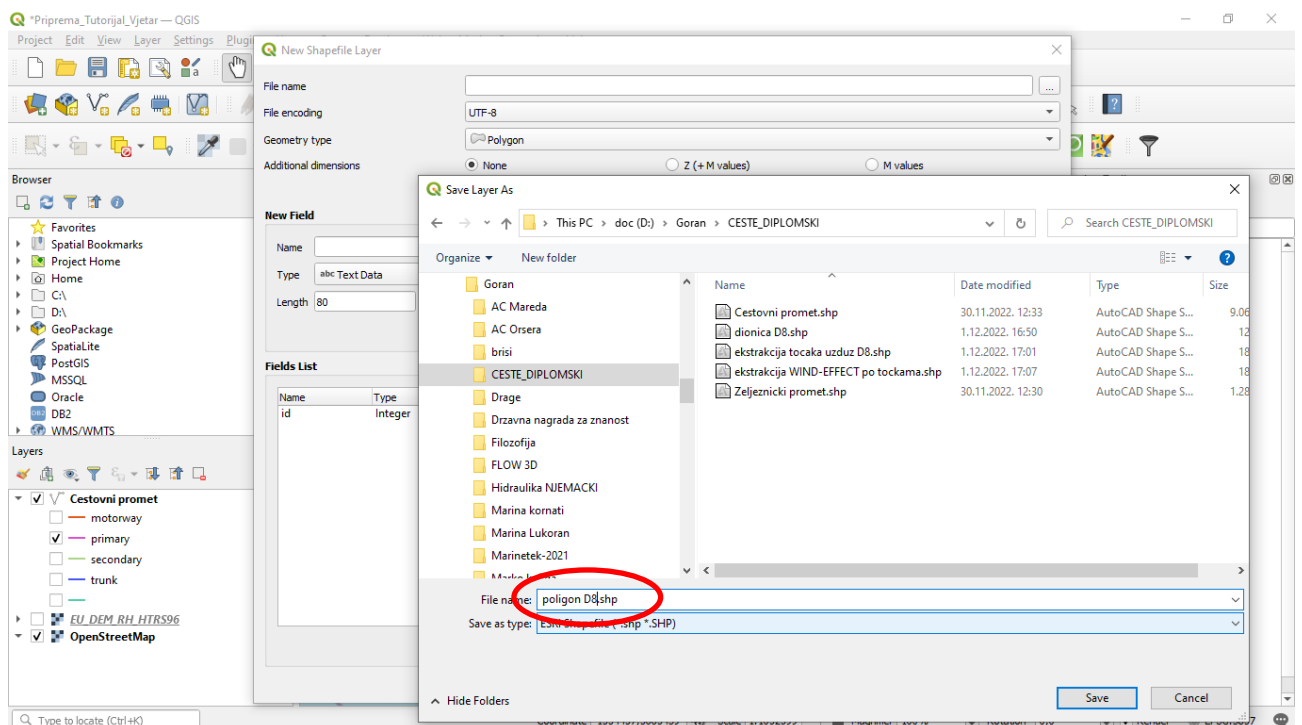
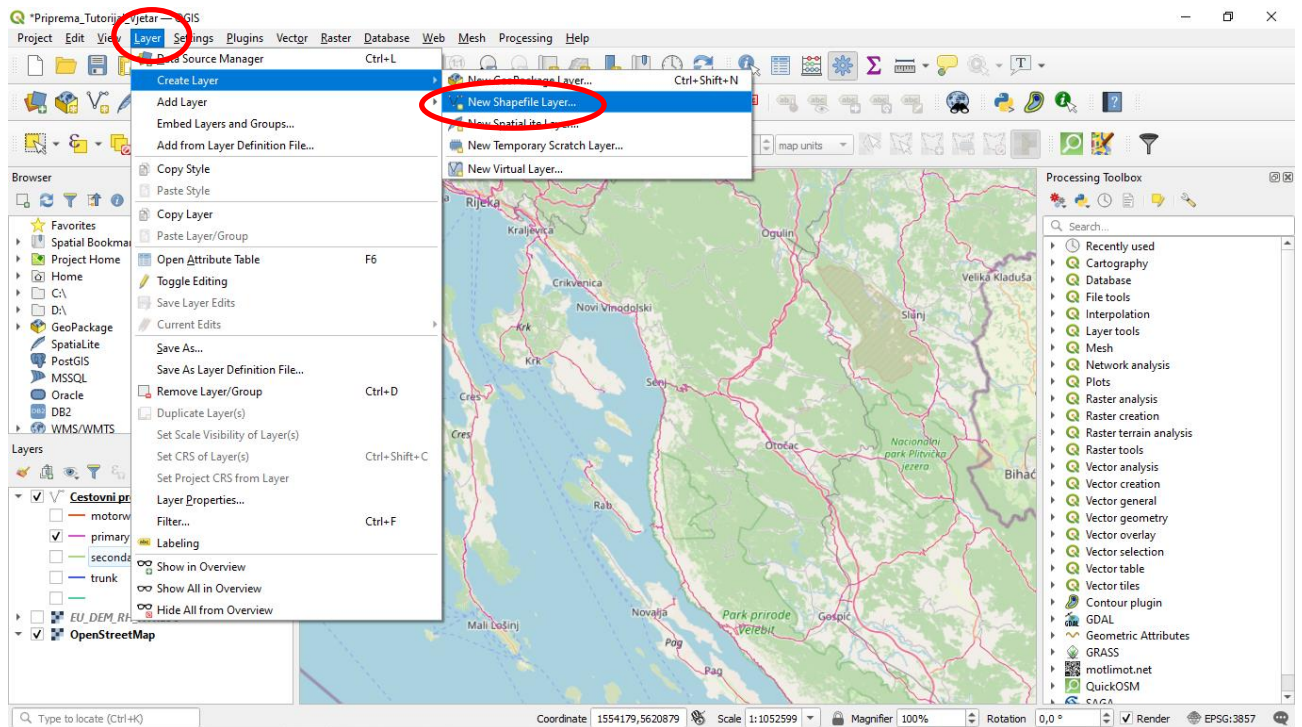


Sada je potrebno napraviti-kreirati vektorski poligonski sloj koji pokriva samo područje na kojem se nalazi dionica ceste D8 od Novog Vinodolskog do Klenovice.

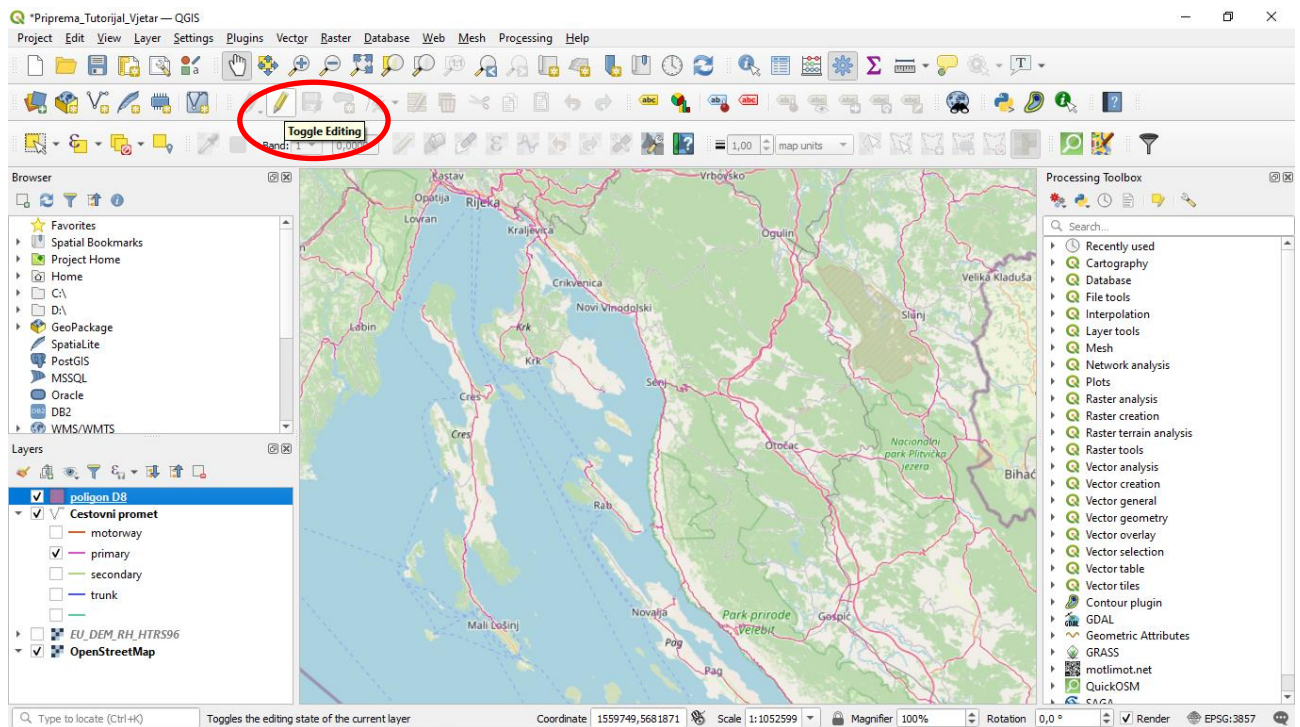
*Layer → Create Layer → New shape file layer*

Nakon otvaranja kartice za definiranje novog vektorskog sloja, pritiskom na gumb sa desne strane polja „File Name“ odabiremo lokaciju pohrane datoteke vektorskog sloja i njegovo

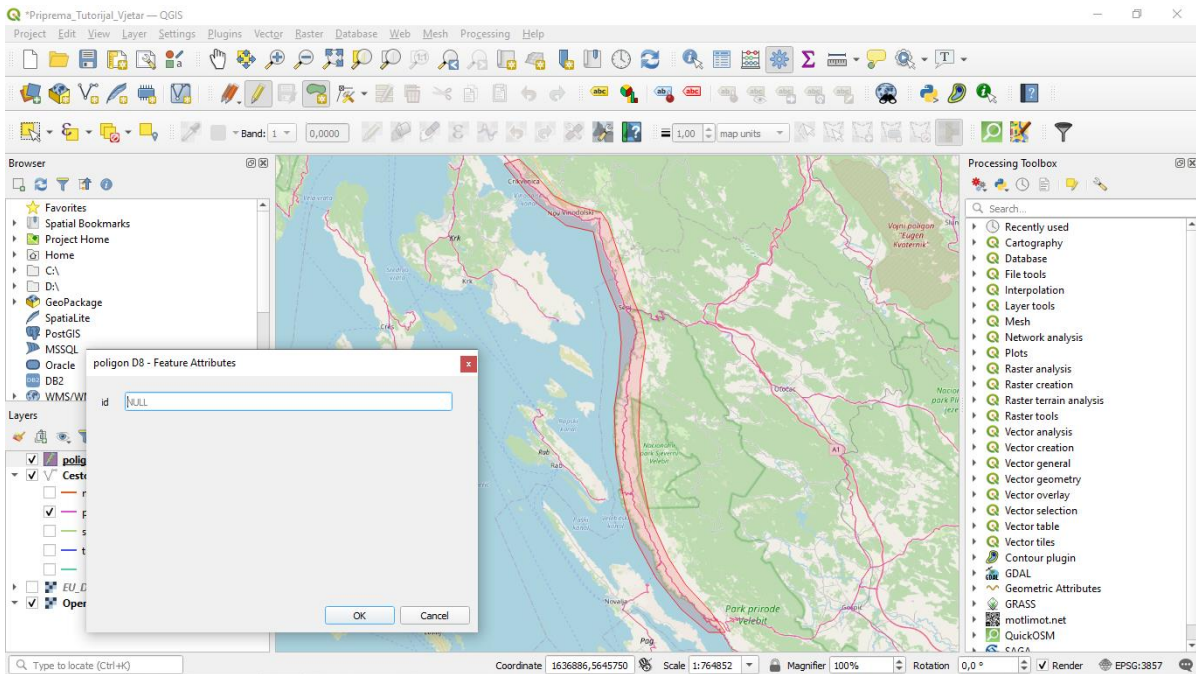
ime (npr. „Poligon\_D8“). U polju „Geometry type“ odabiremo „Polygon“, a u polju ispod geodetski CSR sloj (u našem slučaju HTRS / Croatia TM). Polja „New Field“ i „Field list“ trenutno nam nisu interesantna. Karticu zatvaramo sa *OK*. Formiran je novi vektorski poligonski sloj „Poligon\_D8.shp“ (vidljiv sa lijeve strane u prozoru „Layers“).



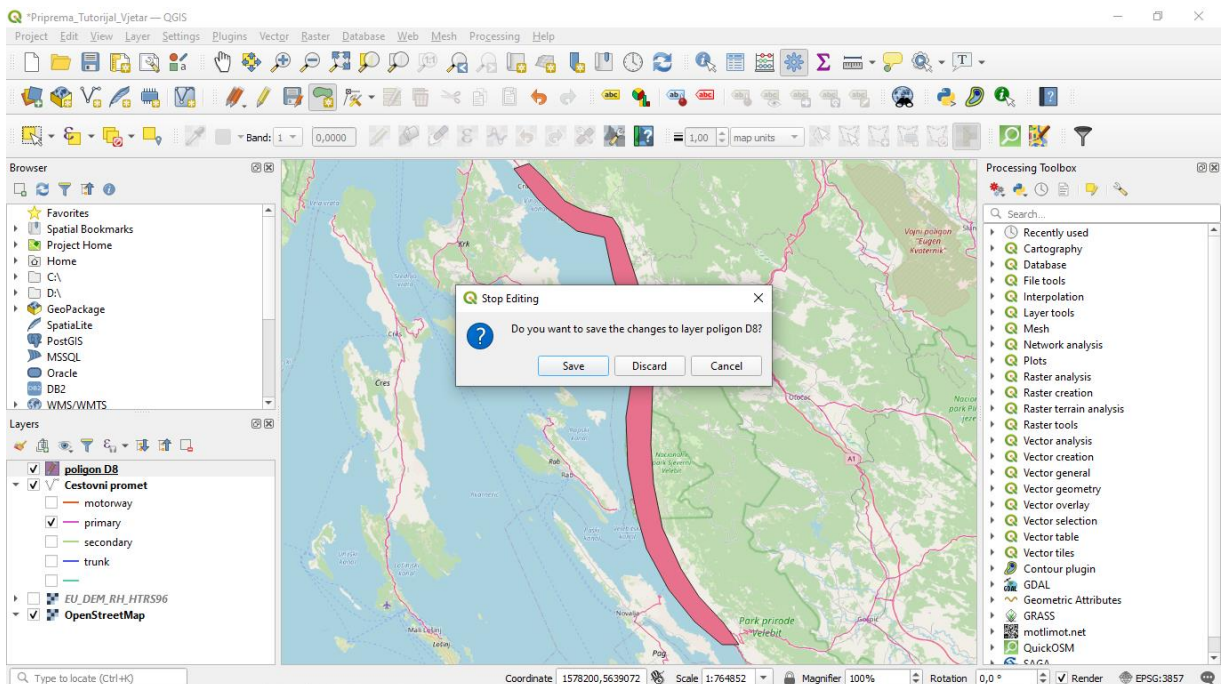
Pritisnemo gumb „Toggle editing“ kako bi omogućili editiranje novo formiranog vektorskog sloja, te gumb „Add Polygon“ kako bi ucrtali željeni poligon. Za bolju preglednost radnog prozora može se ukinuti vidljivost drugih prethodno napravljenih vektorskih ili rasterskih slojeva (micanje kvačice pored tog sloja u prozoru „Layers“).



Lijevim klikom miša i povlačenjem miša pažljivo se iscrtavaju konture poligona na način da se približno obilazi dionica ceste D8 od Novog Vinodolskog do Klenovice. Na poziciji zadnje točke poligona dvostruki lijevi klik, a nakon čega se pojavljuje kartica „Poligon D8 – Feature Attributes“. Obzirom da mi nećemo davati nikakve atributne vrijednosti nacrtanom poligonu samo *OK*.

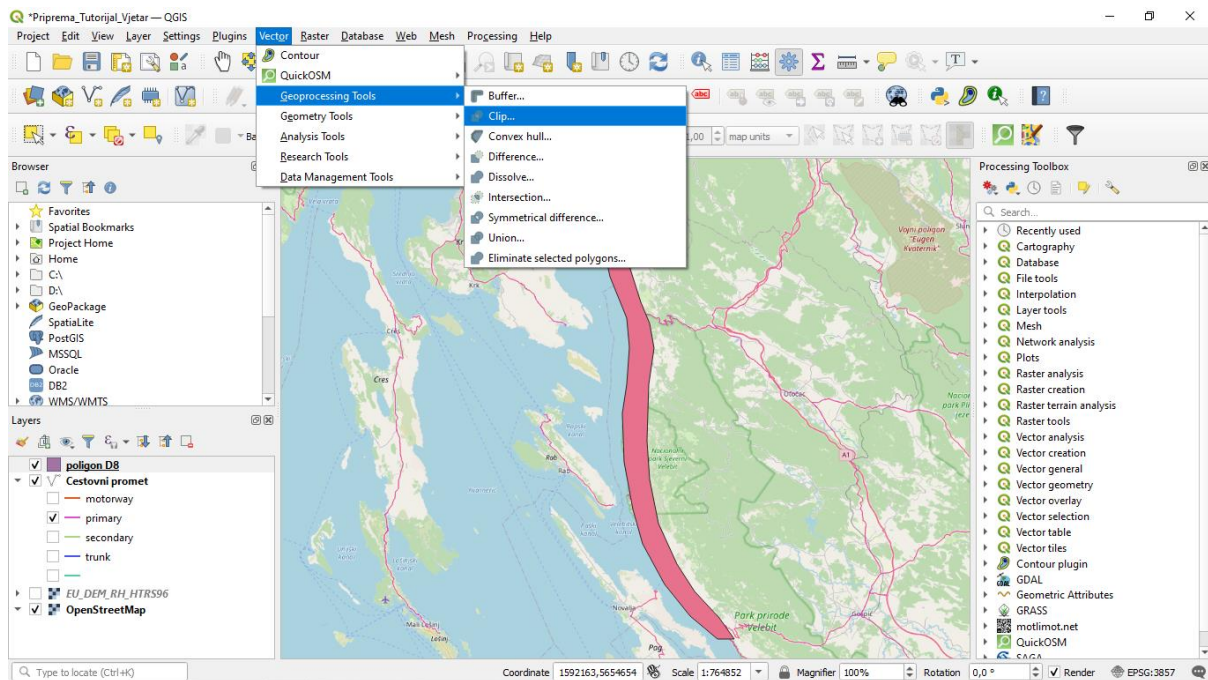


Ponovno stisnemo na ikonu olovke (gumb „Toggle editing“) kako bi naznačili prekid editiranja poligona, a nakon čega potvrđujemo da želimo pohranu unesenih promjena na poligonskom sloju. Ovaj poligonski sloj će nam poslužiti da napravimo ekstrakciju prethodno unesene podloge (vektorski linijski sloj prometnica u RH „Cestovni promet“) samo na području primarnog interesa.



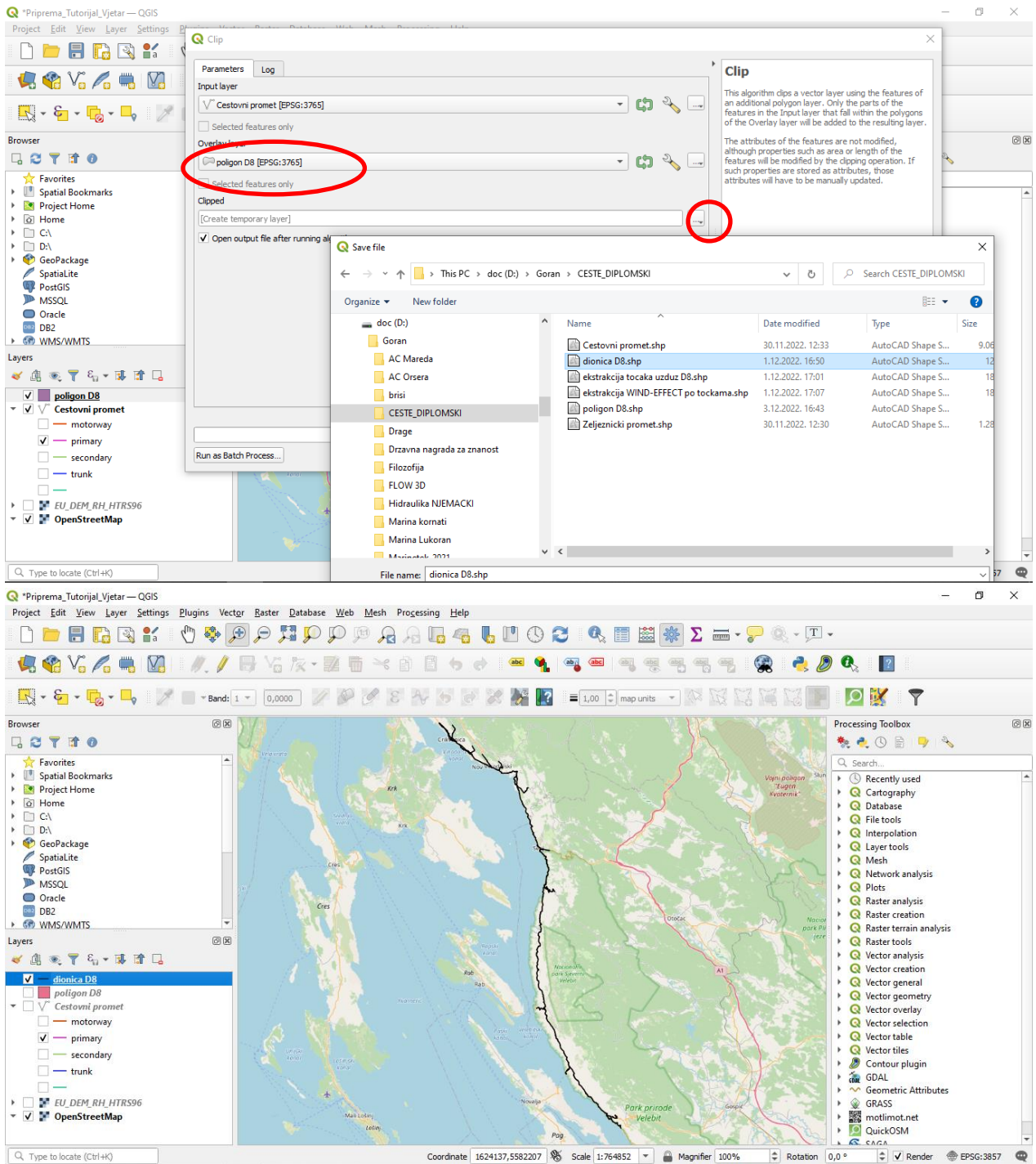
U nastavku želimo smanjiti („klipati“) područje prometnica u RH samo na područje koje je pokriveno prethodno napravljenim vektorskim poligonom „Poligon\_D8“. To se provodi uz pomoć QGIS rutine „Clip“.

## Vector → Geoprocessing Tools → Clip



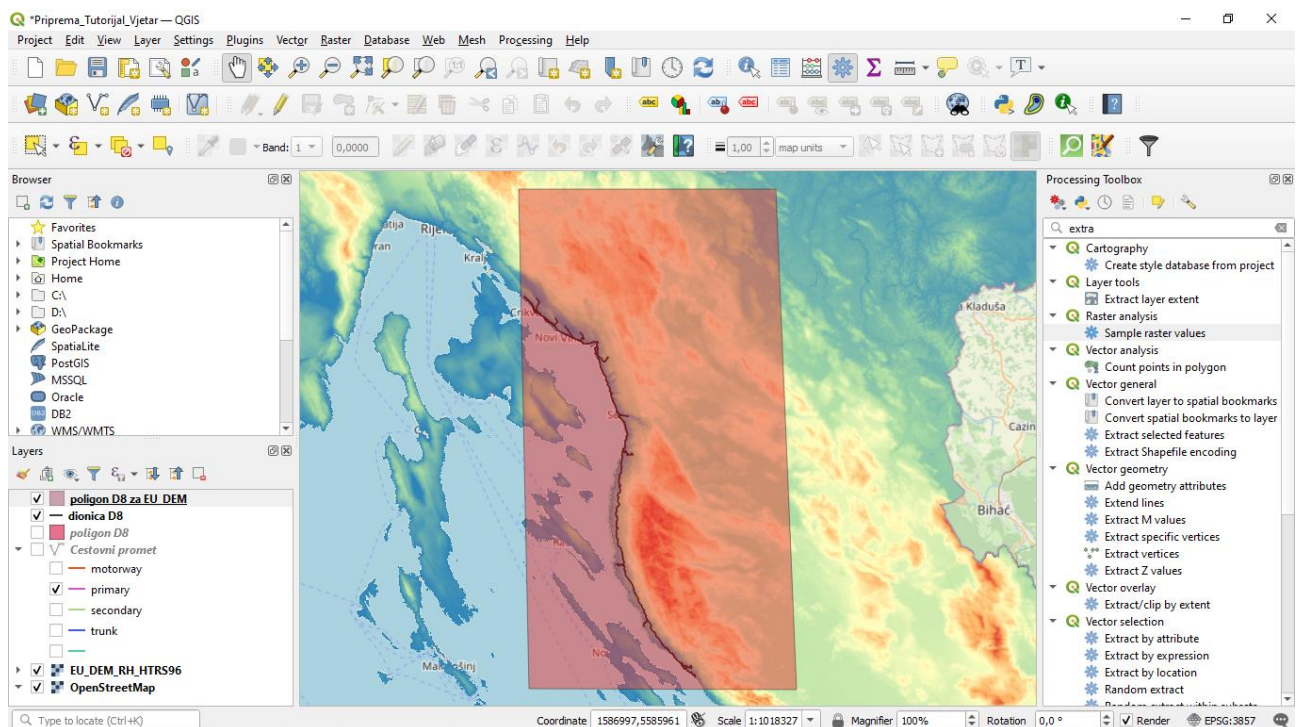
U polju „Input layer“ odaberemo vektorski linijski sloj „Cestovni promet“, a u polju „Overlay layer“ vektorski poligonski sloj „Poligon\_D8“. Nakon toga stisnemo na gumb pored polja „Clipped“, te odaberemo „save to file“ kako bi odabrali naziv (npr „Dionica D8“) i mjesto pohrane datoteke u koju će se spremirati rezultati presjeka ova dva vektorska sloja. Za kraj kliknemo na *Run*.

Za uočljiviji prikaz novoformiranog vektorskog linijskog sloja ponovno možemo promijeniti boju i debljinu sloja na način koji je već prethodno opisan. Također možemo isključiti kvačice nepotrebno vidljivih slojeva (npr poligona „Poligon D8“ i „Cestovni promet“).



### 3.2. Primjena QGIS modula „Wind effect“

U nastavku želimo iskoristiti QGIS simulacijsku rutinu sa kojom se mogu odrediti utjecaju orografije na intenzitet djelovanja vjetra. Rasterski sloj „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“ predstavlja podlogu za provedbu simulacije, ali prethodno želimo definirati samo onaj dio rasterskog sloja „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“ na kojem se odvija relevantni dio razvoja vjetrovnog djelovanja. Dakle, prvo je potrebno kreirati novi vektorski poligonski sloj za narednu ekstrakciju relevantnog podpodručja rasterskog sloja „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“. Rubne točke tog poligona trebaju obuhvatiti planinske lance koji se nalaze u zaobalju (vidi narednu sliku). Procedura kreiranja novog vektorskog poligonskog sloja je već prethodno objašnjena. Ovdje je za taj poligonski sloj dano ime „poligon D8 za EU\_DEM.shp“.

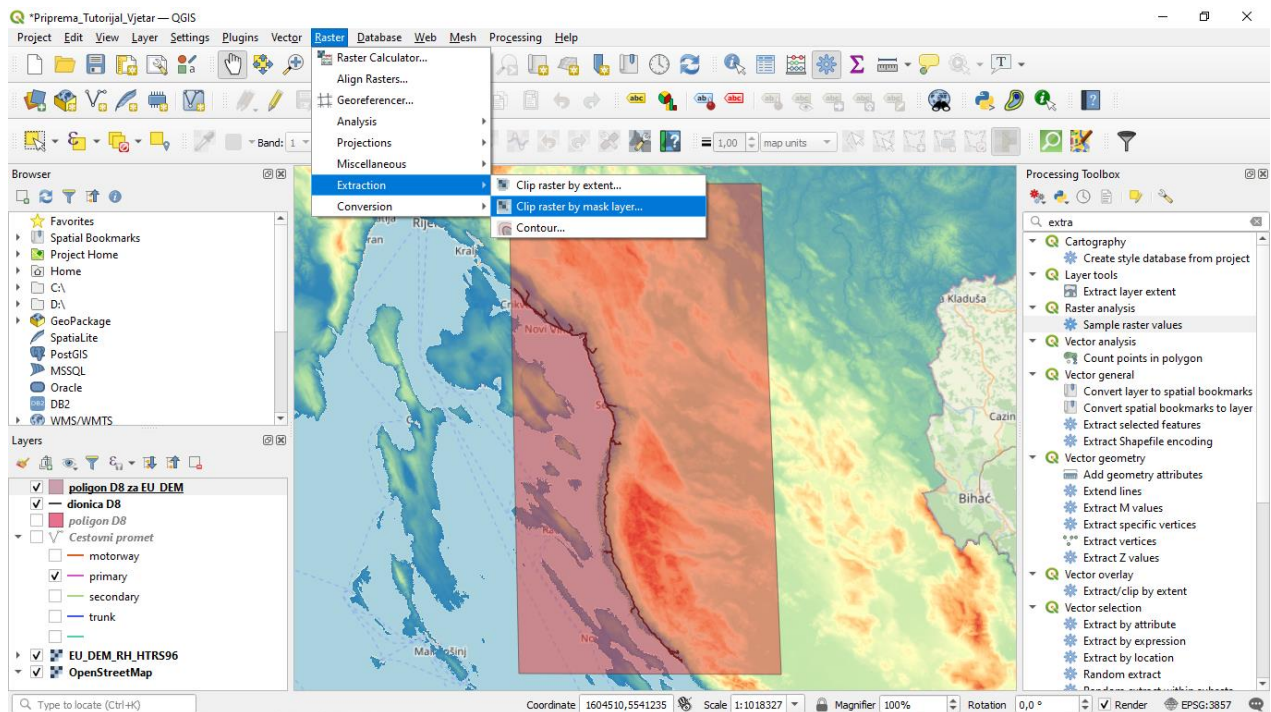


Sada radimo klipanje rastera „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“ sa prethodno kreiranim poligonom „poligon D8 za EU\_DEM.shp“.

*Raster → Extraction → Clip raster by mask layer*

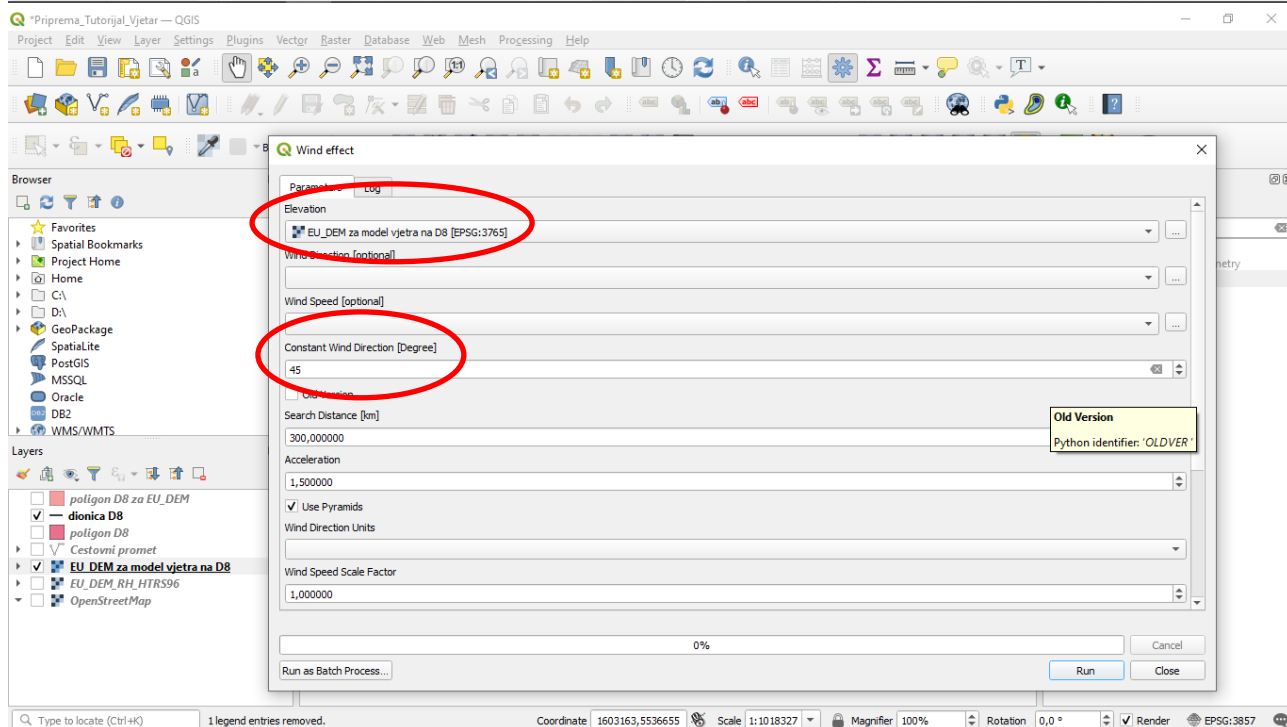
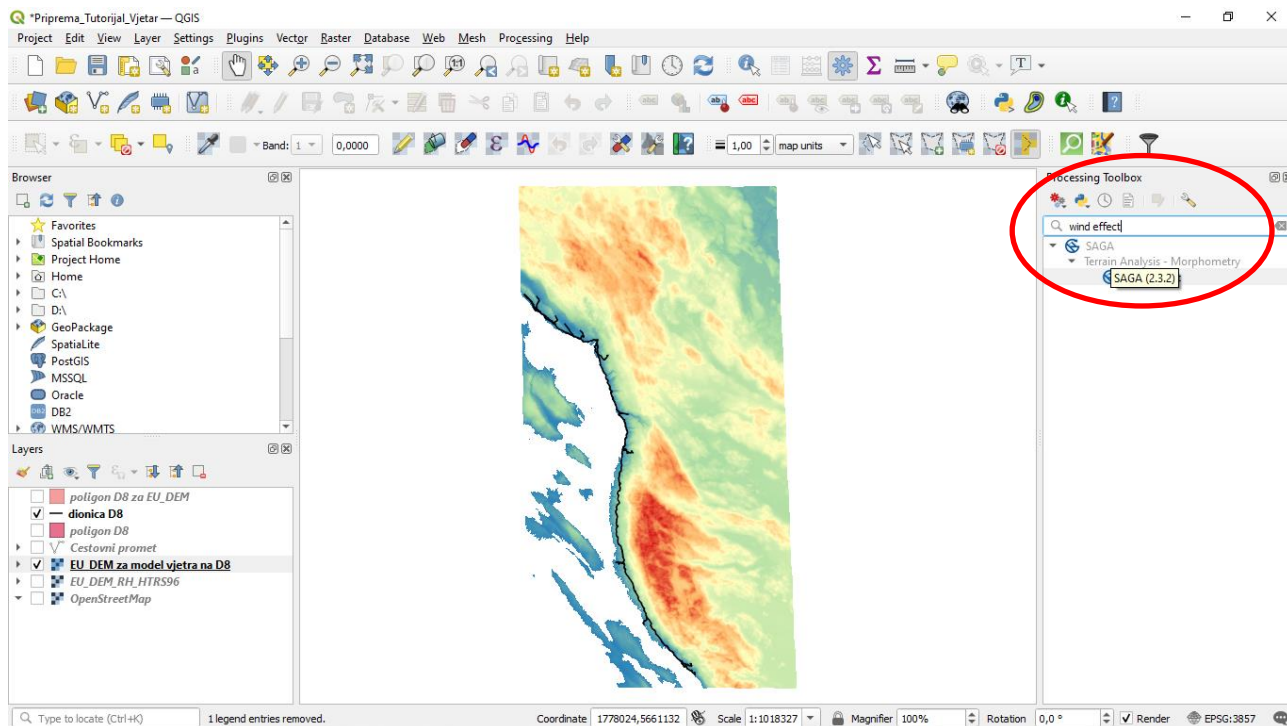
Za „Input Layer“ odabiremo raster „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“, a za „Mask layer“ vektorski poligon „poligon D8 za EU\_DEM.shp“. Pod „Advanced parameters“ pritiskom na gumb pored kućice „Clipped“ otvara se mogućnost za izbor imena i mjesta pohrane novog „klipnog“ rastera. U ovom primjer dano je ime „EU\_DEM za model vjetra na D8.tif“.



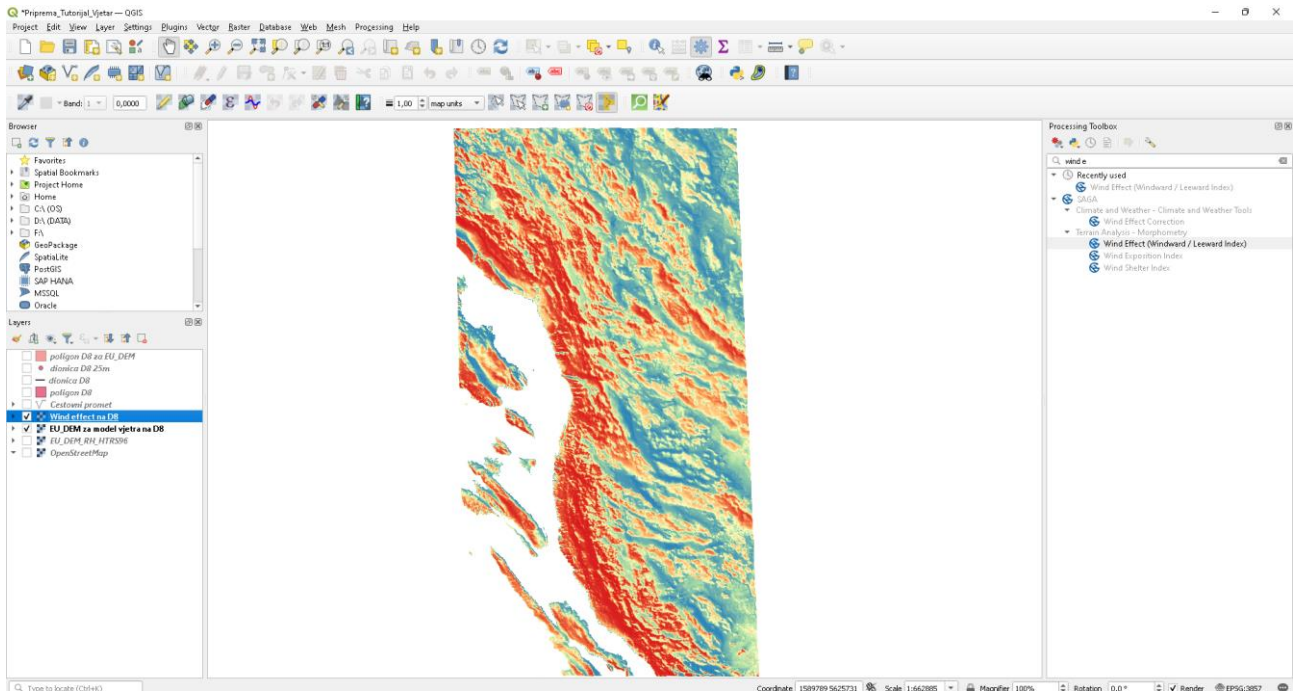


Za bolju preglednost nakon ovog možemo isključiti kvačice pored „EU\_DEM\_RH\_HTRS96.tiff“ i promijeniti boje za novi raster „EU\_DEM za model vjetra na D8.tif“.

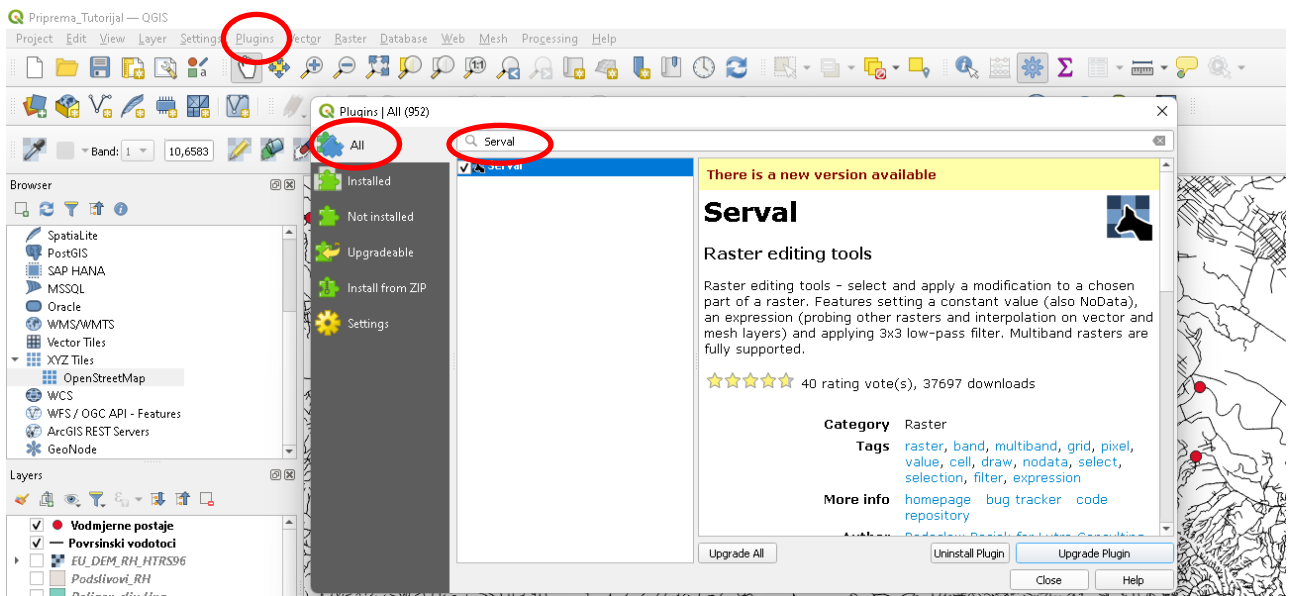
Sada u desnom prozoru „Processing toolbox“ upišemo naredbu „Wind effect“. Dvostrukim klikom na naredbu se otvara radni prozor za upis podataka. U kućicu „Elevation“ se odabire prethodno kreirani raster visina za analizirano podpodručje „EU\_DEM za model vjetra na D8.tif“, u kućicu „Constant wind direction“ se upisuje vrijednost  $22,5^\circ$  a u kućicu „Wind direction units“ se odabire „degree“. Ovime smo dali informaciju da je smjer djelovanja vjetra konstantan po cijelom području, odnosno da je smjer djelovanja vjetra prostorno homogen. Aktiviranjem gumba pored kućice „Wind effect“ otvara se prozor za izbor mjesta i imena datoteke (ovdje je dano ime „Wind effect na D8.tif“). Završavamo sa *Run*.



Dobiveni rezultati u rasteru „Wind effect na D8.tiff“ prikazuju polje u kojem vrijednosti >1 naznačuje pozicije lokalnog povećanja brzine vjetra a vrijednosti <1 naznačuje pozicije lokalnog smanjenja brzine vjetra. Ponovno možemo promijeniti boje u prikazu resultantnog rastera „Wind effect na D8“ na već prethodno objašnjeni način (naredna slika).

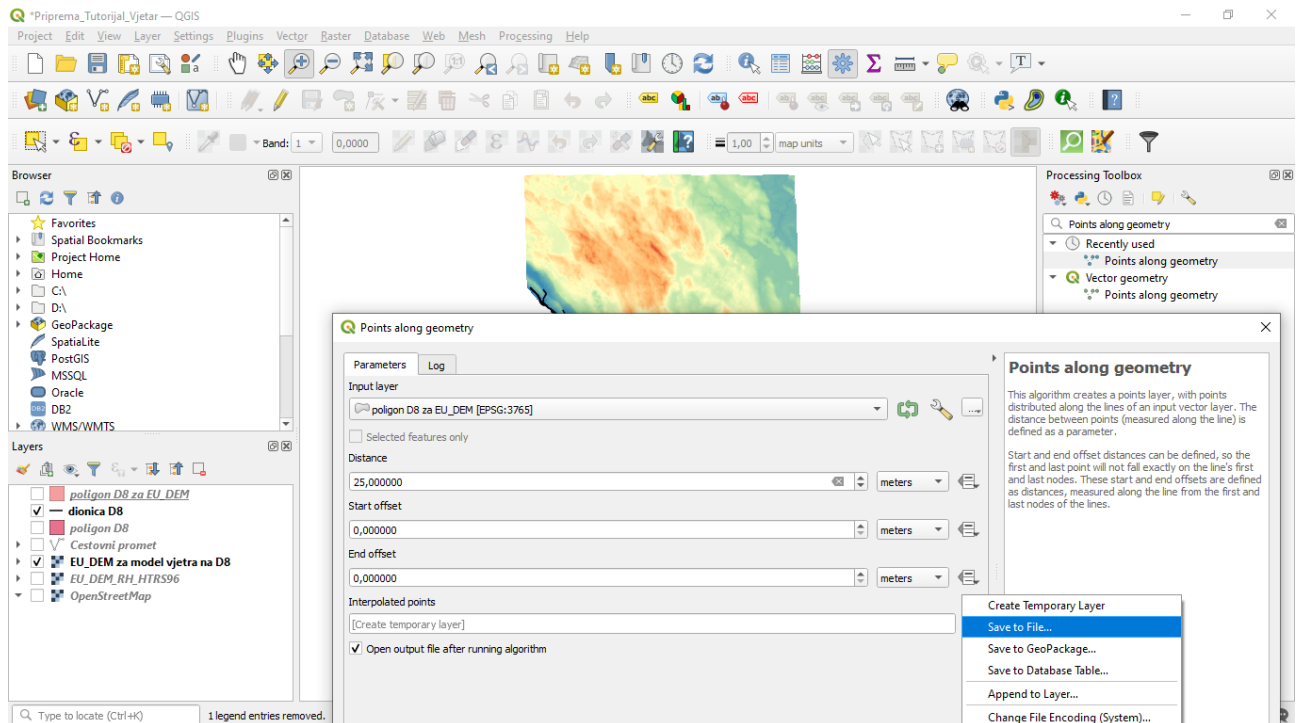


Za pregled rasterskih vrijednosti potrebno je instalirati „Plugin“ pod nazivom „Serval“.



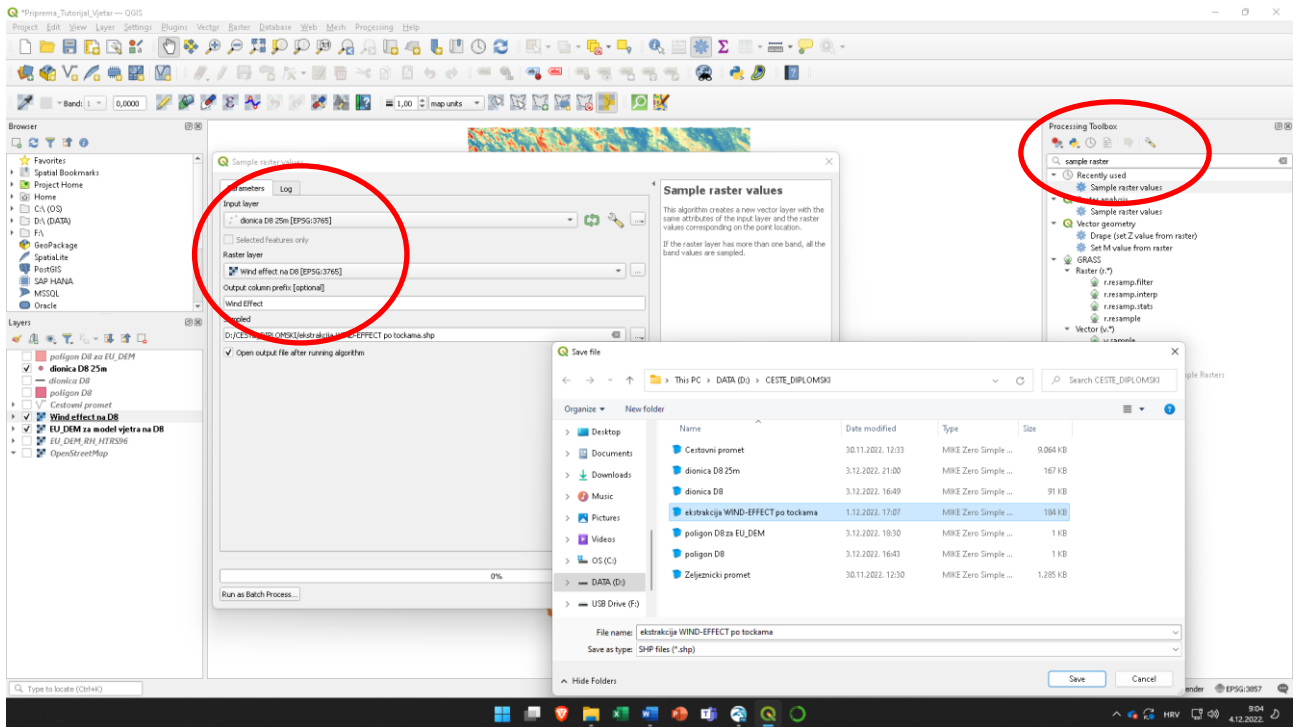
U nastavku trebamo prethodno kreirani vektorski linijski sloj za analiziranu dionicu D8 „dionica D8.shp“ pretvoriti u vektorski točkasti sloj. Problem je u tome što linijski vektorski sloj „dionica D8.shp“ ima vrlo veliki broj točaka loma na različitim međusobnim udaljenostima uzduž linije, od nekoliko metara do nekoliko desetina metara. Mi smo zainteresirani za formiranje vektorskog točkastog sloja uzduž trase dionice D8 sa jednolikom međusobnom udaljenosti točaka (verticisa). To se može napraviti upisom naredbe „Points along geometry“ u desni prozor „Processing Toolbox“.

Dvostrukim klikom na naredbu se otvara radni prozor za upis podataka. U kućicu „Elevation” se odabire vektorski sloj „dionica D8.shp”, u kućicu „Distance” se upisuje vrijednost 25 (m) jer je to ujedno prostorna rezolucija rastera sa rezultatima „Wind effect na D8.tiff”. Aktiviranjem gumba pored kućice „Interpolated points” otvara se prozor za izbor mjesta i imena datoteke (ovdje je dano ime „dionica D8 na 25m.shp”). Završavamo sa *Run*.

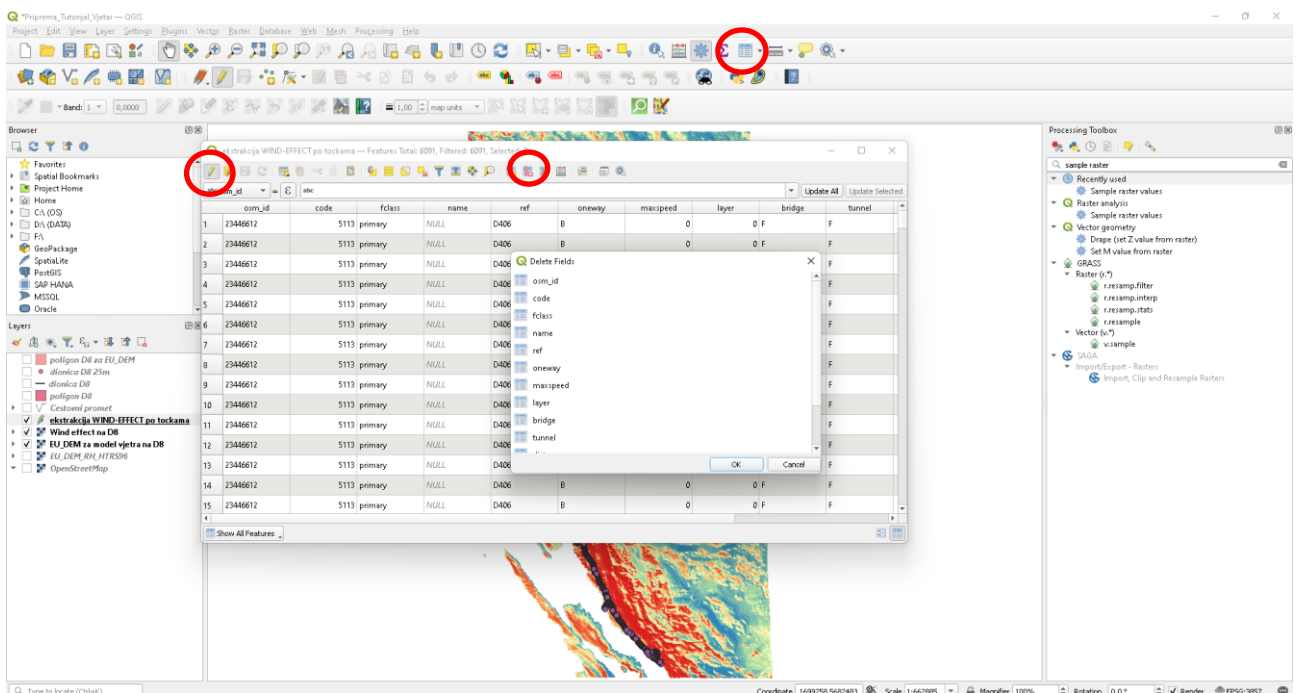


Za kraj je još samo potrebno napraviti ekstrakciju podataka iz rastera „Wind effect na D8.tiff” na mjestu točaka iz pretežno kreiranog vektorskog točkastog sloja „dionica D8 na 25m.shp”. To se može napraviti upisom naredbe „Sample raster values” u desni prozor „Processing Toolbox”.

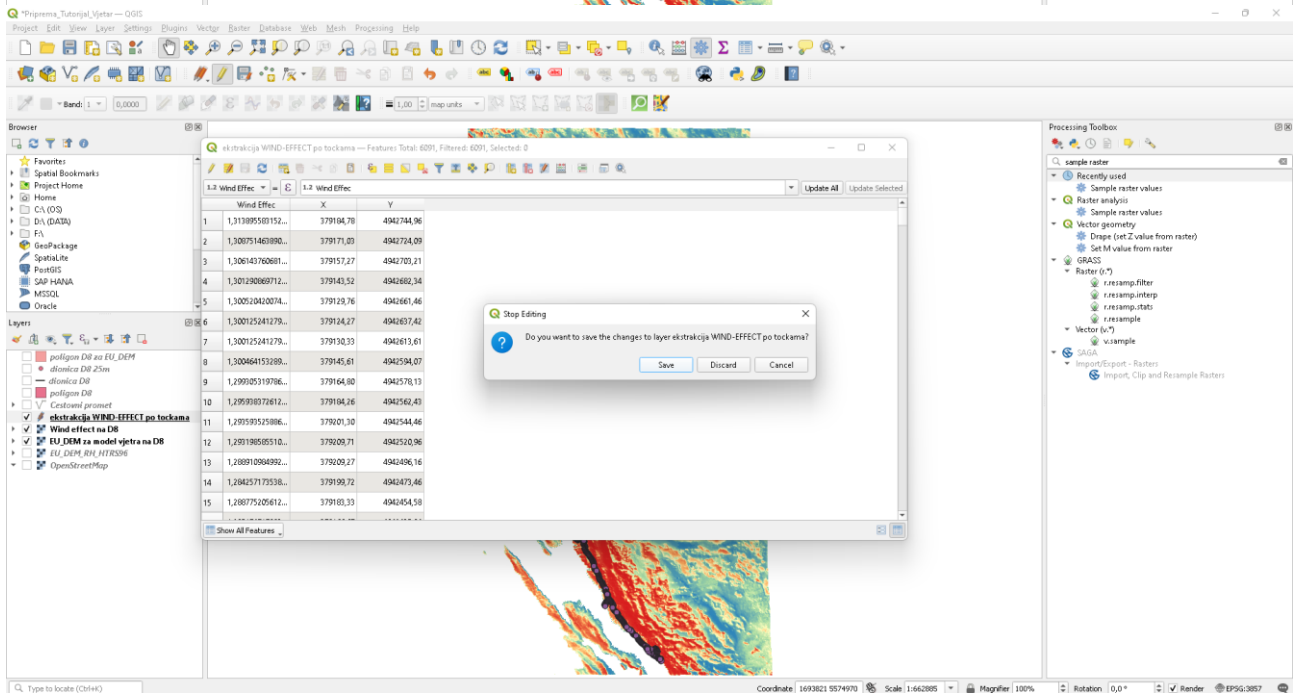
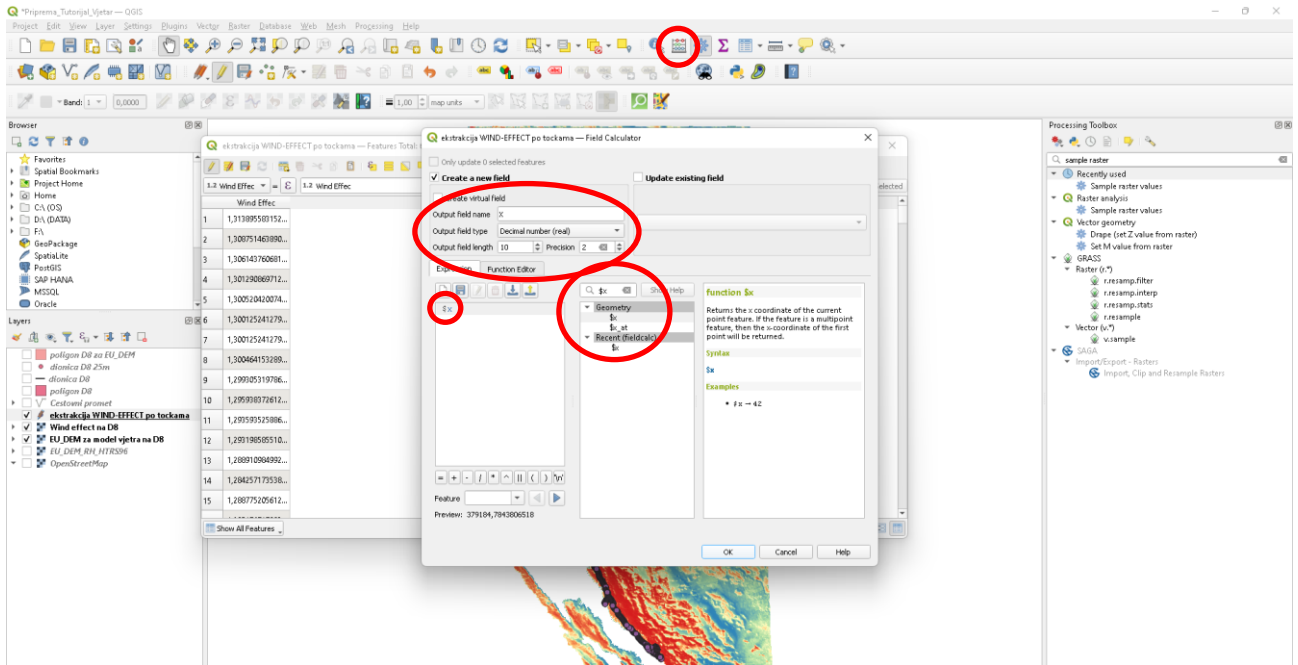
Dvostrukim klikom na naredbu se otvara radni prozor za upis podataka. U kućicu „Input layer” se odabire točkasti vektorski sloj „dionica D8 na 25m.shp”, a u kućicu „Raster layer” se odabire „Wind effect na D8.tiff”. Aktiviranjem gumba pored kućice „Sampled” otvara se prozor za izbor mjesta i imena datoteke (ovdje je dano ime „ekstrakcija WIND-EFFECT po točkama.shp”). Završavamo sa *Run*.



Kreirani točkasti vektorski sloj „ekstrakcija WIND-EFFECT po tockama.shp“ potrebno je dodatno obraditi da se izbrišu nepotrebni atributi-kolone u „Attribute table“ (ostaviti samo kolonu sa vrijednostima Wind effect), te da se dodaju kolone za X i Y koordinatu u HTRS95. Prvo se aktivira ikona u gornjoj traci sučelja „Attribute table“, nakon toga se u novootvorenom prozoru aktivira ikona „Toggle editing mode“ (olovka), te ikona „delete field“. Odabiru se kolone koje nisu potrebne, te se pritisne OK.



Za kreiranje novih kolona odabrati ikonu „Open field calculator“. U kućicu „Output field name“ upisati „X“, za „Output field type“ odabrati „Decimal number“, a u kućicu koja je u sredini prozora upisati „\$x“. Dvostrukim klikom na „\$x“ ista oznaka „\$x“ se pojavljuje i u lijevom prozoru. Nakon potvrde akcije sa *OK* dobivena je jedna nova kolona u kojoj se nalaze X koordinate točaka u HTRS95. Ista procedura se ponavlja i za Y koordinatu. Po završetku pritisnemo na ikonu olovke, te potvrđujemo željene promjene sa *Yes*.



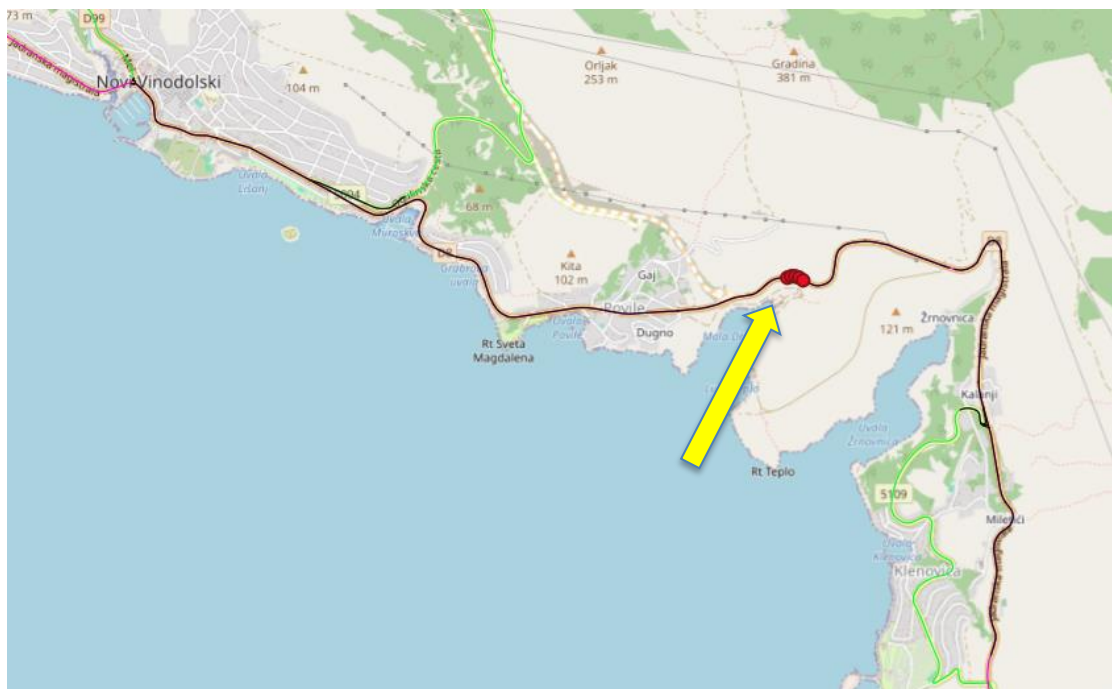
## 4. REZULTATI PROVEDENIH ANALIZA

Najveća vrijednost „wind effecta“ na pozicijama Balinskog vijadukta prikazana je na slici 4.1 te iznosi 1.31. Koeficijent 1.31 odgovara vrijednosti 30.6 m/s u slučaju suhog kolnika i 25 m/s u slučaju mokrog kolnika.

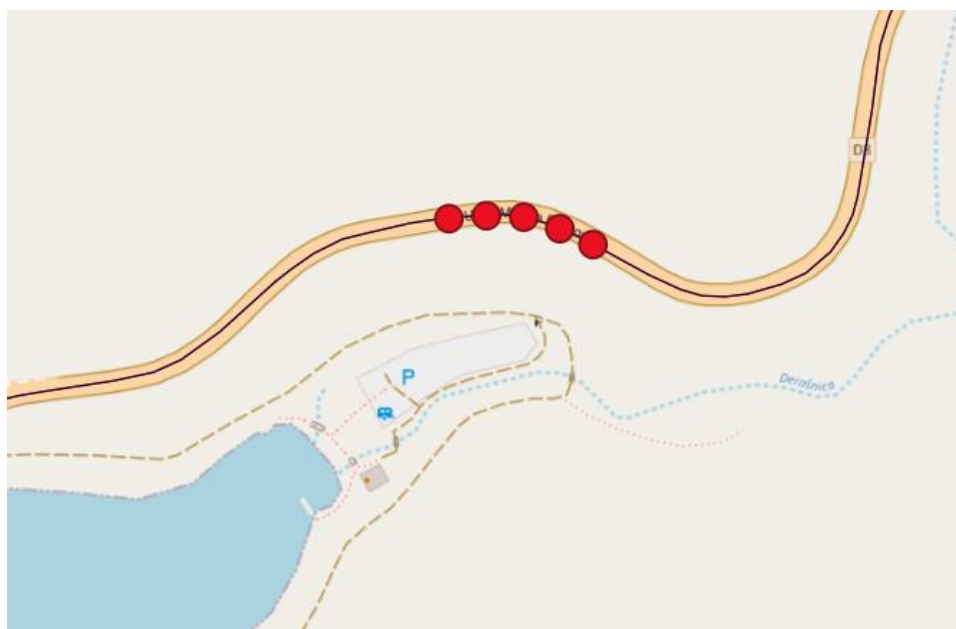


4.1. Pozicije najveće vrijednosti wind effecta na Balinskom vijaduktu

Na dionici ceste Novi Vinodolski - Klenovica dugačkoj oko 10 km, izračunato je da se na samo 250 m dionice premašuje maksimalna brzina vjetra Balinskog vijadukta. Najveća vrijednost „wind effecta“ na dionici Novi Vinodolski-Klenovica iznosi 1.32 te odgovara brzini vjetra većoj od maksimalno dopuštene brzine Balinskog vijadukta. Na tim mjestima gdje je vjetar veći 1.31 događa se prekoračenje brzine od 25 m/s u slučaju mokrog kolnika i 30,6 m/s u slučaju suhog kolnika te zahtjeva izvođenje fizičke zaštite koja bi riješila pitanje sigurnosti na cesti i omogućila neometan prolaz cijelom dionicom.



Slika 4.2 Pozicije najvećih vrijednosti "wind effecta" na dionici ceste Novi Vinodolski –Klenovica



Slika 4.3 Uvećani prikaz pozicija najvećih vrijednosti „wind effecta“ na promatranoj dionici

Vjetrovi koji se pojavljuju na Jadranskoj magistrali D8 znatno ovise o lokalnim značajkama okolnog terena. Vrijednosti "wind effecta"  $>1$  prikazuju pozicije lokalnog povećanja brzine vjetra, a vrijednosti  $<1$  pozicije lokalnog smanjenja brzine vjetra. Općenito može se reći da se olujne bure javljaju duž cijele jadranske obale, ali se trajanje i učestalost olujne bure smanjuje od sjevera prema jugu. Kako na pojavu bure utječu karakteristike lokalne ortografije, ona se češće javlja na lokacijama koje se nalaze ispod planinskih prijevoja. Iz izdvojenog skupa podataka (Slika 4.4) možemo zaključiti da postoje manji djelovi ceste na

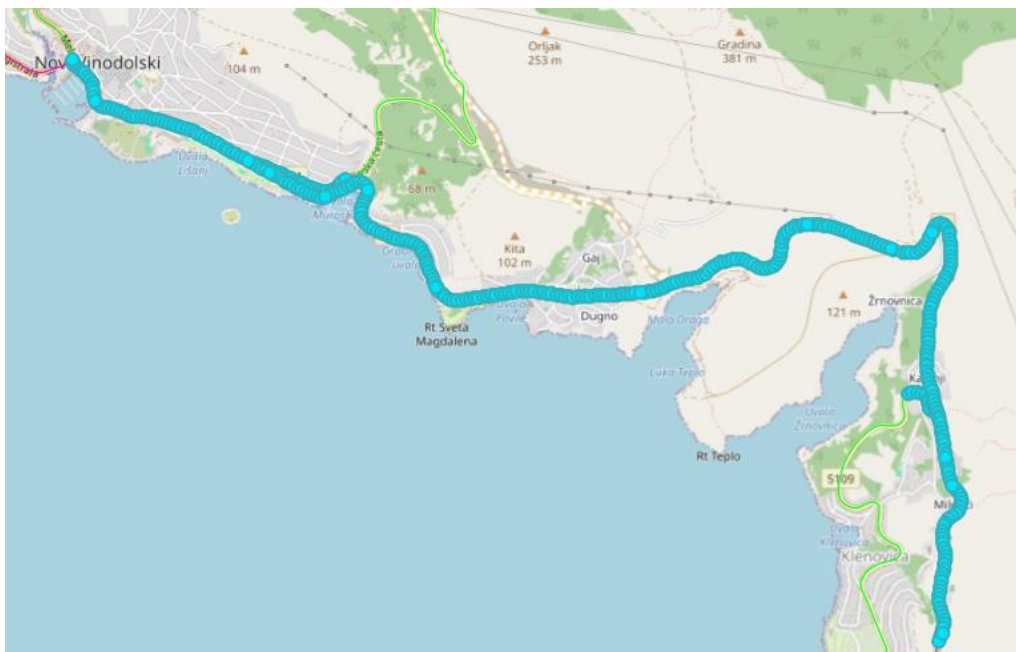


kojima lokalno povećanje brzine vjetra smanjuje sigurnost prometa te nije potrebno zatvaranje cijele dionice već ugradnja fizičke zaštite na pojedinim djelovima ceste.

Slika 4.4 Tablični prikaz maksimalnih vrijednosti „wind effecta“

	X	Y	Wind effec
1	369079,71	4998913,18	1,32916724681...
2	369054,89	4998914,92	1,32829594612...
3	369029,92	4998913,66	1,32704102993...
4	369103,45	4998905,58	1,32230818271...
5	369125,62	4998894,11	1,32198035717...

Na gotovo cijeloj dionici ceste Novi Vinodolski –Klenovica vrijednosti „wind effecta“ su manje od 1.31 te je omogućen siguran promet dionicom. Prekoračenje maksimalno dopuštene brzine vjetra pojavljuje se u usijeku te smanjuje sigurnost prometa i otežava neometan prolaz magistralom. Ugradnja burobrana neposredno uz vozne trake duž trase gdje se pojavljuju brzine vjetra veće od brzine na Balinskom vijaduktu omogućila bi siguran i neometan prolaz dionicom Novi Vinodolski - Klenovica bez potrebnog zatvaranja cijele dionice.



Slika 4.5 Pozicije vrijednosti „wind effecta“ < 1.32

## 5. ZAKLJUČAK

U ovom radu provedeno je istraživanje prostorne raspodjele brzine vjetra na dionici državne ceste D8 između Novog Vinodolskog i Klenovice na temelju modula „Wind effect“, dostupnog u sklopu platforme QGIS, te brzine i smjera vjetra iz numeričkog atmosferskog modela Aladin-Hr u razdoblju 1998.-2001. Za proračune brzine uzduž promatrane cestovne dionice u sklopu QGIS sučelja korištena je prostorna rezolucija podataka od 25m, a podaci o brzini i smjeru vjetra iz modela Aladin-Hr imaju prostornu rezoluciju od 4km i vremensku rezoluciju od 3h. Zatvaranje ceste između Novog Vinodolskog i Klenovice događa se kada izmjereni sekundni udari vjetra na Balinskom vijaduktu premaše 25 m/s u slučaju mokrog kolnika i 30,6 m/s u slučaju suhog kolnika. Prvo smo uspostavili model u QGIS sučelju temeljem kojeg smo proračunali prostornu raspodjelu brzine vjetra s prostornom rezolucijom podataka od 25m. Zatim na temelju modula „Wind effect“ prikazali smo utjecaj ortografije na intenzitet djelovanja vjetra. Vrijednosti „wind effecta“ veće od referentne točke Balinski vijadukt, ukazuje na prekoračenje brzine od 25 m/s u slučaju mokrog kolnika i 30,6 m/s u slučaju suhog kolnika te zahtjeva izvođenje fizičke zaštite kao rješenje pitanja sigurnosti na cesti. Zatvaranje ceste uslijed jakih udara vjetra bitno ovisi o brzini i smjeru vjetra, prate se mjereni jednosekundni udari vjetra na lokacijama Balinski vijadukt. Rezultati dobiveni na temelju proračuna ukazuju na potrebnu ugradnju burobrana neposredno uz vozne trake duž trase kojima se smanjuje nepoželjno djelovanje jakih vjetrova te povećava sigurnost prometa i omogućuje neometan prolaz cestom D8 na dionici Novi Vinodolski - Klenovica.

## Literatura

Courtier, P.C., Freydier, J.F., Geleyn, F., Rochas, M. (1991.): The ARPEGE project at METEO-FRANCE", *Proceedings from the ECMWF workshop on numerical methods in atmospheric models*, Vol. 2, Reading, England, str. 193-231

Cordoneanu, E., Geleyn, J.F. (1998.): Application to local circulation above the Carpathian-Black Sea area of a NWP-type meso-scale model", *Contributions to Atmospheric Physics*, Vol. 71, str. 191-212.

Brzovič, N. (1999.): Factors affecting the Adriatic cyclone and associated windstorms, *Contributions to Atmospheric Physics*, Vol. 72, str. 51-65.

Brzovič, N., Strelec-Mahovič, N. (1999.): Cyclonic activity and severe jugo in the Adriatic, *Physics and Chemistry of the Earth (B)*, Vol. 24, str. 653-657.

Ivatek-Sahdan, S., Tudor, M. (2004.): Use of high-resolution dynamical adaptation in operational suite and research impact studies, *Meteorol. Z.*, Vol. 13, str. 99-108.