



STUDIO OKOLJE

Občina Medvode – Okoljska merilna postaja

Mesečno poročilo

Obdobje : Marec 2016

Datum : 7. 4. 2016

Pripravil : Žiga Švegelj, univ. dipl. meteo.



STUDIO OKOLJE

Mesečno poročilo o rezultatih meritev imisijskih koncentracij plinov BTX in meteoroloških parametrov na okoljski merilni postaji v občini Medvode.

Kazalo vsebine

1.	Namen meritev	5
2.	Splošni podatki	6
2.1	Meteorološke razmere	6
2.2	Merilno mesto.....	6
3.	Opis meritev	7
3.1	Meritve plinov BTX.....	7
3.1.1	Benzen.....	8
3.1.2	Toluen.....	8
3.1.3	Etilbenzen.....	9
3.1.4	Ksilen	9
3.2	Meteorološke meritve	9
4.	Analiza meritev	10
4.1	Benzen in etilbenzen.....	11
4.2	Toluen	14
4.3	M & P in O ksilen.....	16
4.4	Smer in hitrost vetra.....	19

Kazalo slik

SLIKA 1: OKOLJSKA MERILNA POSTAJA V OBČINI MEDVODE.....	5
SLIKA 2: MERILNO MESTO.....	7
SLIKA 3: IMISIJSKE KONCENTRACIJE BENZENA IN ETILBENZENA MED VKLJUČNO 1. 11. 2015 IN 10. 11. 2015.	11
SLIKA 4: IMISIJSKE KONCENTRACIJE BENZENA IN ETILBENZENA MED 11. 11. 2015 IN 20. 11. 2015.....	11
SLIKA 5: IMISIJSKE KONCENTRACIJE BENZENA IN ETILBENZENA MED 21. 11. 2015 IN 30. 11. 2015.....	12
SLIKA 6: ROŽA ONESNAŽENOSTI – BENZEN, MAREC 2015.	12
SLIKA 7: ROŽA ONESNAŽENOSTI – ETILBENZEN, MAREC 2015.....	13
SLIKA 8: IMISIJSKE KONCENTRACIJE TOLUENA MED VKLJUČNO 1. 11. 2015 IN 10. 11. 2015.	14
SLIKA 9: IMISIJSKE KONCENTRACIJE TOLUENA MED 11. 11. 2015 IN 20. 11. 2015.....	14
SLIKA 10: IMISIJSKE KONCENTRACIJE TOLUENA MED 21. 11. 2015 IN 30. 11. 2015.....	15
SLIKA 11: ROŽA ONESNAŽENOST - TOLUEN, MAREC 2015.	15
SLIKA 12: IMISIJSKE KONCENTRACIJE M&P IN O KSILENA MED VKLJUČNO 1. 11. 2015 IN 10. 11. 2015.	16
SLIKA 13: IMISIJSKE KONCENTRACIJE M&P IN O KSILENA MED 11. 11. 2015 IN 20. 11. 2015.....	17
SLIKA 14: IMISIJSKE KONCENTRACIJE M&P IN O KSILENA MED 21. 11. 2015 IN 30. 11. 2015.....	17
SLIKA 15: ROŽA ONESNAŽENOSTI - M & P KSILEN IN O KSILEN, MAREC 2015.....	18
SLIKA 16: SMER IN HITROST VETRA MED 1. 11. 2015 IN 10. 11. 2015.....	19
SLIKA 17: SMER IN HITROST VETRA MED 11. 11. 2015 IN 20. 11. 2015.....	19
SLIKA 18: SMER IN HITROST VETRA MED 21. 11. 2015 IN 30. 11. 2015.....	20
SLIKA 19: ROŽA VETROV, MAREC 2015.	20
SLIKA 20: FREKVENČNA PORAZDELITEV PO HITROSTI VETRA, MAREC 2015.	21

Kratek povzetek meritev v marcu 2016:

Vrednosti toluena so bile rahlo povišane 3., 5., in 11. 3. 2016, etilbenzena pa 15. 3. in 31. 3. 2016.

Povišane vrednosti toluena so bile izmerjene pri jugovzhodnih smereh vetra, etilbenzena pa pri južnih smereh vetra. V času povišanih koncentracij toluena in etilbenzena je bil možen pojav motečih neprijetnih vonjav oz. smradu.

V primerjavi s preostalimi zimskimi meseci je bila hitrost vetra marca le 38 % časa pod 1 m/s, kar pomeni, da so bile razmere za redčenje onesnaževal z okoliškim zrakom dobre.

Povprečne 10 minutne in maksimalne 10 minutne vrednosti plinov BTX izmerjene na okoljski merilni postaji v Medvodah v marcu:

Plin Vrednost	Benzen [µg/m ³]	Toluen [µg/m ³]	Etilbenzen [µg/m ³]	M&P ksilen [µg/m ³]	O ksilen [µg/m ³]
Povprečna 10 minutna vrednost	1.7	6.5	0.4	1.1	0.3
Maksimalna 10 minutna vrednost	23.1	141.4	8.4	32.6	12.6

1. Namen meritev

V Sloveniji, predvsem v Ljubljanski kotlini, zaradi specifičnih geografskih značilnosti prevladujejo šibki vetrovi, ki lahko v okolici večjih emisijskih virov raznih industrijskih obratov povzročajo že pri majhnih emisijah visoke koncentracije zdravju ljudi in okolju nevarnih in neprijetnih onesnaževal.

Razmere s šibkimi vetrovi so pogoste tudi v občini Medvode, kjer je prisotna kemična industrija in z njo povezano industrijsko onesnaževanje. Poleg industrijskega onesnaženja je, tako kot drugod po Sloveniji, tudi v Občini Medvode prisotno onesnaženje zaradi prometa in v ogrevalni sezoni onesnaževanje kurišč za ogrevanje. Ob razmerah s šibkimi vetrovi so zaradi prekrivanja emisij posameznega onesnaževalca možne povišane imisijske vrednosti onesnaževal oziroma določenih plinov, ki so stranski produkt industrije, prometa in ogrevanja.

Zaradi naštetega so se v Občini Medvode odločili kontinuirano spremljati kakovost zunanjega zraka. Namen izvajanih imisijskih in meteoroloških meritev z mobilno okoljsko postajo je zagotavljanje in preverjanje kakovosti zunanjega zraka ter ugotavljanju potencialnega povzročitelja morebitnih povišanih koncentracij ciljnih plinov.



Slika 1: Okoljska merilna postaja v Občini Medvode.

2. Splošni podatki

2.1 Meteorološke razmere

V velikem delu Slovenije prevladujejo šibki vetrovi, ki so pogosti predvsem v nočnih in jutranjih urah. Šibki vetrovi so posledica geografske lege Slovenije, ki leži v zavetrju Alp. Ker je Slovenija reliefno precej hribovita dežela, hladen zrak zastaja v konkavnih reliefnih oblikah. Primer takšne oblike je Ljubljanska kotlina, v kateri leži tudi Občina Medvode. Zaradi šibkih vetrov in zastajanja zraka v kotlinah, pogosto prihaja do pojava temperaturne inverzije, ki jo spremljata megla in povečano onesnaženje zraka. Povišane koncentracije onesnaževal se ob močnih temperaturnih inverzija lahko pojavijo že ob majhnih emisijah škodljivih snovi.

2.2 Merilno mesto

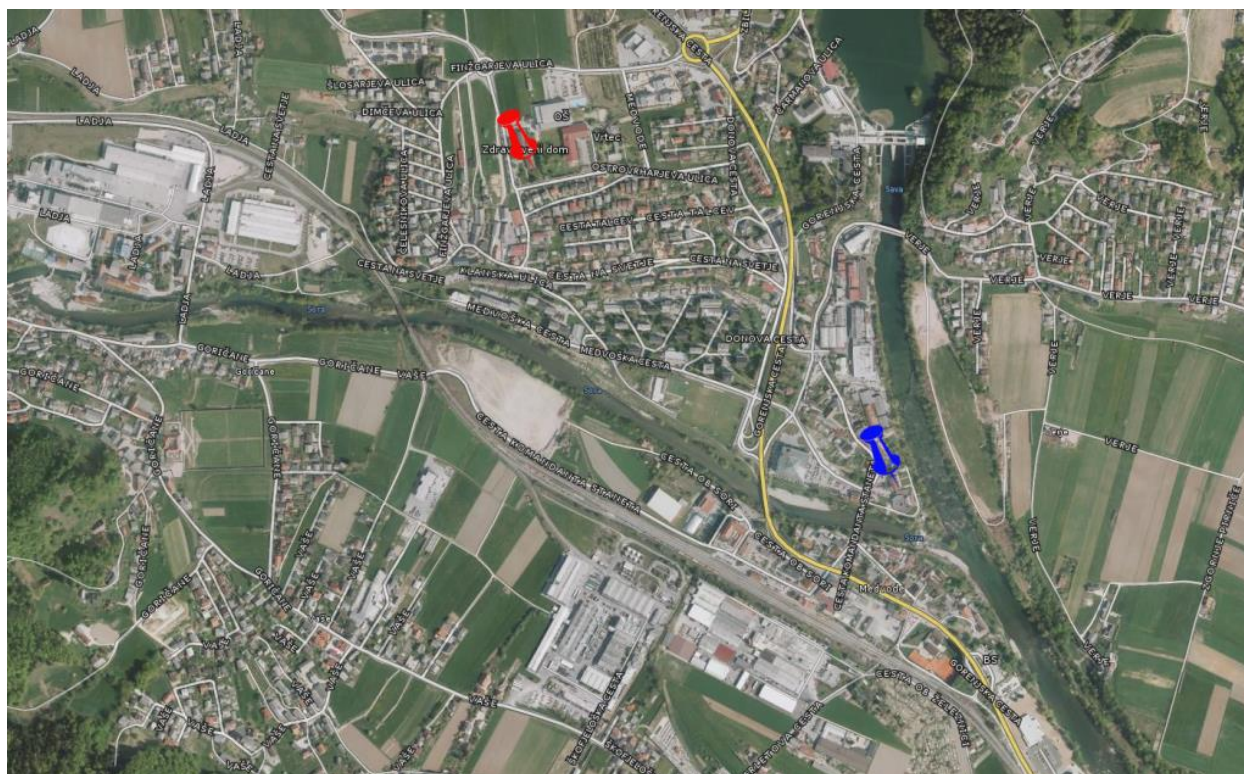
Merilno mesto mobilne okoljske merilne postaje je bilo izbrano na podlagi splošno znanih meteoroloških razmer v Ljubljanski kotlini, natančneje njenem SV delu. V nočnih urah prevladuje zračni tok usmerjen proti Ljubljani, v dnevnem času pa proti SV oziroma Kranju. V preteklosti so bile v Občini Medvode izvedene obdobjne meteorološke meritve, ki napisano tudi potrjujejo.

Poleg geografskih značilnosti in meteoroloških razmer je potrebno pri izbiri merilnega mesta upoštevati tudi umeščenost le tega v prostor, saj je pomembna lokacija merilnega mesta glede na znane emisijske vire.

Da je merilno mesto reprezentativno je potrebno zadostiti še meteorološkim pogojem, med katere štejemo denimo oddaljenost od prve zgradbe, oddaljenost od prometne infrastrukture, poraščenost okolice merilnega mesta, odprtost merilnega mesta v vse smeri in itd.

Natančno poznavanje imisijskih in meteoroloških razmer zahteva daljše obdobje meritev na istem merilnem mestu. Kljub dejstvu, da je okoljska merilna postaja mobilna, bo predvideno na trenutni lokaciji ostala najmanj dve leti, nato pa se jo lahko po potrebi prestavi na novo merilno mesto.

Trenutno se okoljska merilna postaja nahaja na trati pred zdravstvenim domom v Medvodah. Merilno mesto je označeno na spodnji sliki, Slika 2.



Slika 2: Merilno mesto.

Lokacija okoljske merilne postaje v občini Medvode. Merilno mesto je označeno z rdečo oznako, občinska hiša pa z modro oznako.

3. Opis meritev

3.1 Meritve plinov BTX

Zaradi kemične industrije prisotne na območju občine Medvode, so v zunanjem zraku zaznavne povišane koncentracije ogljikovodikov. V to skupino plinov uvrščamo tudi pline BTX, tj. benzen, toluen, etilbenzen, m&p ksilen in o ksilen. Za namene določanja koncentracije posameznega izmed naštetih plinov v ozračju se uporablja plinski kromatograf, ki loči posamezne pline in izračuna njihovo koncentracijo v vzorcu zunanjega zraka.

V občini Medvode uporabljamo za meritve plinov benzena, toluena, etilbenzena, m&p ksilena in o ksilena instrument BTX analizator firme Cromatotech. Merilni interval odvzema vzorca in analiziranje le tega traja 15 minut. Rezultat analize vzorca so 15 minutna povprečna koncentracija posameznega plina. Ker meritve potekajo po UTC +1 ura (Universal Time Coordinated), je

potrebno času meritev na spodnjih grafih v poletnem času (CET – Central European Time) prišteti eno uro, v zimskem času pa to ni potrebno.

Izmerjene koncentracije plinov se zapišejo v bazo podatkov, iz katere jih črpamo za nadaljnje obdelava oziroma analize v povezavi z meteorološkimi meritvami. Kombinacija meritev predstavlja analizo onesnaženja zunanjega zraka na merilnem mestu. Na podlagi spoznavanja smeri vetra in imisijskih vrednosti lahko razberemo iz katere smeri so se pojavile višje koncentracije onesnaževal in tako ugotovimo možnega povzročitelja povišanih izmerjenih imisijskih vrednosti.

3.1.1 Benzen

Benzen (C_6H_6) je brezbarvna tekočina, ki je zaradi svojih kemijskih in fizikalnih lastnosti pri sobni temperaturi hitro hlapljiva. Pridobiva se predvsem iz nafte in se uporablja pri proizvodnji zdravil, plastičnih mas in kot topilo pri proizvodnji barvil itd. V zakonsko omejenih količinah je benzen tudi dodatek k bencinu, zato štejemo tudi promet med vire benzena v zunanjem zraku.

V zraku je benzen prisoten večinoma v plinasti obliki. Glavni vir benzena v zunanjem zraku predstavljajo emisije iz prometa in hlapenje med transportom in distribucijo bencina. Vir emisij benzena v zrak je tudi kemična industrija, kjer uporabljajo benzen za kemično sintezo etilbenzena, fenola in drugih aromatičnih ogljikovodikov.

Zaradi kancerogenih učinkov je izpostavljenost benzenu lahko zdravju škodljiva. Dolgotrajno izpostavljanje benzenu povzroča okvare nekaterih glavnih človeških organov, npr. možganov, srca, ledvic, jeter, pljuč, posledice pa so lahko zaznavne tudi na DNK. Študije kažejo, da izpostavljenost povzroča raka, predvsem levkemijo.

V Republiki Sloveniji je v Uredbi o benzenu in ogljikovem monoksidu v zunanjem zraku (Uradni list RS št. 52/2002) predpisana mejna vrednost benzena v zunanjem zraku. Letna mejna koncentracija za varovanje zdravja ljudi znaša $5 \mu g/m^3$. Predpisani sta tudi meji za spodnji in zgornji ocenjevalni prag, ki znašata 2 in $3,5 \mu g/m^3$.

3.1.2 Toluen

Toluen (molekulska formula $C_6H_5CH_3$) je nekorozivna, brezbarvna, vnetljiva tekočina z aromatičnim vonjem po benzenu. Toluen vsebuje do 24 % benzena in ga uporabljajo v kemični industriji kot topilo ali razredčilo za barve in lake, pri izdelavi smol in lepil, pri tiskanju, pri izdelavi pnevmatik, v kozmetični industriji ter kot vhodno snov za sintezo drugih kemikalij in kot sestavino goriva.

Predvidevajo, da je toluen med vsemi ogljikovodiki najbolj pogost v troposferi. V zimskem času je življenjska doba toluena v ozračju lahko več mesecev, medtem ko je v poletnih mesecih nekaj dni. Poleg še nekaterih onesnaževal je toluen eden izmed glavnih povzročiteljev smoga.

Toluen ni kancerogen, ima pa akutne in kronične učinke na centralni živčni sistem. Povzroči lahko tudi počasnejši razvoj človeškega telesa in ima vplive na razmnoževanje.

Ker v Republiki Sloveniji za toluen ni predpisane mejne vrednosti, privzemamo za referenčno vrednost tedensko povprečno koncentracijo 0.26 mg/m^3 , ki je priporočena s strani Svetovne zdravstvene organizacije. Ker toluen, prav tako kot benzen, povzroča neprijetne vonjave, navajamo še okvirno koncentracijo toluena pri kateri zaznamo vonj, tj. 1 mg/m^3 .

3.1.3 Etilbenzen

Etilbenzen ($\text{C}_6\text{H}_5\text{CH}_2\text{CH}_3$) hitro hlapljiva brezbarvna tekočina z vonjem po bencinu. Je produkt aliciranja etilena in benzena. V kemični industriji se ga pri proizvodnji barv in lakov uporablja kot topilo.

Akutne in kronične zastrupitve z etilbenzenom so zelo redke. O kancerogenosti ni podatkov. Ljudje smo izpostavljeni etilbenzenu predvsem z dihanjem. Posledice dolgotrajnejšega izpostavljanja so v prvi vrsti občutne kot zaspanost in omotica, v hujši obliki pa povzročijo suho in razpokano kožo.

Priporočena mejna vrednost za etilbenzen je 22.5 mg/m^3 , prag vonjanja pa znaša 2 mg/m^3 .

3.1.4 Ksilen

Ksilen se pojavlja v treh oblikah, in sicer kot meta ksilen, orto ksilen in para ksilen. Komercialni produkt je mešanica vseh treh izomerov in služi v kemični industriji kot topilo.

Ni znano, da bi bili ksileni kancerogeni, v zadosti velikih količinah pa je možen vpliv na centralni živčni sistem.

S strani Svetovne zdravstvene organizacije priporočena mejna vrednost je 0.87 mg/m^3 , mejna vrednost za neprijetne vonjave znaša 4.35 mg/m^3 .

3.2 Meteorološke meritve

Širjenje ali disperzija snovi v zraku je proces odvisen od meteoroloških razmer. Poznavanje smeri, hitrosti vetra in turbulentnih parametrov je za opazovanje širjenja primesi v zraku ključnega pomena. Prav meteorološke spremenljivke namreč določajo smer transporta onesnaženosti ter učinkovitost mešanja in razredčevanja primesi v ozračju, ki se v odvisnosti od vremena spreminja v

razmerju 1:50 in tudi več. Koncentracije primesi, tj. plinov, v zunanjem zraku, so torej zelo odvisne od meteoroloških razmer.

Na okoljski merilni postaji se za meteorološke meritve uporablja 3 komponentni ultrazvočni anemometer podjetja Metek. Prednost tovrstnih anemometrov je natančnost meritev, ki je dosežena z merilno metodo, ki sloni na uporabi ultrazvoka, in tehnično izvedbo merilnika, ki nima mehanskih delov. Glavna prednosti tega inštrumenta je veliko število zaporednih meritev (na okoljski merilni postaji Občine Medvode 20 meritev v sekundi) v treh dimenzijah. To poleg smeri in hitrosti vetra omogoča tudi pridobivanje podatkov o turbulentnem mešanju zraka od katerega dependijo sposobnosti razredčevanja emisij škodljivih snovi, ki se spuščajo v zrak. Z obdelavo meritev pridobivamo potrebne meteorološke vhodne podatke za uporabo disperzijskih modelov onesnaženosti zraka. Pri analizi meritev poleg smeri in hitrosti vetra uporabljamo standardno deviacijo vertikalne komponente vetra zsig, ki predstavlja povprečni odmik posameznih meritev vertikalne komponente vetra od povprečja in je dobro merilo intenzivnosti mešanja v prizemni plasti ozračja. Slabe razredčevalne razmere so pri vrednostih zsig pod 0.15 m/s.

Ultrazvočni anemometer je montiran na merilnem drogu višine 10 metrov, s čimer dosežemo zadostno oddaljenost od površja. Na ta način so ob upoštevanju pogojev za meteorološke meritve iz 2.1. zagotovljene kvalitetne meritve.

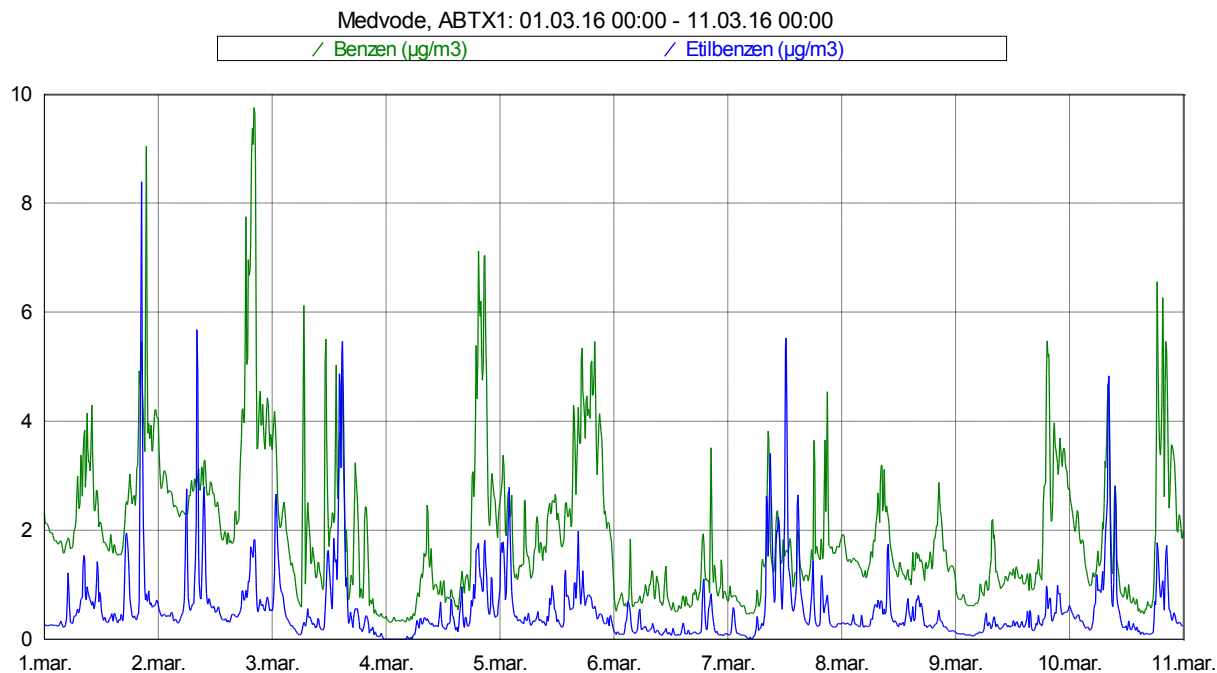
4. Analiza meritev

V bazo podatkov se zapisujejo 15 minutne vrednosti BTX plinov in 10 minutne vrednosti meteoroloških spremenljivk. Grafični prikazi meritev plinov BTX na naslednjih straneh so razdeljeni po posameznih plinih (benzen in etilbenzen, toluen, M&P in O ksilen). Zaradi preglednosti so mesečne meritve razdeljene v tri dele po deset dni, uporabljene so 10 minutne vrednosti. V primeru meteorološki spremenljivk (smer in hitrost vetra) so mesečne meritve prav tako razdeljene v tri dele po deset dni, uporabljene pa so 10 minutne vrednosti.

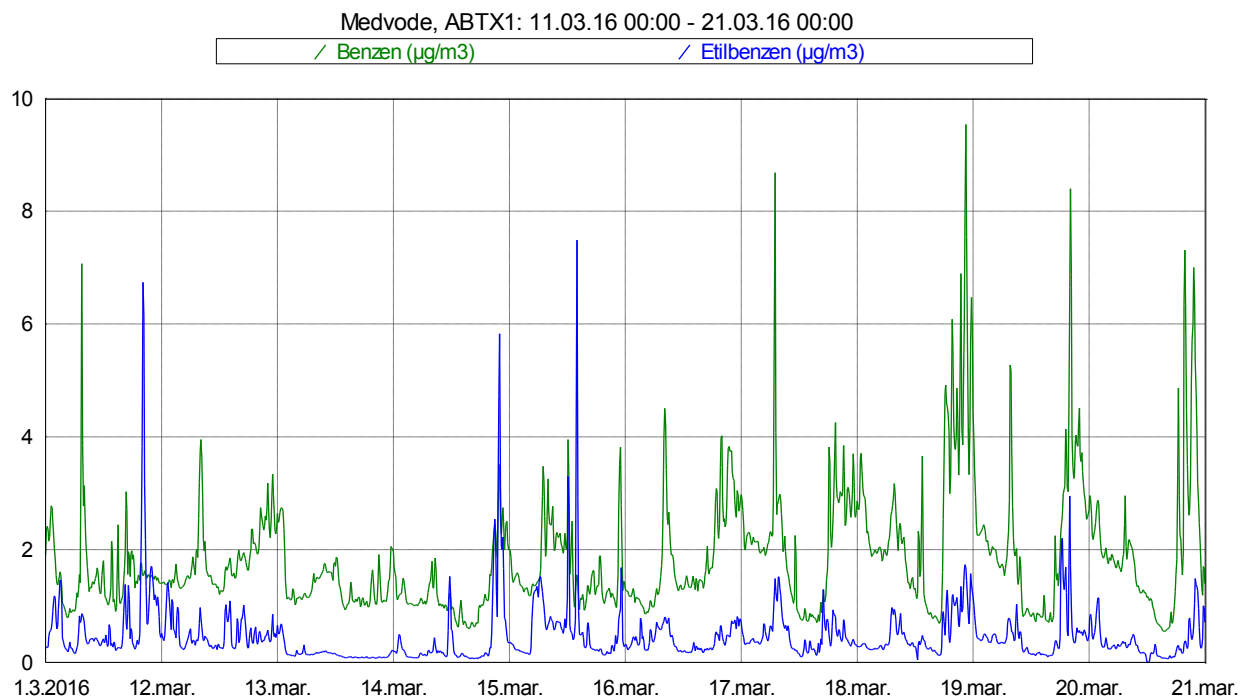
Poleg linijskih grafov so za analizo uporabljene še rože vetrov in onesnaženosti. Te so povprečje vseh 10 minutnih merjenih vrednosti v mesecu marcu.

Marca je bilo z merilnikom plinov BTX zajetih 100 % meritev, z merilnikom gibanja zraka pa 92 %.

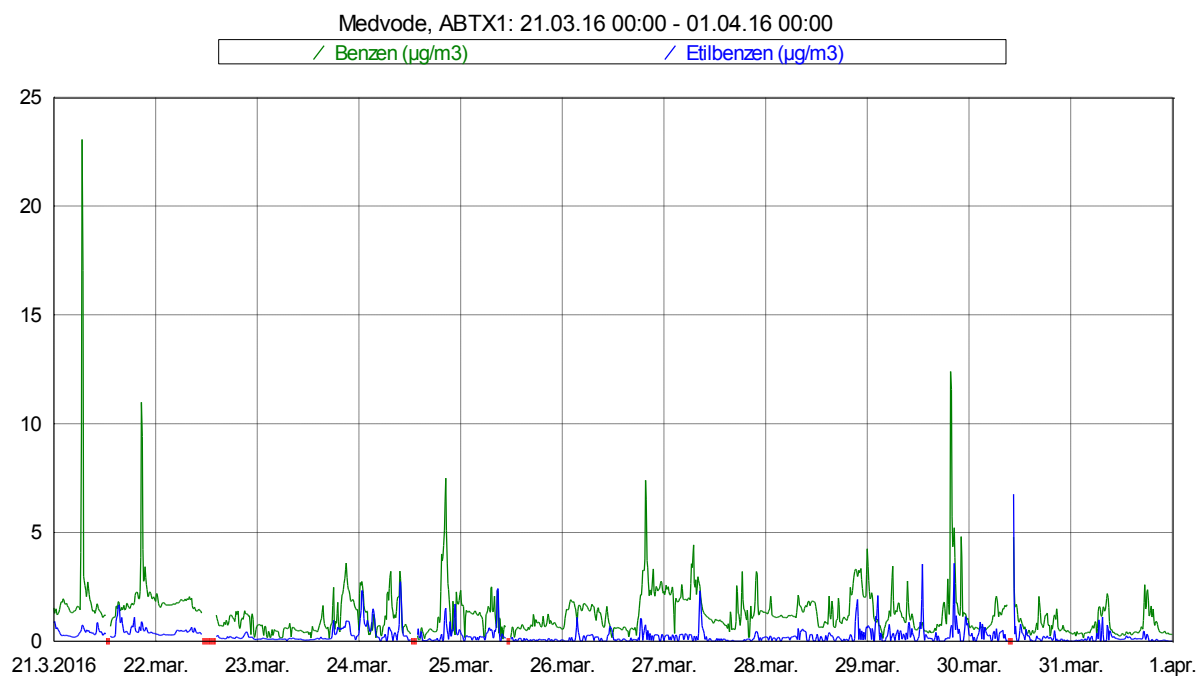
4.1 Benzen in etilbenzen



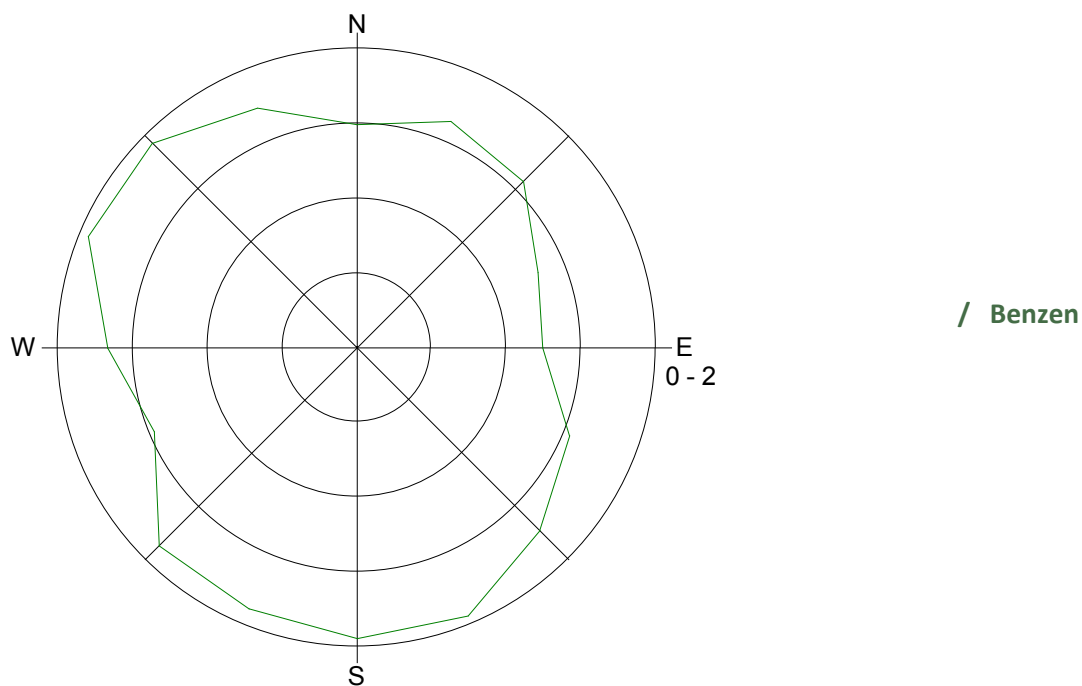
Slika 3: Imisijske koncentracije benzena in etilbenzena med vključno 1. 3. 2016 in 10. 3. 2016.



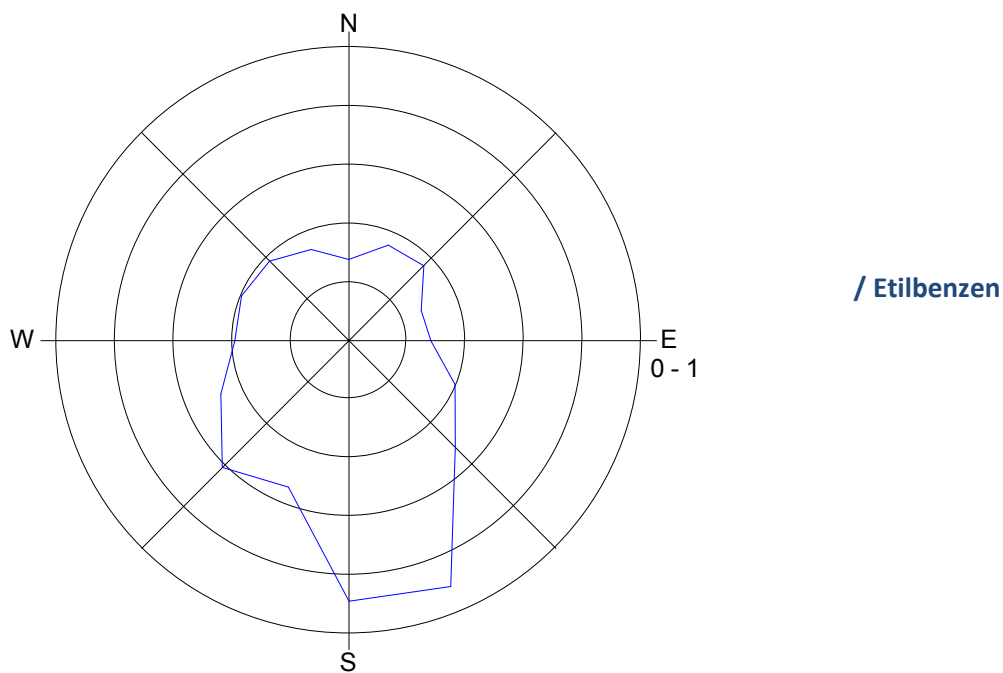
Slika 4: Imisijske koncentracije benzena in etilbenzena med 11. 3. 2016 in 20. 3. 2016.



Slika 5: Imisijske koncentracije benzena in etilbenzena med 21. 3. 2016 in 31. 3. 2016.



Slika 6: Roža onesnaženosti – benzen, marec 2016.



Slika 7: Roža onesnaženosti – etilbenzen, marec 2016.

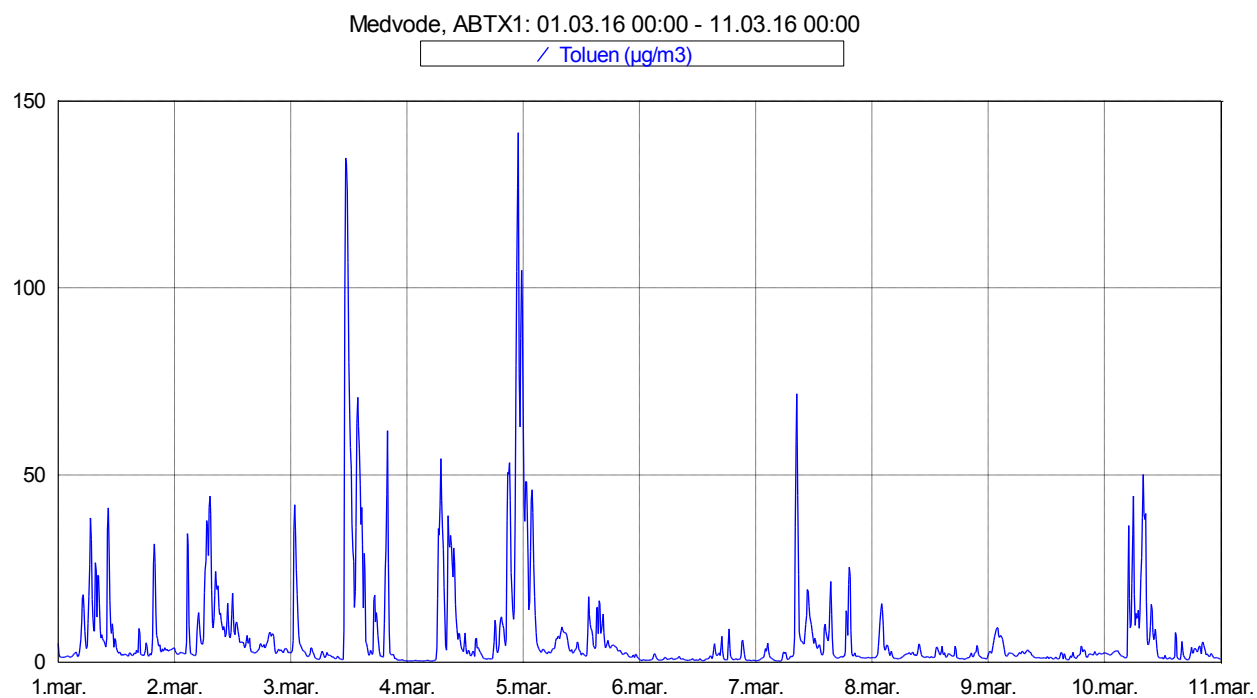
Povprečna mesečna imisijska vrednost benzena izračunana na podlagi 10 minutnih vrednosti je bila marca $1.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Primerjava z zakonsko določenimi mejnimi vrednostmi kaže, da je bila povprečna mesečna vrednost benzena izmerjena na merilnem mestu okoljske merilne postaje v občini Medvode marca pod zakonsko določeno letno mejno vrednostjo. Maksimalna izmerjena 10 minutna vrednost je znašala $23.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kar je $18.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ več od letne mejne vrednosti.

Roža onesnaženosti s plinom benzenom kaže, da so bile koncentracije benzena marca porazdeljene po smereh skoraj enakomerno (Slika 6).

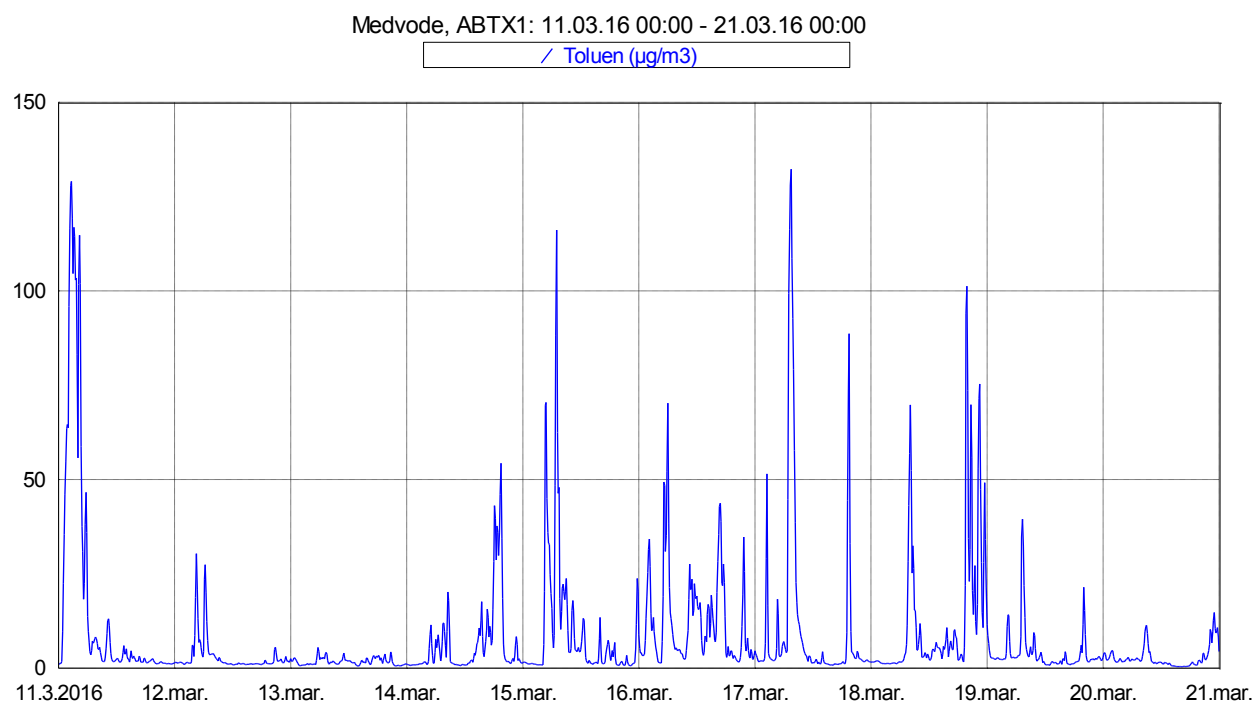
Povprečna mesečna imisijska vrednost etilbenzena je marca znašala $0.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Primerjava s priporočeno vrednostjo Svetovne zdravstvene organizacije kaže, da je povprečna mesečna vrednost etilbenzena izmerjena na merilnem mestu okoljske merilne postaje v občini Medvode pod priporočeno vrednostjo. Maksimalna 10 minutna vrednost je bila $8.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Roža onesnaženosti s plinom etilbenzenom kaže, da so rahlo povišane koncentracije izmerjene pri južni smeri vetra.

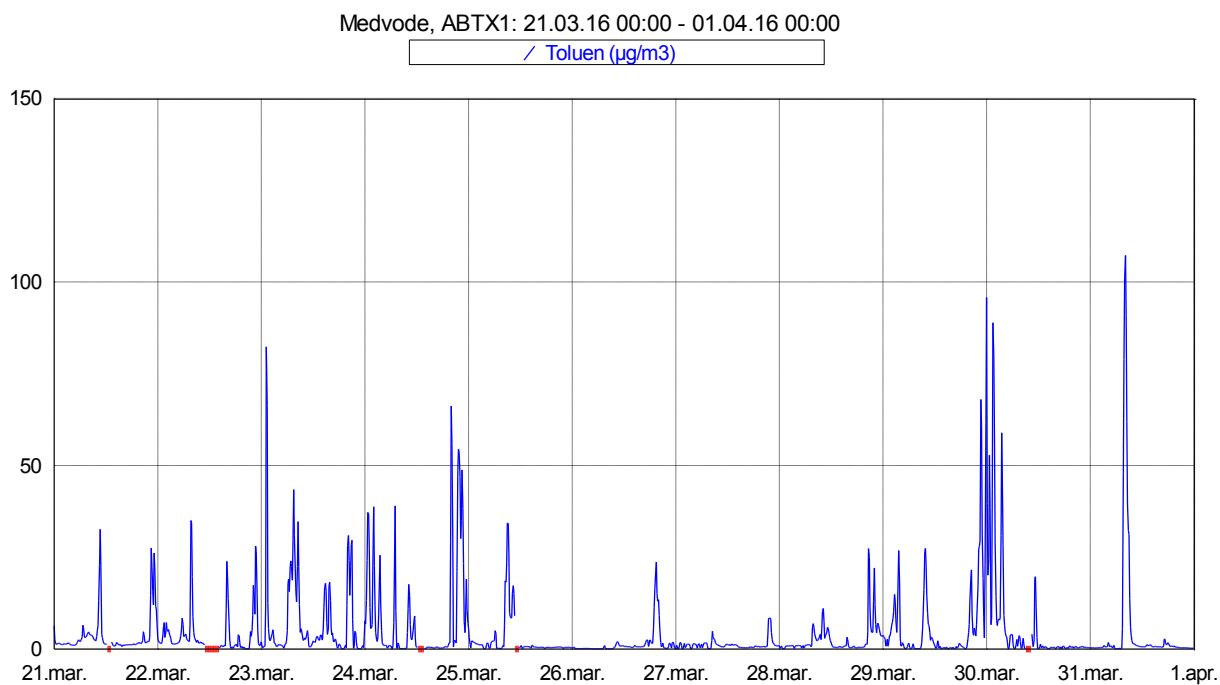
4.2 Toluen



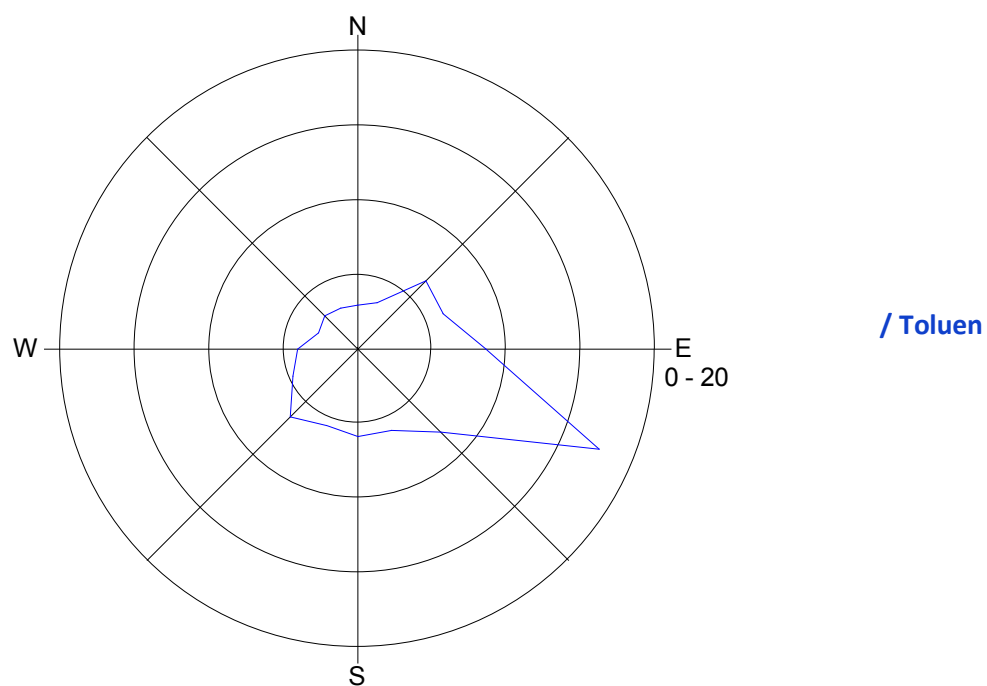
Slika 8: Imisijske koncentracije toluena med vključno 1. 3. 2016 in 10. 3. 2016.



Slika 9: Imisijske koncentracije toluena med 11. 3. 2016 in 20. 3. 2016.



Slika 10: Imisijske koncentracije toluenta med 21. 3. 2016 in 31. 3. 2016.

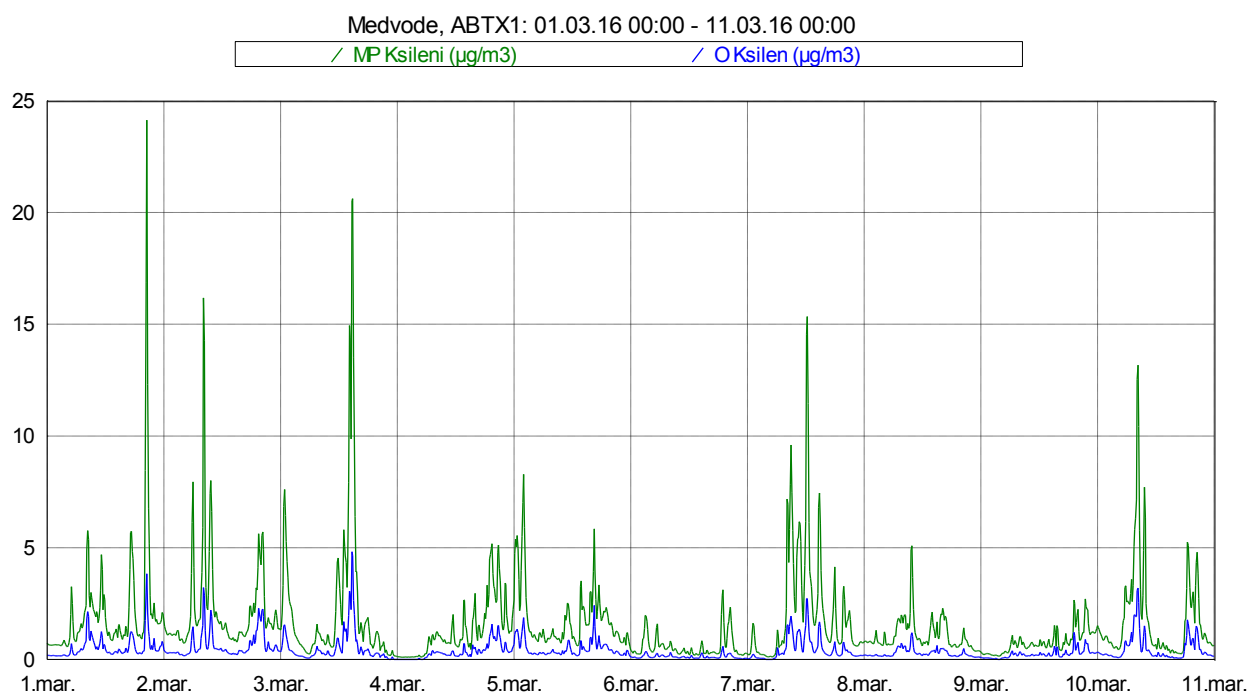


Slika 11: Roža onesnaženost - toluen, marec 2016.

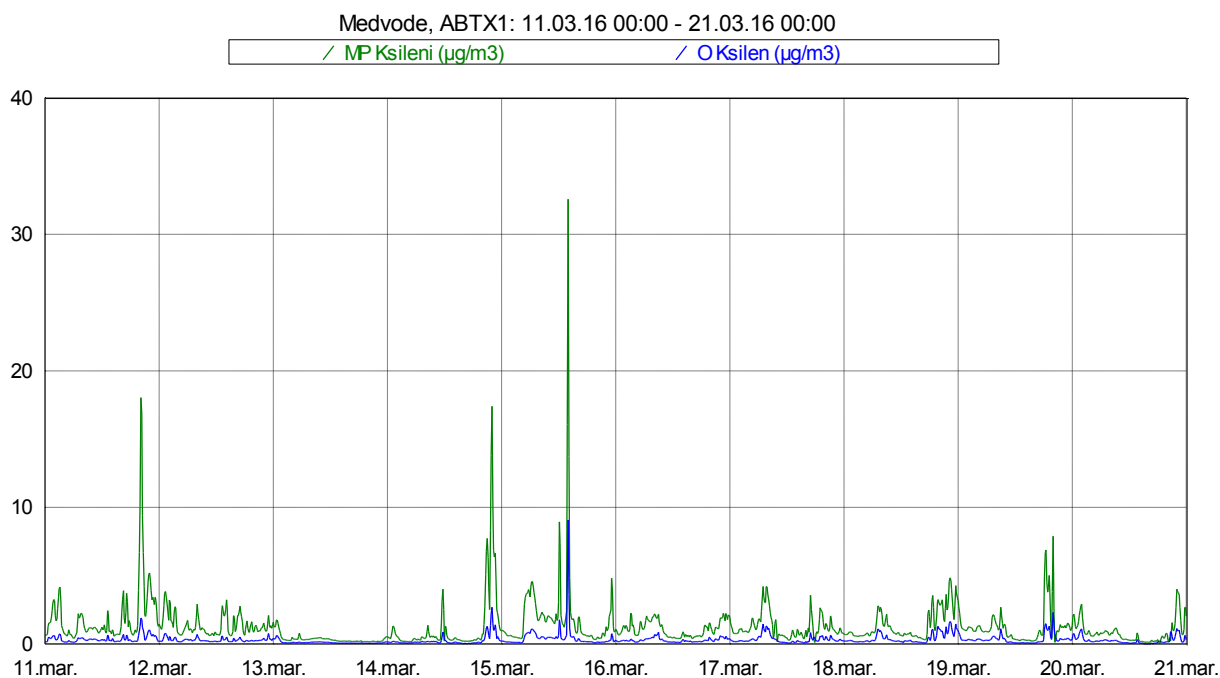
Povprečna mesečna imisijska vrednost toluena je marca znašala $6.5 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Primerjava s priporočeno vrednostjo Svetovne zdravstvene organizacije kaže, da je povprečna mesečna vrednost toluena izmerjena na merilnem mestu okoljske merilne postaje v Občini Medvode pod priporočeno vrednostjo. Maksimalna 10 minutna vrednost je bila $141.4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Povišane koncentracije se pojavljajo v krajših obdobjih z izrazito povišanimi koncentracijami.

Roža onesnaženosti s plinom toluenom kaže, da so bile marca povišane koncentracije zaznane iz vzhodnih smeri glede na merilno mesto pred Zdravstvenim domom Medvode. V času povišanih koncentracij plina toluena je obstajala možnost pojava neprijetnih vonjav oz. smradu. Vzhodno glede na merilno postajo nahajajo objekti podjetja Donit Tesnit d.o.o.

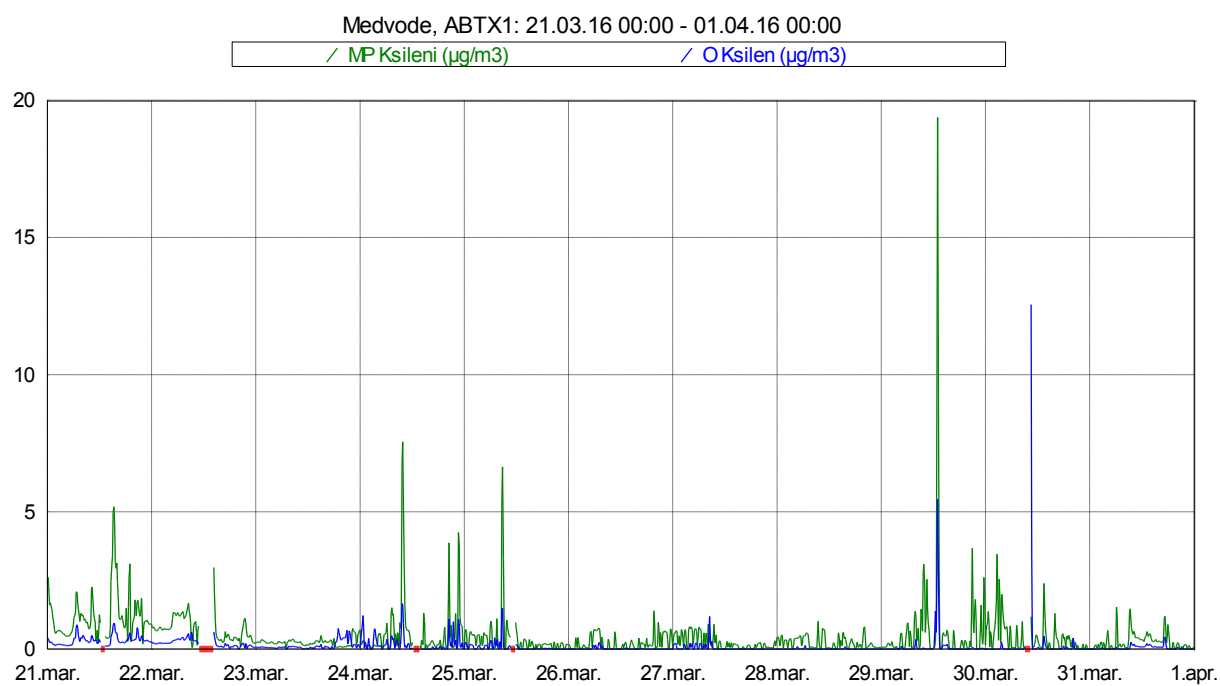
4.3 M & P in O ksilen



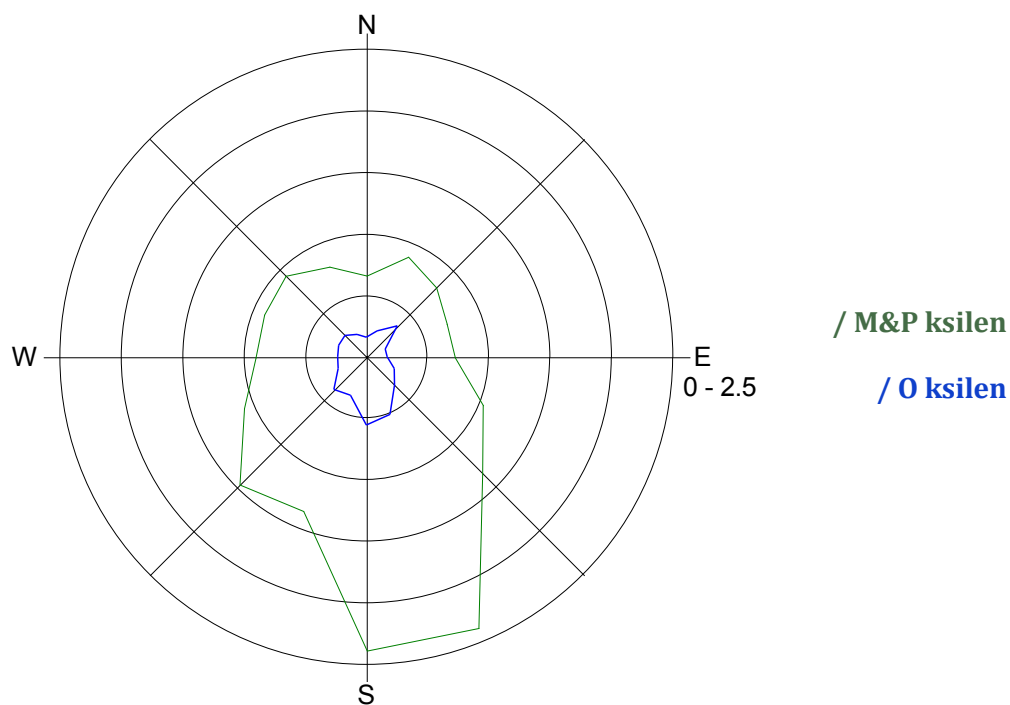
Slika 12: Imisijske koncentracije M&P in O ksilena med vključno 1. 3. 2016 in 10. 3. 2016.



Slika 13: Imisijske koncentracije M&P in O ksilena med 11. 3. 2016 in 20. 3. 2016.



Slika 14: Imisijske koncentracije M&P in O ksilena med 21. 3. 2016 in 31. 3. 2016.

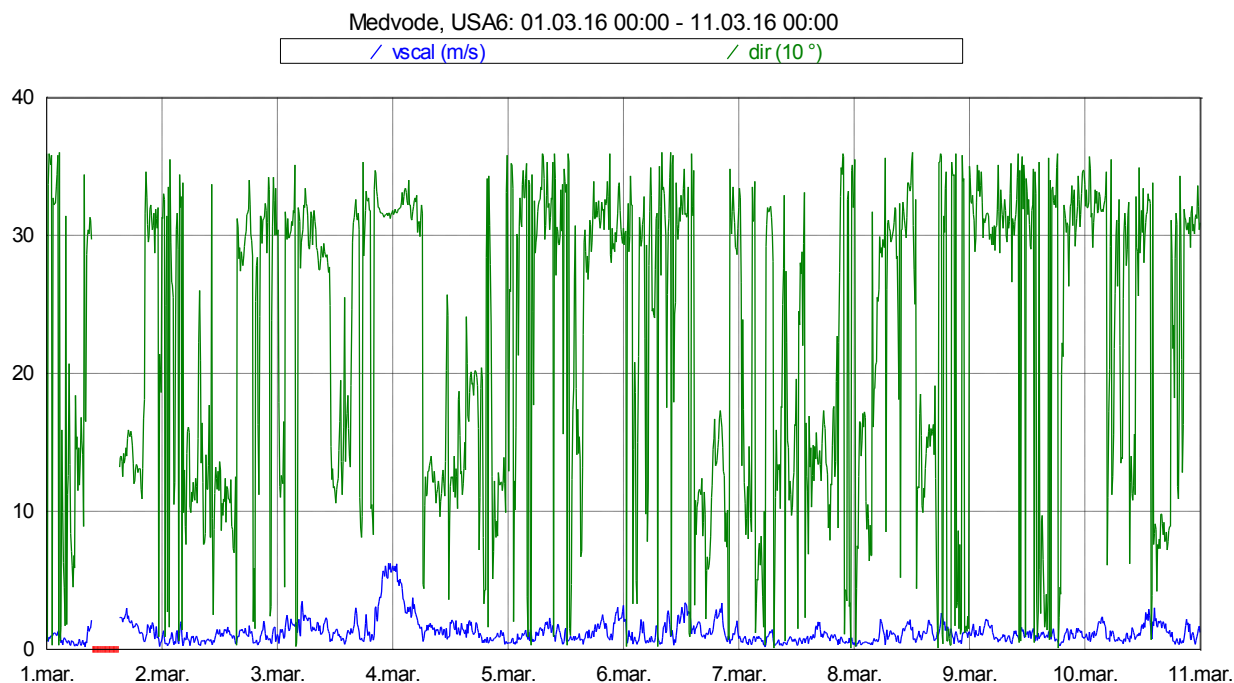


Slika 15: Roža onesnaženosti - M & P ksilen in O ksilen, marec 2016.

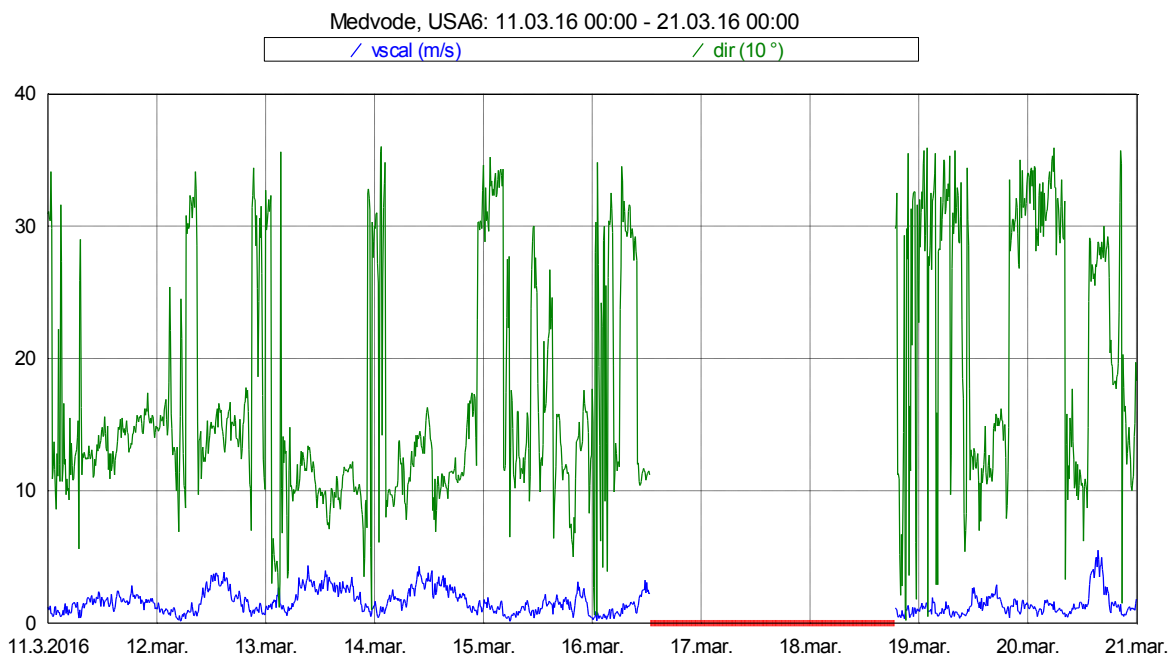
Povprečna mesečna imisijska vrednost M&P ksilena je v mesecu marcu znašala $1.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Primerjava s priporočeno vrednostjo Svetovne zdravstvene organizacije kaže, da je povprečna mesečna vrednost M&P ksilena izmerjena na merilnem mestu okoljske merilne postaje v občini Medvode pod priporočeno mejno vrednostjo. Maksimalna 10 minutna izmerjena vrednost je bila $32.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$, kar je v primerjavi s tipičnim zimskim mesecem nizka vrednost. Roža onesnaženosti (slika 15) s plinom M&P ksilenom kaže, da so rahlo povišane koncentracije izmerjene pri južni smeri vetra.

Povprečna mesečna imisijska vrednost O ksilena je marca znašala $0.3 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Primerjava s priporočeno vrednostjo Svetovne zdravstvene organizacije kaže, da je povprečna mesečna vrednost O ksilena izmerjena na merilnem mestu okoljske merilne postaje v občini Medvode pod priporočeno vrednostjo. Maksimalna 10 minutna vrednost je bila $12.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Vrednosti O ksilena so rahlo povišane pri južni smeri vetra.

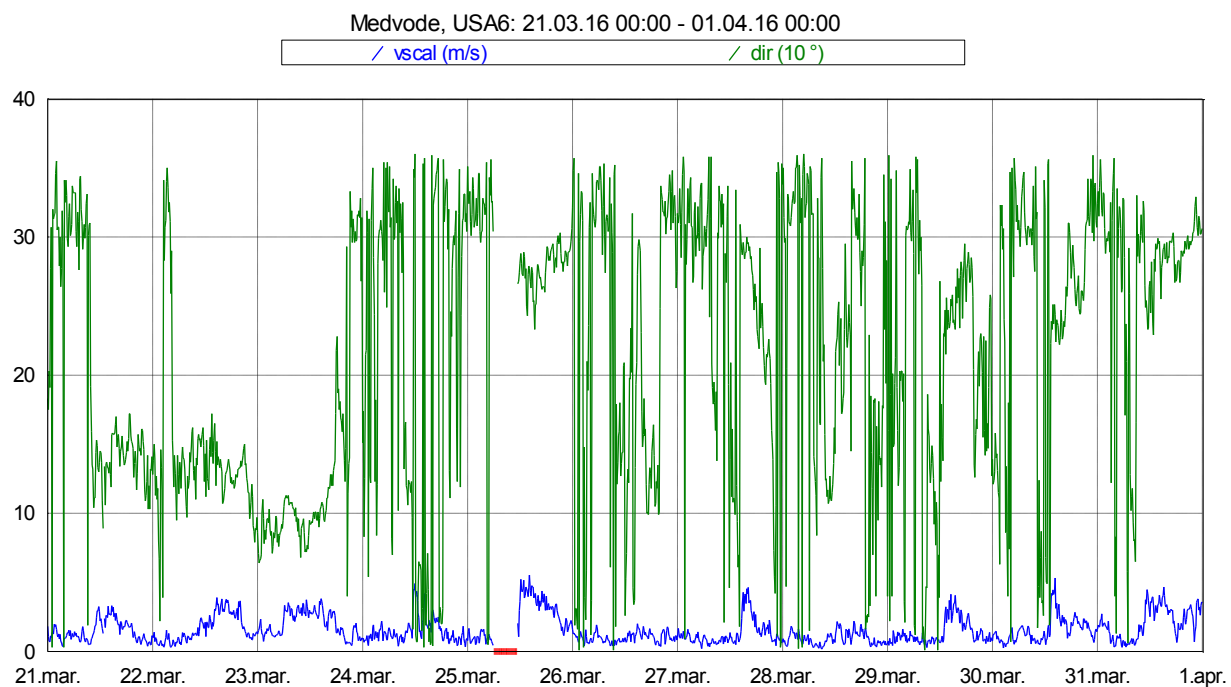
4.4 Smer in hitrost vetra



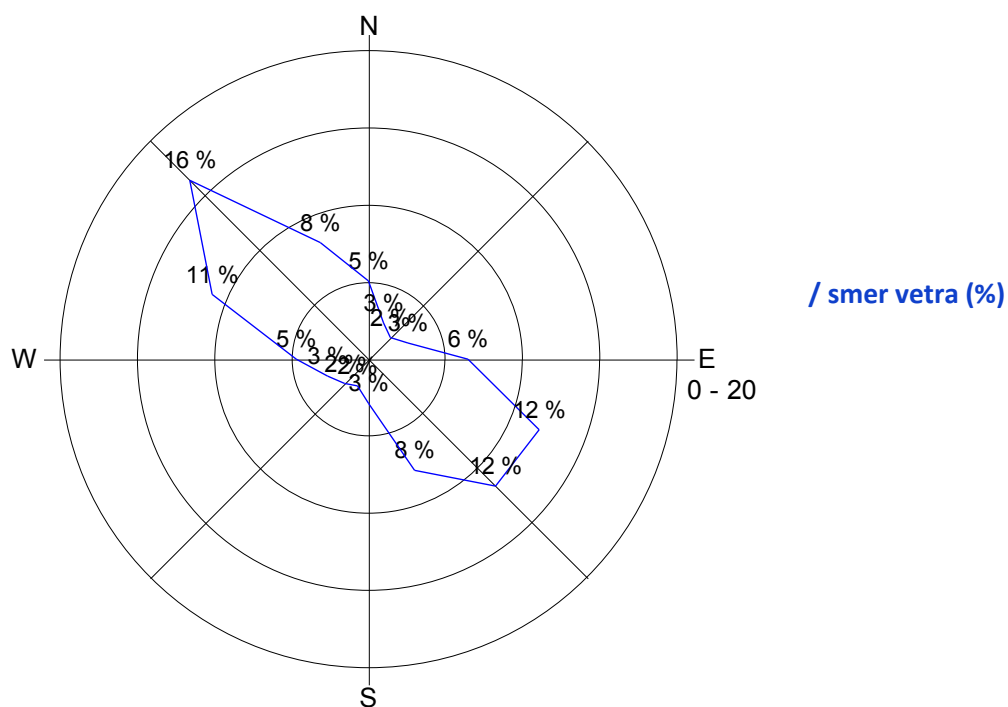
Slika 16: Smer in hitrost vetra med 1. 3. 2016 in 10. 3. 2016.



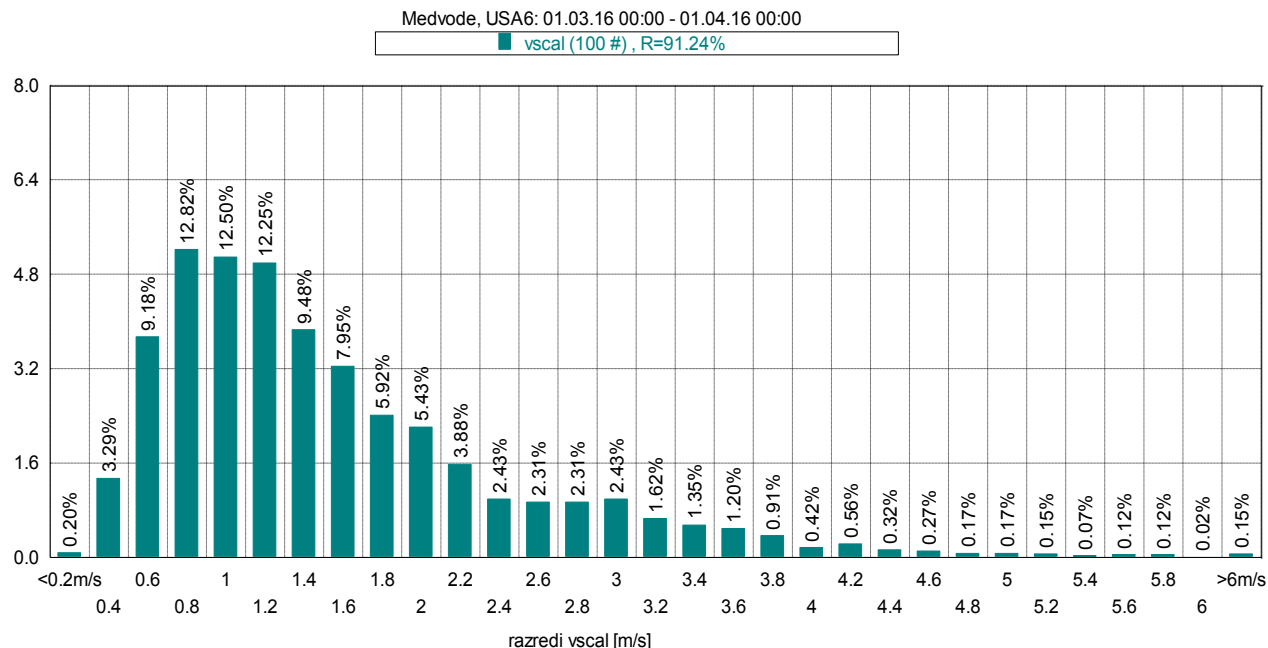
Slika 17: Smer in hitrost vetra med 11. 3. 2016 in 20. 3. 2016.



Slika 18: Smer in hitrost vetra med 21. 3. 2016 in 31. 3. 2016.



Slika 19: Roža vetrov, marec 2016.



Slika 20: Frekvenčna porazdelitev po hitrosti vetra, marec 2016.

Frekvenčna porazdelitev po hitrosti vetra - pogostost hitrosti vetra glede na posamezni hitrostni razred.

Povprečna mesečna hitrost vetra v marcu izračunana iz 10 minutnih vrednosti je bila 1.2 m/s. Maksimalna izmerjena povprečna 10 minutna hitrost vetra je bila 7 m/s.

Roža vetrov na Sliki 19 kaže, da je veter kanaliziran v smeri doline. Pogostejše so smeri iz Gorenjske proti Ljubljani. Hitrost manjša od 1 m/s, pri katerih so razmere za razredčevanje onesnaženosti v zraku najslabše, je bila beležena 38 % časa v mesecu, kar prikazuje slika 20.