

Univerza  
v Ljubljani  
Fakulteta  
*za gradbeništvo  
in geodezijo*

*Janova 2  
1000 Ljubljana, Slovenija  
telefon (01) 47 68 500  
faks (01) 42 50 681  
fgg@fgg.uni-lj.si*



Univerzitetni študij vodarstva in  
komunalnega inženirstva

Kandidatka:

**Urška Bajc**

# **Pogreški pri meritvah padavin in izračun popravka**

**Diplomska naloga št.: 144**

**Mentor:**  
doc. dr. Mojca Šraj

Ljubljana, 2010

## **STRAN ZA POPRAVKE**

**Stran z napako**

**Vrstica z napako**

**Namesto**

**Naj bo**

## **IZJAVA O AVTORSTVU**

Podpisana **URŠKA BAJC** izjavljam, da sem avtorica diplomske naloge z naslovom:

»**POGREŠKI PRI MERITVAH PADAVIN IN IZRAČUN POPRAVKA**«

Izjavljam, da se odpovedujem vsem materialnim pravicam iz dela za potrebe elektronske separatoteke FGG.

Ljubljana, september 2010

**URŠKA BAJC**

---

## **BIBLIOGRAFSKO – DOKUMENTACIJSKA STRAN IN IZVLEČEK**

**UDK:** 556.12(043.2)

**Avtor:** Urška Bajc

**Mentor:** doc. dr. Mojca Šraj

**Naslov:** Pogreški pri meritvah padavin in izračun popravka

**Obseg in oprema:** 198 str., 54 pregl., 162 sl., 75 en.

**Ključne besede:** meritve padavin, pogreški, metode popravkov, izračun popravka, histogram, korekcijski koeficient, statistična povezanost

### **Izvodček:**

Točkovno izmerjene padavine so najpogosteje uporabljeni podatek v hidrologiji, klimatologiji in geografiji. Le malo uporabnikov teh podatkov pa se zaveda, da so točkovno izmerjene padavine ponavadi podcenjene. Do sistematične napake pri meritvah padavin pride predvsem zaradi vpliva vetra, izhlapevanja in vlaženja notranjih sten ombrometra. V prvem delu naloge je narejen pregled najbolj razširjenih metod merjenja padavin in instrumentov ter načinov zaščite dežemerov pred vetrom. V nadaljevanju so podrobno predstavljeni različni vzroki za nastanek pogreška pri meritvah padavin in različne metode popravljanja izmerjenih padavin, ki se uporabljajo v svetu. V praktičnem delu naloge je narejen izračun popravka izmerjenih padavin za naše klimatske pogoje. Izračun popravka je narejen po metodah Sevruka, Dahlströma, Mendela, modificiranih metodah Peneve in z dinamičnim korekcijskim modelom, za leto 2008, za meteorološke postaje Ljubljana Bežigrad, Kredarica, Murska Sobota in letališče Portorož. Poleg tega je pri izračunih uporabljena različna natančnost vhodnih meteoroloških podatkov in sicer dnevne vrednosti podatkov po letopisu, dnevna povprečja 30-minutnih intervalov ter povprečja po padavinskih dogodkih. Rezultati so pokazali, da so na letni ravni merjene padavine za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad v povprečju podcenjene za 6 %, na Kredarici za 114 %, v Murski Soboti za 7 % in za letališče Portorož 8 %.

## **BIBLIOGRAPHIC – DOCUMENTALISTIC INFORMATION**

**UDC:** 556.12(043.2)  
**Author:** Urška Bajc  
**Supervisor:** assist. prof. Mojca Šraj, Ph.D  
**Title:** Errors in precipitation measurements and calculation of the correction  
**Notes:** 198 p., 54 tab., 162 fig., 75 eq.  
**Key words:** precipitation measurements, errors, correction methods, the calculation of the correction, histogram, correction coefficient, statistical significance

### **Abstract:**

Precipitation daily data are of primary importance for hydrological, climatological and geographical calculations. This error is due to wind-field deformation above the gauge rim, to wetting, evaporation, splashing in and out of raindrops and also blowing and drifting of snow. Research project presents in detail the various methods of correction the measured precipitation, which are used worldwide. The objective of the study was to evaluate different methods for our climatic conditions. The project is covered with calculations of the correction accuracy of different meteorological input data. It also include detailed analysis and comparisons of the corrections obtained. The calculations are made by correction methods of Sevruk, Dahlström, Mendel, modified method of Peneva and method of dynamic correction model for the year 2008 for meteorological station Ljubljana Bežigrad, Kredarica, Murska Sobota and Portorož. The daily input data according to the yearbook, the daily average 30-minute values and the input data divided on precipitation events were used. The results were presented with histograms and graphs of correction factors, mutually compared and analysed with correlation. The accuraccy of precipitation measurements on the annual level is about 6 % in Ljubljana, 114 % in Kredarica, 7 % in Murska Sobota and 8 % in Portorož.

## **ZAHVALA**

Za pomoč pri nastajanju diplomske naloge se iskreno zahvaljujem mentorici doc. dr. Mojci Šraj za pomoč in vse napotke pri izdelavi diplomske naloge. Zahvalila bi se tudi svoji družini, ki me je v času študija podpirala in mi stala ob strani.

<b>KAZALO VSEBINE</b> .....	<b>VI</b>
<b>KAZALO PREGLEDNIC</b> .....	<b>X</b>
<b>KAZALO SLIK</b> .....	<b>XIV</b>
<b>OKRAJŠAVE IN SIMBOLI</b> .....	<b>XXIV</b>
<b>1 UVOD</b> .....	<b>1</b>
<b>2 PADAVINE</b> .....	<b>3</b>
2.1 Nastanek padavin.....	4
2.2 Vrste padavin.....	4
2.3 Meritve padavin .....	5
2.4 Intenziteta padavin .....	6
<b>3 VRSTE DEŽEMEROV</b> .....	<b>7</b>
3.1 Ombrometer ali dežemer.....	7
3.1.1 Hellmannov dežemer .....	7
3.1.2 Tretyakov dežemer .....	9
3.1.3 Snowdonov dežemer v jami.....	9
3.1.4 SMHI dežemer.....	10
3.2 Totalizator.....	11
3.3 Ombrograf .....	11
<b>4 ZAŠČITA DEŽEMEROV</b> .....	<b>13</b>
4.1 Tretyakov ščitnik.....	14
4.2 Nipherjev ščitnik .....	14
4.3 Alterjev ščitnik .....	15
4.4 DFIR ščitnik.....	16
<b>5 POGREŠKI PRI MERITVAH PADAVIN</b> .....	<b>17</b>
5.1 Slučajni (naključni) pogreški .....	17
5.2 Sistematični pogreški .....	18

<b>5.3 Splošna enačba popravka izmerjenih padavin .....</b>	<b>19</b>
<b>5.4 Opisi posameznih sistematičnih pogreškov .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4.1 Vpliv aerodinamičnega efekta (vpliv vetra) .....</b>	<b>22</b>
<b>5.4.1.1 Brezdimenzijski korekcijski koeficient <math>k_v</math> .....</b>	<b>24</b>
<b>5.4.1.1.1 Struktura padavin <math>N</math> .....</b>	<b>25</b>
<b>5.4.1.1.2 Ocena koeficienta <math>k_v</math> .....</b>	<b>27</b>
<b>5.4.2 Ocena podatkov o vetru za določen namen popravkov .....</b>	<b>30</b>
<b>5.4.2.1 Koeficient <math>L</math> .....</b>	<b>31</b>
<b>5.4.2.2 Lega in izpostavljenost dežemera.....</b>	<b>32</b>
<b>5.4.2.3 Oddaljenost predmetov in kot <math>\alpha</math>.....</b>	<b>33</b>
<b>5.4.2.4 Parameter hrapavosti.....</b>	<b>34</b>
<b>5.4.3 Vlaženje .....</b>	<b>35</b>
<b>5.4.3.1 Določanje ocene pogreškov zaradi vlaženja.....</b>	<b>38</b>
<b>5.4.3.2 Čas sušenja <math>\tau_d</math> .....</b>	<b>41</b>
<b>5.4.4 Izhlapevanje akumulirane vode .....</b>	<b>46</b>
<b>5.4.5 Škropljenje v in iz dežemera .....</b>	<b>50</b>
<b>5.4.6 Izpihavanje in zameti snega.....</b>	<b>51</b>
<b>6 METODE POPRAVLJANJA MERJENIH PADAVIN .....</b>	<b>55</b>
<b>6.1 Metoda Sevruka .....</b>	<b>55</b>
<b>6.2 Metoda Dahlströma .....</b>	<b>57</b>
<b>6.3 Metoda Mendela .....</b>	<b>59</b>
<b>6.4 Modificirana metoda Peneve .....</b>	<b>63</b>
<b>6.5 Metoda Sevruka in Hamona.....</b>	<b>64</b>
<b>6.6 Metoda DCM (Dynamic Correction Model).....</b>	<b>65</b>
<b>6.6.1 Modificirana metoda DCM uporabljena v Sloveniji.....</b>	<b>68</b>
<b>6.7 Metoda Allerupa in Madsena .....</b>	<b>69</b>
<b>6.8 Metoda 5-stranega dežemera.....</b>	<b>70</b>
<b>6.9 Metoda Zihua in Mingqina.....</b>	<b>71</b>
<b>6.10 Metoda InSitu .....</b>	<b>72</b>



<b>7 IZRAČUN POPRAVKA MERJENIH PADA VIN PO RAZLIČNIH METODAH IN Z RAZLIČNO NATANČNOSTJO VHODNIH PODATKOV .....</b>	<b>74</b>
<b>7.1 Opis meteoroloških postaj .....</b>	<b>74</b>
<b>7.1.1 Meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad .....</b>	<b>75</b>
<b>7.1.2 Meteorološka postaja Kredarica .....</b>	<b>75</b>
<b>7.1.3 Meteorološka postaja letališče Portorož .....</b>	<b>76</b>
<b>7.1.4 Meteorološka postaja Murska Sobota.....</b>	<b>77</b>
<b>7.2 Opis merilnih naprav .....</b>	<b>77</b>
<b>7.2.1 OTT Pluvio (tehtalni princip) .....</b>	<b>78</b>
<b>7.2.2 AMES DDE 93A (prekucna tehtnica) .....</b>	<b>78</b>
<b>7.3 Priprava vhodnih podatkov in skupna metodologija .....</b>	<b>78</b>
<b>7.3.1 Metoda Sevruka .....</b>	<b>80</b>
<b>7.3.2 Metoda Dahlströma .....</b>	<b>82</b>
<b>7.3.3 Metoda Mendela.....</b>	<b>83</b>
<b>7.3.4 Metoda Peneve 1 in Peneve 2 .....</b>	<b>83</b>
<b>7.3.5 Modificirana metoda DCM .....</b>	<b>84</b>
<b>7.4 Izračun popravka s pomočjo dnevni vrednosti meteoroloških podatkov.....</b>	<b>85</b>
<b>7.4.1 Vhodni podatki.....</b>	<b>85</b>
<b>7.4.2 Metodologija korekcije padavin .....</b>	<b>85</b>
<b>7.4.3 Rezultati .....</b>	<b>86</b>
<b>7.4.3.1 Metoda Sevruka .....</b>	<b>90</b>
<b>7.4.3.2 Metoda Dahlströma .....</b>	<b>94</b>
<b>7.4.3.3 Metoda Mendela.....</b>	<b>97</b>
<b>7.4.3.4 Metoda Peneve 1.....</b>	<b>100</b>
<b>7.4.3.5 Metoda Peneve 2.....</b>	<b>103</b>
<b>7.4.3.6 Modificirana metoda DCM .....</b>	<b>106</b>
<b>7.5 Izračun popravka s pomočjo 30-minutnih vrednosti meteoroloških podatkov .....</b>	<b>108</b>
<b>7.5.1 Vhodni podatki.....</b>	<b>108</b>
<b>7.5.2 Metodologija korekcije padavin .....</b>	<b>108</b>
<b>7.5.3 Rezultati .....</b>	<b>109</b>
<b>7.5.3.1 Metoda Sevruka .....</b>	<b>113</b>
<b>7.5.3.2 Metoda Dahlströma .....</b>	<b>117</b>

<b>7.5.3.3 Metoda Mendela .....</b>	<b>120</b>
<b>7.5.3.4 Metoda Peneve 1 .....</b>	<b>123</b>
<b>7.5.3.5 Metoda Peneve 2 .....</b>	<b>126</b>
<b>7.5.3.6 Modificirana metoda DCM .....</b>	<b>128</b>
<b>7.6 Izračun popravka po posameznih padavinskih dogodkih .....</b>	<b>131</b>
<b>7.6.1 Vhodni podatki .....</b>	<b>131</b>
<b>7.6.2 Metodologija korekcije padavin.....</b>	<b>132</b>
<b>7.6.3 Rezultati.....</b>	<b>132</b>
<b>7.6.3.1 Metoda Sevruka.....</b>	<b>136</b>
<b>7.6.3.2 Metoda Dahlströma .....</b>	<b>140</b>
<b>7.6.3.3 Metoda Mendela .....</b>	<b>142</b>
<b>7.6.3.4 Metoda Peneve 1 .....</b>	<b>145</b>
<b>7.6.3.5 Metoda Peneve 2 .....</b>	<b>148</b>
<b>7.6.3.6 Modificirana metoda DCM .....</b>	<b>151</b>
<b>8 PRIMERJAVA REZULTATOV IN ANALIZA .....</b>	<b>155</b>
<b>8.1 Primerjava rezultatov po meteoroloških postajah .....</b>	<b>155</b>
<b>8.1.1 Primerjava popravkov za Ljubljano Bežigrad in Kredarico .....</b>	<b>166</b>
<b>8.1.2 Primerjava popravkov za Mursko Soboto in Portorož.....</b>	<b>167</b>
<b>8.2 Primerjava rezultatov glede na različno natančnost vhodnih podatkov.....</b>	<b>168</b>
<b>8.2.1 Ljubljana Bežigrad.....</b>	<b>168</b>
<b>8.2.2 Kredarica.....</b>	<b>172</b>
<b>8.2.3 Murska Sobota.....</b>	<b>175</b>
<b>8.2.4 Letališče Portorož .....</b>	<b>179</b>
<b>8.3 Primerjava rezultatov po modificirani metodi DCM z rezultati Agencije Republike Slovenije za okolje.....</b>	<b>182</b>
<b>8.4 Analiza vplivov.....</b>	<b>183</b>
<b>9 ZAKLJUČKI .....</b>	<b>190</b>
<b>VIRI .....</b>	<b>193</b>

## KAZALO PREGLEDNIC

Preglednica 1: Komponente sistematičnih pogreškov, njihova velikost in njihovi meteorološki in instrumentacijski dejavniki.....	20
Preglednica 2: Beaufortova lestvica za ocenjevanje moči vetra na kopnem in na morju ter ocena hitrosti vetra.....	24
Preglednica 3: Enačbe za oceno parametra strukture tekočih padavin $N$ za mesečne količine padavin .....	27
Preglednica 4: Enačbe za oceno brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta $k_v$ v primeru tekočih padavin.....	28
Preglednica 5: Enačbe za oceno brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta $k_v$ v primeru trdnih padavin.....	29
Preglednica 6: Enačbe za oceno hitrosti vetra na nivoju odprtine dežemera.....	30
Preglednica 7: Brezdimenzijski koeficient $L$ , ki poda razmerje med hitrostma $u_p$ in $u$ .....	31
Preglednica 8: Parameter hrapavosti $z_0$ za različne tipe zemljin in snežnega pokrova.....	34
Preglednica 9: Logaritmični koeficient $K_L$ za najpogostejše vrednosti parametra hrapavosti $z_0$ .....	35
Preglednica 10: Povprečni pogrešek zaradi vlaženja glede na padavinski dogodek in dan ....	38
Preglednica 11: Popravek snežnih padavin [mm] za Tretyakov, zmerno zaščiten dežemer, v primeru izpihavanja in zametov snega .....	52
Preglednica 12: Brezdimenzijski korekcijski koeficient $k$ v primeru tekočih padavin .....	56
Preglednica 13: Odstotek snežnih padavin $S$ v celotni mesečni količini padavin v odvisnosti od povprečne mesečne temperature zraka in nadmorske višine.....	56
Preglednica 14: Brezdimenzijski korekcijski koeficient $k$ v primeru mešanih padavin .....	57
Preglednica 15: Določanje brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta $k_v$ po metodi Dahlströma .....	59
Preglednica 16: Brezdimenzijski korekcijski koeficient $k$ in standardna deviacija za posamezen mesec po metodi Peneve.....	64
Preglednica 17: Konstantne vrednosti pogreška zaradi vlaženja $\Delta P_w$ za posamezni tip dežemera in obliko padavin [mm/12 h].....	66

Preglednica 18: Dnevni evaporacijski pogreški $\Delta P_E$ za posamezni tip dežemera in glede na mesec padavin [mm/dan] .....	66
Preglednica 19: Koeficienti dežemera za tekoče in trdne padavine za različne tipe dežemerov [mm/12 h] .....	67
Preglednica 20: Nasičen korekcijski koeficient, izmerjen v vetrovnem tunelu pri določeni hitrosti .....	69
Preglednica 21: Brezdimenzijski korekcijski koeficient zaradi vpliva vetra .....	70
Preglednica 22: Podatki o višinah merjenja vetra in parametru hrapavosti po posameznih meteoroloških postajah .....	80
Preglednica 23: Izbira korekcijskega koeficienta po Dahlströmu .....	83
Preglednica 24: Primer ustrezne korekcije standardne deviacije po metodi Peneve.....	84
Preglednica 25: Izračun popravka za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	86
Preglednica 26: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	87
Preglednica 27: Izračun popravka za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	87
Preglednica 28: Korekcijski koeficienti za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	88
Preglednica 29: Izračun popravka za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	88
Preglednica 30: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	89
Preglednica 31: Izračun popravka za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	89
Preglednica 32: Korekcijski koeficienti za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu .....	90
Preglednica 33: Izračun popravka za Ljubljano po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke .....	109
Preglednica 34: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke .....	110

Preglednica 35: Izračun popravka za Kredarico po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke.....	110
Preglednica 36: Korekcijski koeficienti za Kredarico po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke.....	111
Preglednica 37: Izračun popravka za Mursko Soboto po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke.....	111
Preglednica 38: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke.....	112
Preglednica 39: Izračun popravka za Portorož po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke .....	112
Preglednica 40: Korekcijski koeficienti za Portorož po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke.....	113
Preglednica 41: Izračun popravka za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih .....	132
Preglednica 42: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih .....	133
Preglednica 43: Izračun popravka za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih.....	133
Preglednica 44: Korekcijski koeficienti za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih .....	134
Preglednica 45: Izračun popravka za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih .....	134
Preglednica 46: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih .....	135
Preglednica 47: Izračun popravka za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih.....	135
Preglednica 48: Korekcijski koeficienti za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih .....	136
Preglednica 49: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Ljubljano Bežigrad.....	169
Preglednica 50: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Kredarico.....	173
Preglednica 51: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Mursko Soboto.....	176
Preglednica 52: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Portorož.....	179

Preglednica 53: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov po metodi DCM .....	183
Preglednica 54: Analiza rezultatov za Kredarico po posameznih metodah .....	184

## KAZALO SLIK

Slika 1: Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971-2000 .....	3
Slika 2: Histogram padavin .....	6
Slika 3: Hellmannov dežemer s posameznimi deli .....	8
Slika 4: Hellmannov dežemer na meteorološki postaji Lisca .....	8
Slika 5: Tretyakov dežemer v kombinaciji z lastnim ščitnikom: a) na meteorološki postaji na Antarktiki in b) grafični prikaz Tretyaka .....	9
Slika 6: Snowdonov dežemer v jami .....	10
Slika 7: SMHI dežemer z Nipherjevim ščitnikom .....	10
Slika 8: Totalizator: a) na odročnem mestu in b) grafični prikaz totalizatorja .....	11
Slika 9: a) Ombrograf za neprekinjeno registracijo padavin na Lisci in b) digitalni elektronski merilec ( <i>tipping bucket</i> ) .....	12
Slika 10: Vpliv vetra na nezaščiten dežemer a) in zaščiten dežemer b) .....	13
Slika 11: Tretyakov ščitnik .....	14
Slika 12: Nipherjev zaščitni obroč .....	15
Slika 13: Alterjev ščitnik .....	15
Slika 14: Tloris in prerez referenčnega merjenja padavin z dvojno zaščitno ograjo DFIR .....	16
Slika 15: Pogreški meritev .....	17
Slika 16: Vetrovna roža .....	23
Slika 17: Graf brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta $k_v$ v odvisnosti od hitrosti vetra $u_{hp}$ in deleža strukture padavin $N$ v primeru tekočih padavin .....	25
Slika 18: Graf brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta $k_v$ v odvisnosti od hitrosti vetra $u_{hp}$ in temperature $T$ za mešane in trdne padavine .....	26
Slika 19: Različne oblike standardnih dežemerov .....	33
Slika 20: Zaščitenost dežemera pod kotom $45^\circ$ .....	34
Slika 21: Graf pogreška zaradi vlaženja glede na dogodek ( $a$ ) v odvisnosti od količine padavin ( $P$ ) .....	39
Slika 22: Čas sušenja $\tau_d$ lijaka dežemera v odvisnosti od dnevnega časa, glede na posamezno sezono .....	43

Slika 23: Čas sušenja $\tau_d$ lijaka dežemera v odvisnosti od potencialne evapotranspiracije $E_p^*$ .	43
Slika 24: Število mesečnih padavinskih dogodkov ( $M_a$ ) v odvisnosti od števila dni v mesecu ( $M$ ) za različne čase sušenja $\tau_d$ .	45
Slika 25: Graf intenzitete izhlapevanja za različne dežemere v odvisnosti od dnevnega saturacijskega deficita.	49
Slika 26: Razmerje med mesečnim saturacijskim deficitom v dneh s padavinami in povprečnim mesečnim deficitom v odvisnosti od števila meritev padavin, izvedenih 2-krat v 24 urah.	50
Slika 27: Primerna oblika zgornjega dela dežemera.	51
Slika 28: Intenziteta izpihavanja snega v odvisnosti od hitrosti vetra v nivoju anemometra.	53
Slika 29: Korekcijski koeficient zaradi izhlapevanja.	60
Slika 30: Korekcijski koeficient zaradi vetra, odvisen od višine dežemera.	61
Slika 31: Korekcijski koeficient, odvisen od srednje hitrosti vetra in odstotka padavin z intenziteto $i < 0,03$ mm/min.	62
Slika 32: Korekcijski koeficient, odvisen od srednje hitrosti vetra in srednje temperature zraka.	63
Slika 33: Horizontalni dežemer na Kitajskem: a) fotografija horizontalnega dežemera in b) grafični prikaz horizontalnega dežemera.	72
Slika 34: Dežemer InSitu.	73
Slika 35: Lega meteoroloških postaj.	74
Slika 36: Opazovalni prostor Ljubljana-Bežigrad.	75
Slika 37: Meteorološka postaja Kredarica.	76
Slika 38: OTT Pluvio (levo) in AMES DDE 93A (desno).	77
Slika 39: Korekcijski koeficient $k$ po metodi Sevruga v odvisnosti od korigirane hitrosti.	81
Slika 40: Korekcijski koeficient $k$ po metodi Sevruga v primeru trdnih in mešanih padavin.	82
Slika 41: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Sevruga za vhodne podatke po letopisu.	91
Slika 42: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Sevruga za vhodne podatke po letopisu.	91



Slika 43: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Kredarica po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu.....	92
Slika 44: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu .....	93
Slika 45: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu .....	93
Slika 46: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu .....	94
Slika 47: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu .....	95
Slika 48: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu .....	95
Slika 49: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Murska Sobota po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu .....	96
Slika 50: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu .....	96
Slika 51: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu .....	97
Slika 52: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu .....	98
Slika 53: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu .....	98
Slika 54: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu .....	99
Slika 55: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Portorož po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu.....	99
Slika 56: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu .....	100
Slika 57: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Ljubljana po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu .....	101
Slika 58: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu .....	101

Slika 59: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu.....	102
Slika 60: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu.....	102
Slika 61: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu.....	103
Slika 62: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu.....	104
Slika 63: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu.....	104
Slika 64: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu.....	105
Slika 65: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Portorož po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu .....	105
Slika 66: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu .....	106
Slika 67: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu .....	107
Slika 68: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu.....	107
Slika 69: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu .....	108
Slika 70: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke.....	114
Slika 71: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke.....	115
Slika 72: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke.....	116
Slika 73: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke.....	116

Slika 74: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke .....	117
Slika 75: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Ljubljana po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke.....	118
Slika 76: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke .....	118
Slika 77: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke .....	119
Slika 78: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke .....	120
Slika 79: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke .....	121
Slika 80: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke .....	121
Slika 81: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke .....	122
Slika 82: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke .....	123
Slika 83: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke .....	124
Slika 84: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke .....	124
Slika 85: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke .....	125
Slika 86: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke .....	125
Slika 87: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke .....	126
Slika 88: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke .....	127
Slika 89: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke .....	127

Slika 90: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke.....	128
Slika 91: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke .....	129
Slika 92: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke.....	130
Slika 93: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke.....	130
Slika 94: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke .....	131
Slika 95: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih .....	137
Slika 96: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih .....	138
Slika 97: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih .....	139
Slika 98: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih .....	139
Slika 99: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih .....	140
Slika 100: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih .....	141
Slika 101: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih.....	141
Slika 102: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih .....	142
Slika 103: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih .....	143
Slika 104: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih .....	143

Slika 105: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih.....	144
Slika 106: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih.....	145
Slika 107: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih.....	146
Slika 108: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih.....	146
Slika 109: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih.....	147
Slika 110: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih.....	148
Slika 111: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih.....	149
Slika 112: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih.....	149
Slika 113: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih.....	150
Slika 114: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih.....	151
Slika 115: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih.....	152
Slika 116: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih.....	153
Slika 117: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih.....	153
Slika 118: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih.....	154
Slika 119: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Sevruga za vhodne podatke po letopisu .....	156
Slika 120: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Sevruga za 30-minutne vhodne podatke .....	156

Slika 121: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih .....	157
Slika 122: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu.....	158
Slika 123: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke.....	158
Slika 124: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih .....	159
Slika 125: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu.....	159
Slika 126: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke.....	160
Slika 127: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih .....	161
Slika 128: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu.....	162
Slika 129: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke.....	162
Slika 130: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih .....	163
Slika 131: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu.....	163
Slika 132: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke.....	164
Slika 133: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih .....	164
Slika 134: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu.....	165
Slika 135: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke.....	165

Slika 136: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih.....	166
Slika 137: Histograma merjenih padavin in izračun popravka za leto 2008 za postaji Ljubljana Bežigrad in Kredarica .....	167
Slika 138: Histograma merjenih padavin in izračun popravka za leto 2008 za postaji Portorož in Murska Sobota .....	168
Slika 139: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Ljubljano Bežigrad .....	169
Slika 140: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Ljubljano z vhodnimi podatki po letopisu .....	170
Slika 141: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Ljubljano z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev .....	171
Slika 142: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Ljubljano z vhodnimi podatki po dogodkih.....	172
Slika 143: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Kredarico .....	173
Slika 144: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Kredarico z vhodnimi podatki po letopisu .....	174
Slika 145: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Kredarico z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev .....	175
Slika 146: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Kredarico z vhodnimi podatki po dogodkih.....	175
Slika 147: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Mursko Soboto.....	176
Slika 148: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Mursko Soboto z vhodnimi podatki po letopisu .....	177
Slika 149: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Mursko Soboto z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev .....	178
Slika 150: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Mursko Soboto z vhodnimi podatki po dogodkih.....	178
Slika 151: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Portorož.....	180
Slika 152: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Portorož z vhodnimi podatki po letopisu .....	180
Slika 153: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Portorož z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev .....	181

Slika 154: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Portorož z vhodnimi podatki po dogodkih .....	182
Slika 155: Primerjava letnih korekcijskih faktorjev po modificirani metodi DCM .....	183
Slika 156: Odvisnost med popravljenimi in merjenimi padavinami za postajo Kredarica ....	184
Slika 157: Deleži popravkov po metodi Dahlströma za Ljubljano .....	185
Slika 158: Deleži popravkov po metodi Dahlströma za Kredarico .....	186
Slika 159: Odvisnost popravljenih dnevnih padavin od hitrosti vetra za postajo Kredarica..	187
Slika 160: Odvisnost popravljenih dnevnih padavin od temperature zraka za postajo Kredarica .....	187
Slika 161: Dnevni korekcijski faktorji za mesec april 2008 za postajo Ljubljana .....	188
Slika 162: Dnevni korekcijski faktorji za mesec april 2008 za postajo Kredarica.....	189



## OKRAJŠAVE IN SIMBOLI

CaCl <sub>2</sub>	kalcijev klorid
WMO	World Meteorological Organization
DFIR	Double Fence Intercomparison Reference
SMHI	Swedish Meteorological and Hydrological Institute
DCM	Dynamic Correction Method
ZSSR	Zveza sovjetskih socialističnih republik
ČSSR	Češko-slovaška socialistična republika
mm	milimeter
cm	centimeter
m	meter
itd	in tako dalje
ipd	in podobno
oz.	oziroma
tj.	to je
mnm	metrov nad morjem
mnv	metrov nadmorske višine
mm/h	milimetrov na uro
° C	stopinja Celzija
%	odstotek

## 1 UVOD

Zemljino površje sestavljata voda in kopno. Voda pokriva 7/10 zemeljskega površja in se nahaja v vseh treh agregatnih stanjih, in sicer v trdnem, tekočem in plinastem stanju. Iz enega v drugo stanje prehaja z zamrzovanjem, taljenjem, kondenziranjem, sublimacijo in izhlapevanjem. Količina vode na Zemlji se skoraj ne spreminja, vendar je omejena. Ta pojav dinamike kroženja vode v naravi imenujemo hidrološki krog. Za nemoteno kroženje je potrebna energija sevanja Sonca, ki jo Zemlja sprejme in s tem uravnava temperaturne razmere na zemeljski površini. Poleg vode v morjih, jezerih in rekah, ki izhlapeva v atmosfero, je nekaj tekoče vode tudi v prsti in trdnih tleh. Voda je v prsti in kamninah vezana na različne načine, tako da sta njeno izhlapevanje in možnost uporabe za rastline različna. Rastline črpajo vodo in jo v procesu transpiracije oddajo v ozračje. Vodna para se nato dviga, ohlaja in kondenzira v oblakih. Da pride do nastanka padavin, morajo delci v oblaku zrasti do velikosti padavinskih kapljic in padavinskih snežnih kapljic, ki se nato s sklenitvijo hidrološkega kroga vrnejo nazaj na Zemljo. S tem je zagotovljena tudi vodna bilanca, ki pove, da je dotok mase enak odtoku in spremembi količine znotraj območja v določenem časovnem območju.

Pri določanju količin vode in pretoka vode v posameznih delih hidrološkega kroga lahko, zaradi pomanjkljive merilne tehnike, naletimo na mnogo neznank (Brilly in Šraj, 2005). V praksi se najpogosteje uporablja podatek o točkovno izmerjeni količini padavin. Količina padavin, ki jo izmerimo na merilnem mestu s posebnimi posodami, dežemeri, naj bi bila takšna, kakršno prejmejo naravna tla v okolici. To zahtevo je pogosto težko uresničiti, saj merilne posode v največji meri moti gibanje zraka v svoji bližnji okolici in v močnem vetru so odstopanja pri merjenju padavin zelo velika. To posledično vodi do napačnih predpostavk pri napovedi pretokov, poplav, površinskih odtokov, napovedi vremena, hidroloških simulacijah, dimenzioniranju posameznih objektov itd.

Glavni vzrok za odstopanja pri meritvah padavin pa ni samo veter, ampak tudi ostali sistematični pogreški. K temu sodita v prvi vrsti vlaženje lijaka in notranjih sten dežemera ter izhlapevanje že zajetih padavin. Sledi pogrešek, ki nastane zaradi škropljenja kapljic v in iz

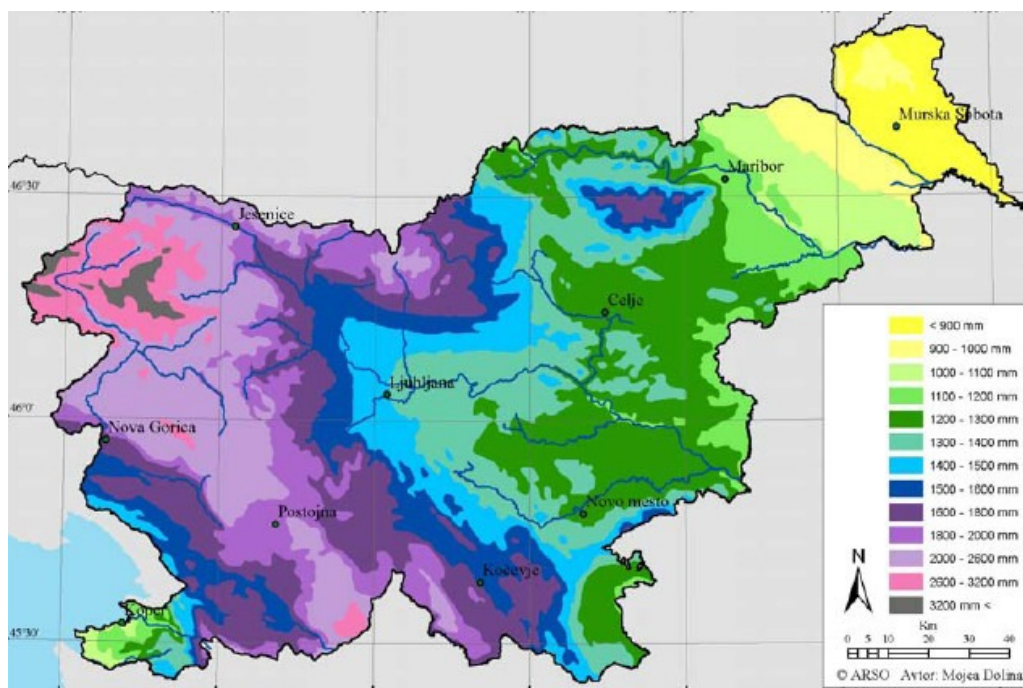
dežemera ter, v primeru snežnih padavin, pogreški zaradi izpihavanja in zametov snega nad dežemerom. V ta namen so bile razvite številne metode za popravljanje izmerjenih padavin v posameznih državah.

Namen diplomske naloge je podrobneje predstaviti načine in metode popravljanja izmerjenih padavin, ki se uporabljajo po svetu ter jih preizkusiti v naših klimatskih pogojih na različnih meteoroloških postajah. Poleg tega se pri izračunih popravka uporabi različno natančnost vhodnih meteoroloških podatkov in naredi natančno analizo in primerjavo tako dobljenih popravkov ter ugotovi vpliv natančnosti vhodnih podatkov na rezultate. Izmerjene padavine se v evropski praksi še ne popravljajo sistematično, saj za enkrat še ni izbrana enotna metodologija. Rezultati naloge naj bi predstavljali pomemben prispevek k iskanju najprimernejše metodologije popravljanja izmerjenih padavin, saj obsežnejše tovrstne raziskave v slovenskem prostoru še ni bilo narejene.

## 2 PADAVINE

Padavine so najpomembnejši parameter podnebja. So del hidrološkega kroga, ki s svežo vodo ohranjajo ves živi svet. Pomembna je predvsem njihova prostorska in časovna razporeditev (<http://sl.wikipedia.org/wiki/Padavine>).

Prostorska porazdelitev padavin v Sloveniji je močno povezana z njenim razgibanim reliefom (Slika 1), saj se stikujejo štiri raznolike geografske enote, in sicer Alpe, Panonska kotlina, Sredozemlje ter Dinarsko gorovje. Zaradi orografskega učinka se količina padavin povečuje, ko gremo od morja proti notranjosti Slovenije in doseže maksimum na Dinarsko-Alpski pregradi. Največ padavin, skoraj 3000 mm, pade na privetrni strani grebenov Julijskih Alp. Za Dinarsko pregrado proti severovzhodu se z oddaljenostjo od morja količina padavin zelo hitro zmanjšuje. Na skrajnem severovzhodu države (Prekmurje), kjer se že čuti močan vpliv celinskega podnebja, letna količina ne preseže 900 mm.



Slika 1: Povprečna letna vsota korigiranih padavin za obdobje 1971-2000 (ARSO, 2006)

## 2.1 Nastanek padavin

Pod padavinami razumemo vso vodo, ki pade na površino zemlje. Padavine nastanejo z dviganjem toplih zračnih mas, ki se pri gibanju navzgor ohlajajo, kar povzroča kondenzacijo vodnih hlapov. Vlaga v zraku nato prehaja v drobne kapljice vode, ki tvorijo bazo oblaka. Omenjene drobne kapljice se nato med seboj zlivajo in povečujejo, saj morajo zrasti do velikosti padavinskih kapljic in snežnih padavin, da se bodo lahko nato pod vplivom gravitacije izločile na zemljo (Brilly in Šraj, 2005).

Zavedati se moramo, da sta velikost kapljic in oblika padavin, ki pridejo na Zemljo, odvisni od zračne vlage, temperature, gibanja zračnih mas ipd. Po obliki gibanja zračnih mas, ki povzročajo padavine, jih delimo na konvektivne, orografske in frontalne padavine. Na samo višino padavin pa v največji meri vplivajo bližina morja, relief, geografska širina, gozdovi in mesta (Brilly in Šraj, 2005).

## 2.2 Vrste padavin

Padavine opazujemo pri tleh. Ločimo tekoče in trdne padavine. Če padajo tekoče in trdne padavine skupaj, jih imenujemo mešane padavine.

Tekoče padavine so:

- Pršenje: so drobne kapljice s premeri med 0,2 mm in 0,5 mm. Včasih so kapljice pršenja podhlajene in zmrzujejo ob stiku s tlemi ali predmeti.
- Dež: so debelejšje kaplje s premeri nad 0,5 mm. Včasih je dež podhlajen in ob stiku s predmeti zmrzne, nastaneta poledica ali podžled.

Trdne padavine so:

- Sneg: so ledeni kristali vejičaste oblike, zlepki snežnih kristalov, zaivjeni kristali in snežinke. Oblika in velikost je zelo različna, odvisna od temperaturne in vlažnostne plastovitosti v oblaku in pod njim.
- Dež s snegom: je mešanica dežja in talečega se snega.

- Zamrznjen dež: je dež, ki je zamrznil pod bazo oblaka, ponavadi je v ledeni lupini še nekaj tekoče vode.
- Babje pšeno: so bela okrogla, zaivjena zrnca v velikosti od 1 do 5 mm.
- Sodra: so ledena zrnca, včasih obilita z vodo. Po nastanku podobna babjemu pšenu, le da je lupina iz trdega ledu.
- Toča: so ledena zrna, včasih suha, včasih mokra. Pada le ob močnih nevihtah. Ledeno zrno ima več plasti zaradi nekajkratnega dviganja in padanja zrna v oblaku. Nastaja podobno kot sodra, le da je velikost zrn večja od 5 mm (Rakovec in Vrhovec, 2000).

### 2.3 Meritve padavin

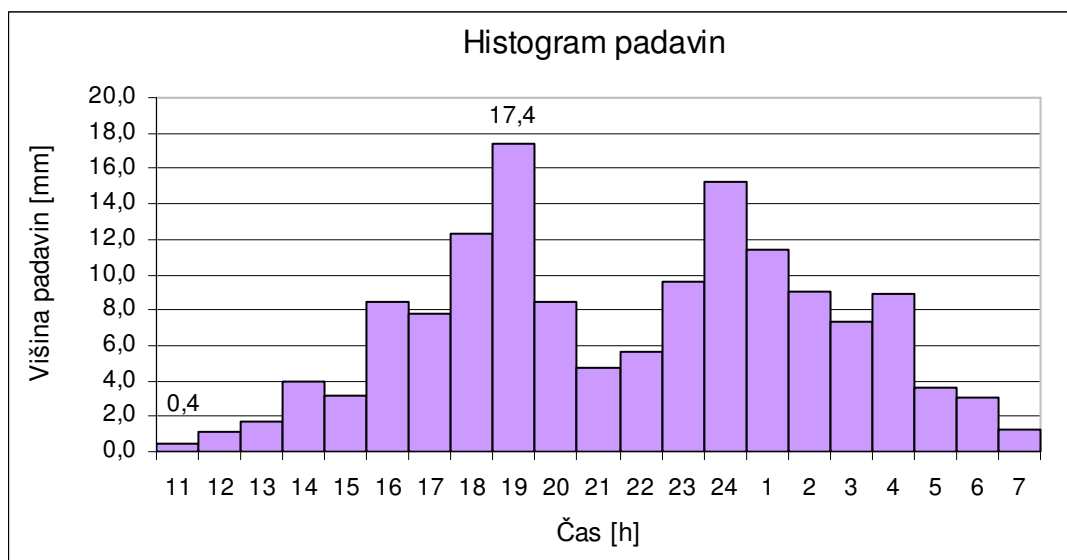
Ob upoštevanju različnih vrst padavin in njihovega deleža v vodni bilanci, obstajajo različni načini in pristopi merjenja. Najštevilčnejše meritve so namenjene dežju, nato snegu in nadalje rosi. Ostale padavine nastajajo v manjših količinah in jim zato ne posvečamo toliko pozornosti. Ločimo stacionarna in ekspedicijska merjenja. Stacionarna so tista, ki jih izvajamo z instrumentom, postavljenim na enem in istem mestu, medtem ko so ekspedicijska merjenja občasna in se vršijo le v določenih pogojih. Pri meritvah padavin moramo upoštevati velikost zajemanja padavin, zato jih delimo na tiste, ki so zajete v točki in tiste, ki so zajete na večjih površinah. Praktično se vsa merjenja v točki izvajajo s stacionarnimi instrumenti imenovanimi dežmeri, medtem ko površinska ali prostorska merjenja zasledujejo radarji in sateliti (Bonacci, 1994).

Količino padavin merimo kot gostoto masnega toka, vendar jo izrazimo v litrih ali milimetrih na časovni interval (Rakovec in Vrhovec, 2000). Številsko so si izrazi med seboj enaki, saj en milimeter padavin odgovarja enemu litru vode na kvadratni meter.

Dnevne padavine je potrebno odčitavati na približno 0,2 mm, če je izvedljivo tudi na 0,1 mm, medtem ko za tedenske in mesečne zadostuje natančnost vsaj 1 mm. Meritve dnevnih padavin na posameznem dežemeru se morajo izvajati ob istem času, s čimer dobimo merilno mrežo na določenem širšem področju. Za padavine, ki jih pade manj kot 0,1 mm, obstaja izraz, splošno znan kot sled (WMO, 2008).

## 2.4 Intenziteta padavin

Stopnja intenzitete padavin je izražena v milimetrih na uro [mm/h]. Intenziteto padavin prikažemo s histogramom padavin kot prikazuje spodnja slika:



Slika 2: Histogram padavin (Bajc, 2007)

Bogdanova je leta 1971 zapisala formulo, ki omogoča izračun intenzitete padavin neposredno iz mesečnih podatkov o meritvah vlažnosti  $e$  in temperature zraka  $t$ :

$$i_p = 0,38 + 0,00452et, \quad (1)$$

kjer je:

$e$  povprečna mesečna zračna vlažnost [hPa],

$t$  povprečna mesečna temperatura zraka [°C].

### **3 VRSTE DEŽEMEROV**

Padavine, ki padejo iz oblaka, letijo skozi zrak in večji del jih prileti na tla. Količino padavin pri tleh merimo s posebnimi posodami, dežemerji. Delimo jih na ombrometre, totalizatorje in ombrografe. Dežemerji, ki zbirajo padavinsko vodo, imajo natančno znano ploščino prestrezne ploskve. Časovni intervali merjenja so različni. Pri navadnih padavinskih postajah se izmeri količina padavin vsakih 24 ur, pri standardnih sinoptičnih meritvah se meritve izvajajo vsakih 12 ur, včasih tudi na 6 ur ali manj (Rakovec in Vrhovec, 2000).

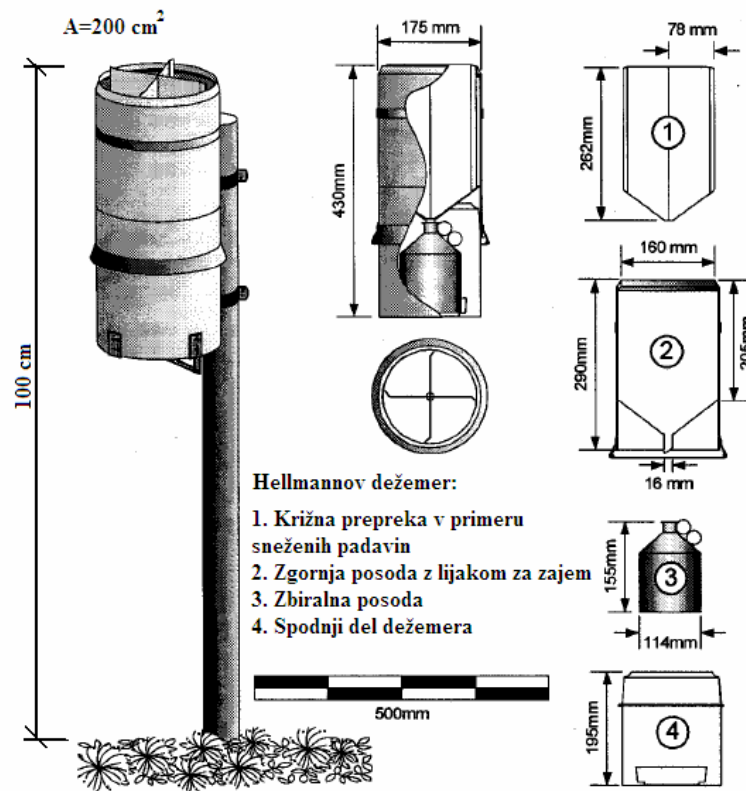
#### **3.1 Ombrometer ali dežemer**

Ombrometer, ki ga v praksi največkrat imenujejo kar dežemer, se uporablja za merjenje padavin v krajših časovnih obdobjih. Običajno se dnevno ročno izmeri količina padavin, ki je padla v 24 urah (Brilly in Šraj, 2005), lahko pa so meritve pogostejše glede na količino padavin ter področje, kjer merimo padavine (Sevruck, 1982). V svetu se uporablja več vrst ombrometrov oz. dežemerov, vendar bom v nadaljevanju navedla le glavne predstavnike.

##### **3.1.1 Hellmannov dežemer**

Hellmannov dežemer je eden izmed najširše uporabljenih dežemerov po celem svetu in velja kot standardni dežemer v več kot 30 državah: od Nemčije, Danske, Švice, do držav v Aziji, Afriki in Južni Ameriki (Goodison et al., 1999) ter tudi v Sloveniji (Brilly in Šraj, 2005). Dežemer, narejen iz cinka, je postavljen en meter nad površino tal, visok 43 cm in ima odprtino za zajem padavin s površino 200 cm<sup>2</sup>. Dežemer se prazni ročno, praviloma enkrat dnevno, razen če je zahtevano drugače. Če dežemer ogroža predvidena visoka snežna odeja, se ga postavi vsaj dva metra nad tlemi (Goodison et al., 1999). Obstaja več različnih variacij Hellmannovega dežemera glede na državo, vrsto padavin, material in barvo dežemera. Največkrat se ga opremi z Nipherjevim ali Tretyakovim ščitnikom, da se zmanjša vpliv vetra.





Slika 3: Hellmannov dežemer s posameznimi deli (Sonnenborg, 2002)



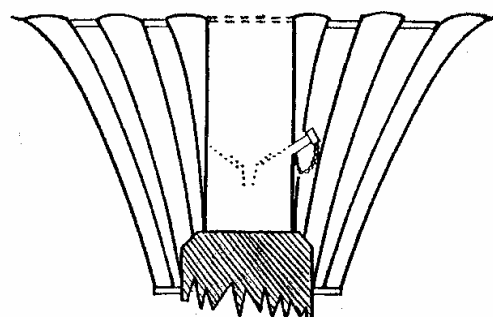
Slika 4: Hellmannov dežemer na meteorološki postaji Lisca (Bajc, 2010)

### 3.1.2 Tretyakov dežemer

Tretyakov dežemer ima, ravno tako kot Hellmannov, površino  $200\text{ cm}^2$ . Od leta 1952 se uporablja kot standardni dežemer v Rusiji oz. v državah bivše ZSSR. Dežemer je bolj primeren za meritve trdnih padavin kot tekočih. Natančnost Tretyaka je bilo moč oceniti v letih 1986-1993, ko je v Kanadi, ZDA, Rusiji, Nemčiji, Finski, Romuniji in na Hrvaškem potekala primerjava Svetovne meteorološke organizacije (WMO) za trdne padavine. Poleg lastnega Tretyakovega ščitnika so kot referenčni standard uporabili ščitnik DFIR (ang. *Double Fence Intercomparison Reference*), ki ga bom opisala v nadaljevanju (Yang et al., 2006).



a)

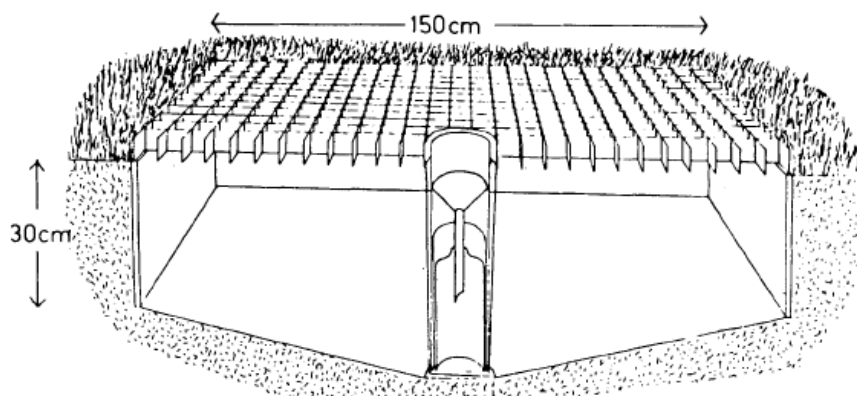


b)

Slika 5: Tretyakov dežemer v kombinaciji z lastnim ščitnikom: a) na meteorološki postaji na Antarktiki (Stefanova, 2010) in b) grafični prikaz Tretyaka (Sevruk, 1982)

### 3.1.3 Snowdonov dežemer v jami

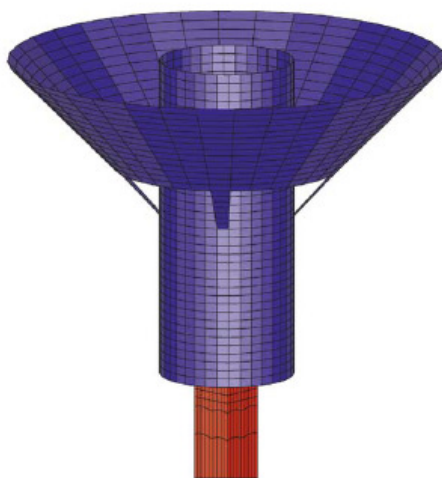
Snowdonov dežemer, s površino  $127\text{ cm}^2$  je postavljen v jamo z globino 30 cm ter površino  $1,5 \times 1,5\text{ m}$ . Rob dežemera sega praviloma 3 cm nad nivo terena, okoli njega pa je nameščena železna mreža, ki preprečuje škropljenje kapljic v in iz dežemera ter zmanjšuje vpliv vetra. Višina roba nad mrežo je odvisna od višine okoliške trave, zato je priporočljivo, da je trava prstrižena čim nižje, da se izključi medsebojni vpliv škropljenja kapljic (Allerup in Madsen, 1980a).



Slika 6: Snowdonov dežemer v jami (Allerup in Madsen, 1980a)

### 3.1.4 SMHI dežemer

Švedski standardni dežemer SMHI (*Swedish Meteorological and Hydrological Institute*), ki je bil razvit na Švedskem meteorološkem in hidrološkem inštitutu, ima površino 200 cm<sup>2</sup>. Služi tako za merjenje tekočih kot trdnih padavin. Ima poseben lijak za zbiranje snežnih padavin, ki ga lahko tudi odstranimo (Sevruk, 1982). Najpogosteje se uporablja v kombinaciji z Nipherjevim ščitnikom proti vetru (Michelson, 2004).



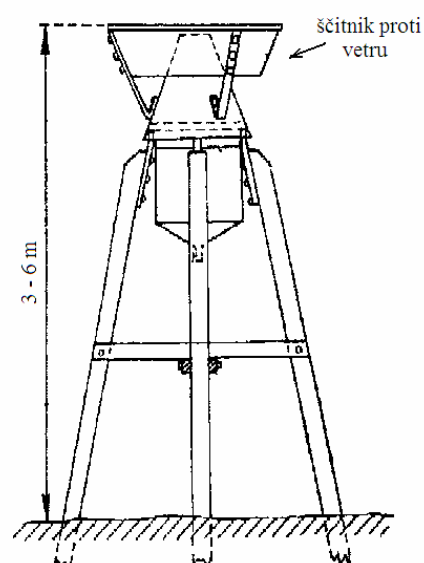
Slika 7: SMHI dežemer z Nipherjevim ščitnikom (Michelson, 2004)

### 3.2 Totalizator

Totalizator je ombrometer z večjo posodo, ki lahko zajame padavine večmesečnega obdobja. Postavlja se ga na odročne, nedostopne kraje, kjer ročne meritve niso možne vsak dan. V primeru, da pričakujemo veliko snežnih padavin, postavimo totalizator 3 - 6 m nad tlemi, ga ustrezno zaščitimo s ščitnikom proti vetru, dodamo  $CaCl_2$  proti zmrzovanju ter parafinsko olje proti izhlapevanju (Brilly in Šraj, 2005).



a)



b)

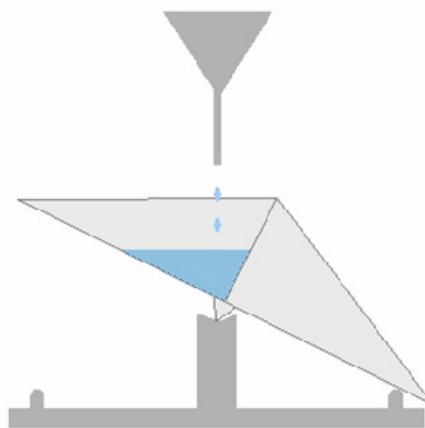
Slika 8: Totalizator: a) na odročnem mestu (Dachsteingletscher, 2008) in b) grafični prikaz totalizatorja (Brilly in Šraj, 2005)

### 3.3 Ombrograf

Ombrograf nam omogoča neprekinjene meritve. Podoben je ombrometru, le da je dodatno opremljen z mehanizmom za registriranje padavin. Slednji je opremljen s plavačem z natego, urnim mehanizmom in grelno napravo, ki sproti tali snežne padavine. Na ta način padavine beležijo takoj, ko se zberejo v merilni posodi. Izriše se tudi graf. V današnjem času so vse bolj v uporabi digitalni elektronski merilci (ang. *tipping-bucket*), ki delujejo po principu merjenja volumna padavin (Brilly in Šraj, 2005).



a)



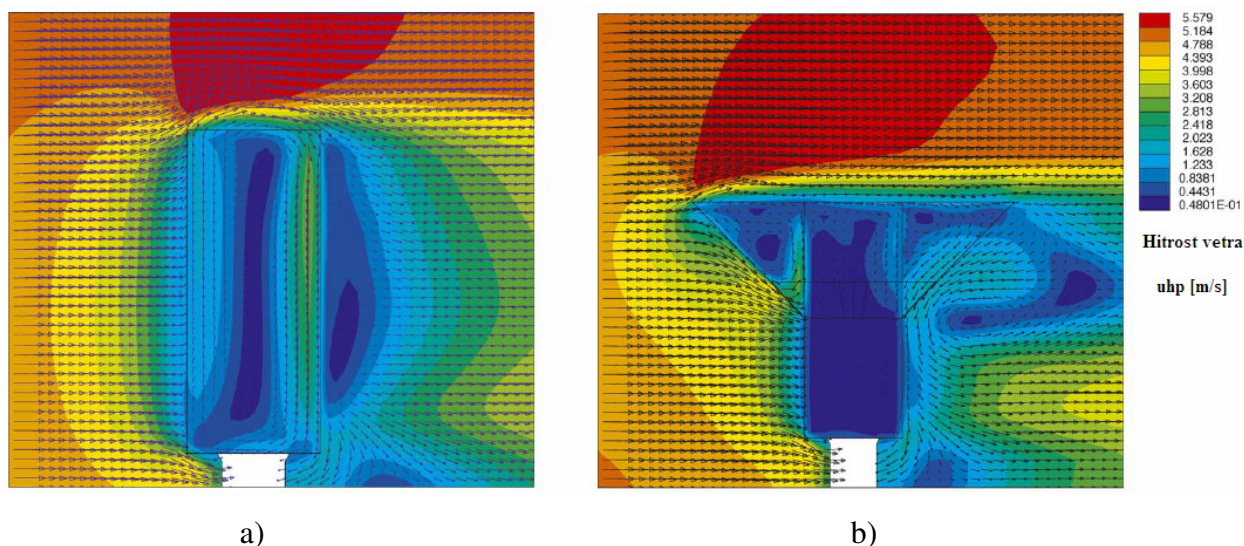
b)

Slika 9: a) Ombrograf za neprekinjeno registracijo padavin na Lisci (<http://www3.shrani.si/files/dsc05567956561.jpg>) in b) digitalni elektronski merilec (*tipping bucket*) (Queensland Government, 2007)

## 4 ZAŠČITA DEŽEMEROV

Na razliko meritev padavin ima daleč največji vpliv veter s svojo turbulenco okoli odprtine dežemera. Da bi zmanjšali ta vpliv, so skonstruirali zaščitne obroče in jih namestili okoli dežemerov. S tem so hitrost in turbulenco vetra zmanjšali, vendar vpliva niso izločili. Prvi, ki je izdelal zaščiten dežemer je bil Henry, leta 1853, v Ameriki. V Evropi mu je z letom 1878 sledil Nipher. Leta 1952 pa je Tretyak razvil lasten dežemer, katerega osnovna novost je bila, da so obroč sestavljale polpomične letvice, nameščene okrog zgornjega roba dežemera (Bonacci, 1994).

Pri sistematičnih pogreških predstavlja vpliv vetra daleč največji delež. Tokovnice ustvarijo nad robom dežemera turbulentno polje, zaradi česar pride do odklona padavin (Slika 10). Na območjih, izpostavljenim vetru, se v ta namen uporabljajo posebni ščitniki ali posebne zaščitne ograje, ki vpliv vetra zmanjšajo.



Slika 10: Vpliv vetra na nezaščiten dežemer a) in zaščiten dežemer b) (Michelson, 2004)

#### 4.1 Tretyakov ščitnik

Tretyakov ščitnik se najpogosteje uporablja skupaj s Hellmannovim in Tretyakovim dežemerom. Sestavljajo ga konusno postavljene polpomične letvice (Bonacci, 1994). Najpogosteje se ga uporablja v primeru snežnih padavin (Sevruk, 1982).



Slika 11: Tretyakov ščitnik (National center for atmospheric research, 2008)

#### 4.2 Nipherjev ščitnik

Nipherjev kovinski zaščitni obroč se uporablja v primeru snežnih padavin za zajemanje snega in določanje vsebnosti vode v njem. Je širši kot standardni zaščitni obroči (Environment Kanada, 2007). Največ se uporablja v Kanadi, Belgiji in Švici. Višina postavitve je različna, od 0,2 m do 2 m. Pritrjen je na različne načine na kovinski ali leseni steber, ponekod pa je postavljen neposredno na zemljo (Bonacci, 1994).



Slika 12: Nipherjev zaščitni obroč (National center for atmospheric research, 2008)

### 4.3 Alterjev ščitnik

Alterjev ščitnik proti vetru spominja na Tretyakov ščitnik, vendar se ta uporablja predvsem za tekoče padavine (Duchon in Biddle, 2010)

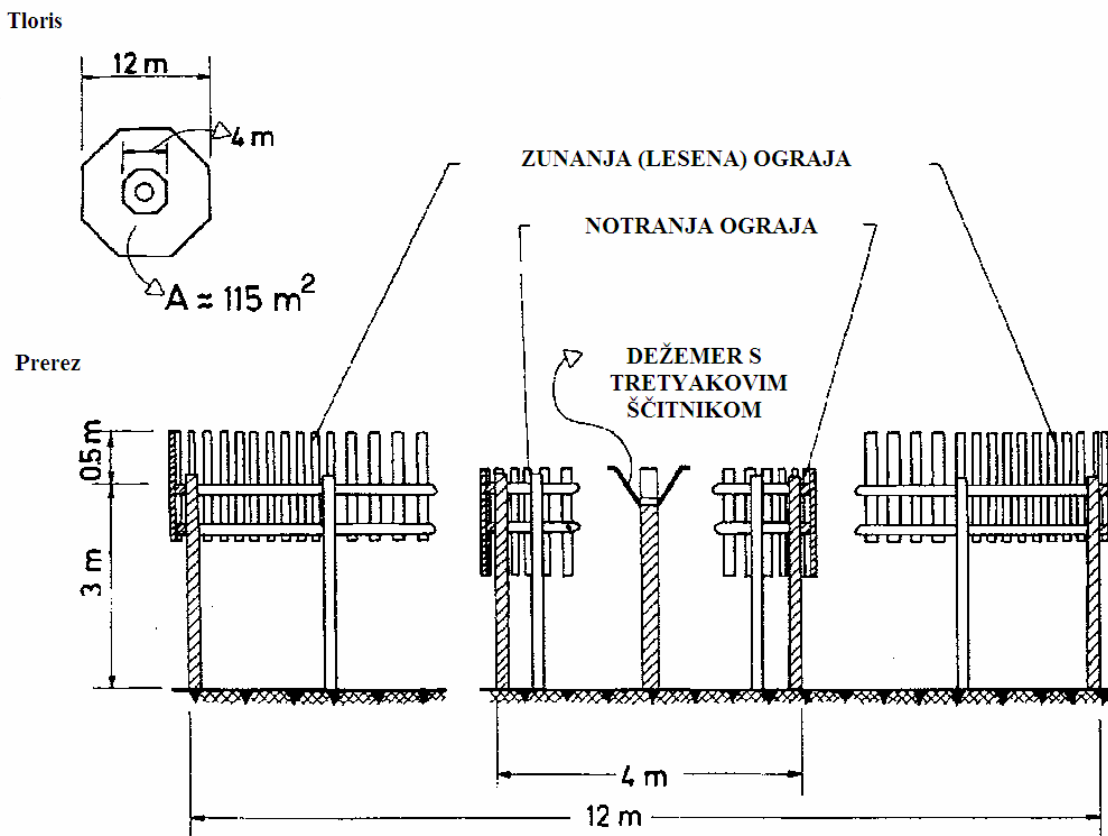


Slika 13: Alterjev ščitnik (Duchon in Biddle, 2010)



#### 4.4 DFIR ščitnik (*Double Fence Intercomparison Reference*)

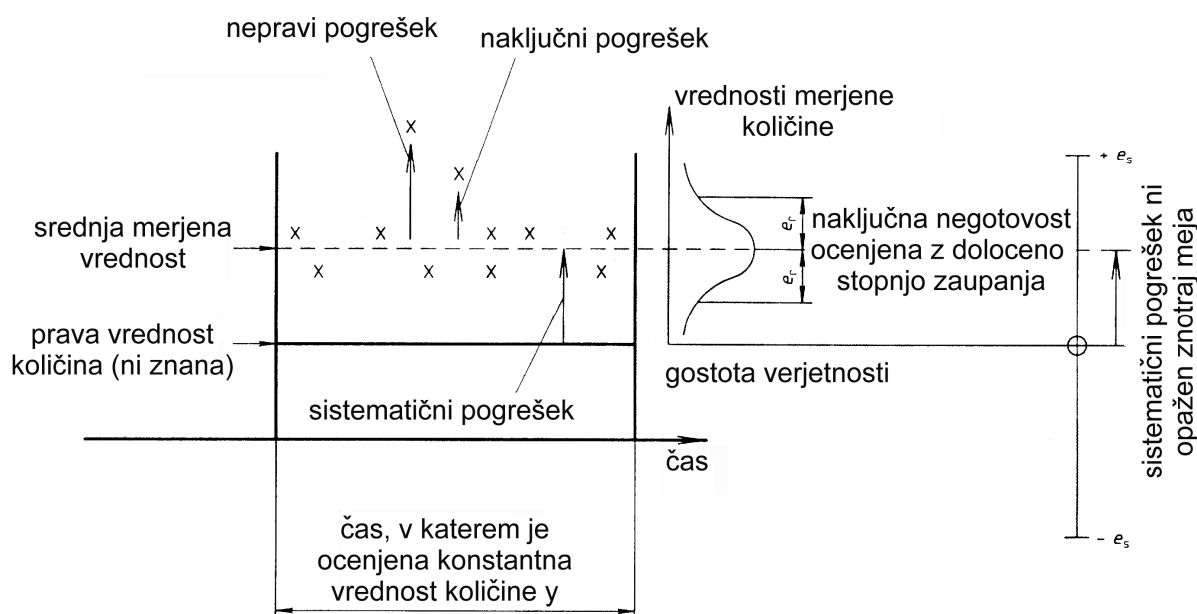
Dvojna zaščitna ograja se uporablja kot standardna referenčna zaščita pri meritvah padavin, katero je Svetovna meteorološka organizacija (*WMO*) potrdila kot primerjalno v primeru trdnih padavin (Bonacci, 1994). Največkrat nastopa v kombinaciji s Tretyakovim dežemerom z lastnim ščitnikom, ki je postavljen v sredini in na višini 3 m od tal. Dvojna ograja zmanjša hitrosti vetra okrog odprtine dežemera na minimum, kar vpliva na manjšo velikost pogreška (Allerup et al., 1997).



Slika 14: Tloris in prerez referenčnega merjenja padavin z dvojno zaščitno ograjo DFIR  
(Bonacci, 1994)

## 5 POGREŠKI PRI MERITVAH PADAVIN

Vsako merjenje, še posebno tisto, ki se izvaja v naravi, je obremenjeno s sistematičnimi in slučajnimi pogreški. Medtem ko je sistematične pogreške mogoče definirati, locirati in jih vsaj deloma zmanjšati, pa slučajnih ne moremo oz. se jim težje izognemo, saj so prisotni pri vsaki meritvi (Bonacci, 1994).



### 5.1 Slučajni (naključni) pogreški

Slučajni (naključni) pogrešek je splošni izraz, ki se uporablja pri vseh vrstah merjenja. Številni pogreški te vrste nastanejo zaradi kombiniranih vplivov merilnega instrumenta, metode merjenja in opazovalca, ki izvaja meritev. Nastanejo, na primer, zaradi poškodb notranjih sten in zgornjega roba dežemera, izlivanja vode iz dežemera v merilno posodo itd. Tem pogreškom se lahko in se moramo vsaj deloma izogniti s pravilno postavitvijo instrumenta, njegovim vzdrževanjem in pravilnim rokovanjem (Bonacci, 1994).

Golubev (1986) je pri oceni slučajnih pogreškov razpolagal z večjim številom neodvisnih meritev, ki so bile izvedene s podobnimi instrumenti na manjši in enolični podlagi. Poleg tega je meritve opravil v daljšem časovnem obdobju in s tem zagotovil varnost pri oceni pogreškov padavin. Na osnovi številnih meritev je skozi leta ugotovil, da je vrednost slučajnih pogreškov za tekoče in mešane padavine približno 10 % vseh padlih padavin. Navedena vrednost predstavlja red velikosti realnega pogreška.

## 5.2 Sistematični pogreški

Za razliko od slučajnih pogreškov pri meritvah padavin, imajo sistematični pogreški vedno isti predznak. To pomeni, da so padavine, izmerjene v točki, vedno manjše od tistih, ki so realno padle na površino tal (Bonacci, 1994).

Sistematični pogrešek pri merjenju padavin v točki lahko nastane zaradi (Bonacci, 1994; Brilly in Šraj, 2005):

- aerodinamičnega efekta (vetra),
- vlaženja notranjih sten posode za zbiranje padavin,
- izhlapevanja akumulirane vode,
- nemogočega popolnega izpraznjenja posode pri odčitavanju,
- škropljenja kapljic v in iz posode,
- izpihavanja in zametov snega,
- uporabe različnih priprav za merjenje (analiza starih podatkov),
- zaščite dežemerov pred delovanjem turbulence,
- nizkega položaja in izpostavljenosti dežemera,
- kota nagiba dežemera.

Za hidrološke izračune so pomembni natančni padavinski podatki. Večina meritev se izvaja s standardnimi dežemeri, postavljenimi na predpisan nivo, kar je podvrženo precejšnjim sistematičnim pogreškom. Le-ti se gibljejo med 3 do 30 % ali celo več. Ti pogreški v največji

meri nastanejo zaradi turbulence vetrnega polja nad odprtino dežemera, vlaženja, izhlapevanja, škropljenja kapljic in izpihanja snega iz dežemera (Sevruk, 1982).

### 5.3 Splošna enačba popravka izmerjenih padavin

Z namenom, da bi sistematične pogreške zmanjšali, so v posameznih državah razvili različne metode za popravljanje izmerjenih padavin.

Splošna enačba za določanje popravljenih padavin ima naslednjo obliko (Sevruk, 1982):

$$P_p = k_v P_z = k_v (P_M + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3 \pm \Delta P_4 \pm \Delta P_5) \pm \Delta P_6, \quad (2)$$

kjer je:

- $P_p$  popravljena (korigirana) količina padavin [mm],
- $k_v$  brezdimenzijski korekcijski koeficient, odvisen od vetrovnega polja nad odprtino dežemera,
- $P_M$  izmerjena količina padavin [mm],
- $\Delta P_1 - \Delta P_5$  popravki za različne komponente sistematičnih pogreškov (Preglednica 1),
- $\Delta P_6$  slučajni pogreški (Poglavje 5.1).

Brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k_v$ , kot tudi popravki  $\Delta P_1 - \Delta P_5$ , so določeni eksperimentalno s pomočjo primerjav v naravi ali z laboratorijskimi testi. Potrebni meteorološki dejavniki (Preglednica 1), so ocenjeni z uporabo standardnih meteoroloških opazovanj na lokaciji dežemera ali v njegovi bližini (Sevruk, 1982).

Preglednica 1: Komponente sistematičnih pogreškov, njihova velikost in njihovi meteorološki in instrumentacijski dejavniki (Sevruk, 1986)

Simbol	Vrsta napake	Velikost napake	Meteorološki dejavniki	Instrumentacijski dejavniki
$k_v$	izgube zaradi turbulence nad odprtino dežemera	2-10 % *10-50 %	hitrost vetra nad odprtino dežemera in oblika padavin	oblika odprtine dežemera, višina roba in zbiralne posode
$\Delta P_1 + \Delta P_2$	izgube zaradi vlaženja notranjih sten dežemera in zbiralne posode med praznjenjem	2-10 % *15-20 %	pogostost, tip in količina padavin, čas brez padavin, frekvenca praznjenja posode	enaki kot pri ostalih členih, material, barva in starost naprave
$\Delta P_3$	izgube zaradi izhlapevanja iz dežemera	0-4 %	tip padavin, deficit zasičenosti zraka, hitrost vetra, položaj dežemera, čas med koncem padavin in meritvijo	površina odprtine, izolacija, barva in starost zbiralne posode, tip lijaka
$\Delta P_4$	škropljenje v in iz posode	1-2 %	intenziteta padavin, hitrost vetra	oblika in globina zbiralne posode, tip dežemera
$\Delta P_5$	izpihavanje in zameti snega	0-1%	intenziteta in trajanje sneženja, hitrost vetra in stanje snežne odeje	oblika odprtine dežemera, višina roba in zbiralne posode

Ob predpostavki, da v izračun vzamemo le sistematične pogreške, komponenta  $\Delta P_6$  odpade. Ravno tako odpadeta komponenti  $\Delta P_4$  in  $\Delta P_5$ . Pogrešek  $\Delta P_4$ , ki nastane zaradi škropljenja kapljic v in iz posode dežemera, je zmanjšan na minimum in se ga upošteva le ob padavinah z večjo intenziteto. Izpihavanje snega, kar označimo z  $\Delta P_5$ , ravno tako odpade. Vpliv le-tega se zajame skupaj z aerodinamičnim efektom, torej z brezdimenzijskim koeficientom  $k_v$ . Nadalje  $\Delta P_1 + \Delta P_2$  zapišemo z  $\Delta P_1$ , izhlapevanje  $\Delta P_3$  pa označimo z  $\Delta P_2$  (Bonacci, 1994).

Ob upoštevanju predhodnih poenostavitev, lahko splošno enačbo zapišemo na naslednji način (Bonacci, 1994):

$$P_p = k_v P_z = k_v (P_M + \Delta P_1 + \Delta P_2), \quad (3)$$

pri tem je:

- $P_P$  popravljena (korigirana) količina padavin [mm],  
 $k_v$  brezdimenzijski korekcijski koeficient odvisen od vetrovnega polja nad odprtino dežemera,  
 $\Delta P_1$  popravek zaradi vlaženja,  
 $\Delta P_2$  popravek zaradi evaporacije (izhlapevanja).

Predhodno omenjeno, so bile v posameznih državah razvite različne metode za popravljanje padavin. Vzrok lahko pripišemo topografiji, klimi, specifični teži, merilni tehniki, postopku opazovanja ter namenu popravljenih meritev. Slednji se nanaša predvsem na časovno obdobje merjenja padavin, na padavinske modele odtokov ter napovedi vodostaja rek in potokov. Nekatere metode so bile razvite celo za večletna časovna obdobja za celotno kontinentalno področje (Sevruk, 1982).

Posamezne komponente sistematičnih pogreškov nihajo zaradi meteoroloških in instrumentacijskih dejavnikov (Preglednica 1). Nekatere izmed njih so manjše, druge večje, zato tudi ne obravnavamo vseh, saj se razlikujejo glede na določeno vrsto dežemera, letni čas in področje, kjer so bile izvedene meritve. Tako lahko, na primer, vpliv vetra zmanjšamo s ščitniki ali postavitevijo dežemera v jamo. Izgube zaradi izhlapevanja lahko preprečimo z vazelinskim oljem, ki ga vlijemo v zbiralno posodo. Druga možnost je, da omejimo izhlapevanje, neposredni stik zbrane vode in zraka, ventilacijo in s tem temperaturo znotraj dežemera. Nadalje lahko zmanjšamo tudi komponento vlaženja, in sicer s čim bolj gladkimi notranjimi stenami dežemera, tako lijaka kot zbiralne posode. S tem vsaj deloma onemogočimo zadrževanje kapljic in imamo manj izgub ob praznjenju posode dežemera. Tudi škropljenje kapljic v in iz dežemera lahko zreduciramo na račun pravilne oblike roba dežemera. V splošnem se izkaže, da so sistematični pogreški manjši v vlažnem tropskem podnebnju in višji v severnih polarnih regijah, kjer imajo velik delež snežnih padavin med letnimi padavinami (Sevruk, 1982).

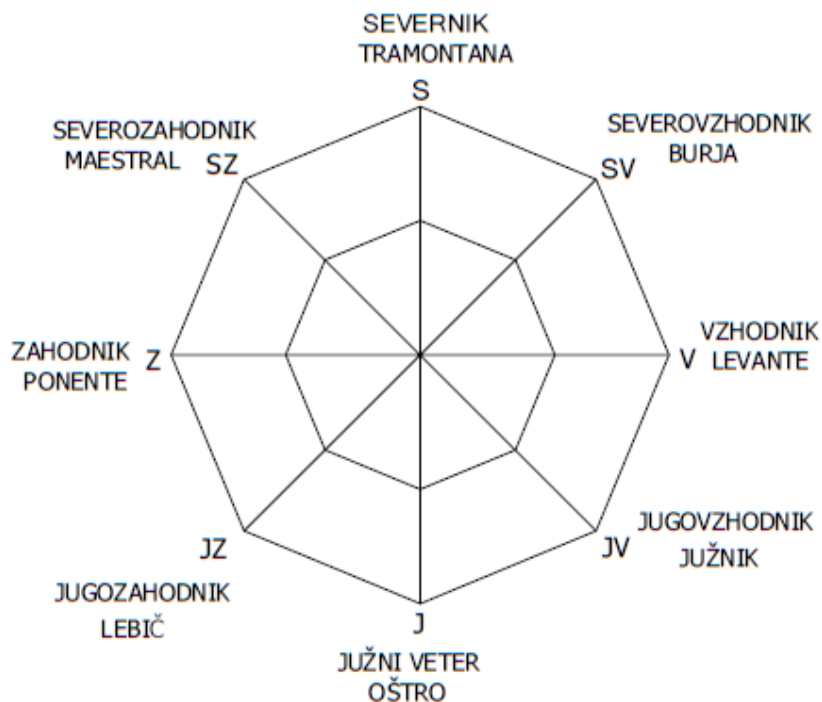
## **5.4 Opisi posameznih sistematičnih pogreškov**

Glavne dejavnike, ki povzročijo posamezni pogrešek, sem razdelila v naslednja podpoglavja. Pri vsakem sem podala kratek opis, načine kako pogreške zmanjšati ter pripadajoče enačbe številnih avtorjev. Pri tem sem se osredotočila na posamezne komponente, ki veljajo v splošni Sevrukovi enačbi (2).

### **5.4.1 Vpliv aerodinamičnega efekta (vpliv vetra)**

Veter je naravno gibanje zraka, ki ga povzroči porušeno razmerje med zračnima pritiskoma nad hladnim in toplim delom površja. Njegova naloga je, da porušeno stanje izenači.

Hitrost vetra je vektorska količina s tremi komponentami ( $u$ ,  $v$ ,  $w$ ) v lokalnem ortogonalnem koordinatnem sistemu. Meritev smeri vetra na meteoroloških postajah po vsem svetu opravljajo z vetrokazi, električnimi daljinskimi anemometri in anemografi. Zaradi velike spremenljivosti smeri in hitrosti vetra v danem trenutku, se uporabljajo povprečne vrednosti smeri in hitrosti vetra na določeni višini nad tlemi. Smer vetra se določi vedno po smeri iz katere piha veter, npr.: če piha s severa, je to severni veter oz. severnik, če z jugozahoda je to jugozahodnik ipd. Pri tem si pomagamo z vetrovno rožo, ki jo prikazuje spodnja slika (Slika 16). Vetrovna roža ima 4 glavne smeri: sever, jug, vzhod in zahod. Z vsako nadaljnjo delitvijo dobimo rožo z 8, 16 in 32 smermi (Rakovec in Vrhovec, 2000).



Slika 16: Vetrovna roža (Bertalanič, 2004)

Veter se z višino, predvsem zaradi trenja, zelo hitro spreminja, zato ga moramo vedno meriti na enaki višini nad tlemi. Po mednarodnem dogovoru je ta višina 10 m nad odprtim prostorom. Odprt prostor je zemljišče, kjer je oddaljenost instrumenta za merjenje smeri in hitrosti vetra najmanj desetkrat višja od okoliških ovir (Brilly in Šraj, 2005).

Kot sem že omenila, merimo hitrost vetra z anemometri in anemografi, medtem ko moč vetra ocenimo s pomočjo Beaufortove lestvice jakosti vetra (Brilly in Šraj, 2005). Le-ta opisuje učinek vetra ter poda oceno hitrosti vetra (Preglednica 2).



Preglednica 2: Beaufortova lestvica za ocenjevanje moči vetra na kopnem in na morju ter ocena hitrosti vetra (Harris, 1964; Rakovec in Vrhovec, 2000)

Beaufortova lestvica				
Bf	Opis vetra	Hitrost [m/s]	Učinek na kopnem	Učinek na morju
0	brezvetrje	<0,2	mirno, dim se dviga navpično	mirno in gladko morje
1	sapica	0,3 - 1,5	dim se dviga malo postrani	drobni valčki
2	vetrič	1,6 - 3,3	listje šelesti	valovi so majhni in gladki
3	šibki veter	3,4 - 5,4	giblje majhne vejice	posamezne grive na valovih
4	zmerni veter	5,5 - 7,9	giblje večje veje, dviga prah	precej griv na valovih
5	močni veter	8,0 - 10,7	upogiba tanjša drevesa	grive na vseh valovih
6	hudi veter	10,8 - 13,8	tuli okrog vogalov in žic	morje se občasno zakadi
7	viharni veter	13,9 - 17,1	maje odrasla drevesa	morje se kadi
8	vihar	17,2 - 20,7	lomi manjše veje dreves	pršec v pramenih
9	močni vihar	20,8 - 24,8	odnaša strešnike, podira dimnike	veliki valovi se prevračajo
10	hudi vihar	24,9 - 28,4	podira posamezna drevesa	morje rohni, vidnost majhna
11	orkanski vihar	28,5 - 32,6	podira hiše in ruje drevje	pršec čez celotno morje, rohni
12	orkan	>32,7	povzroča splošno razdejanje	potaplja večje ladje

#### 5.4.1.1 Brezdimenzijski korekcijski koeficient $k_v$

Veter ima daleč največji vpliv na velikost pogreška pri meritvah padavin (Sevruk, 1974). V splošni Sevrukovi enačbi (2) je ta vpliv zajet z brezdimenzijskim korekcijskim koeficientom  $k_v$ . Ocenjen je bil eksperimentalno, ob predpostavki, da velja (Sevruk, 1982):

$$k_v = \frac{P_{MJ}}{P_{MP}} \quad (4)$$

pri čemer je:

$k_v$  brezdimenzijski korekcijski koeficient,

$P_{MJ}$  količina padavin, izmerjena na zaščitenem območju (npr.: z dežemerom postavljenim v jami, na gozdnih jasah, med grmovjem, ki je prirezano v višini odprtine dežemera),

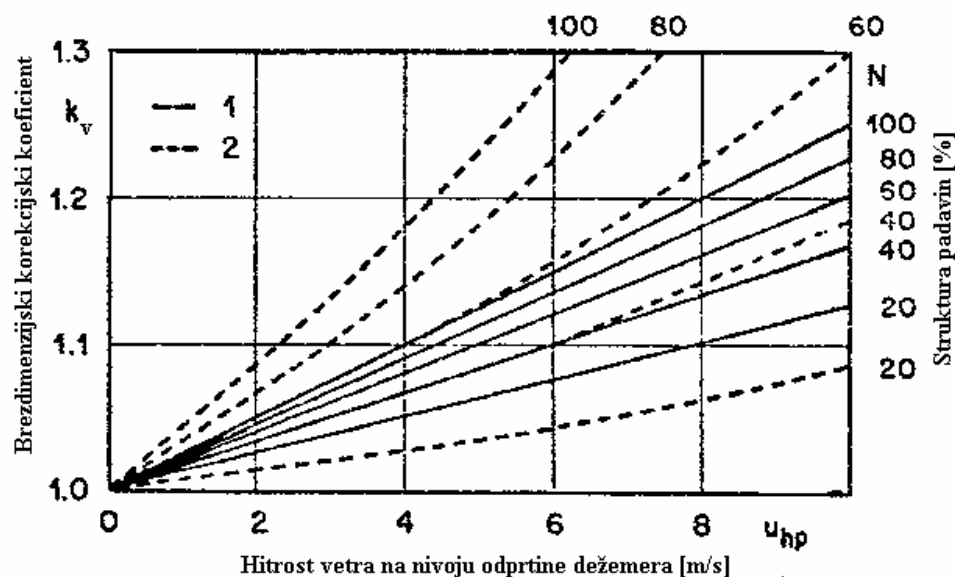
$P_{MP}$  količina padavin, izmerjena na nezaščitenem območju (npr.: na določeni višini od tal oz. po predpisih).

Za oceno koeficienta  $k_v$  sta morala biti oba dežemera, tako tisti postavljen v jami kot tisti, ki je bil lociran na določeni višini, enaka. V nasprotnem primeru je bilo potrebno v izračun vzeti tudi izgube zaradi vlaženja in izgube zaradi izhlapevanja (Sevruk, 1982).

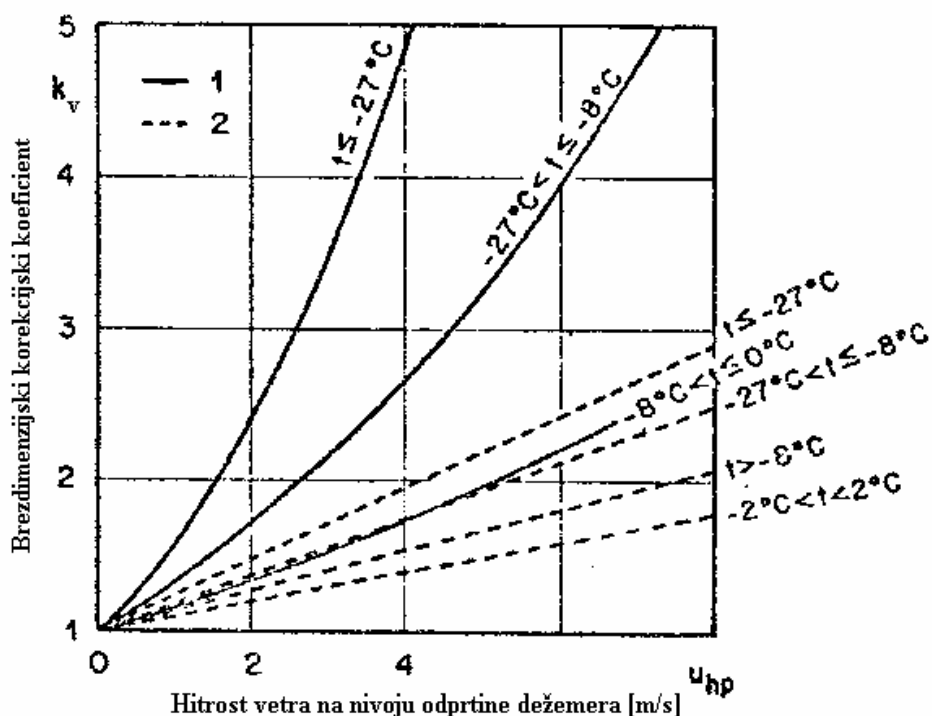
#### 5.4.1.1.1 Struktura padavin $N$

Brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k_v$  je funkcija dveh spremenljivk, in sicer hitrosti vetra med padavinami na nivoju odprtine dežemera  $u_{hp}$  in hitrosti padavinskih delcev. Slednji je odvisen od strukture padavin  $N$  in temperature  $T$  (Sevruk, 1982).

Slika 17 prikazuje graf brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta  $k_v$  v odvisnosti od hitrosti vetra  $u_{hp}$  in deleža strukture padavin  $N$  v primeru tekočih padavin. V primeru trdnih in mešanih padavin velja graf, ki ga prikazuje Slika 18, kjer je korekcijski koeficient  $k_v$  odvisen od hitrosti vetra  $u_{hp}$  in temperature padavin  $T$ . Na obeh grafih velja, da polna črta prikazuje vrednosti za Hellmannov dežemer, prekinjena pa Tretyakov dežemer.



Slika 17: Graf brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta  $k_v$  v odvisnosti od hitrosti vetra  $u_{hp}$  in deleža strukture padavin  $N$  v primeru tekočih padavin (Sevruk, 1982, str. 7)



Slika 18: Graf brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta  $k_v$  v odvisnosti od hitrosti vetra  $u_{hp}$  in temperature  $T$  za mešane in trdne padavine (Sevruk, 1982, str. 7)

Za karakterizacijo strukture tekočih padavin  $N$  je najpomembnejši parameter intenziteta padavin  $i_p$ . Za krajša časovna obdobja (en dan ali manj) lahko intenziteto padavin ocenimo s pomočjo količine in tipa padavin. Pri daljših časovnih obdobjih (desetletja in več) pa imamo strukturo padavin  $N$  podano v odstotkih, glede na celotno količino padavin z intenziteto manjšo od 0,3 mm/min. Parameter  $N$  je lahko ocenjen tudi neposredno iz ombrografov, s sestavljanjem 10 minutnih intervalov količin in intenzitete padavin (Sevruk, 1982).

Skozi leta so tako nastale številne enačbe za določitev parametra  $N$ , ki jih navajam v preglednici 3.

Preglednica 3: Enačbe za oceno parametra strukture tekočih padavin  $N$  za mesečne količine padavin (Sevruk, 1982)

Vrednosti	Enačbe parametra $N$	Referenca (avtor, letnica)
Dejanske mesečne vrednosti	$N = 45 - 75 \log i_p$ (5)	Bogdanova (1971)
	$N = 141 - 131i_p + 48i_p^2 - 61i_p^3$ (6)	Sevruk (1981)
Večletna mesečna povprečja	$N = 95 - 3,4t$ (7)	Golubev (1979)
	$N = 145 - 53 \log\left(\frac{P_M^t}{M}\right)$ (8)	Sevruk (1981)

Pri tem pomeni:

$i_p$  mesečna intenziteta [mm/h],

$M$  št. dni v mesecu s padavinami,

$N$  delež padavin z intenziteto  $i_p$  manjšo od 0,3 mm/min [v %],

$P_M$  merjene padavine [mm],

$t$  povprečna mesečna temperatura zraka [° C].

#### 5.4.1.1.2 Ocena koeficienta $k_v$

Brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k_v$  lahko ocenimo, če poznamo hitrost vetra  $u_{hp}$  na nivoju odprtine dežemera in parameter strukture padavin  $N$ . Kot lahko razberemo iz slike 17 in slike 18) ter iz preglednic, ki bosta sledili v nadaljevanju, (Preglednica 4 in Preglednica 5) je korekcijski koeficient  $k_v$  odvisen od različnih parametrov strukture padavin. Obstajajo pa tudi enačbe, kjer struktura padavin ni zajeta in je zato točnost manjša (Sevruk, 1982).

Preglednica 4: Enačbe za oceno brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta  $k_v$  v primeru tekočih padavin (Sevruk, 1982)

Vrsta dežemera in država, kjer se dežemer uporablja	Časovno obdobje	Enačba	Referenca (avtor, letnica)
Tretyakov dežemer (bivša ZSSR)	mesečne padavine	$k_v = \frac{100}{100 - 0,038Nu_{hp}}$ (9)	Bogdanova (1966)
Dežemer z Nipherjevim ščitnikom (bivša ZSSR)	mesečne padavine	$k_v = \frac{100}{100 - 0,033Nu_{hp}}$ (10)	Bogdanova (1966)
Dežemer z Nipherjevim ščitnikom (Finska)	povprečna vrednost 30-letnega obdobja	$k_v = konst. = 1,015$ (11)	Solantie (1978), Sevruk (1979)
Hellmannov dežemer	dnevne vrednosti	$k_v = \exp(-0,001 \ln i_{pd} - 0,0082u_p \ln i_{pd} - 0,042u_p + 0,01)$ (12)	Allerup in Madsen (1979)
$k_v = f(u_{hp}, N)$	mesečne vrednosti	graf (Slika 16 in Slika 17)	World Water Balance (1978)
Avstralski dežemer, 203mm <sup>2</sup>	mesečne vrednosti	$k_v = 1 + 0,015u_p^*$ (13)	Tauman et al. (1980)

Pri tem je:

- $i_{pd}$  dnevna intenziteta padavin [mm/h],
- $N$  delež padavin z intenziteto  $i_p$  manjšo od 0,3 mm/min [v %],
- $u_p$  hitrost vetra med padavinami na višini 10-12 m nad tlemi [m/s],
- $u_{hp}$  hitrost vetra na nivoju odprtine dežemera [m/s],
- $u_p^*$  hitrost vetra med padavinami na višini 2 m nad tlemi [m/s].

Preglednica 5: Enačbe za oceno brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta  $k_v$  v primeru trdnih padavin (Sevruk, 1982)

Vrsta dežemera in država, kjer se dežemer uporablja	Časovno obdobje	Enačba	Referenca (avtor, letnica)
različni dežemeri	12 ur	$k_v = 1 + Au^2 u_{hp}^2$ (14)	Golubev (1979)
tip Belfort (ZDA)	En padavinski dogodek	$\ln \frac{1}{k_v} = 1,7 \ln \frac{1}{k'}$ (15)	Hamon (1972)
zaščiten Tretyakov dežemer (bivša ZSSR)	dnevne vrednosti	$k_v = 1 + u_{hp}^{1,2} (0,35 - 0,25 \exp(0,045 t_p))$ (16)	Braslavskiy et al. (1975)

Posamezne oznake pomenijo naslednje:

$A$  empirični koeficient odvisen od vrste padavin (Sevruk, 1982, str.10),

$e_p$  povprečna zračna vlažnost [hPa],

$k'$  razmerje merjenih padavin z zaščitenim in nezaščitenim dežemerom ( $k' > 1$ ),

$p_p$  povprečni zračni pritisk med padavinami [hPa],

$t_p$  povprečna temperatura med padavinami [°C],

$u$  faktor, podan z enačbo 
$$u = \frac{P_p}{1000} \cdot \frac{1}{1 + \frac{t_p}{273}} \cdot \frac{1}{1 + 0,378 \frac{e_p}{P_p}} \quad (17)$$

Meteorološki faktorji, ki sem jih omenila, so lahko dobljeni s standardnimi meteorološkimi opazovanji. Na merilnih mestih, kjer ne dobimo ustrezne meritve, lahko le-te določimo s pomočjo interpolacije. Pomembna zahteva je ta, da so za dnevne popravke pomembni neposredni meteorološki faktorji (Sevruk 1982).

### 5.4.2 Ocena podatkov o vetru za določen namen popravkov

Hitrost vetra  $u$  se splošno meri na meteoroloških postajah 3 do 8 krat na dan ob istem času, in sicer na višini 10 m nad tlemi. S pomočjo teh meritev lahko določimo hitrost vetra  $u_{hp}$  na nivoju odprtine dežemera. Oceno hitrosti vetra lahko dobimo tudi s pomočjo naprav, ki merijo hitrost vetra  $u_p$  med padavinami, vendar je zato potrebno daljše časovno obdobje. S pomočjo povprečnih vrednosti merjenj določimo srednjo vrednost  $\overline{u_p}$ . Časovni interval je ena ura (Sevruk, 1982).

Če je hitrost vetra  $u$  izmerjena 8 krat na dan, je lahko vrednost  $\overline{u_p}$  ocenjena kot aritmetično povprečje izmerjenih vrednosti v času, ki sovpada z obdobjem padavin ali blizu njih. V takem primeru je standardni odklon ocene  $S_{u_p} = \pm 0,3$  m/s za posamezen mesec in  $S_{u_p} = \pm 0,1$  m/s za večletna mesečna povprečja (Bogdanova, 1971).

Enačbe za oceno hitrosti vetra na nivoju odprtine dežemera navajam v preglednici 6. Posamezne koeficiente in parametre, ki nastopajo v njej, sem opisala v nadaljevanju.

Preglednica 6: Enačbe za oceno hitrosti vetra na nivoju odprtine dežemera (Sevruk, 1982)

Enačbe	Referenca (avtor, letnica)
$u_p = L \cdot u$ (18)	Bogdanova (1969)
$u_h = K_L \cdot u_H$ (19)	
$u_{hp} = K_L \cdot m \cdot u_{Hp}$ (20)	Fedorova (1966)
$K_L = \frac{\log(h/z_0)}{\log(H/z_0)}$ (21)	
$m = 1,0 - 0,024\alpha$ (22)	Fedorova (1966)
$u_{hp} = \frac{\log(h/z_0)}{\log(H/z_0)} \cdot (1,0 - 0,024\alpha)$ (23)	

Posamezne oznake v enačbah pomenijo naslednje:

- $h$  višina odprtine dežemera [m],
- $H$  višina anemometra [m],
- $K_L$  logaritmični koeficient profila hitrosti [m],
- $L$  empirični koeficient, odvisen od števila dni s padavinami,
- $m$  koeficient, povezan z izpostavljenostjo vetru,
- $u$  povprečna mesečna vrednost hitrosti vetra, merjena najmanj štirikrat dnevno [m/s],
- $u_p$  povprečna mesečna vrednost hitrosti vetra, merjena med padavinami [m/s],
- $u_{hp}$   $u_p$  na višini odprtine dežemera [m/s],
- $u_{Hp}$   $u_p$  na višini anemometra [m/s],
- $z_0$  parameter hrapavosti [m],
- $\alpha$  povprečni vertikalni kot ovire [360°].

#### 5.4.2.1 Koeficient $L$

Na večini meteoroloških postaj se iz meritev določi mesečne vrednosti hitrosti vetra  $u$ , ki so za 15 do 20 % manjše od mesečne vrednosti  $u_p$ . V ta namen nam služi brezdimenzijski koeficient  $L$ , ki poda razmerje med  $u_p$  in  $u$ . (Sevruk, 1982). Odvisen je od števila dni v mesecu s padavinami in od oblike padavin, kot je razvidno iz naslednje preglednice 7:

Preglednica 7: Brezdimenzijski koeficient  $L$ , ki poda razmerje med hitrostma  $u_p$  in  $u$  (Sevruk, 1982)

$M$	Koeficient $L$	
Število dni s padavinami	Padavine	
	tekoče	trdne (mešane)
1 - 5	1,30	1,30
6 - 10	1,19	1,26
11 - 15	1,14	1,25
16 - 20	1,13	1,18
> 20	1,12	1,08



Zanimiva ugotovitev je ta, da standardni odklon ocene hitrosti znaša  $S_{up} = \pm 0,7$  m/s za 10 padavinskih dni,  $S_{up} = \pm 0,5$  m/s za 20 padavinskih dni in  $S_{up} = \pm 0,3$  m/s za petletno mesečno povprečje. V splošnem torej velja, da se odklon  $S_{up}$  zmanjšuje z večanjem padavinskih dni v mesecu (Sevruk, 1982).

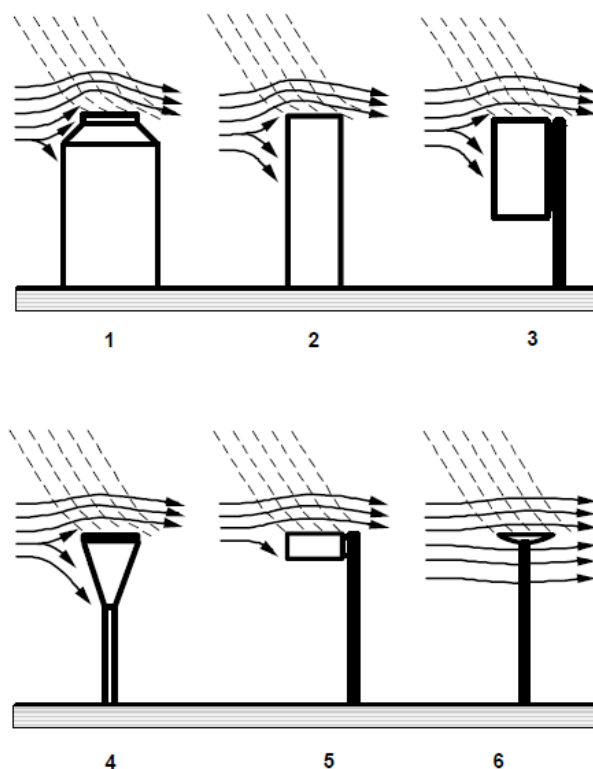
#### 5.4.2.2 Lega in izpostavljenost dežemera

Tako kot je pomembna velikost in vzrok posameznega pogreška, sta pomembni tudi lega in izpostavljenost dežemera. Padavinske postaje s pripadajočim območjem in njihova razporeditev na določenem kraju ali državi sta glavna faktorja za določitev pravilne količine padavin. Pri tem je potrebno opozoriti na to, da je glavni krivec za odklon padavin ravno veter, ki ustvari nad robom dežemera turbulentno polje in s tem izkrivljanje tokovnic padavin (WMO, 2008).

Da bi ta vpliv kar se da zmanjšali, je potrebno upoštevati naslednje (WMO, 2008):

- ◆ na območjih, kjer imamo homogeno višino vegetacije, je le-to potrebno ohranjati na enakem nivoju kot je nivo odprtine dežemera,
- ◆ na ostalih območjih je potrebno namesto homogeno prirezane vegetacije uporabiti zaščitne ograje (lahko so enojne ali dvojne),
- ◆ izbrati pravilno obliko dežemera ter pripadajoč ščitnik proti vetru.

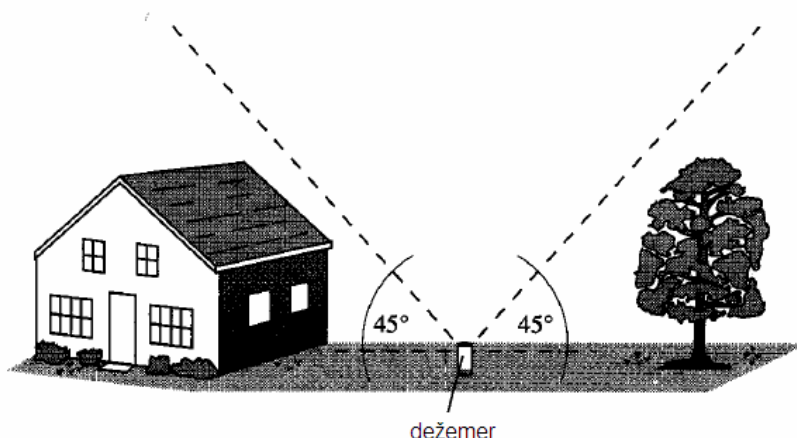
Slika 19 prikazuje različne oblike dežemerov. Polne linije prikazujejo tokovnice vetra, medtem ko prekinjene označujejo trajektorije padavinskih delcev. Največje turbulentno polje se ustvari nad prvim dežemerom in najmanjše nad zadnjim. Posledično je pogrešek zaradi vpliva vetra večji pri prvem dežemeru in manjši pri zadnjem.



Slika 19: Različne oblike standardnih dežemerov (WMO, 2008)

#### 5.4.2.3 Oddaljenost predmetov in kot $\alpha$

Na zaščitenem mestu dežemera je zelo pomembna oddaljenost predmetov in ovir, ki so v bližini, saj povzročajo izkrivljanje smeri vetra. To lahko ponazorimo s povprečnim kotom  $\alpha$ , merjenim v 16 smereh vetrovne rože in oddaljenostjo največ 300 m od ovire. V primeru, da je ovira individualno drevo ali podobna samostoječa ovira, ki je široka manj kot 1/10 razdalje od dežemera, se kot  $\alpha$  zmanjša za polovico. (Sevruk, 1982). Za lažje razumevanje je to prikazano sliki 20.



Slika 20: Zaščitenost dežemera pod kotom  $45^\circ$  (Sonnenborg, 2002)

#### 5.4.2.4 Parameter hrapavosti

Sprememba hitrosti vetra  $u$ , merjena visoko nad tlemi, sledi logaritmičnemu zakonu in je v največji meri odvisna od parametra hrapavosti  $z_0$ . Ocenjen je na  $1/8$  višine vegetacije (pridelkov, ledine), ki obkroža merilno mesto anemometra (Preglednica 8). Če poznamo vrednost parametra  $z_0$ , lahko s pomočjo Preglednice 9, določimo logaritmični koeficient  $K_L$ . Slednjega dobimo z znano višino odprtine dežemera in višino anemometra (Sevruk, 1982).

Preglednica 8: Parameter hrapavosti  $z_0$  za različne tipe zemljin in snežnega pokrova (Sevruk, 1982)

Zemljina	Snežna odeja	$h_s$ =višina snega	$z_0$ [m]
cela, gola, kompaktna tla, ledina	enakomerno porazdeljena	$h_s > 0,1$ m	0,05
	enakomerno porazdeljena, neenakomerno porazdeljena	$h_s < 0,1$ m $h_s > 0,1$ m	0,01
črna prst, ledina	neenakomerno porazdeljena z območji izpostavljene zemljine, sneg se drobi, je lomljiv, krhek	$h_s < 0,1$ m	0,2
trava; višina 0,05 - 0,2 m			0,3

Preglednica 9: Logaritmični koeficient  $K_L$  za najpogostejše vrednosti parametra hrapavosti  $z_0$  (Sevruk, 1982)

Parameter hrapavosti $z_0$ [m]	H								
	5	6	7	9	11	13	15	20	25
	h = 1,0 m								
0,005	0,77	0,75	0,73	0,71	0,69	0,67	0,66	0,64	0,62
0,010	0,74	0,72	0,70	0,68	0,66	0,64	0,63	0,61	0,59
0,030	0,68	0,66	0,64	0,61	0,59	0,58	0,56	0,54	0,52
	h = 1,5 m								
0,005	0,83	0,80	0,79	0,76	0,74	0,73	0,71	0,69	0,67
0,010	0,81	0,78	0,77	0,74	0,71	0,70	0,69	0,66	0,64
0,030	0,77	0,74	0,72	0,69	0,66	0,64	0,63	0,60	0,58
	h = 2,0 m								
0,005	0,91	0,88	0,87	0,85	0,83	0,82	0,81	0,78	0,77
0,010	0,85	0,83	0,81	0,78	0,76	0,74	0,72	0,70	0,68
0,030	0,82	0,79	0,77	0,74	0,71	0,69	0,68	0,65	0,62

Kjer je:

$K_L$  logaritmični koeficient profila hitrosti [m],

$z_0$  parameter hrapavosti [m],

$H$  višina anemometra [m],

$h$  višina odprtine dežemera [m].

### 5.4.3 Vlaženje

Vlaženje posode dežemera je drugi največji pogrešek pri meritvah padavin. Nastane kot posledica površinske adhezije vode, ki se tvori na dnu in na notranjih stenah med praznjenjem dežemera (Sonnenborg, 2002).

Absolutna vrednost pogreška zaradi vlaženja je odvisna predvsem od (Sevruk, 1974):

- geometrije, materiala in barve dežemera,
- količine in oblike padavin,
- pogostosti praznjenja dežemera.

Pogrešek, ki nastane zaradi vlaženja notranjosti dežemera, lahko razdelimo na dva dela, in sicer na pogrešek  $\Delta P_1$ , ki se ustvari na lijaku dežemera ter pogrešek  $\Delta P_2$ , ki nastane v zbiralni posodi.

Pogrešek  $\Delta P_1$  je predstavljen s spodnjo enačbo in velja za dnevne tekoče padavine (Sevruk, 1982):

$$\Delta P_1 = a_1 \cdot n_1, \quad (24)$$

kjer je:

- $a_1$  eksperimentalna ocena povprečnih pogreškov zaradi vlaženja, glede na padavinski dogodek, za različne vrste vhodnih lijakov in oblike padavin [mm],  
 $n_1$  število padavinskih dogodkov z intervali med najvišjim in povprečnim časom, ki je potreben za osušitev lijaka dežemera [-].

Za trdne oz. snežne padavine je eksperimentalna ocena za  $a_1$  običajno manjša kot za tekoče padavine, saj predpostavimo, da se lijak med sneženjem omoči le enkrat. Temu sledi tudi  $n_1$ , ki dosega vrednost ena. Za izračun mesečnih pogreškov zaradi vlaženja lahko tako uporabimo poenostavljeno enačbo (Sevruk, 1982):

$$\Delta P_1 = \bar{a}_1 \cdot M, \quad (25)$$

pri tem je:

- $\bar{a}_1$  povprečni mesečni pogrešek zaradi vlaženja lijaka na dan [mm/dan],  
 $M$  število dni s padavinami [dan].

Podobno kot pogrešek  $\Delta P_1$ , lahko opišemo tudi pogrešek  $\Delta P_2$ , ki nastane v zbiralni posodi ali kakršnikoli njej podobni posodi za zajem padavin, npr.: steklenici, večjem kozarcu, pločevinki, merilnem valju itd. V tem primeru je čas sušenja dežemera bistveno daljši, saj se vlaženje v notranjosti zbiralne posode pojavi le ob praznjenju dežemera ali meritvi volumna.

V nasprotju s tem, se lahko pogreški zaradi vlaženja pojavijo tudi med posameznimi meritvami v odvisnosti od pogostosti padavin in časa sušenja (Sevruk, 1982):

Torej, skupni mesečni pogrešek zaradi vlaženja dežemera, ki ju sestavljata komponenti  $\Delta P_1$ , ki se ustvari na lijaku dežemera ter komponenta  $\Delta P_2$ , ki nastane v zbiralni posodi, je lahko ocenjen z enačbo (Sevruk, 1982):

$$\Delta P_1 + \Delta P_2 = \bar{a}_{1,2} \cdot M, \quad (26)$$

kjer je:

- $\bar{a}_{1,2}$  povprečni pogrešek zaradi vlaženja za posamezno vrsto lijaka  $a_1$ , zbiralne posode  $a_2$   
ter oblike padavin na dan [mm/dan],  
 $M$  število dni s padavinami [dan].

V primeru, da je količina zajetih padavin merjena več kot enkrat dnevno, lahko skupni pogrešek zapišemo kot (Sevruk, 1982):

$$\Delta P_1 + \Delta P_2 = a^*_{1,2} \cdot M_p, \quad (27)$$

kjer je:

- $a^*_{1,2}$  povprečni pogrešek zaradi vlaženja za posamezno vrsto dežemera ter oblike  
padavin glede na posamezno meritev [mm],  
 $M_p$  število meritev padavin v določenem obdobju [-].

Preglednica 10: Povprečni pogrešek zaradi vlaženja glede na padavinski dogodek in dan (Sevruk, 1982)

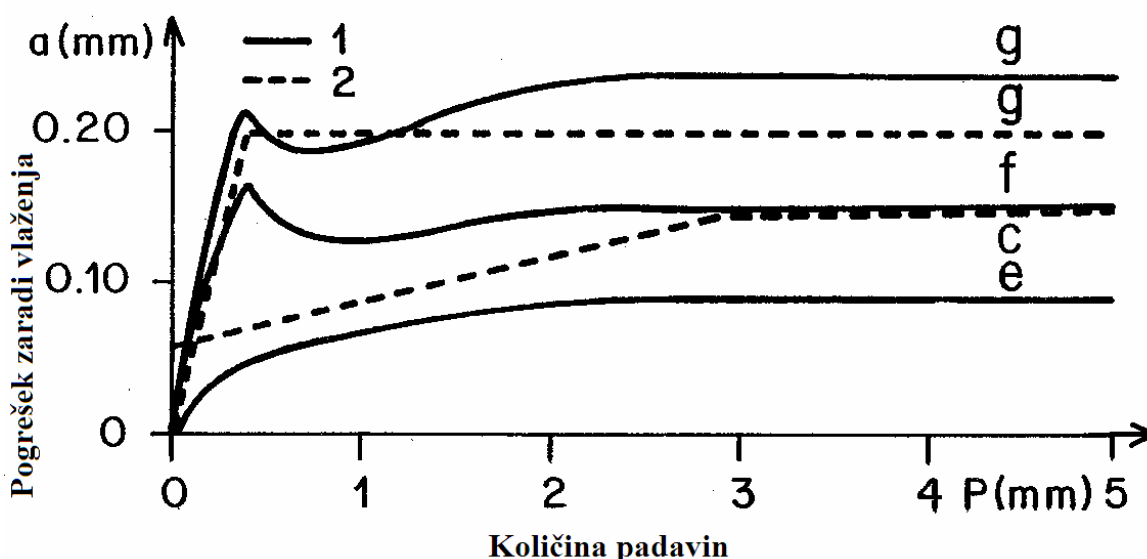
Tip dežemera	Država	Pogrešek zaradi vlaženja na dogodek		Pogrešek zaradi vlaženja na dan
		lijak $a_1$ [mm]	zbiralna posoda $a_2$ [mm]	lijak + zbiralna posoda $a_1+a_2$ [mm]
Avstralski	Avstralija	0,01		0,02
Češkoslovaški	Češka, Slovaška			0,30
Nizozemski	Nizozemska	0,10	0,08	0,25
Finski	Finska	0,20		0,25
Hellmannov	Danska, Nemčija, Švica	0,15	0,10	0,30
Madžarski	Madžarska			0,30
IRPG	WMO			0,20
IRM	Belgija	0,05	0,15	0,25
Poljski	Poljska			0,30
Snowdon Mk 2	Velika Britanija	0,10	0,06	0,20
Snowdon Mk 1	Nova Zelandija			0,25
Švedski SHMI	Švedska	0,20		0,30
Tretyakov	ZSSR	0,20		0,30
Ameriški	ZDA	0,10		0,15
Wild	Bolgarija	0,10		0,20
Belfort	ZDA	0,15		0,20
Fisher in Porter	ZDA	0,18		0,25

#### 5.4.3.1 Določanje ocene pogreškov zaradi vlaženja

Povprečni pogreški zaradi vlaženja  $a_1$  in  $a_2$  so različni za tekoče, mešane in trdne padavine. Najpogosteje so ocenjeni z laboratorijskimi testi tehtanja in volumskimi meritvami. Te se izvede tako, da lijak dežemera poškopimo z vodo ali le-to naneseemo z vodno brizgalko. Ko voda skozi lijak odteče v zbiralno posodo, lijak stehamo, temeljito osušimo in ponovno stehamo. Razlika med težama suhega in mokrega lijaka je enaka  $a_1$ . Opisan postopek mora biti izveden najmanj 20-krat, da dobimo reprezentativne vrednosti  $a_1$ , za posamezno vrsto dežemera (Sevruk, 1982).

Pri naslednji metodi stehtamo količino vode, jo razpršimo po površini lijaka in počakamo, da odteče. Nato stehtamo še količino vode v zbiralni posodi. Primanjkljaj vode oz. razlika v masah zopet ostane na zgornjem delu lijaka dežemera in poda vrednost za  $a_1$ . V primeru trdnih (najpogosteje snežnih) padavin, položimo na lijak dežemera vzorec snega z znano maso, počakamo da se sneg stopi in stehtamo lijak. S pomočjo ekvivalentnosti vode dobimo  $a_1$  za trdne padavine, ki je običajno manjši kot  $a_1$  za tekoče padavine (Sevruk, 1982).

Pogrešek  $a_2$ , ki nastane v zbiralni posodi, lahko ocenimo s pomočjo testov praznjenja različnih količin padavin. Vodo, znane mase, vlijemo v posodo, izlijemo in posodo stehtamo. Razlika v masi je ocena pogreška  $a_2$  za določeno količino padavin. Pri tem moramo biti pozorni predvsem na odvisnost pogreška od količine padavin, kar je jasno prikazano na sliki 21. Poleg omenjenih metod, lahko namesto tehtanja opravimo tudi volumske meritve (Sevruk, 1982).



Slika 21: Graf pogreška zaradi vlaženja glede na dogodek ( $a$ ) v odvisnosti od količine padavin ( $P$ ) (Sevruk, 1982, str. 18)

Na Sliki 21 je graf, ki prikazuje pogrešek ( $a$  [mm]) zaradi vlaženja v odvisnosti od količine padavin ( $P$  [mm]). Polna črta velja za Hellmannov dežemer (1), medtem ko prekinjena črta



prikazuje podatke za Tretyakov dežemer (2). Za trdne padavine velja krivulja  $c$  - lijak in zbirala posoda skupaj. Za tekoče in mešane padavine pa velja:  $e$  - lijak,  $f$  - zbiralna posoda in  $g$  - lijak in zbirala posoda skupaj (Sevruk, 1982) .

Iz grafa je razvidno, da je pogrešek zaradi vlaženja v primeru trdnih padavin nižji kot v primeru tekočih in mešanih padavin. Pri slednjih je moč razbrati, da je vlaženje na lijaku večje kot vlaženje v zbiralni posodi. Razlika nastopi tudi zaradi različnih vrst dežemera. Hellmannov dežemer je namenjen merjenju predvsem tekočih padavin, medtem ko je Tretyakov v prvi vrsti zasnovan za merjenje snežnih padavin.

Kritična količina za tekoče padavine je 0,4 mm, kar velja za Tretyakov in Hellmannov dežemer, medtem ko je za na primer poljski dežemer, kritična količina 3 do 10 mm. Odvisno je seveda tudi od starosti dežemera (Gorbunova, 1972). V primeru Snowdonovega in avstralskega dežemera so meje precej višje (Tauman et al., 1980). Za tekoče padavine je meja za Tretyakov dežemer blizu 3 mm (Sevruk, 1982).

Če vrednosti pogreškov niso v zgoraj omenjenih mejah, ki so konstantne, jih moramo vzeti v obravnavo. Tako je Karbaum leta 1970 razvil enačbo za Hellmannov dežemer:

$$\bar{a}_{1,2} = 0,5 \cdot P_M \leq 0,20mm; \quad \text{za tekoče padavine } P_M. \quad (28)$$

Nekaj let pozneje, leta 1975, zapiše pogrešek na podoben način še Braslavskiy s sodelavci. Njegovi enačbi veljata za Tretyakov dežemer, ki je namenjen merjenju tekočih in trdnih padavin (Sevruk, 1982):

$$\bar{a}_{1,2} = 0,435 \cdot P_M + 0,026 \leq 0,20mm; \quad \text{za tekoče padavine } P_M \quad \text{in} \quad (29)$$

$$\bar{a}_{1,2} = 0,036 \cdot P_M + 0,045 \leq 0,15mm; \quad \text{za trdne padavine } P_M, \quad (30)$$

kjer pomeni:

$P_M$  izmerjena količina padavin [mm],

$\bar{a}_{1,2}$  povprečni pogrešek zaradi vlaženja za posamezno vrsto lijaka  $a_1$ , zbiralne posode  $a_2$  ter oblike padavin [mm/dan].

#### 5.4.3.2 Čas sušenja $\tau_d$

Ocena pogreška zaradi vlaženja, ki ga določamo na dan  $(\bar{a}_1, \bar{a}_2)$ , je težje določljiva kot ocena pogreška  $(a_1, a_2)$  za posamezni padavinski dogodek. Odvisna je od časa sušenja  $\tau_d$  in pogostosti padavin. Čas sušenja  $\tau_d$  je težko določljiv brez neposrednega opazovanja, saj se spreminja dnevno in sezonsko, kar prikazuje Slika 22. Razlikuje se tudi glede na različne materiale in oblike dežemerov (Sevruk, 1982).

Neposredna opazovanja Hellmannovega dežemera na Danskem in v Nemčiji so pokazala empirično povezavo med časom sušenja  $\tau_d$  in povprečnim saturacijskim deficitom  $d_e$  takoj po koncu padavin. Povezavo je tako Karbaum, leta 1969, zapisal z naslednjo formulo (Sevruk, 1982):

$$\tau_d = 12 + 12 + 0,057 \cdot \left( \frac{10}{d_e} \right)^{2,351}, \quad (31)$$

kjer je:

$\tau_d$  čas sušenja [min],

$d_e$  povprečni saturacijski deficit takoj po koncu padavin [mm].

Empirična povezava obstaja tudi med časom sušenja  $\tau_d$  in potencialno evapotranspiracijo  $E_p^*$  (Sevruk, 1982). Potencialna evapotranspiracija predstavlja največjo količino vode, ki glede na lastnosti atmosfere in količine razpoložljive energije lahko preide v atmosfero z neprekinjenega območja, v celoti prekinjenega z rastlinstvom in dobro oskrbljenega z vodo,

skozi procesa evaporacije in transpiracije. Za izračun potencialne evapotranspiracije se v praksi lahko uporablja Penmanovo osnovno enačbo (Brilly in Šraj, 2005):

$$E_0 = a \cdot H_0 + b \cdot E_a, \quad (32)$$

kjer je:

$E_0$  evaporacija s površine vode [mm/dan],

$H_0$  neto energija sevanja, izražena v ekvivalentni vrednosti evaporacije [mm/dan],

$E_a$  aerodinamična komponenta evaporacije [mm/dan],

$a$  funkcija temperature zraka,

$b$  funkcija vrednosti  $a$ .

S pomočjo zgoraj omenjene Penmanove enačbe sta Allereup in Madsen v letu 1979 zapisala dve enačbi za izračun časa sušenja, ki sta uporabni tudi za Snowdonov (Mk 2) dežemer:

$$\tau_d = 15 \cdot E_p^{*-2/3} \quad \text{in} \quad (33)$$

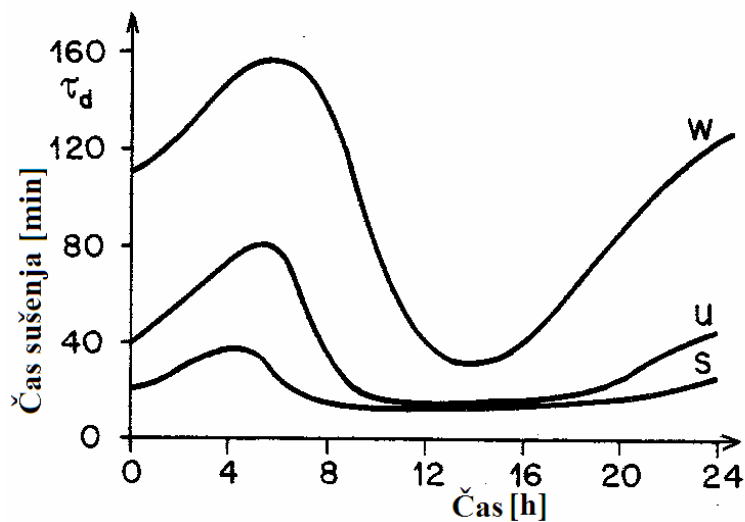
$$\tau_d = 1,5 \cdot E_p^{*-1}, \quad (34)$$

kjer je:

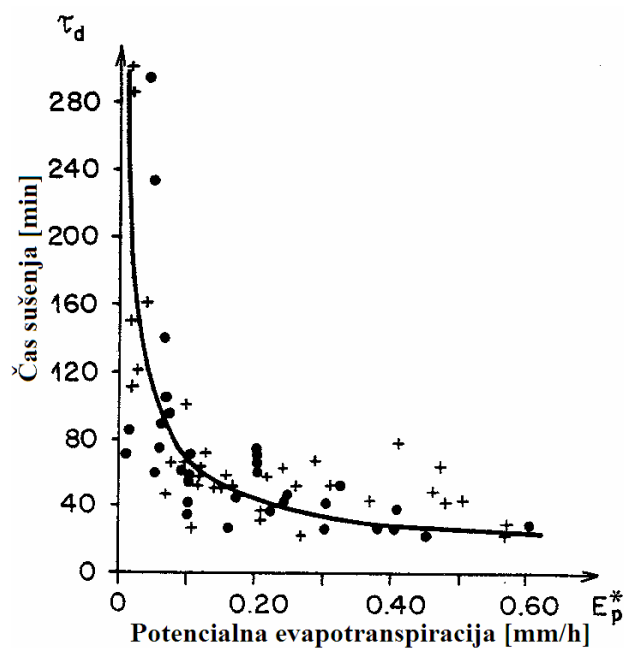
$\tau_d$  čas sušenja [min],

$E_p^*$  potencialna evapotranspiracija [mm/h].

Na naslednjih dveh slikah sta prikazana grafa časa sušenja ( $\tau_d$ ) lijaka dežemera v odvisnosti od časa ter potencialne evapotranspiracije  $E_p^*$ . Na prvi sliki 22 je obravnavan Hellmannov galvaniziran dežemer, pri čemer oznake pomenijo naslednje:  $w$  – zimski meseci,  $u$  – prehodni meseci in  $s$  – poletni meseci. Pripadajoče povprečne vrednosti so enake 91 min, 33 min in 18 min (Sevruk, 1982). Na Sliki 23 so točkovno prikazani časi sušenja  $\tau_d$  za Hellmannov dežemer (pike) in Snowdonov dežemer (križci) v odvisnosti od potencialne evapotranspiracije  $E_p^*$ . Točkam se prilega eksponentna krivulja, ki pove, da manjša kot je potencialna evapotranspiracija, hitreje se podaljšujejo časi sušenja in obratno.



Slika 22: Čas sušenja  $\tau_d$  lijaka dežemera v odvisnosti od dnevnega časa, glede na posamezno sezono (Sevruk, 1982, str. 19)



Slika 23: Čas sušenja  $\tau_d$  lijaka dežemera v odvisnosti od potencialne evapotranspiracije  $E_p^*$ .  
(Sevruk, 1982, str. 19)

Povprečni dnevni pogrešek zaradi vlaženja za posamezni del dežemera lahko torej zapišemo kot (Sevruk, 1982):

$$\bar{a}_{1,2} = \frac{\Delta P_1}{n_1} + \frac{\Delta P_2}{n_2}, \quad (35)$$

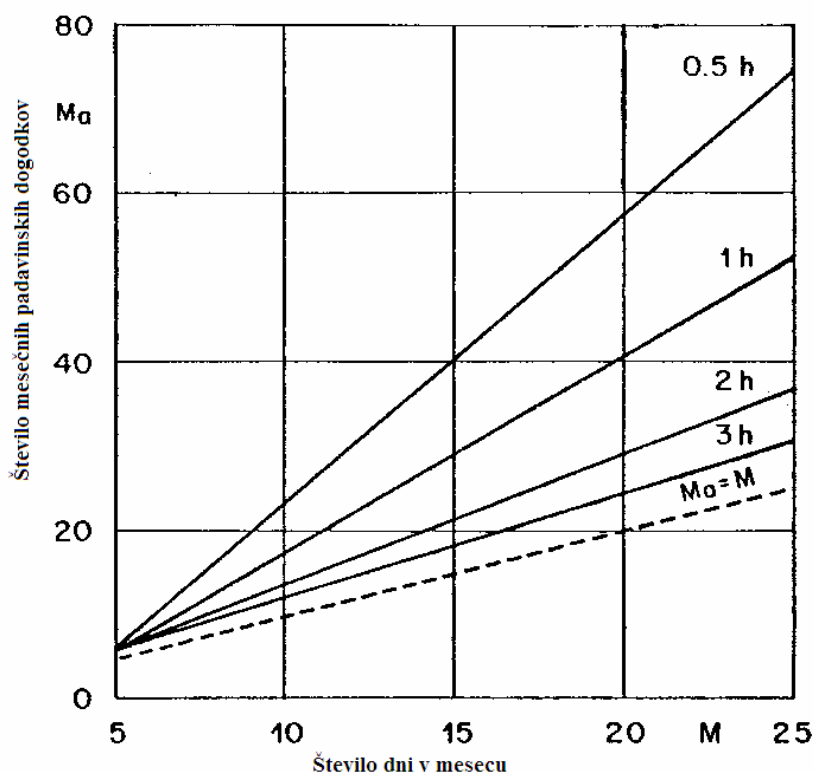
kjer je:

$\bar{a}_{1,2}$  povprečni pogrešek zaradi vlaženja za posamezno vrsto lijaka  $a_1$ , zbiralne posode  $a_2$  ter oblike padavin na dan [mm/dan],

$n_1$  število padavinskih dogodkov z intervali med najvišjim in povprečnim časom, ki je potreben za osušitev lijaka dežemera [-],

$n_2$  število dni, ko se padavine pojavijo po času, ki je daljši od časa sušenja [-].

Za dobro oceno  $n_1$  in  $n_2$  je potrebno meritve izvesti z ombrografi. To je precej zahteven postopek, zato se v nekaterih primerih predpostavi, da je pri daljših časovnih obdobjih čas sušenja ( $\tau_d$ ) konstanten. Tako lahko s pomočjo grafa (Slika 24), ki prikazuje število mesečnih padavinskih dogodkov  $M_a$  v odvisnosti od števila dni v mesecu  $M$ , določimo število meritev padavin  $M_p$ , ki je enako  $n_1$  in  $n_2$  (Sevruk, 1982).



Slika 24: Število mesečnih padavinskih dogodkov ( $M_a$ ) v odvisnosti od števila dni v mesecu ( $M$ ) za različne čase sušenja  $\tau_d$  (Sevruk, 1982, str. 20)

Če so padavine izmerjene večkrat dnevno, se lahko zgodi, da bo lijak ostal vlažen med meritvami padavin tudi po drugem ali tretjem padavinskem dogodku. Prav tako se domneva, da se zbiralna posoda ne posuši popolnoma med posameznimi meritvami. Tako lahko zapišemo poenostavljeno enačbo (Sevruk, 1982):

$$a_{1,2}^* \approx a_1 + 0,5a_2, \quad (36)$$

kjer je:

$a_{1,2}^*$  povprečni pogrešek zaradi vlaženja za posamezno vrsto dežemera ter oblike padavin glede na posamezno meritev [mm],

$a_1$  eksperimentalna ocena povprečnih pogreškov zaradi vlaženja, glede na padavinski dogodek, za različne vrste vhodnih lijakov in oblike padavin [mm],

$a_2$  eksperimentalna ocena povprečnih pogreškov zaradi vlaženja, glede na padavinski

dogodek, za različne vrste zbiralnih posod in oblike padavin [mm].

Boljši rezultat dobimo z enačbo (Sevruk, 1982):

$$a^*_{1,2} = \frac{\sum (\Delta P_1 + \Delta P_2)}{\sum M_p}, \quad (37)$$

kjer je:

$a^*_{1,2}$  povprečni pogrešek zaradi vlaženja za posamezno vrsto dežemera ter oblike padavin glede na posamezno meritev [mm],

$\Delta P_1$  pogrešek, ki se ustvari na lijaku dežemera [mm],

$\Delta P_2$  pogrešek, ki nastane v zbiralni posodi [mm],

$M_p$  število meritev padavin.

Zgoraj omenjeni izračuni bi morali biti izvedeni za tekoče in trdne padavine za vsaj 10-letno obdobje na različnih vrstah in legah dežemerov. Za primer lahko vzamemo Švico in galvaniziran Hellmannov dežemer v obsegu dvanajstih merilnih mest za tekoče padavine. Pogreški zaradi vlaženja so se pri obdobju šestih let gibal med 0,28 in 0,33 mm, medtem ko so v enem letu dosegali vrednosti med 0,30 in 0,38 mm (Sevruk, 1982). Torej sklep, daljše kot je obdobje, manjši so pogreški na merilnih mestih. Tako lahko v izračunu upoštevamo povprečno vrednost  $a_{1,2}$  za posamezno obliko padavin za določeno regijo ali celotno državo.

#### 5.4.4 Izhlapevanje akumulirane vode

Evaporacijo oz. izhlapevanje poznamo kot proces prehajanja vode iz tekočega v plinasto stanje. Tako lahko del izgub padavin razumemo tudi kot izhlapevanje že zajetih padavin v zbiralni posodi. Allerup in Madsen sta leta 1981 ugotovila, da so te izgube izredno majhne in dosega 0,24 % letnih padavin (Sonnenborg, 2002).

Za izračun pogreškov zaradi izhlapevanja lahko uporabimo naslednjo enačbo (Sevruk, 1982):

$$\Delta P_3 = i_e \cdot \tau_e, \quad (38)$$

kjer je:

$i_e$  intenziteta izhlapevanja [mm/h],

$\tau_e$  čas trajanja izhlapevanja oz. čas od konca padavin do začetka meritve padavin [h].

S pomočjo ombrografov lahko ocenimo čas evaporacije  $\tau_e$ . Odvisen je od števila dnevnih opazovanj padavin. Za tekoče padavine je čas evaporacije 3 do 6 ur, ob pogoju, da se meritve izvedejo na 12 ur. V primeru tekočih in mešanih padavin je čas izhlapevanja najmanj 6 ur. (Sevruk, 1982)

Intenziteta izhlapevanja  $i_e$  je odvisna od konstrukcije, materiala in barve dežemera ter od oblike in količine padavin. Pomemben vpliv nanjo imata tudi saturacijski deficit zraka in hitrost vetra v nivoju roba dežemera med izhlapevanjem. Teoretično je težko oceniti vrednost intenzitete izhlapevanja, predvsem zaradi kompleksne konfiguracije padavinskih postaj. Kljub temu, pa se jo lahko izračuna z empiričnimi enačbami ali določi s pomočjo grafa, ki je prikazan na Sliki 25 (Sevruk, 1982).

Enačb za izračun intenzitete izhlapevanja je veliko. Razlikujejo se glede na avtorja, državo, tip in barvo dežemera ter glede na obliko in trajanje padavin. V nadaljevanju bom navedla le tri od šestindvajsetih, ki jih je zbral Sevruk (1982).

Za Hellmannov dežemer velja enačba, ki jo je leta 1969 zapisal Karbaum, za tekoče padavine (Sevruk, 1982):

$$i_e = 0,072 \cdot d_t, \quad (39)$$

kjer je:

$i_e$  intenziteta evaporacije [mm],

$d_t$  dnevni saturacijski deficit [mm].



Za Tretyakov dežemer v primeru tekočih padavin velja enačba Nechayeva iz leta 1968 (Sevruk, 1982):

$$i_e = (0,002 + 0,0013 \cdot u_e^{2/3}) \cdot d_e, \quad (40)$$

kjer je:

$u_e$  povprečna hitrost vetra med evaporacijo [m/s],

$d_e$  saturacijski deficit med evaporacijo v nivoju odprtine dežemera [mm].

Za Tretyakov dežemer v primeru trdnih in mešanih padavin pa sta Braslavskiy in Shergina, leta 1970, zapisala (Sevruk, 1982):

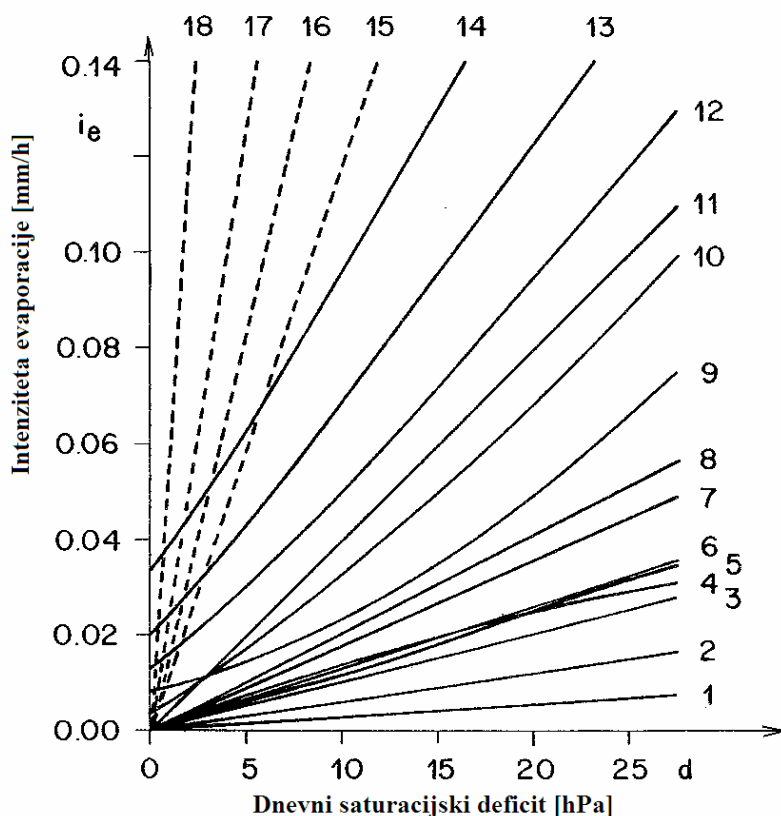
$$i_e = 0,0065 \cdot (e_{\max} - e) \cdot u_e, \quad (41)$$

kjer je:

$e_{\max}$  maksimalni vodni tlak [hPa],

$e$  zračna vlažnost [hPa],

$u_e$  povprečna hitrost vetra med evaporacijo [m/s].



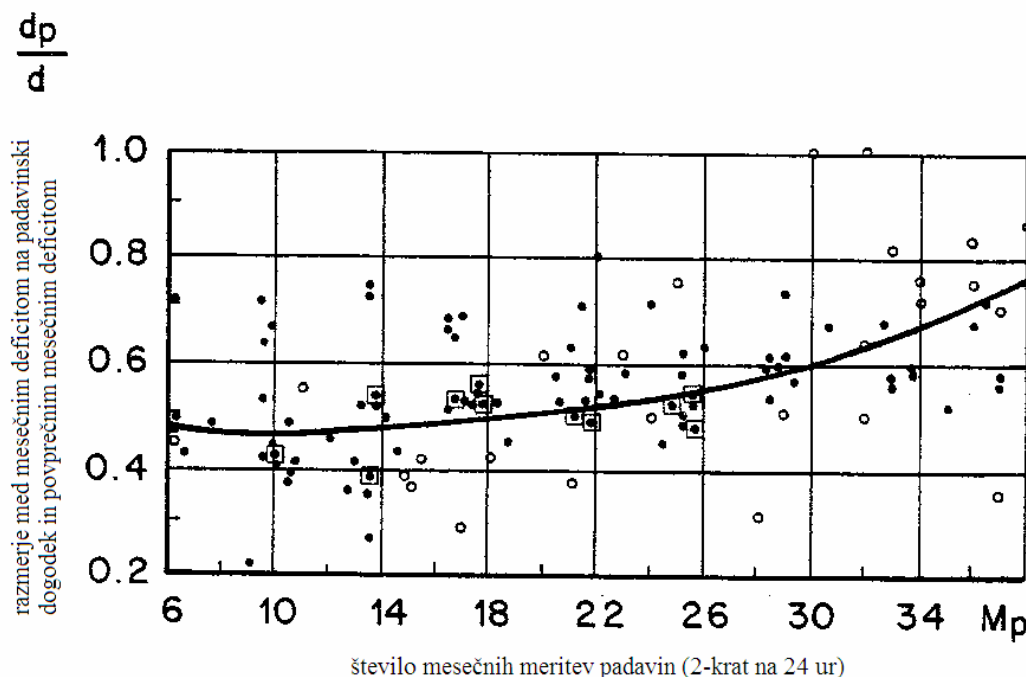
Slika 25: Graf intenzitete izhlapevanja za različne dežemere v odvisnosti od dnevnega saturacijskega deficita (Sevruk, 1982, str. 21)

Pogrešek zaradi izhlapevanja  $\Delta P_3$  lahko za daljše časovno obdobje tudi ocenimo, če poznamo podatke o povprečnih vrednostih zračne vlage, temperature in hitrosti vetra med izhlapevanjem. Za Tretyakov dežemer lahko tako zapišemo (Sevruk, 1982):

$$\Delta P_3 = \bar{B} \cdot d \cdot d_m \cdot u_h \cdot M, \quad (42)$$

kjer je:

- $\bar{B}$  koeficient srednje dnevne specifične intenzitete padavin [-],
- $d_m$  povprečni mesečni saturacijski deficit zraka [hPa],
- $u_h$  povprečna mesečna hitrost vetra na nivoju odprtine dežemera [m/s],
- $M$  število dni s padavinami nad 0,1 mm.



Slika 26: Razmerje med mesečnim saturacijskim deficitom v dneh s padavinami in povprečnim mesečnim deficitom v odvisnosti od števila meritev padavin, izvedenih 2-krat v 24 urah (Sevruk, 1982, str.22)

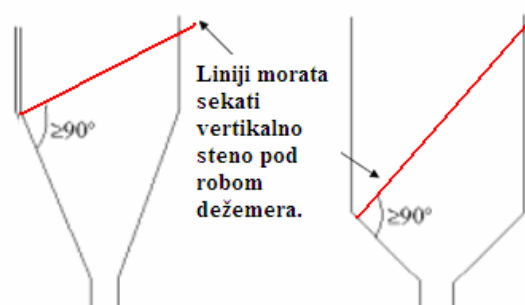
#### 5.4.5 Škropljenje v in iz dežemera

Pogrešek  $\Delta P_4$ , ki zajema škropljenje v in iz posode dežemera, dosega vrednosti 1 do 2 %. Odvisen je od intenzitete padavin, hitrosti vetra ter oblike odprtine dežemera. Odprtino sestavljata zgornji rob in lijak dežemera. Za tekoče padavine površina odprtine dežemera nima velikega vpliva na pogrešek, medtem ko je za trdne (snežne) padavine priporočen dežemer z najmanj 200 mm<sup>2</sup> odprte površine. V praksi se zato najbolj pogosto uporabljajo dežemeri s površinami od 200 do 500 mm<sup>2</sup> (WMO, 2008).

Pri konstrukciji dežemerov je za čim manjši pogrešek  $\Delta P_4$  dobro upoštevati naslednje:

- Rob dežemera mora biti oster, na zgornji strani rahlo nagnjen navznoter, lijak pa mora biti na spodnji strani speljan poševno navznoter. V primeru snežnih padavin mora biti rob zasnovan tako, da preprečuje kakršnokoli akumuliranje mokrega snega.

- Lijak oz. zgornji del dežemera mora biti skonstruiran tako, da preprečuje škropljenje v in iz dežemera. To je najenostavneje doseči z višjimi vertikalnimi stenami nad lijakom dežemera, kot je to prikazano na Sliki 27 (WMO, 2008):



Slika 27: Primerna oblika zgornjega dela dežemera (WMO, 2008)

#### 5.4.6 Izpihavanje in zameti snega

Pogrešek  $\Delta P_5$ , ki nastane zaradi izpihavanja in zametov snega, se upošteva v primeru snežnih padavin. Pogrešek je razmeroma majhen, okrog 1%, vendar lahko v posameznih primerih naraste tudi čez 30%, zaradi intenzitete in trajanja snežnih neviht, hitrosti vetra ter snežnega pokrova države (WMO, 2008).

Izpihavanje snega iz dežemera je priporočeno opazovati med snežnimi nevihtami, ko hitrost vetra nad odprtino dežemera preseže vrednost  $u_{hp} > 5\text{m/s}$ . Za kratka obdobja, 12 ur in manj, lahko z vizualnim opazovanjem določimo čas izpihavanja snega, medtem ko pri daljših obdobjih izvedemo izračun z znanimi podatki o hitrosti vetra ter številom dni izpihavanja snega in snežnih metežev (Sevruk, 1982).

Ugotovljeno je bilo, da je  $\Delta P_5$  proporcionalen intenziteti in trajanju izpihavanja in zametov snega, kot sledi:

$$\Delta P_5 = i_b \cdot \tau_b, \quad (43)$$

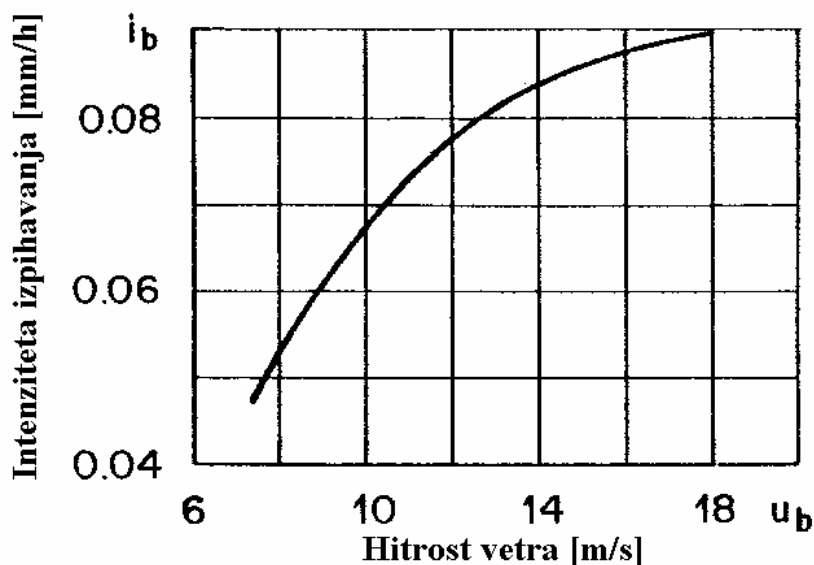
kjer je:

$i_b$  intenziteta izpihavanja in zametov snega [mm/h],

$\tau_b$  čas trajanja izpihavanja in zametov snega [h].

Preglednica 11: Popravek snežnih padavin [mm] za Tretyakov, zmerno zaščiten dežemer, v primeru izpihavanja in zametov snega (Sevruk, 1982)

$u_H$ [m/s]	Trajanje izpihavanja snega [h]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 4,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
4,1 - 5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
5,1 - 6	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4
6,1 - 7	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
7,1 - 8	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,7
8,1 - 9	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
9,1 - 10	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9
10,1 - 11	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,8	0,9	1,0
> 11	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1
$u_H$ [m/s]	Trajanje snežnih metežev [h]											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
< 11,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
11,1 - 12	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1
12,1 - 13	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
13,1 - 14	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2
14,1 - 15	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,3
15,1 - 16	0,0	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,3
16,1 - 17	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,4
17,1 - 18	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5
18,1 - 19	0,0	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,4	0,5	0,5	0,6
19,1 - 20	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,6	0,7
20,1 - 21	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,7	0,8
21,1 - 22	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9
> 22	0,1	0,2	0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1



Slika 28: Intenziteta izpihavanja snega v odvisnosti od hitrosti vetra v nivoju anemometra  
 (Sevruk, 1982, str. 21)

Intenziteta izpihavanja snega  $i_b$  je odvisna od hitrosti vetra  $u_b$  na nivoju anemometra med padavinskim dogodkom, hitrosti padanja snežnih padavin, snežnega pokrova države in aerodinamičnih lastnosti posameznega dežemera. Hitrost snežnih padavin znaša v povprečju 0,3 m/s za vse negativne temperature. Za posamezne dežemere obstaja povezava med intenziteto izpihavanja snega  $i_b$  in hitrostjo vetra v nivoju odprtine dežemera  $u_{bh}$ . Tako v primeru Tretyakovega dežemera velja za izpihavanje snega (Sevruk, 1982):

$$i_b = 0,033 \cdot \frac{u_{bh}^{2,2} - 4,2^{2,2}}{u_{bh} \cdot (1 + 0,19u_{bh} + 0,013u_{bh}^2 + 0,000555u_{bh}^3)}, \quad (44)$$

ter za zamete snega:

$$i_b = 8,9 \cdot 10^{-6} \cdot \frac{u_{bh}^{5,1} - 4,2^{2,2}}{u_{bh} \cdot (1 + 0,19u_{bh} + 0,013u_{bh}^2 + 0,000555u_{bh}^3)}, \quad (45)$$

kjer je:

$i_b$  intenziteta izpihavanja snega [mm/h],

$u_{bh}$  hitrost vetra v nivoju odprtine dežemera [m/s].

Pomembno je opozoriti tudi na to, da posamezne države (predvsem države bivše ZSSR) pogrešek  $\Delta P_5$ , ki nastane zaradi izpihavanja in zametov snega, določijo že z brezdimenzijskim korekcijskim koeficientom  $k_v$  za trdne padavine (Golubev, 1979).

## 6 METODE POPRAVLJANJA MERJENIH PADAVIN

### 6.1 Metoda Sevruka

Metoda Sevruka je bila razvita leta 1986 na geografskem inštitutu v Zürichu. Je najpopolnejša metoda za popravljajanje padavin. Osnovni izraz je (Bonacci, 1994):

$$P_p = k \cdot \left[ P_M + 0,15 \cdot N \cdot \left( 2 - \frac{S}{100} \right) \right], \quad \text{kjer je} \quad (46)$$

$$V + S = 100\% . \quad (47)$$

Pri tem pomenijo posamezni členi:

- $P_p$  popravljene mesečne padavine [mm],
- $k$  brezdimenzijski korekcijski koeficient, odvisen od deleža tekočih padavin in srednje mesečne hitrosti vetra (Preglednica 12) [m/s],
- $P_M$  merjene mesečne padavine [mm],
- $N$  število dni s padavinami v mesecu,
- $V$  delež tekočih padavin,
- $S$  delež trdnih padavin.

Delež trdnih padavin v skupni izmerjeni mesečni količini padavin je odvisen od srednje mesečne temperature zraka in nadmorske višine dežemera (Preglednica 13). V primeru ko padajo tekoče in trdne padavine skupaj, določimo  $k$  s Preglednico 14.



Preglednica 12: Brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k$  v primeru tekočih padavin (Bonacci, 1994)

V [%]	v [m/s]							
	0,5	1,0	1,5	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0
20	1,010	1,015	1,020	1,025	1,030	1,040	1,045	1,050
30	1,010	1,015	1,020	1,030	1,035	1,045	1,050	1,060
40	1,010	1,015	1,025	1,035	1,040	1,050	1,060	1,070
50	1,010	1,020	1,025	1,040	1,045	1,055	1,065	1,075
60	1,010	1,020	1,030	1,040	1,050	1,060	1,070	1,080
70	1,010	1,020	1,030	1,045	1,055	1,065	1,075	1,085
80	1,010	1,025	1,030	1,045	1,055	1,070	1,080	1,090
90	1,010	1,025	1,035	1,050	1,060	1,080	1,085	1,095
100	1,010	1,025	1,035	1,050	1,060	1,085	1,090	1,100

Preglednica 13: Odstotek snežnih padavin  $S$  v celotni mesečni količini padavin v odvisnosti od povprečne mesečne temperature zraka in nadmorske višine (Bonacci, 1994)

T [°C]	Nadmorska višina [mnv]								
	200 - 500	500 - 700	700 - 1000	1000 - 1200	1200 - 1400	1400 - 1600	1600 - 1800	1800 - 2000	> 2000
-7	50	65	80	95	95	100	100	100	100
-6	45	60	75	90	95	95	95	100	100
-5	45	60	70	80	85	90	90	95	100
-4	40	55	70	75	80	85	85	90	100
-3	40	50	65	70	75	80	80	85	90
-2	35	50	60	65	70	75	75	75	80
-1	35	45	55	60	65	70	70	70	75
0	30	40	50	55	60	65	65	65	70
1	30	40	45	50	55	60	60	60	65
2	25	35	40	45	50	50	55	55	60
3	25	30	40	40	45	45	50	50	55
4	20	30	35	35	40	40	45	45	50
5	20	25	30	35	35	35	40	40	40
6	15	20	25	30	30	30	35	35	35
7	15	20	20	25	25	25	30	30	30
8	10	15	15	20	20	20	25	25	25
9	10	10	15	15	15	15	20	20	20
10	5	5	10	10	10	10	15	15	15

Preglednica 14: Brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k$  v primeru mešanih padavin (Bonacci, 1994)

$S$ [°C]	$v$ [m/s]							
	0,50	1,00	1,50	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00
5	1,015	1,025	1,035	1,050	1,065	1,080	1,095	1,110
10	1,015	1,030	1,045	1,065	1,085	1,100	1,120	1,145
15	1,020	1,035	1,055	1,080	1,109	1,125	1,150	1,175
20	1,020	1,045	1,065	1,090	1,120	1,150	1,180	1,215
25	1,025	1,050	1,075	1,105	1,140	1,175	1,210	1,250
30	1,025	1,055	1,085	1,120	1,160	1,200	1,240	1,285
35	1,030	1,065	1,095	1,135	1,180	1,220	1,270	1,320
40	1,030	1,070	1,110	1,150	1,195	1,240	1,295	1,350
45	1,030	1,075	1,120	1,165	1,205	1,265	1,320	1,380
50	1,035	1,085	1,130	1,180	1,225	1,290	1,350	1,410
55	1,035	1,090	1,140	1,195	1,245	1,315	1,375	1,440
60	1,040	1,095	1,150	1,205	1,270	1,335	1,400	1,470
65	1,040	1,100	1,160	1,220	1,290	1,360	1,430	1,500
70	1,045	1,110	1,170	1,235	1,310	1,385	1,460	1,530
75	1,045	1,115	1,180	1,250	1,330	1,405	1,480	1,560
80	1,050	1,120	1,190	1,265	1,345	1,425	1,510	1,590
85	1,050	1,130	1,200	1,280	1,365	1,445	1,540	1,620
90	1,055	1,135	1,210	1,295	1,385	1,470	1,570	1,650
95	1,055	1,140	1,220	1,310	1,405	1,495	1,595	1,685
100	1,060	1,145	1,230	1,320	1,420	1,520	1,620	1,720

Za izračun srednje mesečne hitrosti vetra povprečimo vrednosti, ki so ponavadi izmerjene vsak dan, v intervalu 5 minut.

## 6.2 Metoda Dahlströma

Metoda Dahlströma je bila razvita leta 1986 v meteorološkem inštitutu na Švedskem. Osnovna enačba ima naslednjo obliko (Bonacci, 1994):

$$P_P = (1 + k_v) \cdot P_M + N \cdot \Delta P_1 + \sum_{i=1}^N \Delta P_{2_i}, \quad (48)$$

pri tem je:

$k_v$  brezdimenzijski korekcijski koeficient zaradi vetra (Preglednica 15),

$N$  število dni s padavinami v mesecu,

$\Delta P_1$  pogrešek zaradi vlaženja, ki je odvisen od tipa, konstrukcije in starosti dežemera, v vrednostih od 0,1 do 0,15 mm/dan [mm/dan],

$\Delta P_2$  pogrešek zaradi izhlapevanja v danem dnevu  $i$  [mm/dan].

Pri tej metodi nekatere podatke ocenimo, zato so lahko bolj ali manj točni. Glede na izkušnje skandinavskih raziskovalcev, nosi veter velik delež pogreška v odvisnosti od padanja tekočih ali trdnih padavin (Preglednica 15). Merjenje snega ima daleč največje odstopanje, vrednosti pogreška dosegajo celo 80 % (Bonacci, 1994).

Dahlström predlaga, da se pogrešek zaradi vlaženja  $\Delta P_1$  giblje v vrednostih od 0,1 do 0,15 mm/dan. Ocena je odvisna od tipa, konstrukcije in starosti dežemera. Naslednji člen, ki ga je potrebno upoštevati v enačbi, je pogrešek zaradi izhlapevanja  $\Delta P_2$ . Obstajajo različni izrazi za izračun, vendar so zapleteni, pogrešek pa ne presega 5 %. V ta namen se priporoča enačba za izračun skupnega mesečnega pogreška (Bonacci, 1994):

$$\Delta P_2 = N \cdot E, \quad (49)$$

kjer je:

$N$  število dni s padavinami v mesecu,

$E$  povprečna evapotranspiracija [mm/dan].

Povprečna evapotranspiracija je odvisna od srednje mesečne temperature:

$$E = 0,035 \cdot T + 0,125 \quad (50)$$

Preglednica 15: Določanje brezdimenzijskega korekcijskega koeficienta  $k_v$  po metodi Dahlströma (Bonacci, 1994)

Zaporedna številka	Izpostavljenost padavinske postaje	$k_v$	
		tekoče padavine	trdne padavine
1	ekstremno zaščiten postaja (v gozdu)	0,02	0,05
2	srednje zaščiten prostor, najmanj 10 km od morja	0,05	0,1
3	relativno nezaščiten prostor	0,08	0,2
4	relativno nezaščiten prostor blizu morja ali na otoku	0,11	0,4
5	ekstremno nezaščiten prostor na obali ali v planinah	0,14	0,8

### 6.3 Metoda Mendela

Metoda Mendela je bila razvita leta 1986 v bivši ČSSR in ima dve različici. Splošna enačba se glasi (Bonacci, 1994):

$$P_p = P_M + \Delta P_1 + \Delta P_2 + \Delta P_3. \quad (51)$$

Pri tem je  $\Delta P_1$  pogrešek zaradi vlaženja in je izražen kot:

$$\Delta P_1 = N \cdot 0,2. \quad (52)$$

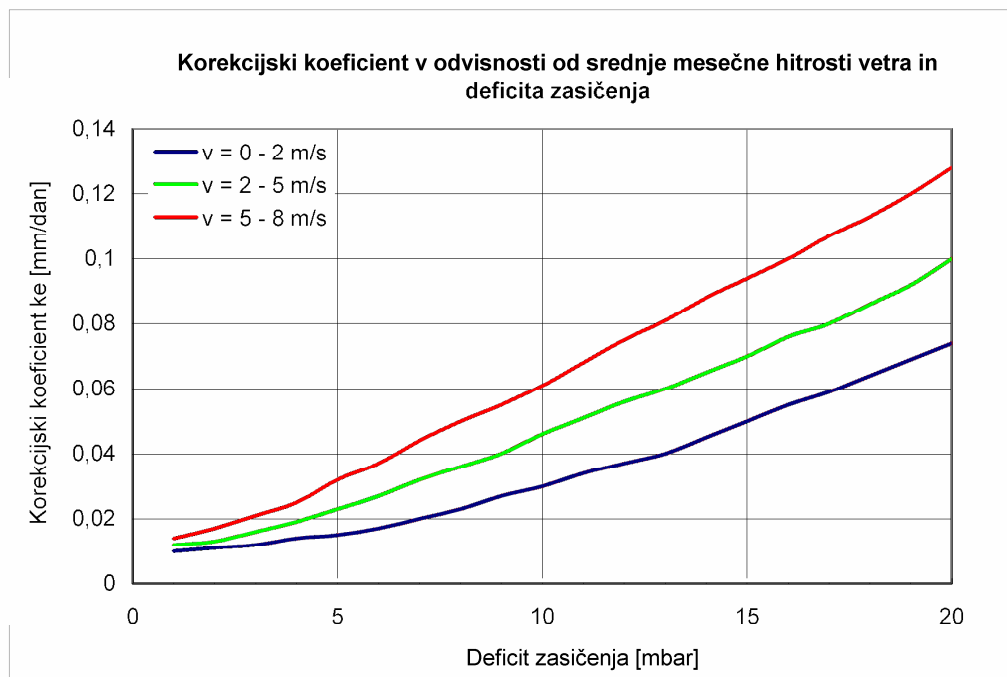
Člen  $\Delta P_2$  predstavlja mesečni pogrešek zaradi izhlapevanja in ga izračunamo kot:

$$\Delta P_2 = N \cdot 12 \cdot k_e, \quad (53)$$

kjer je:

$N$       število dni v mesecu s padavinami,

$k_e$       korekcijski koeficient zaradi izhlapevanja [mm] (Slika 29).



Slika 29: Korekcijski koeficient zaradi izhlapevanja (prirejeno po Bonacci, 1994)

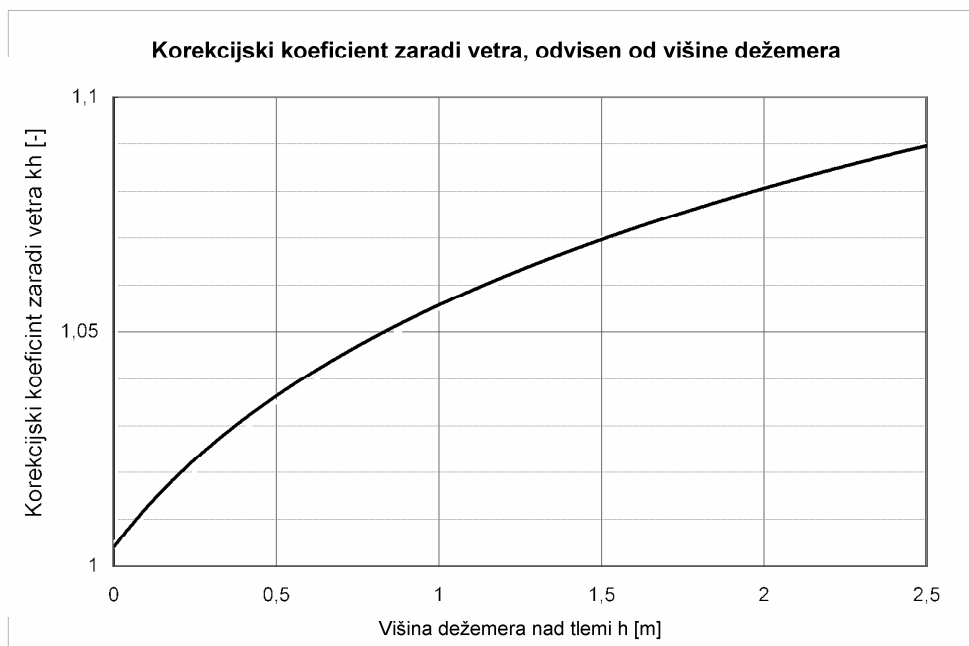
Nadalje predstavlja člen  $\Delta P_3$  pogrešek zaradi vpliva vetra in ima dve različici:

- Prva možnost za izračun upošteva višino odprtine dežemera:

$$\Delta P_3 = P_M \cdot (k_h - 1), \quad (54)$$

kjer je:

$k_h$  korekcijski koeficient, odvisen od višine dežemera (Slika 30).



Slika 30: Korekcijski koeficient zaradi vetra, odvisen od višine dežemera (prirejeno po Bonacci, 1994)

Po predpisih naj bi bila višina dežemera 1 m in pripadajoča vrednost za  $k_h=1,055$ . V večini držav so višine dežemerov višje, zato je potrebno izvajati kontrolo višine dežemera (Bonacci, 1994).

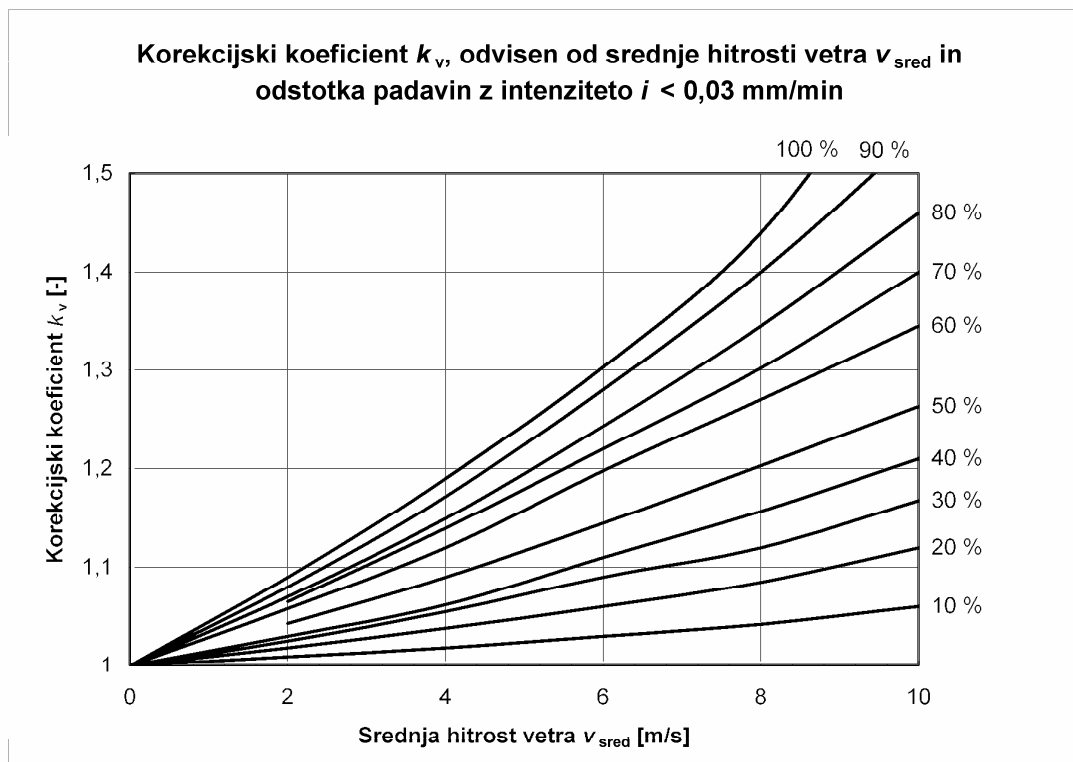
- Druga možnost upošteva intenziteto padavin, hitrost vetra in temperaturo zraka. Popravek se vrši posebej za tekoče in posebej za trdne padavine. Za popravek tekočih padavin upoštevamo:

$$\Delta P_3 = P_M \cdot (k_v - 1), \quad (55)$$

kjer je:

$k_v$  korekcijski koeficient, odvisen od srednje hitrosti vetra in odstotka padavin z intenziteto  $i < 0,03$  mm/min (Slika 31).

Slednji element intenzitete  $i < 0,03$  mm/min je težko določiti, zato se v praksi izračun redko uporablja.



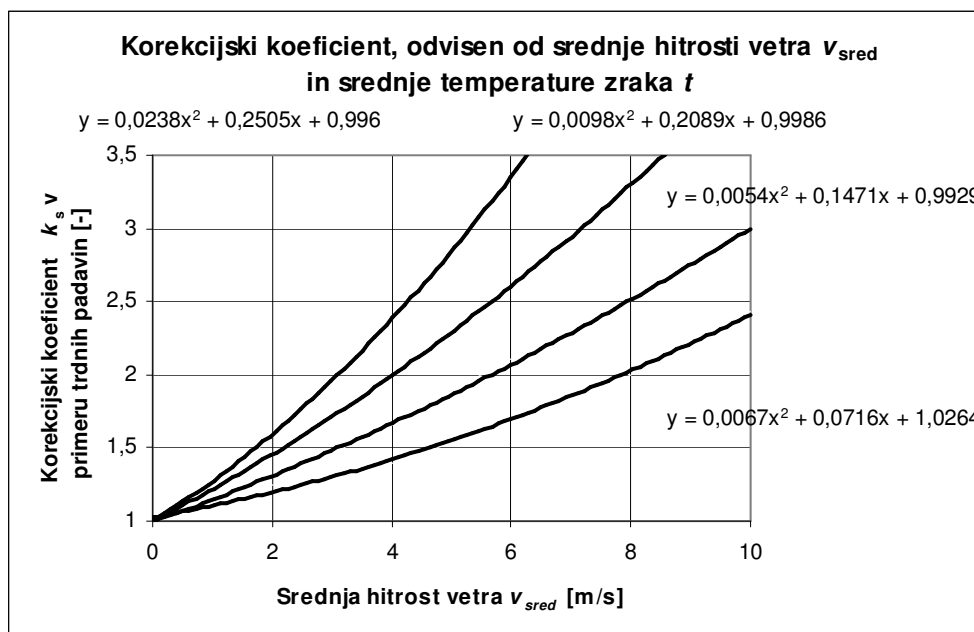
Slika 31: Korekcijski koeficient, odvisen od srednje hitrosti vetra in odstotka padavin z intenziteto  $i < 0,03$  mm/min (prirejeno po Bonacci, 1994)

Za trdne padavine, predvsem sneg, velja:

$$\Delta P_3 = P_M \cdot (k_s - 1), \quad (56)$$

kjer je:

$k_s$  korekcijski koeficient, odvisen od srednje hitrosti vetra in srednje temperature zraka (Slika 32).



Slika 32: Korekcijski koeficient, odvisen od srednje hitrosti vetra in srednje temperature zraka (prirejeno po Bonacci, 1994)

#### 6.4 Modificirana metoda Peneve

Elissaveta Lazarova Peneva je leta 1986 na bolgarskem inštitutu za hidrologijo in meteorologijo v Sofiji razvila modificirano metodo za popravek izmerjenih padavin. Da bi bila metoda kar najbolj primerljiva z ostalimi, je metodo modificirala in zapisala osnovno enačbo kot:

$$P_p = (k \pm \sigma) \cdot P_M + 0,1 \cdot N, \quad (57)$$

kjer je:

$k$       brezdimenzijski korekcijski koeficient, odvisen od posameznega meseca v letu (Preglednica 16),

$\sigma$       standardna deviacija, ki predstavlja vpliv vetra glede na brezdimenzijski korekcijski koeficient (Preglednica 16),



$N$  število dni v mesecu s padavinami.

Preglednica 16: Brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k$  in standardna deviacija za posamezen mesec po metodi Peneve (Bonacci, 1994)

Mesec	$k$	$\sigma$
januar	1,13	0,06
februar	1,13	0,06
marec	1,12	0,05
april	1,1	0,03
maj	1,09	0,02
junij	1,06	0,01
julij	1,06	0,01
avgust	1,06	0,01
september	1,09	0,02
oktober	1,11	0,04
november	1,12	0,05
december	1,13	0,06

V primeru, da je hitrost vetra v analiziranem mesecu za 20 % večja od najvišje povprečne večletne za isti mesec, se poveča vrednost standardne deviacije, in sicer za 0,02 v obdobju od oktobra do marca ter za 0,01 v obdobju od aprila do septembra (Bonacci, 1994).

## 6.5 Metoda Sevruka in Hamona

Metoda Sevruka in Hamona je bila razvita leta 1984 v Švici. Zajema glavne sistematične pogoške ter pogošek, ki nastane zaradi sledi padavin. Sledi padavin označuje posamezna meritev, kjer količina padavin ne preseže vrednosti 0,10 mm/h. Enačba je podobna splošni Sevrukovi enačbi (Yang et al., 1999):

$$P_p = k_v (P_M + \Delta P_W + \Delta P_E) + \Delta P_S, \quad (58)$$

kjer je:

- $k_v$  brezdimenzijski korekcijski koeficient zaradi vpliva vetra [-],  
 $P_M$  merjene padavine [mm],  
 $\Delta P_W$  pogrešek zaradi vlaženja [mm],  
 $\Delta P_E$  pogrešek zaradi izhlapevanja [mm],  
 $\Delta P_S$  pogrešek zaradi sledi padavin [mm].

Izračun koeficienta  $k_v$  ter pogreškov zaradi vlaženja in izhlapevanja sem navedla že pri splošni Sevrukovi enačbi. Komponento pogreška  $\Delta P_S$ , ki nastane zaradi sledi padavin, pa lahko dobimo s kvantitativnimi opazovanji. Za Hellmannov dežemer velja, da mora biti sled padavin manjša ali enaka 0,10 mm/h. Po pravilih so vse sledi označene kot nulti dogodek, saj ne prispevajo k mesečnemu seštevku padavin, vendar pa pri posameznih dnevih sled padavin že označimo kot padavinski dan (Yang et al., 1999).

## 6.6 Metoda DCM (Dynamic Correction Model)

Metoda dinamičnega korekcijskega modela DCM je bila razvita na norveškem meteorološkem inštitutu leta 1996. Razvila sta jo Eirik J. Førland in Inger Hanssen-Bauer na podlagi številnih raziskav, meritev in na osnovi trditev o pogreških, ki sta jih podala že Dahlström in Sevruk. Statistični model sta zasnovala za ugotavljanje velikosti sistematičnih pogreškov za različne dežemere, ki so se nahajali na obbaltičnem dreniranem povodju. Prednost te metode je v tem, da je količina padavin, padla v 12. urah, razčlenjena na urne komponente, popravljena in sešteta nazaj v 12-urno vrednost. Osnovna enačba dane metode je (Michelson, 2004):

$$P_P = k \cdot (P_M + \Delta P_W + \Delta P_E), \quad (59)$$

kjer je:

- $k$  korekcijski faktor odvisen od hitrosti vetra v nivoju odprtine dežemera, intenzitete padavin, temperature in koeficientov dežemera [-],

$\Delta P_M$  merjene padavine [mm],

$\Delta P_W$  pogrešek zaradi vlaženja [mm] (Preglednica 17),

$\Delta P_E$  pogrešek zaradi izhlapevanja [mm] (Preglednica 18).

Preglednica 17: Konstantne vrednosti pogreška zaradi vlaženja  $\Delta P_W$  za posamezni tip dežemera in obliko padavin [mm/12 h] (Michelson, 2004)

Oblika padavin	SMHI	H & H-90	Hellmann	Tretyakov
tekoče	0,07	0,13	0,14	0,14
trdne	0,02	0,05	0,10	0,09
mešane	0,06	0,11	0,18	0,14

Preglednica 18: Dnevni evaporacijski pogreški  $\Delta P_E$  za posamezni tip dežemera in glede na mesec padavin [mm/dan] (Michelson, 2004)

Mesec	SMHI	H & H-90	Hellmann	Tretyakov
januar	0,02	0,03	0,01	0,03
februar	0,03	0,04	0,02	0,04
marec	0,04	0,06	0,03	0,05
april	0,12	0,20	0,04	0,22
maj	0,10	0,04	0,09	0,13
junij	0,15	0,05	0,15	0,15
julij	0,15	0,05	0,16	0,15
avgust	0,10	0,05	0,08	0,10
september	0,05	0,04	0,02	0,05
oktober	0,03	0,03	0,01	0,03
november	0,03	0,03	0,01	0,03
december	0,02	0,03	0,01	0,03

Korekcijski koeficient  $k$  je različen za tekoče in trdne padavine. Za tekoče padavine tako velja korekcijski koeficient  $k_l$ :

$$k_l = \exp[-0,00101 \cdot \ln(I) - 0,012177 \cdot u_h \cdot \ln(I) + 0,03433 \cdot u_h + 0,007697 + c], \quad (60)$$

kjer je:

$I$  intenziteta padavin [mm/h],

$u_h$  hitrost vetra v nivoju dežemera [m/s],

$c$  koeficient dežemera (Preglednica 19).

Za trdne padavine je korekcijski koeficient  $k_s$  enak:

$$k_s = \begin{cases} \exp[\beta_0 + \beta_1 \cdot u_h + \beta_2 \cdot T + \beta_3 \cdot u_h \cdot T] \rightarrow u_h > 1,0 \text{ m/s} \\ 1,0 \rightarrow u_h \leq 1,0 \text{ m/s} \end{cases}, \quad (61)$$

kjer je:

$\beta_i$  koeficienti dežemera (Preglednica 19),

$u_h$  hitrost vetra v nivoju dežemera [m/s],

$T$  temperatura [° C].

V primeru mešanih padavin sledi  $k_m$ , ki je:

$$k_m = \frac{(r_l \cdot k_l + r_s \cdot k_s)}{(r_l + r_s)}, \quad (62)$$

pri čemer je:

$k_l, k_s$  posamezna koeficienta za tekoče in trdne padavine,

$r_l, r_s$  količina tekočih in trdnih padavin [mm].

Preglednica 19: Koeficienti dežemera za tekoče in trdne padavine za različne tipe dežemerov [mm/12 h] (Michelson, 2004)

Oblika padavin	SMHI	H & H-90	Hellmann	Tretyakov
tekoče $c$	-0,05	-0,05	0,0	-0,05
trdne $\beta_0$	-0,08871	-0,07556	0,04587	-0,04816
trdne $\beta_1$	0,16146	0,10999	0,23677	0,13383
trdne $\beta_2$	0,011276	0,012214	0,017979	0,009064
trdne $\beta_3$	-0,00877	0,007071	-0,015407	0,005147

### 6.6.1 Modificirana metoda DCM uporabljena v Sloveniji

Modificirana metoda dinamičnega korekcijskega modela (DCM), ki so jo za namene študije (ARSO, 2006) uporabili na Agenciji Republike Slovenije za okolje (ARSO), je povzeta in prilagojena po Førlandu (Poglavje 6.6). Slednji je na podlagi empiričnih poizkusov v vetrovnem tunelu in s pomočjo numeričnih simulacij (Nespor in Sevruc, 1999) izpeljal dinamični korekcijski model. Ta model upošteva vrsto padavin, njihovo intenziteto, hitrost vetra in temperaturo.

Popravek padavin ( $P_P$ ) so tako na ARSO priredili in ocenili kot:

$$P_P = k \cdot (P_M + P_W), \quad (63)$$

kjer je:

$k$  dinamični faktor,

$\Delta P_M$  merjene padavine [mm],

$\Delta P_W$  pogrešek zaradi vlaženja [mm].

Popravek po modificirani metodi upošteva poleg vpliva vetra le vlaženje in se uporablja pri padavinah nad 1 mm. Za tekoče padavine je popravek 0,3 mm, za trdne padavine pa 0,15 mm. Dinamični korekcijski faktor je močno odvisen od agregatnega stanja padavin. Tako velja za tekoče padavine enako kot pri splošnem modelu DCM (Poglavje 6.6), pri trdnih padavinah pa se koeficiente ne izbira glede na hitrost vetra, ampak glede na višino padavin, in sicer:

$$P_M \leq 0,5\text{mm} : \quad k_0 = \exp[0,0459 + 0,2367 \cdot v + 0,018 \cdot T - 0,0154 \cdot v \cdot T], \quad (64)$$

$$P_M > 0,5\text{mm} : \quad k = k_0 \cdot \exp\left[-\left(\frac{I_P - 0,1}{4,9}\right) \cdot \ln \frac{k_0}{k_S}\right], \quad (65)$$

kjer je:

$v$  hitrost vetra v nivoju roba dežemera (korigirana hitrost) [m/s],

$T$  temperatura zraka [° C],

- $I_P$  intenziteta padavin [mm/h],  
 $k_s$  nasičen korekcijski koeficient (Preglednica 20).

Preglednica 20: Nasičen korekcijski koeficient, izmerjen v vetrovnem tunelu pri določeni hitrosti (ARSO, 2006)

$v$ [m/s]	1-2	2-3	3-4	4-5	>5
$k_s$ [-]	1,10	1,22	1,39	1,61	1,87

V primeru, da je ob sneženju zunanja temperatura višja od 0°C, predpostavljamo, da je sneg zelo moker, oz. da imamo mešane padavine, zato korekcijski faktor računamo kot povprečje za trdne in tekoče padavine ali pa določimo deleže trdnih in tekočih padavin po splošni Sevrukovi metodi glede na temperaturo in nadmorsko višino (ARSO, 2006):

$$k = \frac{1}{2} \cdot k_{trdne} + \frac{1}{2} \cdot k_{tekoče}. \quad (66)$$

Razlog modifikacije modela je po vsej vrjetnosti v načinu zajema merjenih padavin. Nekatere meritve (tudi vetra in temperature) se beležijo sproti, z ombrografi (povprečja 5-min intervalov), nekatere 3-krat dnevno, spet druge 1-krat dnevno z različnimi ombrometri ob določeni uri. Model je na ta način prilagojen vsem trem skupinam.

## 6.7 Metoda Allerupa in Madsena

Leta 1980 sta Allerup in Madsen analizirala Hellmannov dežemer in zapisala formulo, ki je v osnovi enaka Sevrukovi, vendar ima manjše variacije (Dulal et al., 2006):

$$P_p = k \cdot (P_M + e_w + e_t), \quad (67)$$

kjer je:

$k$  brezdimenzijski korekcijski koeficient zaradi vpliva vetra [-] (Preglednica 20),

- $P_M$  merjene padavine [mm],  
 $e_w$  pogrešek zaradi vlaženja [mm],  
 $e_t$  pogrešek zaradi evaporacije [mm].

Preglednica 21: Brezdimenzijski korekcijski koeficient zaradi vpliva vetra (Sevruk, 1982)

Izpostavljenost dežemera	Vrednost $k$
dobro zaščiten prostor	0,5 $k$
srednje zaščiten prostor	0,75 $k$
nezaščiten prostor	1,0 $k$

V primeru trdnih padavin se vrednost za  $k$  giblje med 1,22 za zaščiten dežemer ter 1,32 za nezaščiten dežemer. Vrednosti veljata pri temperaturah nad 0° C.

## 6.8 Metoda 5-stranega dežemera

Metodo 5-stranega dežemera sta razvila Hsu in Guo leta 2005 za področje Tajvana. Padavine se zbirajo v dežemer s petih strani, in sicer iz zahodne (Z), vzhodne (V), severne (S) in južne (J) smeri ter iz vrha ( $H_p$ ). Osnovna enačba je (Hsu in Guo, 2005):

$$V_p = \sqrt{(S - J)^2 + (V - Z)^2}, \quad (68)$$

kjer je:

$V_p$  izmerjene padavine iz smeri S, J, V, Z [mm].

Skupna količina padavin  $R_p$  je izračunana in seštetna po vektorskem zakonu (Hsu in Guo, 2005):

$$R_p = \sqrt{V_p^2 + H_p^2}, \quad (69)$$

kjer je:

- $R_P$  skupna količina padavin, zajeta iz petih strani dežemera [mm],  
 $V_P$  količina padavin iz severne, južne, vzhodne in zahodne smeri [mm],  
 $H_P$  količina padavin z vrha [mm].

Hsu in Guo (2005) sta zapisala delež skupnih padavinskih pogreškov kot primerjavo med standardnim in pet stranim dežemerom:

$$D = \left( 1 - \frac{\textit{st\_dežemer}}{\textit{pet\_strani\_dežemer}} \right) \times 100\% , \quad (70)$$

ker je:

- $D$  delež skupnih pogreškov [%].

## 6.9 Metoda Zhihua in Mingqina

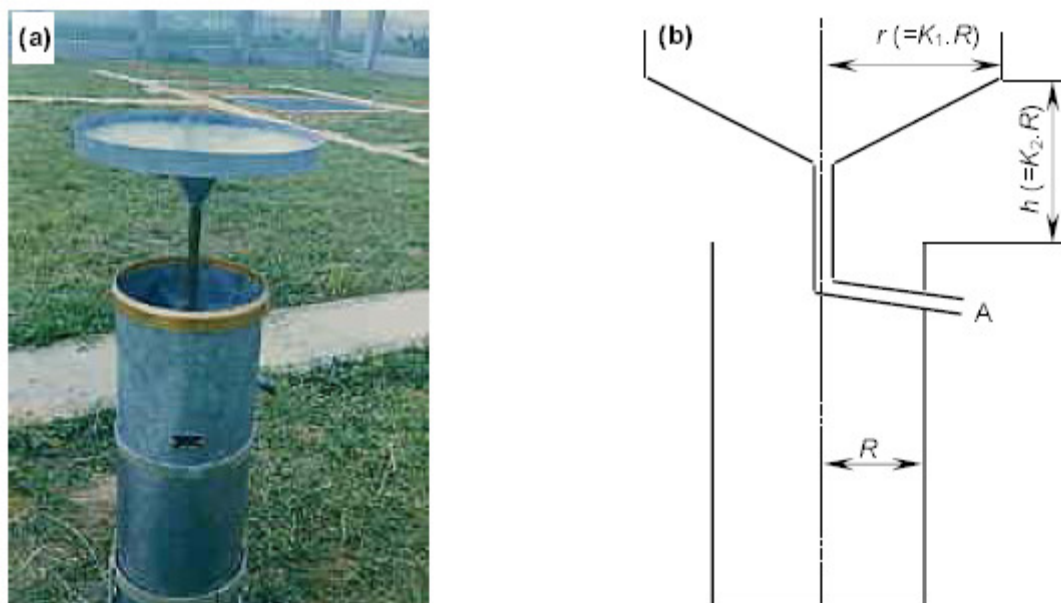
Metoda Zhihua in Mingqina je bila razvita leta 2006 na kitajskem meteorološkem inštitutu. Enačbo za popravek tekočih izmerjenih padavin sta zapisala na osnovi merjenih padavin, ki sta jih zajela s »horizontalnim dežemerom« (Slika 33) in primerjalnim dežemerom. Namen te metode je poiskati medsebojno povezavo med vplivom vetra in dežemerom. Osnovna enačba popravljenih padavin  $P_P$  je (Zhihua in Mingqina, 2007):

$$P_P = P_M + A \cdot X^B + C , \quad (71)$$

kjer je:

- $P_M$  količina padavin, zajetih s primerjalnim dežemerom [mm],  
 $A, B$  brezdimenzijska korelacijska koeficienta,  
 $C$  pogrešek zaradi vlaženja [mm],  
 $X$  količina padavin, zajetih s »horizontalnim dežemerom« [mm].

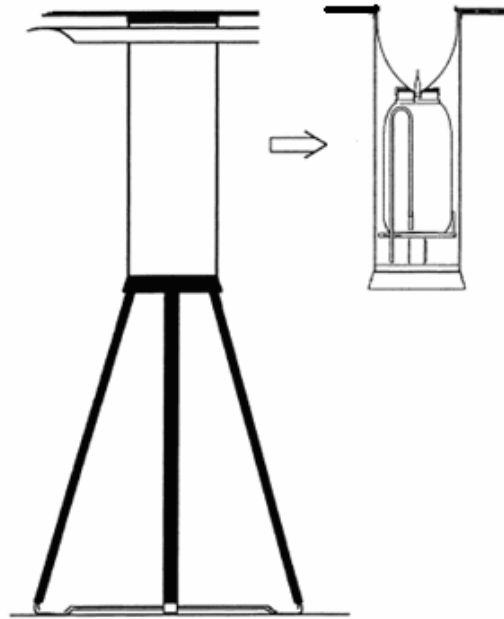




Slika 33: Horizontalni dežemer na Kitajskem: a) fotografija horizontalnega dežemera in b) grafični prikaz horizontalnega dežemera (Zhihua in Mingqina, 2007)

## 6.10 Metoda InSitu

Novi tip dežemera InSitu (Slika 34) je bil razvit leta 1999 v Ockelbu na Švedskem. Na osnovi primerjav z različnimi dežemeri so ugotovili, da dežemer InSitu zajame več padavin kot standardni dežemeri. Padavine so zajete takoj, ko dosežejo lijak dežemera. Adhezije ni, zato tudi pogoškov zaradi vlaženja dejansko ni. Zmanjšane so tudi evaporacijske izgube (Seibert in Morén, 1999).



Slika 34: Dežemer InSitu (Seibert in Morén, 1999)

Na osnovi primerjav Seiberta in Moréna (1999) velja:

$$P_{s\ standard} = c + m \cdot P_{InSitu} \quad (72)$$

Pri tem je:

$P_{standard}$  količina padavin s posameznih standardnih dežemerov [mm],

$P_{InSitu}$  količina padavin z InSitu dežemera [mm],

$c, m$  korelacijska koeficienta.

## 7 IZRAČUN POPRAVKA MERJENIH PDAVIN PO RAZLIČNIH METODAH IN Z RAZLIČNO NATANČNOSTJO VHODNIH PODATKOV

### 7.1 Opis meteoroloških postaj

V okviru diplomskega dela sem uporabila meteorološke podatke za leto 2008 s štirih meteoroloških postaj, in sicer: Ljubljane Bežigrad, Kredarice, Murske Sobote in Portoroža, katerih lega je (z rdečo barvo) prikazana na sliki 35. Merilna mesta sem izbrala glede na različno nadmorsko višino in letno povprečno količino padavin v smeri od jugozahoda proti severovzhodu. Poleg teh sem na severozahodu obravnavala še Kredarico, kot našo najvišjo meteorološko postajo.



Slika 35: Lega meteoroloških postaj (ARSO, 2008)

### 7.1.1 Meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad

Meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad leži na nadmorski višini 299 m, s koordinatami 46°04' geografske širine in 14°31' geografske dolžine. Opazovalni prostor postaje, velikosti 50 x 70 m, je sredi mesta na travniku. Okoli tega prostora rastejo drevesa, oddaljena približno 30 do 50 m v smereh sever, jug in zahod (Nadbath, 2008). Padavine se merijo s klasičnim Hellmannom in avtomatskim ombrometrom OTT Pluvio 1000 na višini 1,5 m, veter se beleži avtomatsko na višini 22 m (Zupančič, osebna komunikacija, 2010). Izbran parameter hrapavosti je 0,3 m. Zaradi svoje lege na dnu kotline in v središču mesta je postaja reprezentativna za mesto in bližnjo okolico. Meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad se loči od večine postaj v Sloveniji in je zato pomembna za razumevanje urbanih vplivov (Nadbath, 2008).



Slika 36: Opazovalni prostor Ljubljana-Bežigrad (Šraj, 2009)

### 7.1.2 Meteorološka postaja Kredarica

Na Kredarici je naša najvišja meteorološka postaja. Leži v severozahodnem delu Slovenije, v osrčju Julijskih Alp, na nadmorski višini 2514 m, s koordinatami: 46°22' severne geografske

širine in  $13^{\circ}51'$  vzhodne geografske dolžine. Okolica merilnega mesta je zaščiten iz zahodne in jugozahodne strani, kar ima velik vpliv na izmerjene vrednosti (Cegnar in Roškar, 2004). Padavine se merijo z avtomatskim ombrometrom AMES DDE93A na višini 1,5 m. Slednji je na Kredarici postavljen le v kratkem toplem delu leta, približno od konca junija do začetka septembra. Ostali čas so klasične meritve z višinskim ombrometrom. Meritve vetra se izvajajo z avtomatskim merilnikom na višini 6 m (Zupančič, osebna komunikacija, 2010). Izbran parameter hrapavosti je 0,01 m.



Slika 37: Meteorološka postaja Kredarica (Cegnar in Roškar, 2004)

### 7.1.3 Meteorološka postaja letališče Portorož

Meteorološka postaja letališče Portorož leži na samem obrobju Sečoveljskih solin, 6 km stran od Portoroža na nadmorski višini 2 m, s koordinatami  $46^{\circ}29'$  geografske širine in  $13^{\circ}37'$  geografske dolžine. Opazovalni prostor je relativno nezaščiten, blizu morja. Padavine se meri z malim ombrografom OTT Pluvio 250 in s klasičnim ombrometrom na višini 1,5 m. Veter se meri avtomatsko na višini 10 m (Zupančič, osebna komunikacija, 2010). Izbran parameter hrapavosti je 0,3 m.

### 7.1.4 Meteorološka postaja Murska Sobota

Meteorološka postaja Murska Sobota leži v 3 km oddaljenem naselju Rakičan, na nadmorski višini 188 m, s koordinatami 46°29' geografske širine in 13°37' geografske dolžine. Opazovalni prostor je relativno nezaščiten. Padavine se meri klasično in avtomatsko z OTT Pluvio 250 na standardni višini lovilne odprtine. Veter se beleži avtomatsko na višini 10 m (Zupančič, osebna komunikacija, 2010). Izbran parameter hrapavosti je 0,3 m.

### 7.2 Opis merilnih naprav

Na izbranih meteoroloških postajah uporabljajo poleg klasičnega Hellmannovega dežemera tudi avtomatski dežemer (ombrograf). Višina lovilne odprtine tako avtomatskega kot klasičnega dežemera je standardna, na višini 1,5 m ( $\pm 0,2$  m). Na teh postajah se uporabljata dve vrsti avtomatskih dežemerov: OTT Pluvio (tehtalni princip) in AMES DDE 93A (prekucna tehnika).



Slika 38: OTT Pluvio (levo) in AMES DDE 93A (desno), (CGS plus in AMES, 2010)

### **7.2.1 OTT Pluvio (tehtalni princip)**

Pluvio (Slika 38) je merilnik padavin, ki meri s pomočjo tehtanja. Možnih je več izvedb, z avtomatskim zajemom in digitalnim izhodom ali pa le z impulznim izhodom. Narejen je po standardu Svetovne meteorološke organizacije (WMO). Izdelan je v dveh različicah. Mali Pluvio ima merilno območje od 0 – 250 mm/h, veliki Pluvio pa od 0 – 1000 mm/h, oba z zbirno površino 250 cm<sup>2</sup> in ločljivostjo 0,01 ali 0,1mm (CGS plus, 2010).

### **7.2.2 AMES DDE 93A (prekucna tehtnica)**

Ames je merilnik padavin, ki služi za merjenje količine in intenzitete padavin (Slika 38) Znotraj naprave sta prevesni posodici s po 5 ml prostornine. Ko se napolni ena posodica, se prevrne in začne se polniti druga. Vsakič, ko se posodica prevrne, prekine svetlobni žarek dajalnika in generira električni impulz. Senzor ima vgrajen grelni element za preprečevanje zamrzovanja. Temperatura, pri kateri se vklopi grelec, je nastavljiva in regulirana s termostatom. Na zgornji strani senzorja je zaščitni obroč, ki prepreči ptičem vnos nečistoč v zbiralni lijak. Merilno območje je od 0 – 100 mm/h, z ločljivostjo 0,1 mm (5 ml) in merilno površino 500 cm<sup>2</sup> (AMES, 2010).

## **7.3 Priprava vhodnih podatkov in skupna metodologija**

Za popravljanje merjenih padavin so poleg podatkov o višini in obliki padavin, pomembni tudi podatki o temperaturi, vetru, zračni vlagi, nadalje lega in zaščitenost merilnega mesta, vrsta merilnega instrumenta, višina lovilne odprtine ter kdaj in kako so bili podatki zajeti. V diplomskem delu sem poskušala ugotoviti, kako natančnost vhodnih podatkov vpliva na natančnost rezultatov. Izračun popravka sem razdelila na tri skupine, glede na natančnost vhodnih podatkov. Prva skupina vhodnih podatkov je bila vzeta iz meteorološkega letopisa za leto 2008 (ARSO, 2008), kjer najdemo dnevne vrednosti meteoroloških podatkov. Za drugi

dve skupini pa sem izhajala iz dnevnih povprečij, dobljenih iz 30-minutnih podatkov o vetru, temperaturi, vlagi in višini padavin (ARSO, 2010).

Za vsako od meteoroloških postaj (Ljubljana Bežigrad, Kredarica, letališče Portorož in Murska Sobota) sem torej za leto 2008, izvedla izračun popravkov s pomočjo:

- dnevnih vrednosti po letopisu,
- dnevnih povprečnih vrednosti iz 30-minutnih povprečij in
- dnevnih povprečnih vrednosti iz 30-minutnih povprečij točno za čas, ko je deževalo v nekem dnevu (izračun popravka po dogodkih).

Izračune sem naredila po šestih različnih metodah, in sicer po metodi Sevruka, Dahlströma, Mendela, Penevi 1 in Penevi 2 ter po modificirani metodi dinamičnega korekcijskega modela DCM, ki je bil uporabljen tudi na Agenciji RS za okolje (Poglavje 6.6.1), z vsemi tremi načini vnosa vhodnih podatkov. Metode sem izbrala na osnovi pogostosti uporabe številnih avtorjev ter na osnovi zajemanja padavin s predpisanimi ombrometri. Kjer so podatki manjkali za cel dan oz. za daljše časovno obdobje, sem tisti dan ali mesec označila z znakom \*, ki je kazal na manjkajoč podatek v dnevu, ali na nepopolne vhodne podatke za določen mesec.

Pri vseh treh vrstah vhodnih podatkov sem veter ustrezno popravila po enačbi (glej Poglavje 5.4.2):

$$v_{kor} = \frac{\log(h / z_0)}{\log(H / z_0)} \cdot v_{povp}, \quad (73)$$

kjer je:

- $h$  višina odprtine dežemera [m],
- $H$  višina anemometra [m],
- $v_{kor}$  hitrost na višini odprtine dežemera [m/s],
- $v_{povp}$  hitrost vetra na višini anemometra [m/s],
- $z_0$  parameter hrapavosti [m].



Preglednica 22: Podatki o višinah merjenja vetra in parametru hrapavosti po posameznih meteoroloških postajah

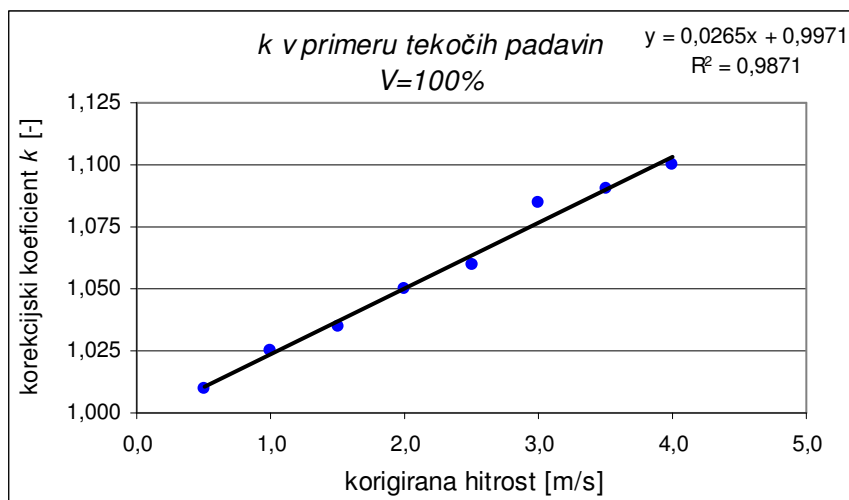
Meteorološka postaja	Nadmorska višina [mnv]	Višina avtomatskega merjenja vetra [m]	Višina ombrometra [m]	Parameter hrapavosti $z_0$ [m]
Ljubljana	299	22	1,5	0,3
Kredarica	2514	6	1,5	0,01
Portorož	2	10	1,5	0,3
Murska Sobota	188	10	1,5	0,3

Večino grafov sem opisala z enačbami, ostale koeficiente je bilo potrebno odčitati neposredno iz grafov. Tudi tabele sem več ali manj opisala z enačbami, saj je šlo za linearne zveze. V nadaljevanju bom navedla potrebne podatke po posameznih metodah ter prikazala poenostavitve grafov in preglednic z ustreznimi enačbami.

### 7.3.1 Metoda Sevruka

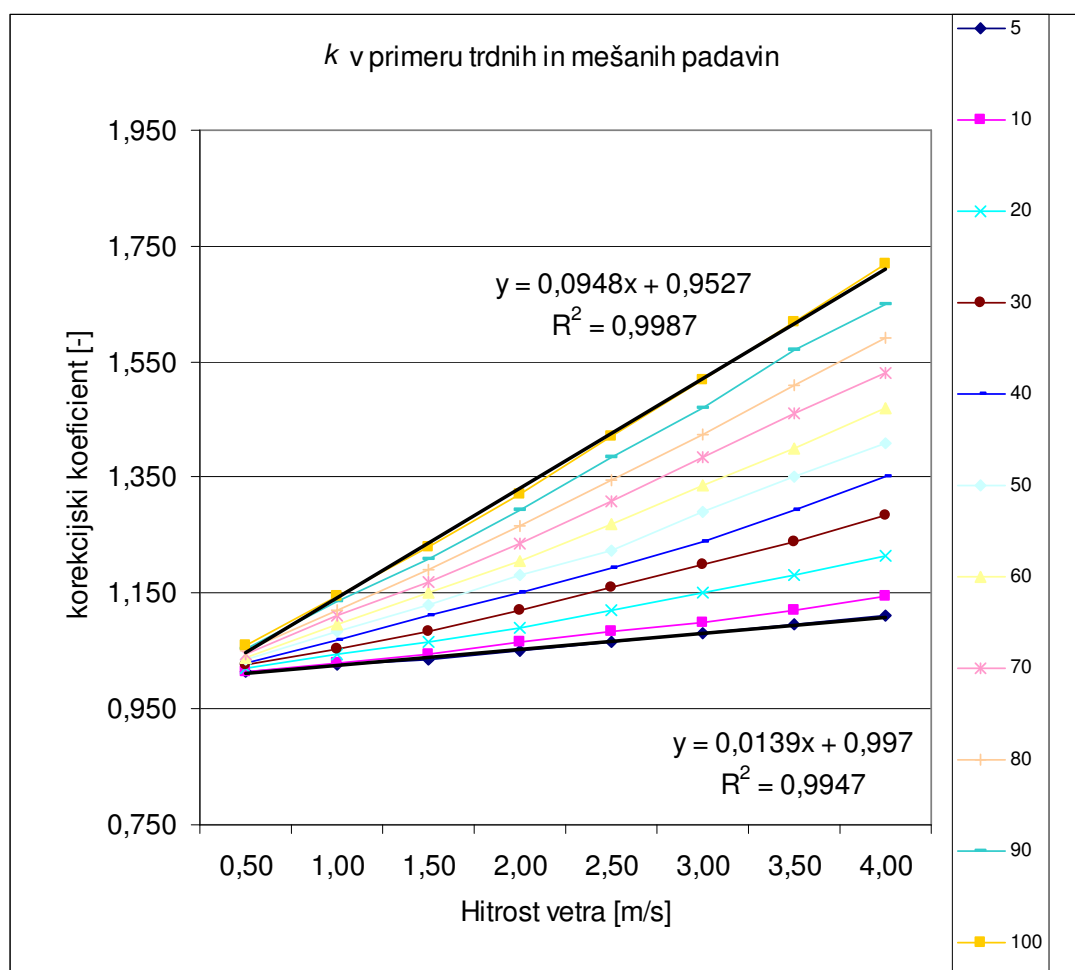
Potrebni vhodni podatki pri metodi Sevruka so: merjene padavine, korigirana hitrost vetra na nivoju odprtine dežemera ter delež trdnih padavin, ki je odvisen od temperature zraka in nadmorske višine merilnega mesta.

Metoda Sevruka je med najstarejšimi metodami za izračun korigiranih padavin. Slika 39 se navezuje na preglednico 12 za primer tekočih padavin. Točkovno je izrisan korekcijski koeficient v odvisnosti od korigirane hitrosti vetra, skozi točke pa najbolje prilegajoča se trendna linija, ki je podana v linearni obliki. Na ta način sem dobila vrednosti koeficientov za vse vrednosti hitrosti. Korekcijski koeficient je tako podan linearno kot  $k_v=0,0265v+0,9971$ . Pri tem je  $v$  korigirana hitrost vetra.



Slika 39: Korekcijski koeficient  $k$  po metodi Sevruka v odvisnosti od korigirane hitrosti

V primeru trdnih in mešanih padavin sem glede na temperaturo in nadmorsko višino posamezne meteorološke postaje odčitala ustrezen delež trdnih padavin in nadalje, na osnovi tega, določila ustrezen korekcijski koeficient. Tako v primeru popolnoma trdnih padavin velja linearna zveza, da je korekcijski koeficient enak  $k_v=0,0948v+0,9527$ , pri čemer je  $v$  korigirana hitrost vetra.

Slika 40: Korekcijski koeficient  $k$  po metodi Sevruka v primeru trdnih in mešanih padavin

### 7.3.2 Metoda Dahlströma

Potrebni vhodni podatki za metodo Dahlströma so: merjene padavine, izpostavljenost merilnega mesta in temperatura.

Pri metodi Dahlströma je bilo potrebno določiti brezdimenzijski korekcijski koeficient  $k$  glede na opis posamezne meteorološke postaje (Preglednica 23). V primeru mešanih padavin sem deleže tekočih in trdnih padavin privzela po Sevruku glede na temperaturo in nadmorsko višino. Za pogrešek zaradi vlaženja, ki je odvisen od tipa, konstrukcije in starosti dežemera sem privzela minimalno vrednost 0,1 mm/dan za vse meteorološke postaje.

Preglednica 23: Izbira korekcijskega koeficienta po Dahlströmu

Meteorološka postaja	Izpostavljenost padavinske postaje	$k_v$	
		tekoče	trdne
Ljubljana	srednje zaščiten prostor, najmanj 10 km od morja	0,05	0,1
Murska Sobota	relativno nezaščiten prostor	0,08	0,2
Portorož	relativno nezaščiten prostor blizu morja ali na otoku	0,11	0,4
Kredarica	ekstremno nezaščiten prostor na obali ali v planinah	0,14	0,8

### 7.3.3 Metoda Mendela

Potrebni vhodni podatki za metodo Mendela so: merjene padavine, korigirana hitrost vetra na nivoju odprtine dežemera, vlaga in višina dežemera.

Preprosta metoda, pri kateri sem na osnovi hitrosti vetra in deficita zasičenja zraka določila korekcijski koeficient zaradi izhlapevanja. Koeficient zaradi vpliva vetra sem odčitala iz grafa na sliki 30 (Poglavje 6.3) v odvisnosti od višine ombrometra. Ker so bile slednje enake za vse štiri meteorološke postaje, je ta vrednost znašala  $k_v=1,069$ .

### 7.3.4 Metoda Peneve 1 in Peneve 2

Potrebni vhodni podatki za metodo Peneve so: merjene padavine, mesec padavin in povprečne mesečne vrednosti vetra.

Pri obeh metodah sem morala preveriti, ali korigirana hitrost v analiziranem mesecu ne presega 20 % vrednosti glede na večletno povprečje za isti mesec. Če je bila hitrost večja, sem ustrezno povečala ali zmanjšala vrednost standardne deviacije. Podatke o hitrosti v večletnem obdobju (obdobje 1994-2003) sem pridobila iz letopisa na spletnih straneh ARSO.

Preglednica 24: Primer ustrezne korekcije standardne deviacije po metodi Peneve

Mesec	Hitrost vetra v obdobju 1994 - 2003 [m/s]	Leto 2008	Absolutna razlika	Popravek st. deviacije
Januar	1,1	0,97	12,91	
Februar	1,2	1,40	14,22	
Marec	1,5	1,55	3,53	
April	1,6	1,53	4,58	
Maj	1,6	1,55	3,19	
Junij	1,4	1,21	15,38	
Julij	1,4	1,42	1,66	
Avgust	1,2	1,17	2,29	
September	1,1	1,42	22,41	0,01
Oktober	1,1	1,10	0,29	
November	1	1,02	1,96	
December	1	1,17	14,44	

### 7.3.5 Modificirana metoda DCM

Potrebni vhodni podatki za metodo DCM so merjene padavine, korigirana hitrost vetra na nivoju odprtine dežemera, intenziteta in temperatura.

Pri modificirani metodi je med vhodnimi podatki najpomembnejša intenziteta. Ta je definirana kot razmerje med merjenimi padavinami  $P_M$  in časom trajanja padavin  $t$ :

$$I_P = \frac{P_M}{t} \tag{74}$$

Korekcijske koeficiente sem računala za vsako obliko padavin posebej in določila povprečno vrednost v primeru mešanih padavin.

## 7.4 Izračun popravka s pomočjo dnevni vrednosti meteoroloških podatkov

### 7.4.1 Vhodni podatki

Za izračun popravka s pomočjo dnevni vrednosti meteoroloških podatkov sem uporabila podatke iz meteorološkega letopisa za leto 2008 (ARSO, 2008), ki so dostopni tudi na spletu. Veter, temperatura in vlaga, ki sem jih potrebovala za popravek padavin, se merijo ročno, trikrat dnevno, ob točno določenih urah, in sicer: ob 7h, 14h in 21h, medtem ko se dnevne padavine odčita s klasičnega Hellmannovega ombrometra, vsak dan ob 7h zjutraj. Količina padavin je izmerjena na 0,1 mm natančno in velja za dan pred meritvijo. Za vsak dan posebej je označena tudi oblika padavin: tekoče, trdne in kombinacija obeh, kar je ključnega pomena pri določitvi posameznih korekcijskih koeficientov.

### 7.4.2 Metodologija korekcije padavin

Izračun popravka sem naredila na dnevni ravni na osnovi podatkov iz letopisa po šestih metodah za vse štiri meteorološke postaje. V Microsoft Office Excel sem prenesla podatke o dnevni količini padavin, vetru, temperaturi in zračni vlagi.

Veter sem izračunala kot povprečje treh vrednosti:

$$v_{povp} = (v_7 + v_{14} + v_{21}) / 3, \quad (75)$$

kjer indeks  $v$  enačbi pove uro meritve. Po tej enačbi sem podobno izračunala tudi povprečno dnevno vlago, medtem ko je bil podatek o povprečni dnevni temperaturi že naveden v letopisu. Dnevno intenziteto padavin sem ocenila na podlagi dnevni vsoti padavin. Povprečna dnevna intenziteta padavin  $I_P$  je definirana kot razmerje med količino padavin  $P_M$  in trajanjem padavinskega dogodka  $t$  (ARSO, 2006). Ta čas je težko določljiv, ga ne poznamo, zato sem v tem primeru vzela čas trajanja padavin 24ur in dobila povprečno dnevno intenziteto.

### 7.4.3 Rezultati

Rezultati korigiranih padavinah in povprečni mesečni in letni korekcijski koeficienti za vhodne podatke po letopisu, so za vsako od izbranih meteoroloških postaj zbrani v preglednicah 25 do 32. Poleg tega so rezultati prikazani tudi grafično po posameznih metodah in postajah. Histogrami prikazujejo merjene padavine in izračun popravka, druga skupina grafov pa prikazuje mesečne in letne korekcijske koeficiente po posameznih metodah, za vsako postajo posebej.

Preglednica 25: Izračun popravka za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	50,9	2,5	0,4	3,36	6,54	7,04	10,77	4,66	3,45
FEB	41,5	4,6	0,5	1,27	3,58	4,14	8,29	3,31	1,67
MAR	163,3	6,2	0,6	8,90	17,13	17,91	29,66	13,33	8,12
APR	137,8	10,7	0,6	7,21	20,23	17,99	20,11	11,85	8,15
MAJ	94,1	16,9	0,6	3,93	13,66	11,62	11,55	7,79	5,04
JUN	155,1	20,3	0,5	5,44	22,07	18,04	12,56	9,46	6,97
JUL	187,6	21,4	0,5	4,80	21,93	19,91	14,53	10,78	8,42
AVG	175,8	20,7	0,4	2,60	15,27	15,71	13,01	9,49	5,64
SEP	34,1	15,1	0,5	3,79	10,85	7,54	5,29	3,25	2,97
OKT	124,4	12,0	0,4	3,27	11,65	11,75	20,12	9,61	6,03
NOV	122,5	6,4	0,4	5,45	13,40	13,44	22,77	10,08	6,81
DEC	205,5	2,0	0,4	5,53	16,25	19,63	40,75	16,09	9,43
Letno	1492,6	11,6	0,5	55,54	172,57	164,73	209,39	109,67	72,69

Preglednica 26: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	50,9	2,5	0,4	1,07	1,13	1,14	1,21	1,09	1,07
FEB	41,5	4,6	0,5	1,03	1,09	1,10	1,20	1,08	1,04
MAR	163,3	6,2	0,6	1,05	1,10	1,11	1,18	1,08	1,05
APR	137,8	10,7	0,6	1,05	1,15	1,13	1,15	1,09	1,06
MAJ	94,1	16,9	0,6	1,04	1,15	1,12	1,12	1,08	1,05
JUN	155,1	20,3	0,5	1,04	1,14	1,12	1,08	1,06	1,04
JUL	187,6	21,4	0,5	1,03	1,12	1,11	1,08	1,06	1,04
AVG	175,8	20,7	0,4	1,01	1,09	1,09	1,07	1,05	1,03
SEP	34,1	15,1	0,5	1,11	1,32	1,22	1,16	1,10	1,09
OKT	124,4	12,0	0,4	1,03	1,09	1,09	1,16	1,08	1,05
NOV	122,5	6,4	0,4	1,04	1,11	1,11	1,19	1,08	1,06
DEC	205,5	2,0	0,4	1,03	1,08	1,10	1,20	1,08	1,05
Letno	1492,6	11,6	0,5	1,04	1,12	1,11	1,14	1,07	1,05

Preglednica 27: Izračun popravka za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	88,4	-5,0	6,8	81,3	71,3	94,2	18,0	7,4	162,8
FEB	57,0	-7,9	6,3	25,4	45,3	35,2	11,4	4,6	128,8
MAR	180,8	-8,5	6,8	182,4	143,0	250,2	33,0	15,0	707,0
APR	250,7	-4,2	5,2	160,9	202,4	183,2	34,8	19,9	287,4
MAJ	188,5	0,4	4,3	131,2	151,0	100,2	22,2	14,7	146,2
JUN	198,3	3,5	3,3	55,6	88,4	36,4	13,8	13,8	68,1
JUL	257,0	5,7	5,1	20,8	47,1	29,1	20,0	14,8	49,7
AVG	262,6	6,5	4,1	111,7	184,7	22,2	19,6	14,3	27,8
SEP	106,1	2,2	4,8	35,8	33,8	31,5	13,3	9,0	24,4
OKT	263,1	-0,7	6,1	223,8	204,2	123,9	41,1	19,6	143,9
NOV	139,7	-5,7	5,3	91,7	110,7	117,4	25,8	11,1	269,3
DEC	190,5	-7,2	6,9	154,4	152,0	205,2	40,0	13,3	479,5
Letno	2182,7	-1,7	5,4	1275,0	1433,9	1228,9	293,1	157,6	2495,0



Preglednica 28: Korekcijski koeficienti za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	88,4	-5,0	6,8	1,92	1,81	2,07	1,20	1,08	2,84
FEB	57,0	-7,9	6,3	1,45	1,79	1,62	1,20	1,08	3,26
MAR	180,8	-8,5	6,8	2,01	1,79	2,38	1,18	1,08	4,91
APR	250,7	-4,2	5,2	1,64	1,81	1,73	1,14	1,08	2,15
MAJ	188,5	0,4	4,3	1,70	1,80	1,53	1,12	1,08	1,78
JUN	198,3	3,5	3,3	1,28	1,45	1,18	1,07	1,07	1,34
JUL	257,0	5,7	5,1	1,08	1,18	1,11	1,08	1,06	1,19
AVG	262,6	6,5	4,1	1,43	1,70	1,08	1,07	1,05	1,11
SEP	106,1	2,2	4,8	1,34	1,32	1,30	1,13	1,09	1,23
OKT	263,1	-0,7	6,1	1,85	1,78	1,47	1,16	1,07	1,55
NOV	139,7	-5,7	5,3	1,66	1,79	1,84	1,18	1,08	2,93
DEC	190,5	-7,2	6,9	1,81	1,80	2,08	1,21	1,07	3,52
Letno	2182,7	-1,7	5,4	1,58	1,66	1,56	1,13	1,07	2,14

Preglednica 29: Izračun popravka za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	4,7	2,0	0,7	2,1	2,5	2,6	1,6	1,0	0,9
FEB	11,4	4,0	0,9	2,1	3,8	3,3	2,9	1,5	1,3
MAR	58,0	6,3	0,9	5,2	11,4	9,7	11,5	5,7	7,7
APR	33,7	10,8	0,9	4,5	10,8	7,8	5,8	3,8	4,9
MAJ	64,4	17,0	0,7	3,1	12,0	8,7	8,0	5,4	4,2
JUN	73,1	20,2	0,6	5,5	20,9	13,4	6,8	5,4	7,1
JUL	161,5	20,8	0,7	5,5	25,1	18,6	12,7	9,5	8,9
AVG	79,0	19,9	0,6	3,1	14,2	10,1	6,4	4,9	4,9
SEP	69,2	14,6	0,9	3,7	11,3	8,2	9,2	5,1	5,4
OKT	46,6	10,8	0,5	2,7	8,3	6,4	7,8	4,1	3,5
NOV	48,3	6,1	0,6	4,1	10,1	7,6	9,5	4,7	4,3
DEC	58,0	1,8	0,6	5,9	11,0	9,9	12,8	5,9	7,1
Letno	707,9	11,2	0,7	47,5	141,4	106,3	95,0	56,7	60,3

Preglednica 30: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	4,7	2,0	0,7	1,44	1,53	1,56	1,34	1,22	1,20
FEB	11,4	4,0	0,9	1,19	1,34	1,29	1,25	1,13	1,11
MAR	58,0	6,3	0,9	1,09	1,20	1,17	1,20	1,10	1,13
APR	33,7	10,8	0,9	1,13	1,32	1,23	1,17	1,11	1,14
MAJ	64,4	17,0	0,7	1,05	1,19	1,13	1,12	1,08	1,07
JUN	73,1	20,2	0,6	1,08	1,29	1,18	1,09	1,07	1,10
JUL	161,5	20,8	0,7	1,03	1,16	1,12	1,08	1,06	1,06
AVG	79,0	19,9	0,6	1,04	1,18	1,13	1,08	1,06	1,06
SEP	69,2	14,6	0,9	1,05	1,16	1,12	1,13	1,07	1,08
OKT	46,6	10,8	0,5	1,06	1,18	1,14	1,17	1,09	1,08
NOV	48,3	6,1	0,6	1,09	1,21	1,16	1,20	1,10	1,09
DEC	58,0	1,8	0,6	1,10	1,19	1,17	1,22	1,10	1,12
Letno	707,9	11,2	0,7	1,07	1,20	1,15	1,13	1,08	1,09

Preglednica 31: Izračun popravka za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	53,0	6,8	1,1	4,9	13,1	8,7	11,5	5,1	6,6
FEB	28,5	5,8	1,4	1,8	5,8	3,7	5,9	2,5	2,9
MAR	91,0	8,7	1,6	6,0	17,2	11,9	17,0	7,9	9,6
APR	109,2	12,7	1,4	7,6	24,8	15,0	16,1	9,5	12,2
MAJ	53,0	18,1	1,3	3,9	14,1	8,1	6,8	4,7	5,6
JUN	126,9	21,7	1,1	5,6	26,7	15,6	10,3	7,7	10,3
JUL	45,8	23,5	1,3	2,7	12,0	7,8	3,9	3,0	4,4
AVG	103,4	22,9	1,4	4,4	15,3	10,3	7,6	5,6	7,5
SEP	19,6	17,5	1,4	2,0	6,5	4,2	2,7	1,9	3,0
OKT	59,0	14,8	1,6	4,6	14,0	8,9	10,4	5,1	7,1
NOV	148,6	9,7	1,3	7,0	25,1	15,5	26,9	11,8	13,5
DEC	146,8	6,1	1,4	8,2	24,1	15,5	29,4	11,8	12,5
Letno	984,8	14,0	1,4	58,7	198,8	125,2	148,5	76,6	95,2

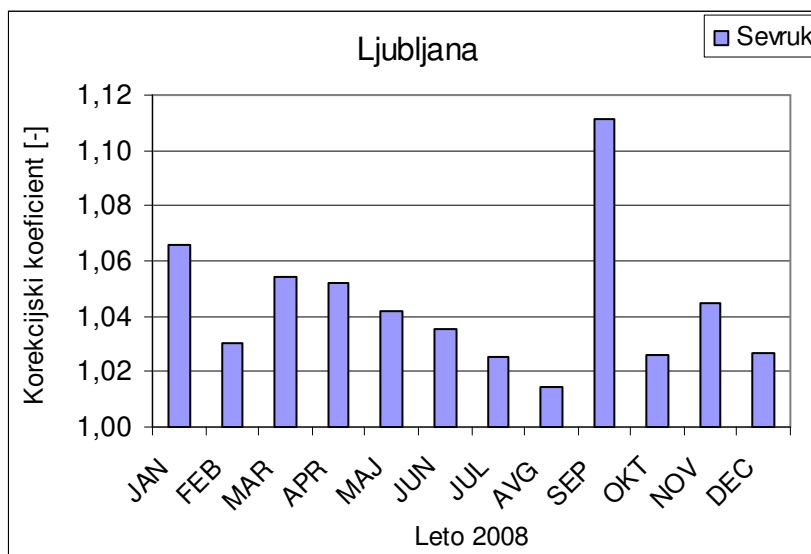
Preglednica 32: Korekcijski koeficienti za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po letopisu

Leto	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	53,0	6,8	1,1	1,09	1,25	1,16	1,22	1,10	1,13
FEB	28,5	5,8	1,4	1,06	1,20	1,13	1,21	1,09	1,10
MAR	91,0	8,7	1,6	1,07	1,19	1,13	1,19	1,09	1,11
APR	109,2	12,7	1,4	1,07	1,23	1,14	1,15	1,09	1,11
MAJ	53,0	18,1	1,3	1,07	1,27	1,15	1,13	1,09	1,11
JUN	126,9	21,7	1,1	1,04	1,21	1,12	1,08	1,06	1,08
JUL	45,8	23,5	1,3	1,06	1,26	1,17	1,09	1,07	1,10
AVG	103,4	22,9	1,4	1,04	1,15	1,10	1,07	1,05	1,07
SEP	19,6	17,5	1,4	1,10	1,33	1,22	1,14	1,10	1,15
OKT	59,0	14,8	1,6	1,08	1,24	1,15	1,18	1,09	1,12
NOV	148,6	9,7	1,3	1,05	1,17	1,10	1,18	1,08	1,09
DEC	146,8	6,1	1,4	1,06	1,16	1,11	1,20	1,08	1,09
Letno	984,8	14,0	1,4	1,06	1,20	1,13	1,15	1,08	1,10

V nadaljevanju sem predstavila vrednosti najmanjših in največjih mesečnih korekcijskih faktorjev po posameznih metodah za vsako meteorološko postajo posebej. Poleg tega sem navedla še letni korekcijski faktor oz. delež letnega pogreška ter vrednost izrazil tudi z mm.

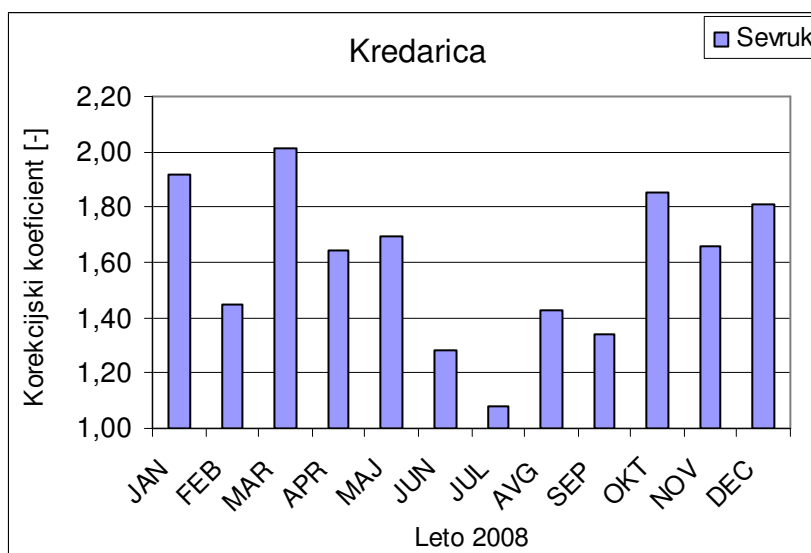
#### 7.4.3.1 Metoda Sevruka

Metoda Sevruka daje za Ljubljano po posameznih mesecih za leto 2008 različne rezultate, kar je logično, saj je količina iz meseca v mesec drugačna, spreminjata se tudi hitrost in temperatura na samem merilnem mestu. Tako daje v mesecu septembru največje odstopanje s korekcijskim faktorjem 1,11 in najmanjše v avgustu in sicer 1,01. Letni korekcijski koeficient je tako 1,04 oz. vrednosti pogreška 4 %, kar pomeni 55,5 mm letnega popravka.

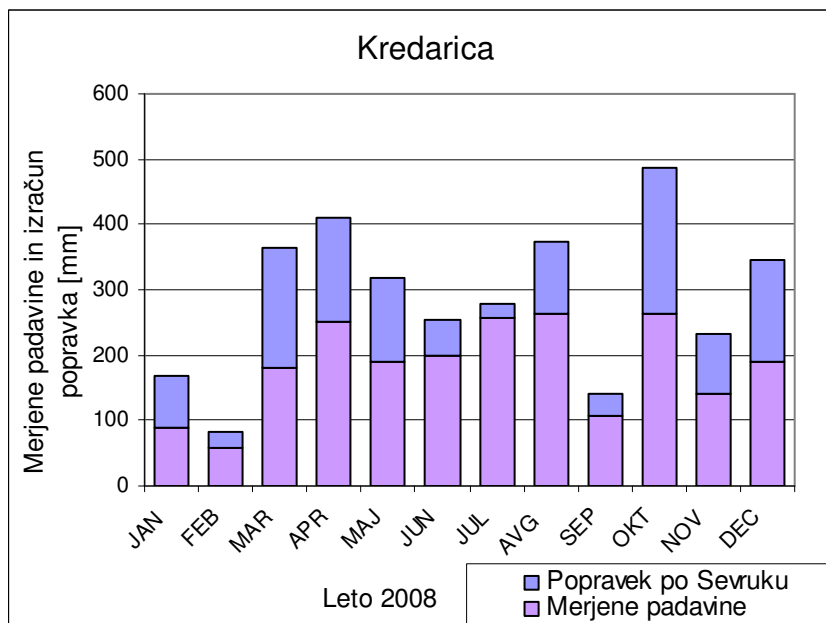


Slika 41: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu

Na Kredarici je izračun popravka višji. Maksimum je dosežen marca s korekcijskim faktorjem 2,01, medtem ko je minimum v poletnih mesecih z vrednostjo 1,28. Na letni ravni je korekcijski koeficient 1,58 oz. to predstavlja pogrešek 58 %, kar doprinese 1275,0 mm letnega popravka.

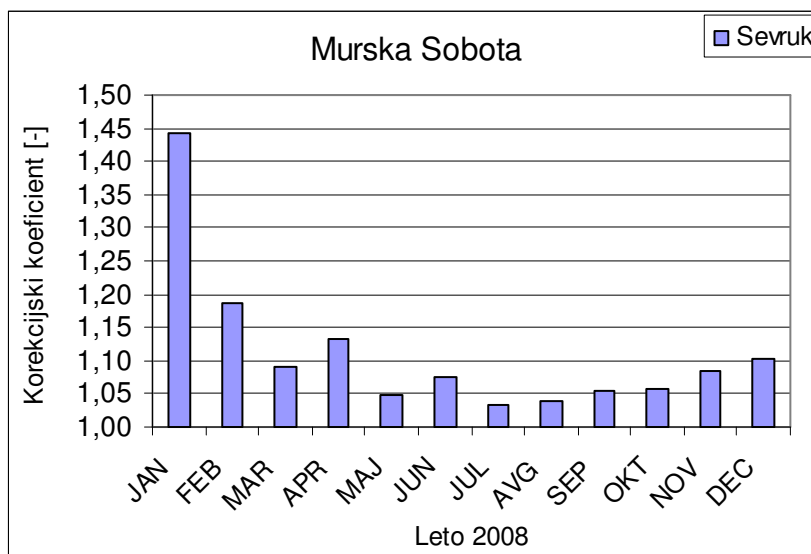


Slika 42: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu



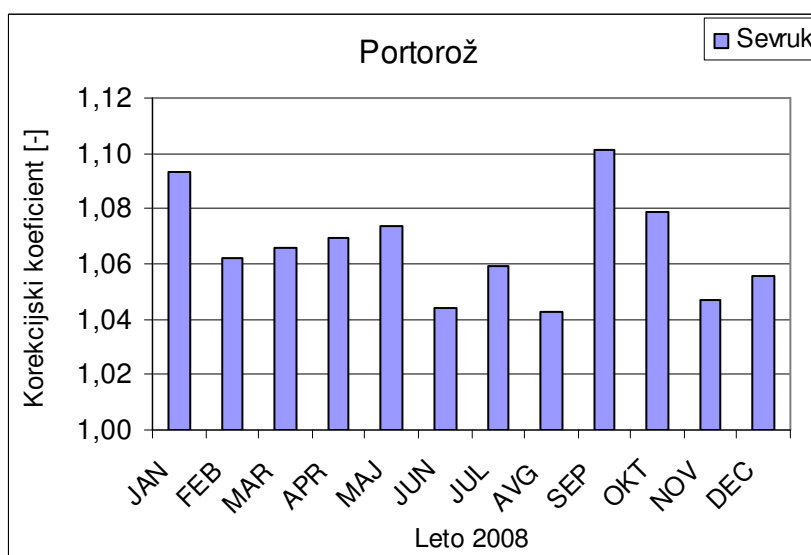
Slika 43: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Kredarica po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu

Murska Sobota ima izmed vseh meteoroloških postaj najmanjšo količino letnih padavin, vendar popravki dosegajo dokaj visoke vrednosti. Tako sem za mesec januar izračunala maksimalni korekcijski koeficient z vrednostjo 1,44, medtem ko je minimum prevladoval v juliju s koeficientom 1,03. Letni popravek tako znaša 47,5 mm padavin, kar predstavlja 7 % letnega odstopanja glede na merjene padavine.



Slika 44: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu

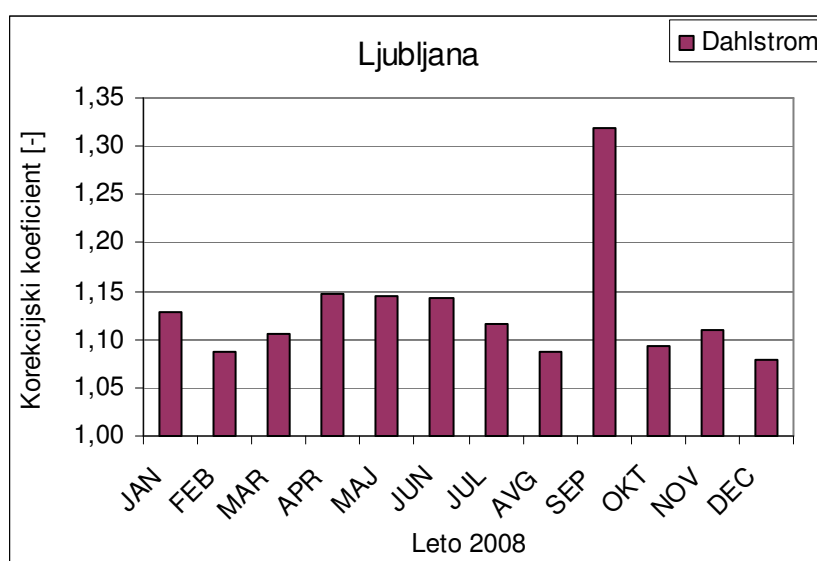
Portorož dosega v avgustu vrednost korekcijskega koeficienta 1,04, medtem ko se v septembru povzpne na 1,10. Na letni ravni tako znaša pogrešek 6 %, z 58,7 mm popravka.



Slika 45: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu

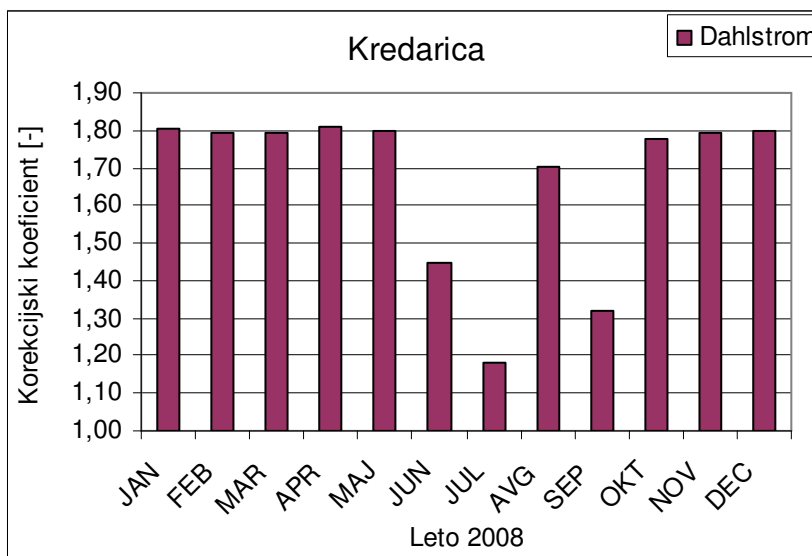
### 7.4.3.2 Metoda Dahlströma

Po metodi Dahlströma sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad dobila naslednje rezultate: najmanjši korekcijski koeficient z vrednostjo je 1,08 v mesecu decembru, medtem ko je bil najvišji koeficient meseca septembra z vrednostjo 1,32. Vzrok za dokaj visoko odstopanje ni le veter, temveč tudi veliko padavinskih dni v mesecu z majhno intenziteto. Letni korekcijski koeficient znaša 1,12, kar doprinese 172,6 mm popravkov na letni ravni.



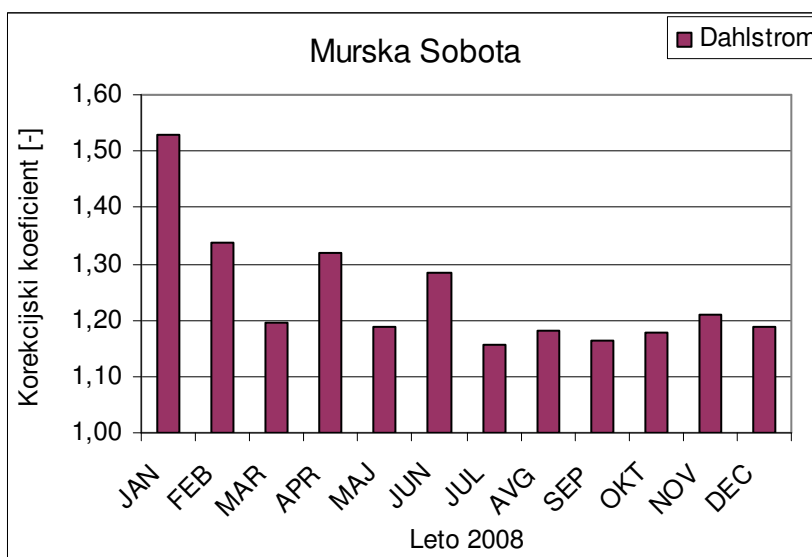
Slika 46: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu

Na Kredarici se korekcijski koeficienti po mesecih v letu 2008 gibljejo od 1,18 v juliju, do 1,81 v decembru. Na letni ravni tako znaša korekcijski koeficient 1,66. To pomeni 66 % pogreškov oz. 1433,9 mm popravka letno.



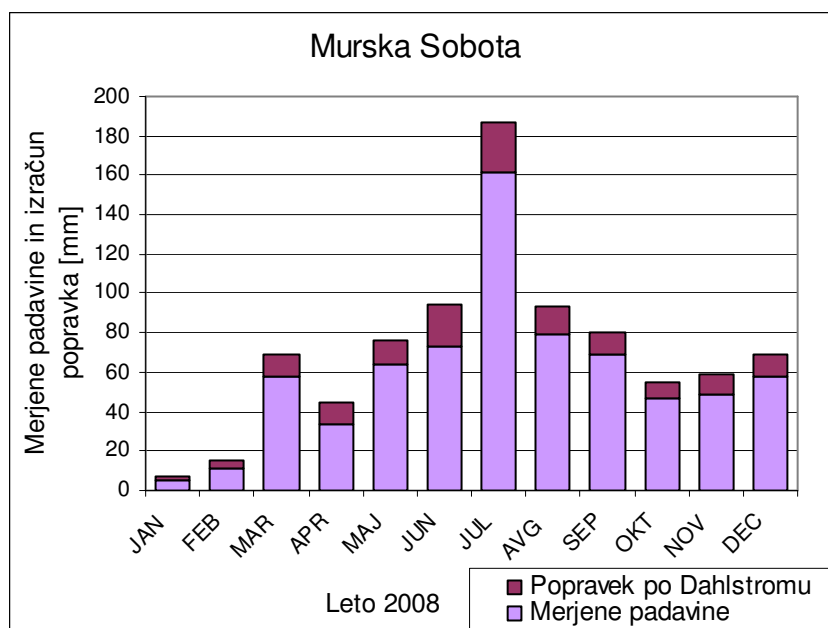
Slika 47: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu

Murska Sobota ima najmanj popravkov v juliju in septembru, s korekcijskim koeficientom 1,16, medtem ko jih ima največ v januarju s koeficientom 1,53. Na letni ravni doprinesejo popravki 141,4 mm, kar je 20 % več glede na merjene letne padavine.



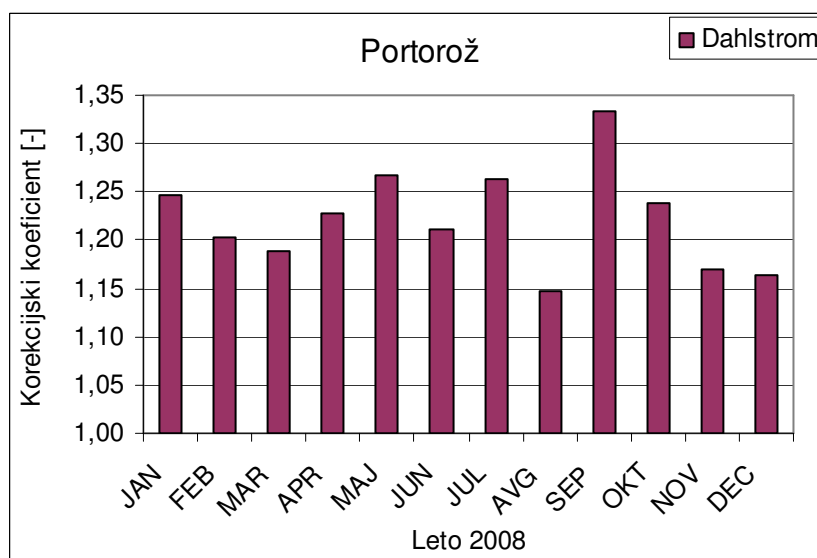
Slika 48: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu





Slika 49: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Murska Sobota po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu

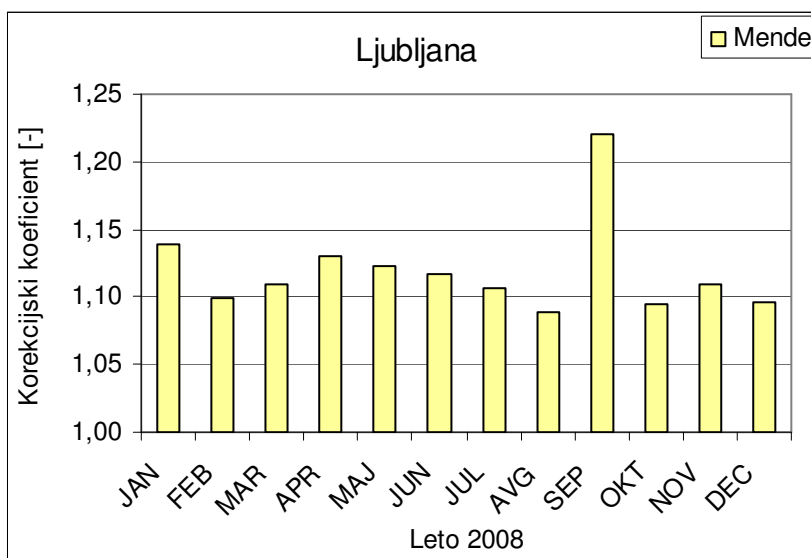
V Portorožu se korekcijski koeficient giblje od 1,16 v decembru, do 1,33 v septembru. Na letni ravni sem izračunala vrednost korekcijskega koeficienta 1,20. To predstavlja 20 % glede na letne merjene padavine oz. 198,8 mm popravka.



Slika 50: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu

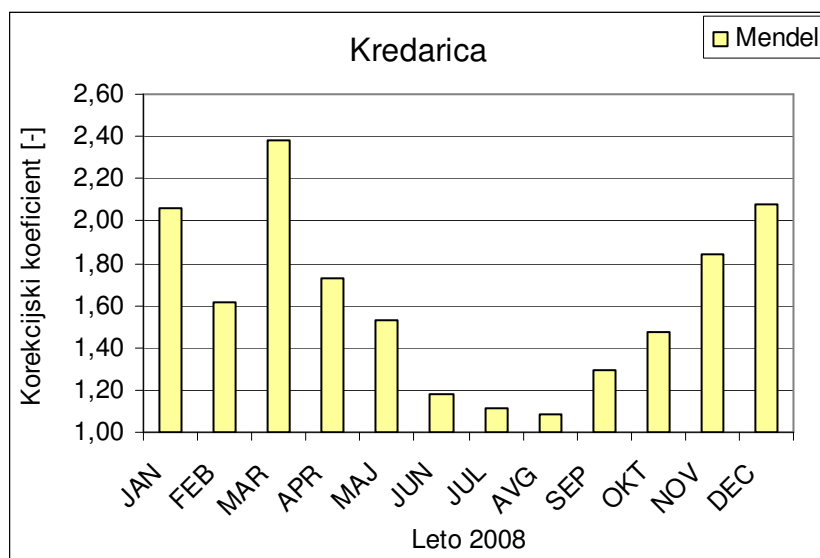
### 7.4.3.3 Metoda Mendela

Po metodi Mendela sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad za leto 2008 dobila najmanjši korekcijski koeficient za mesec avgust z vrednostjo 1,09, ter najvišji z vrednostjo 1,22 za mesec september. Po izračunih znaša korekcija na letni ravni 11 %, s čimer predstavlja 164,7 mm popravka.



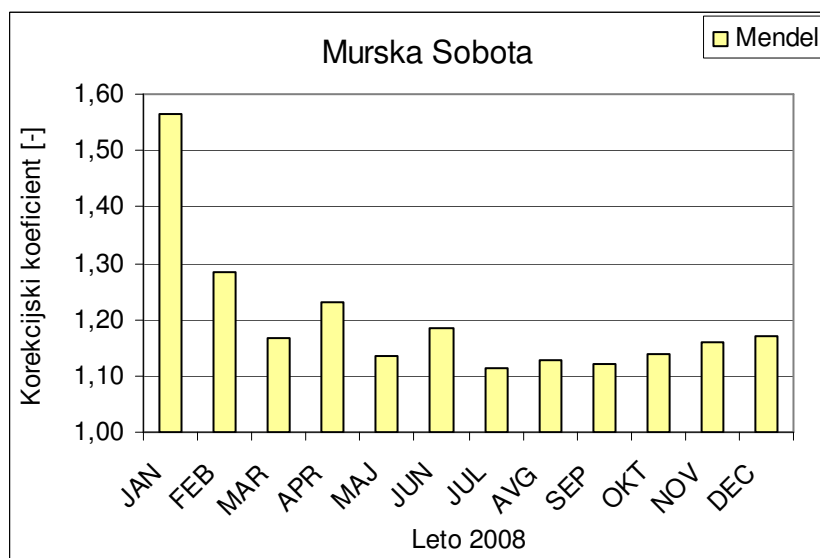
Slika 51: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu

Za Kredarico sem izračunala, da se korekcijski koeficienti gibljejo med vrednostima 1,08 in 2,38. Manjši korekcijski koeficient velja za mesec avgust, medtem ko večji za marec. Na letni ravni tako merjene padavine odstopajo za 56 %. To predstavlja 1228,9 mm padavin na letni ravni.



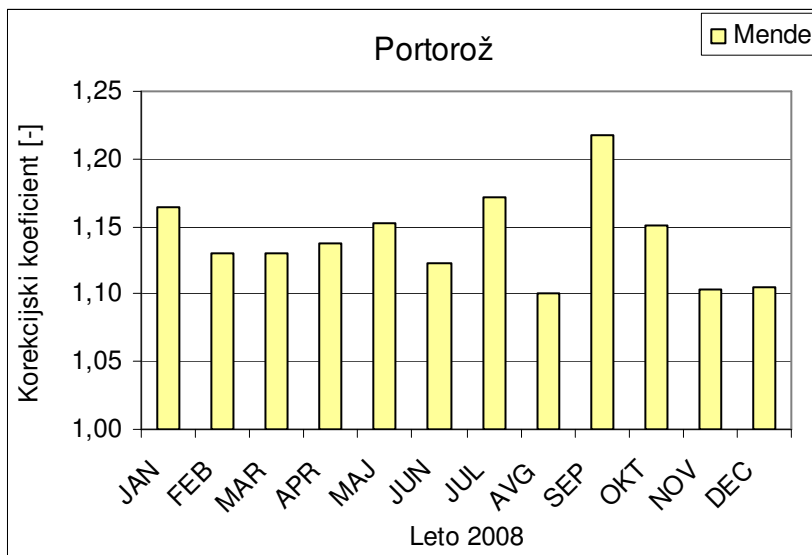
Slika 52: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu

Murska Sobota ima na letni ravni 15 % pogošek, kar je 106,3 mm popravka letno. Minimalni popravek znaša v juliju in septembru s faktorjem 1,12, medtem ko je največji potrební popravek v januarju, s korekcijskim faktorjem 1,56.

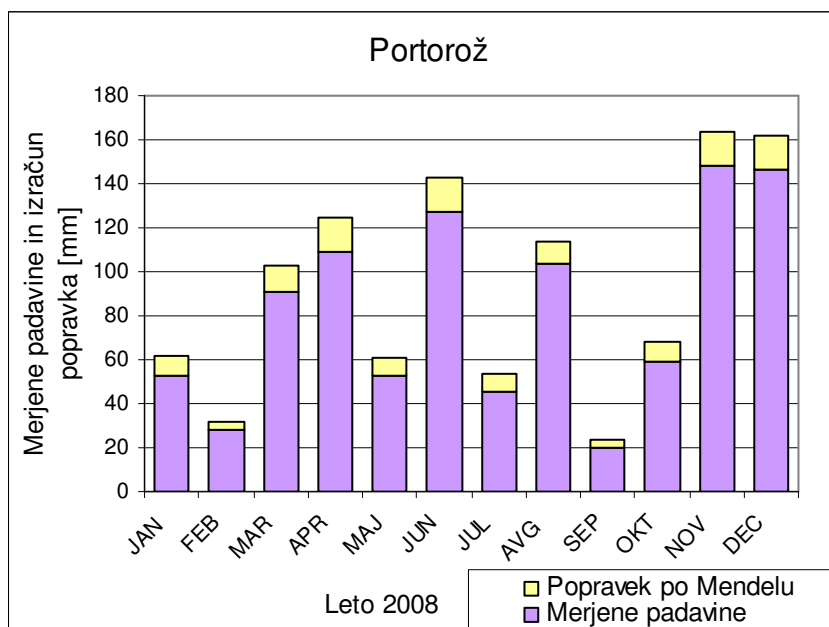


Slika 53: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu

Za Portorož je izračunani letni popravek 13 % in predstavlja 125,2 mm popravka letno. Minimalni popravek je potreben meseca avgusta (10 %) in največji septembra (22 %).



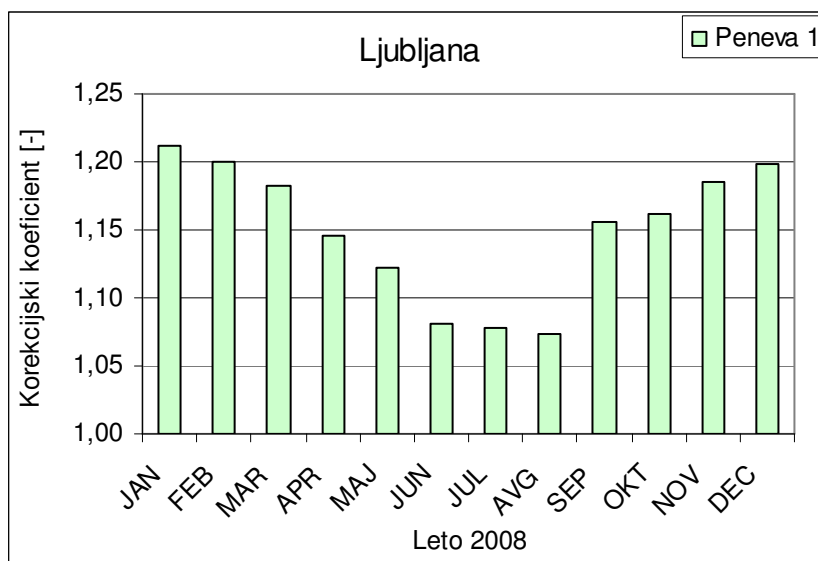
Slika 54: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu



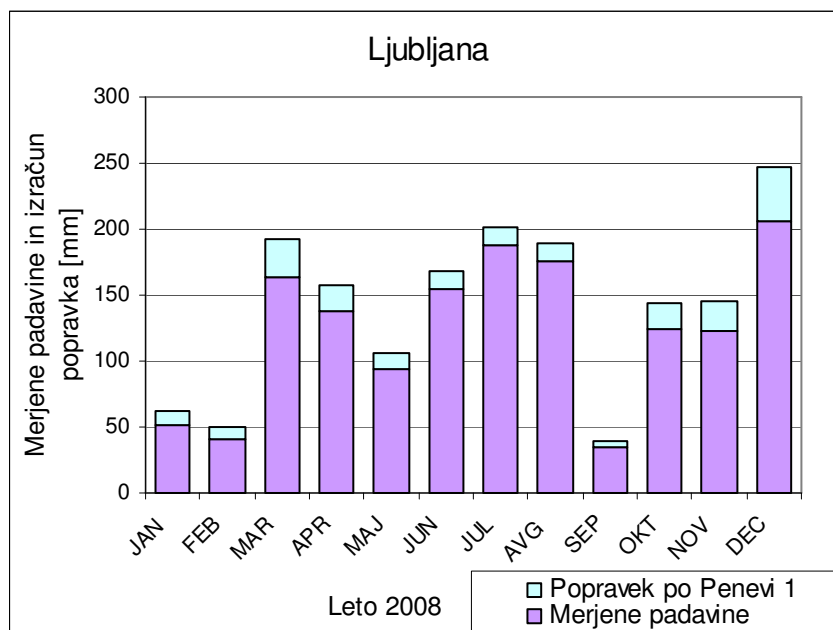
Slika 55: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Portorož po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu

#### 7.4.3.4 Metoda Peneve 1

Po metodi Peneve 1 je potrebno za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad popraviti izmerjene padavine na letni ravni za 14 %. Najmanjše korekcije so meseca avgusta, in sicer 7 %, medtem ko je največja korekcija potrebna meseca januarja, saj so bile padavine podcenjene za 21 %.

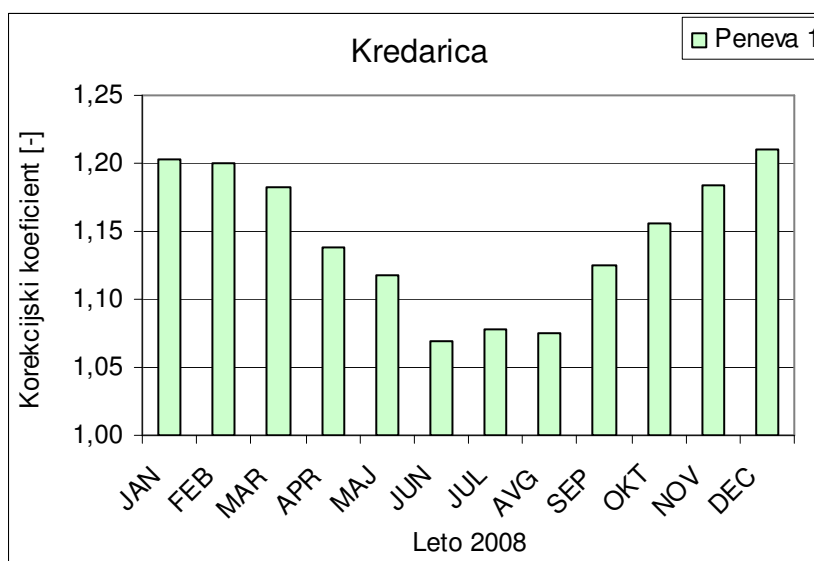


Slika 56: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu



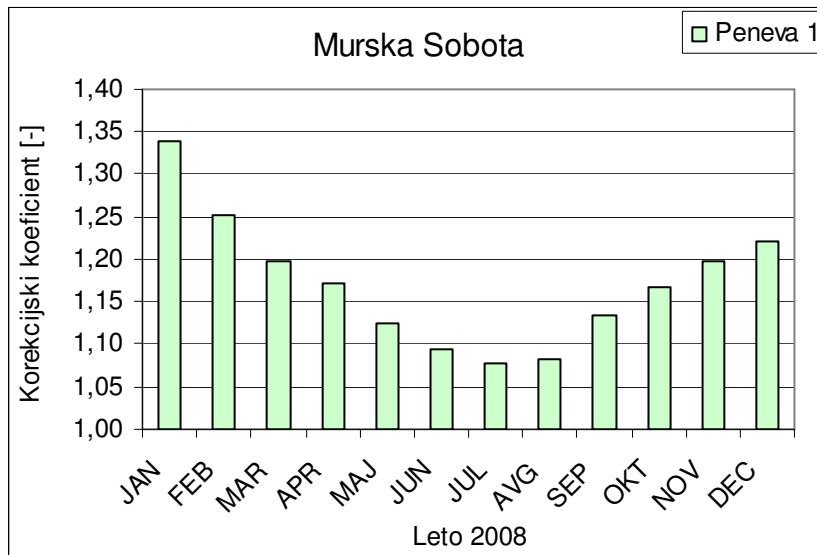
Slika 57: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Ljubljana po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu

Za Kredarico je letni popravek 293,1 mm in predstavlja 13 odstotni pogrešek v letu 2008. Najmanjši vrednosti korekcijskega koeficienta sta za junij in avgust (7 %), medtem ko je največji potreben popravek v decembru (21 %).



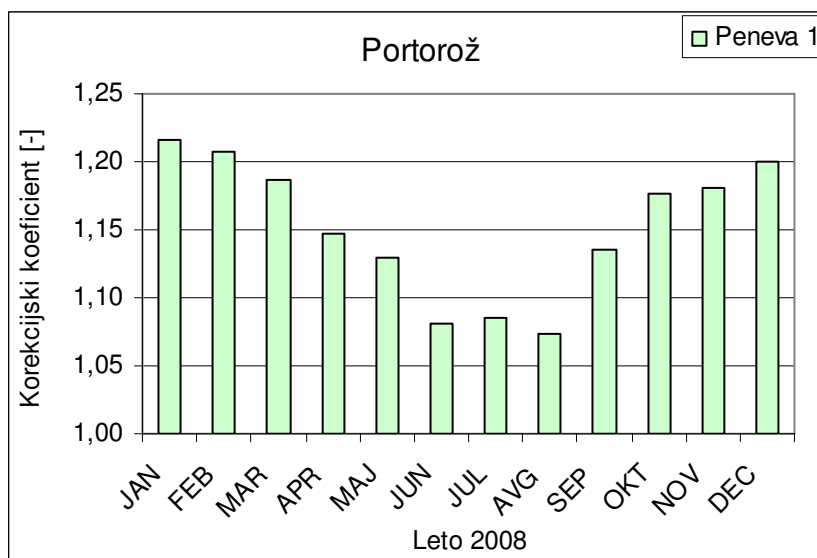
Slika 58: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu

Meteorološka postaja Murska Sobota je v juliju in avgustu podcenjena za 8 %, medtem ko je v mesecu januarju za 34 %. Na letni ravni to predstavlja 95 mm popravka oz. 13 %.



Slika 59: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu

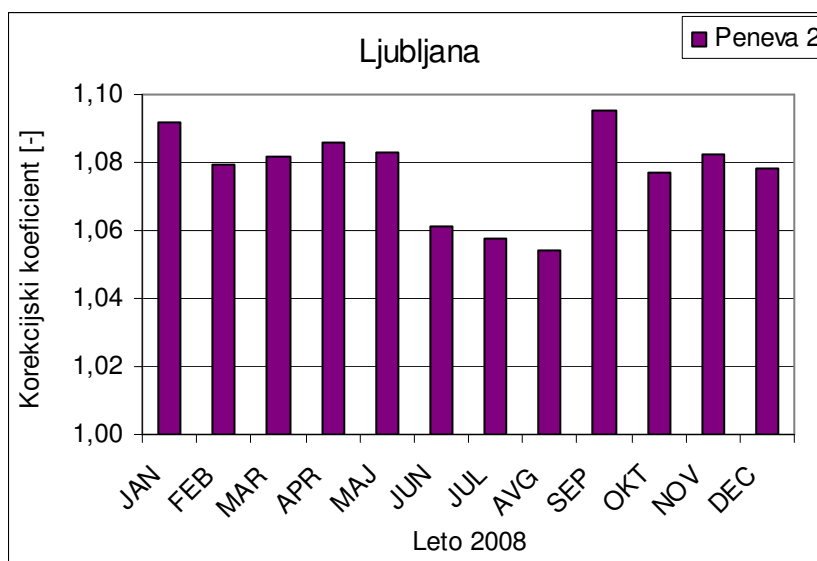
V Portorožu so odstopanja na letni ravni 15 %. To znaša za obravnavano leto 148,5 mm. Najmanjša korekcija je potrebna v avgustu (7 %) in največja v januarju (22 %).



Slika 60: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu

#### 7.4.3.5 Metoda Peneve 2

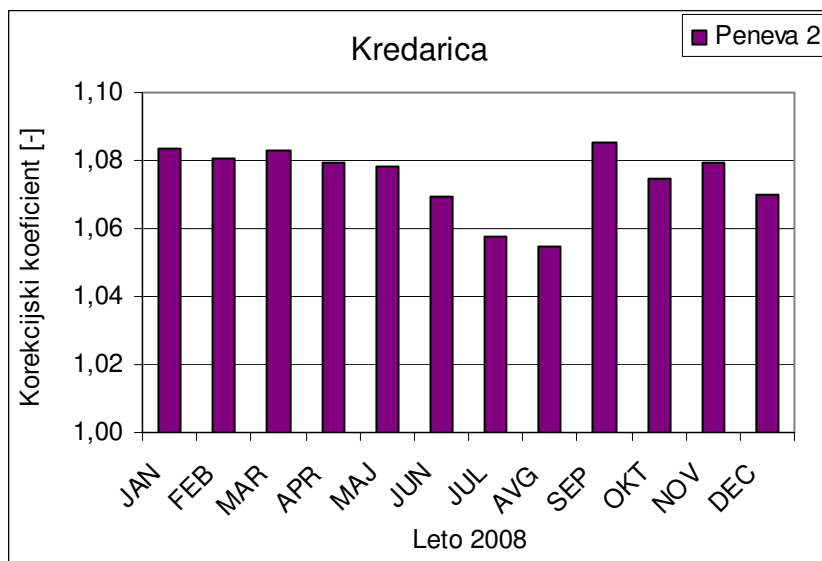
Po metodi Peneve 2 sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad dobila naslednje rezultate: najmanjši korekcijski koeficient z vrednostjo je 1,05 v mesecu avgustu, medtem ko je bil najvišji koeficient meseca septembra z vrednostjo 1,10. Letna korekcija po dani metodi znaša 7 %. To je 109,7 mm popravka letno.



Slika 61: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu

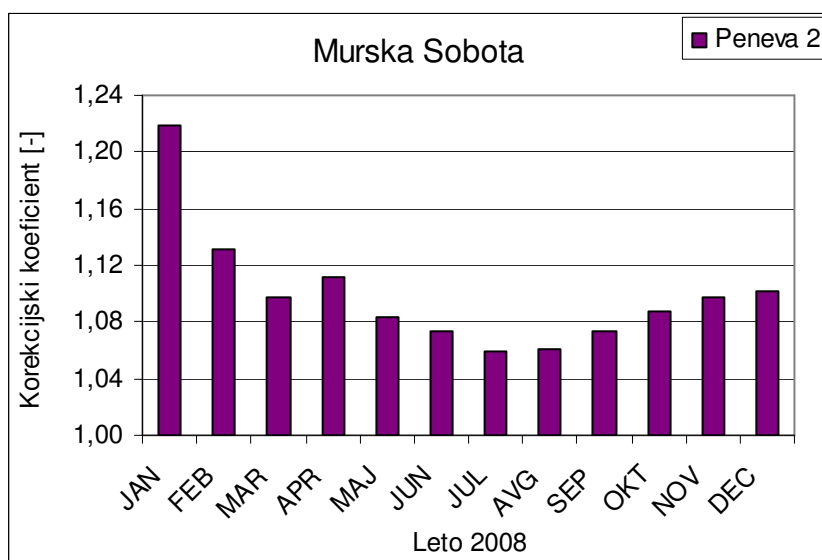
Na Kredarici je korekcija v mesecu avgustu okrog 5 %, v septembru pa 9 %. Na letni ravni tako znaša korekcijski koeficient 1,07. To pomeni 7 % pogreškov oz. 1433,9 mm popravka letno.





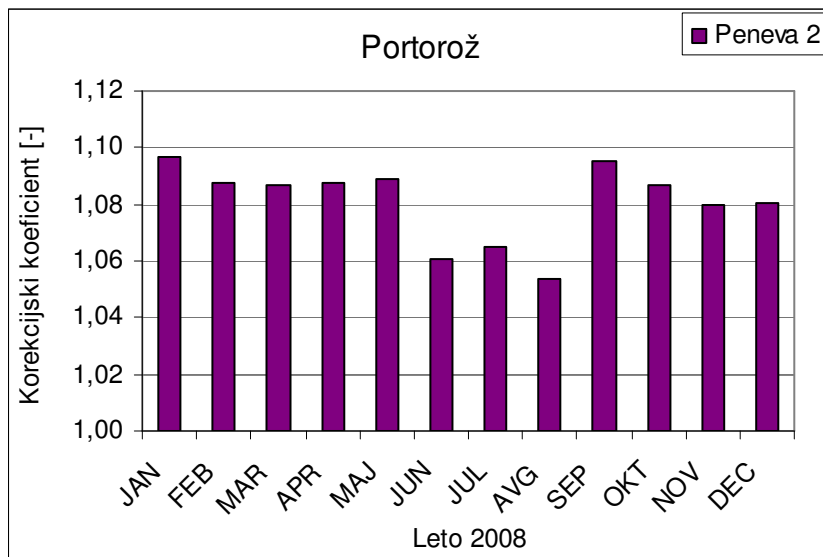
Slika 62: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu

Murska Sobota ima največ popravkov v januarju, s korekcijskim koeficientom 1,22, medtem ko jih ima najmanj v juliju in avgustu s koeficientom 1,08. Na letni ravni doprinesejo popravki 56,7 mm, kar je 8 % več glede na merjene padavine.

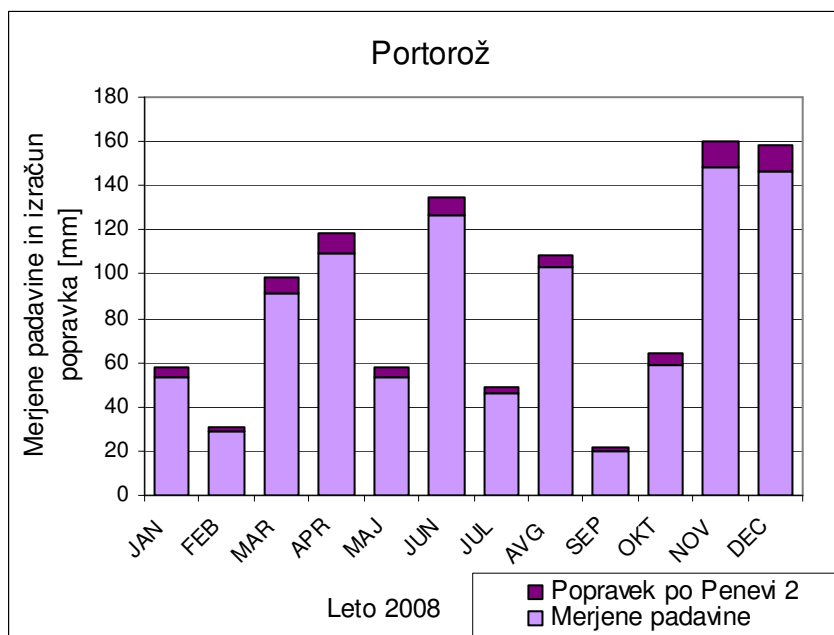


Slika 63: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu

V Portorožu se korekcijski koeficient giblje od 1,07 v avgustu, do 1,15 v septembru. Na letni ravni sem izračunala vrednost korekcijskega koeficienta 1,10. To predstavlja 10 % glede na letne merjene padavine oz. 76,6 mm.



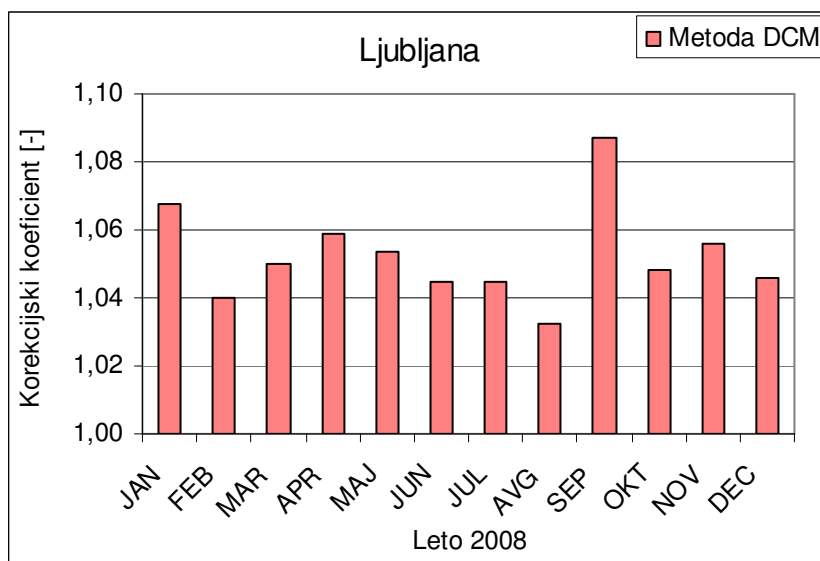
Slika 64: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu



Slika 65: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Portorož po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu

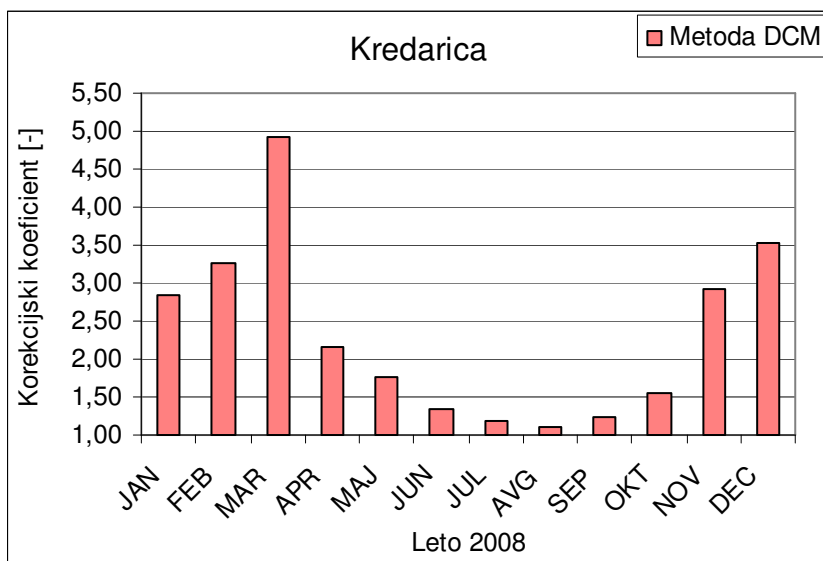
#### 7.4.3.6 Modificirana metoda DCM

Za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem za leto 2008 dobila najmanjši korekcijski koeficient za mesec avgust z vrednostjo 1,03, ter najvišji z vrednostjo 1,09 za mesec september. Po izračunih znaša popravek na letni ravni 5 %, s čimer predstavlja 72,7 mm popravka.



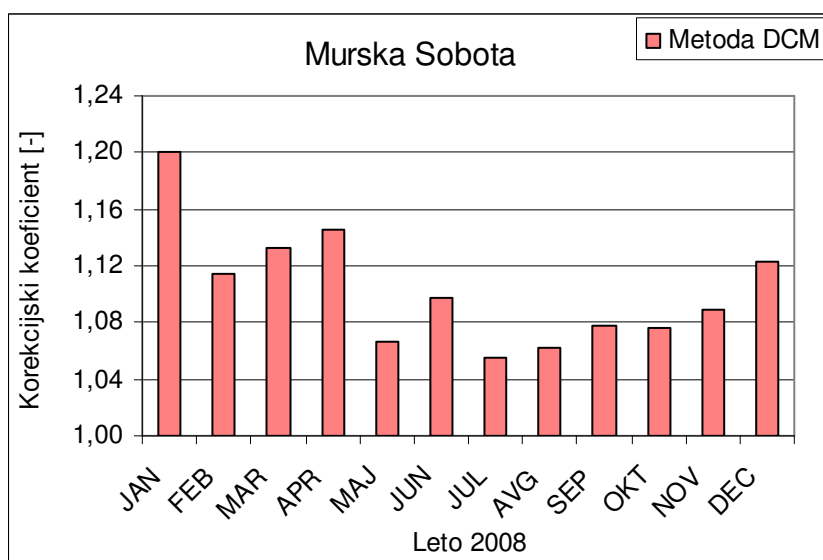
Slika 66: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu

Za Kredarico sem izračunala, da se korekcijski koeficienti gibljejo med vrednostima 1,11 in 4,91. Manjši korekcijski koeficient velja za mesec avgust, medtem ko večji za marec. Na letni ravni tako merjene padavine odstopajo za korekcijski faktor 2,14. To predstavlja 2495,0 mm padavin na letni ravni, kar je zelo veliko odstopanje.



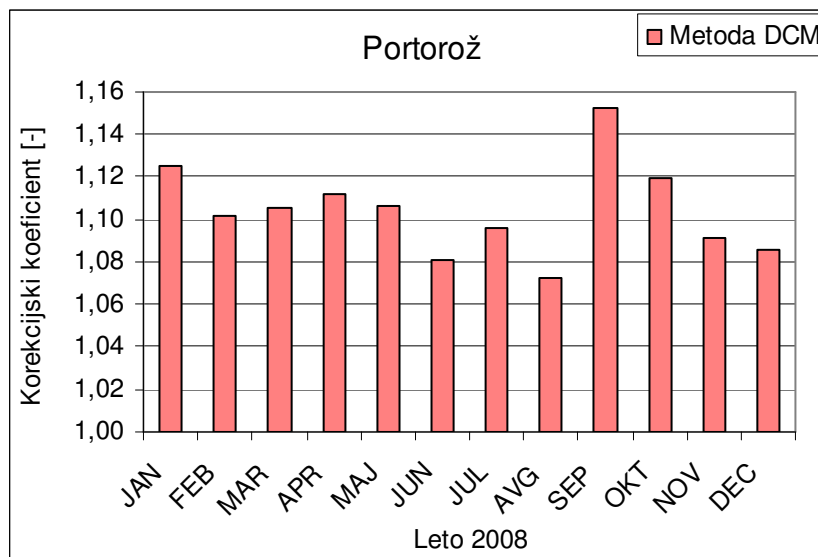
Slika 67: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu

Murska Sobota ima na letni ravni 9 % pogrešek, kar predstavlja 60,3 mm popravka letno. Minimalni popravek znaša v juliju s faktorjem 1,06, medtem ko je največji potrebi popravek v januarju, s korekcijskim faktorjem 1,20.



Slika 68: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu

Za Portorož sledi po izračunih letni popravek 10 % in predstavlja 95,2 mm popravka letno. Manjša korekcija je potrebna meseca avgusta (7 %) in največja januarja (13 %).



Slika 69: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu

## 7.5 Izračun popravka s pomočjo 30-minutnih vrednosti meteoroloških podatkov

### 7.5.1 Vhodni podatki

Druga vrsta vhodnih podatkov so dnevne 30-minutne vrednosti meteoroloških podatkov. Podatke o vetru, temperaturi, zračni vlagi in seveda količini merjenih padavin sem na prošnjo pridobila iz Agencije RS za okolje (ARSO, 2010), za vse štiri meteorološke postaje za leto 2008. 30-minutni podatki o vetru so povprečja 5-minutnih meritev. Natančnost merjenja padavin z ombrografom je na 0,1 mm natančno. Vrsta padavin ni bila določena, zato sem ta podatek privzela iz meteorološkega letopisa (ARSO, 2008).

### 7.5.2 Metodologija korekcije padavin

Izračun popravka sem naredila na dnevni ravni po šestih metodah na štirih meteoroloških postajah s pomočjo Programa Excel. Za poletni čas, ki je trajal od 28.marca do 26.oktobra,

sem podatke obravnavala po dnevih od 8h do 8h, medtem ko sem jih v zimskem času obravnavala od 7h do 7h. Vrednosti za veter, temperaturo in vlago sem v danem dnevu seštel, povprečila in dobila ustrezne vhodne podatke za korekcijo merjenih padavin. Intenziteto sem dobila tako, da sem vsako polurno vrednost delila z 0,5 ure, vrednosti seštel in določila povprečno dnevno intenziteto.

### 7.5.3 Rezultati

Rezultati popravkov, izračunani s pomočjo dnevni vrednosti podatkov, dobljenih iz 30-minutnih povprečij meritev, so predstavljeni na podoben način kot popravki dnevni vrednosti po letopisu in so prikazani v preglednicah od 33 do 40, za vse obravnavane metode in vse meteorološke postaje. V sklopu tega podpoglavja sem navedla tudi maksimalne in minimalne korekcijske koeficiente oz. delež popravka. Letni popravek sem podala z deležem in z enoto v mm.

Preglednica 33: Izračun popravka za Ljubljano po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	46,3	2,4	0,4	3,4	6,3	6,7	9,9	4,3	3,5
FEB	39,6	4,3	0,6	1,3	3,4	4,0	7,9	3,2	2,0
MAR	158,7	6,1	0,6	7,1	16,8	18,3	29,1	13,2	14,5
APR	128,0	10,6	0,6	5,9	16,9	15,7	18,4	10,8	7,6
MAJ	86,8	16,8	0,7	3,7	12,6	10,7	10,6	7,2	5,1
JUN	143,4	20,3	0,5	5,6	21,5	17,7	11,7	8,9	7,3
JUL	178,9	21,4	0,6	5,3	21,9	20,4	13,9	10,3	9,3
AVG	168,4	20,9	0,5	3,2	14,9	15,6	12,5	9,1	6,5
SEP	28,4	15,2	0,6	3,5	10,3	7,3	4,2	3,1	2,9
OKT*	118,0	11,8	0,5	2,9	11,1	11,0	18,5	9,1	5,9
NOV	116,3	6,4	0,4	4,8	12,6	12,9	21,3	9,6	7,2
DEC	195,6	2,0	0,5	5,6	15,6	19,0	38,9	15,4	8,4
Letno	1408,4	11,5	0,5	52,4	164,1	159,3	197,0	104,2	80,1

\* manjkajoči podatki

Preglednica 34: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	46,3	2,4	0,4	1,07	1,14	1,15	1,21	1,09	1,08
FEB	39,6	4,3	0,6	1,03	1,09	1,10	1,20	1,08	1,05
MAR	158,7	6,1	0,6	1,04	1,11	1,12	1,18	1,08	1,09
APR	128,0	10,6	0,6	1,05	1,13	1,12	1,14	1,08	1,06
MAJ	86,8	16,8	0,7	1,04	1,15	1,12	1,12	1,08	1,06
JUN	143,4	20,3	0,5	1,04	1,15	1,12	1,08	1,06	1,05
JUL	178,9	21,4	0,6	1,03	1,12	1,11	1,08	1,06	1,05
AVG	168,4	20,9	0,5	1,02	1,09	1,09	1,07	1,05	1,04
SEP	28,4	15,2	0,6	1,12	1,36	1,26	1,15	1,11	1,10
OKT*	118,0	11,8	0,5	1,02	1,09	1,09	1,16	1,08	1,05
NOV	116,3	6,4	0,4	1,04	1,11	1,11	1,18	1,08	1,06
DEC	195,6	2,0	0,5	1,03	1,08	1,10	1,20	1,08	1,04
Letno	1408,4	11,5	0,5	1,04	1,12	1,11	1,14	1,07	1,06

\* manjkajoči podatki

Preglednica 35: Izračun popravka za Kredarico po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FEB	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAR	*	*	*	*	*	*	*	*	*
APR	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAJ	*	*	*	*	*	*	*	*	*
JUN*	10,3	8,7	2,3	2,4	4,9	7,5	1,0	1,0	4,4
JUL	292,7	6,0	3,7	98,2	119,6	28,0	22,6	16,7	163,0
AVG*	215,6	7,0	3,7	122,0	93,0	19,2	16,3	12,0	130,6
SEP*	75,9	7,4	3,7	26,1	30,9	8,5	9,2	6,2	47,0
OKT	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NOV	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DEC	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Letno	594,5	7,3	3,4	248,7	248,5	63,2	49,1	35,9	344,9

\* manjkajoči podatki

Preglednica 36: Korekcijski koeficienti za Kredarico po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FEB	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAR	*	*	*	*	*	*	*	*	*
APR	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAJ	*	*	*	*	*	*	*	*	*
JUN*	10,3	8,7	2,3	1,23	1,48	1,72	1,10	1,10	1,43
JUL	292,7	6,0	3,7	1,34	1,41	1,10	1,08	1,06	1,56
AVG*	215,6	7,0	3,7	1,57	1,43	1,09	1,08	1,06	1,61
SEP*	75,9	7,4	3,7	1,34	1,41	1,11	1,12	1,08	1,62
OKT	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NOV	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DEC	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Letno	594,5	7,3	3,4	1,42	1,42	1,11	1,08	1,06	1,58

\* manjkajoči podatki

Preglednica 37: Izračun popravka za Mursko Soboto po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	4,3	1,6	0,6	3,3	3,6	3,9	1,9	1,4	0,6
FEB	12,0	3,7	0,8	3,4	4,9	4,7	3,4	1,9	2,0
MAR	55,3	6,2	0,8	6,3	12,5	10,7	11,3	5,8	7,2
APR	34,8	10,9	0,9	5,1	12,1	8,7	6,1	4,0	4,8
MAJ	71,1	16,5	0,7	4,8	16,5	11,7	9,2	6,4	4,7
JUN	79,4	20,0	0,6	6,5	24,1	15,2	7,6	6,0	7,9
JUL	174,0	20,8	0,8	7,4	30,4	21,9	14,0	10,5	10,8
AVG	91,2	20,2	0,6	5,7	21,8	15,4	8,0	6,2	6,4
SEP	78,5	14,8	0,8	5,9	17,8	12,5	10,3	7,2	5,1
OKT	50,9	10,8	0,5	7,0	17,7	12,4	9,8	5,8	3,9
NOV	48,5	6,0	0,6	7,1	14,0	11,5	10,5	5,7	4,3
DEC	60,0	2,0	0,7	6,9	12,0	11,0	13,5	6,3	7,3
Letno	760,0	11,1	0,7	69,5	187,4	139,8	105,7	67,1	65,0



Preglednica 38: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	4,3	1,6	0,6	1,78	1,83	1,91	1,45	1,33	1,14
FEB	12,0	3,7	0,8	1,28	1,41	1,39	1,28	1,16	1,17
MAR	55,3	6,2	0,8	1,11	1,23	1,19	1,20	1,10	1,13
APR	34,8	10,9	0,9	1,15	1,35	1,25	1,18	1,12	1,14
MAJ	71,1	16,5	0,7	1,07	1,23	1,16	1,13	1,09	1,07
JUN	79,4	20,0	0,6	1,08	1,30	1,19	1,10	1,08	1,10
JUL	174,0	20,8	0,8	1,04	1,17	1,13	1,08	1,06	1,06
AVG	91,2	20,2	0,6	1,06	1,24	1,17	1,09	1,07	1,07
SEP	78,5	14,8	0,8	1,08	1,23	1,16	1,13	1,09	1,06
OKT	50,9	10,8	0,5	1,14	1,35	1,24	1,19	1,11	1,08
NOV	48,5	6,0	0,6	1,15	1,29	1,24	1,22	1,12	1,09
DEC	60,0	2,0	0,7	1,12	1,20	1,18	1,23	1,11	1,12
Letno	760,0	11,1	0,7	1,09	1,25	1,18	1,14	1,09	1,09

Preglednica 39: Izračun popravka za Portorož po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

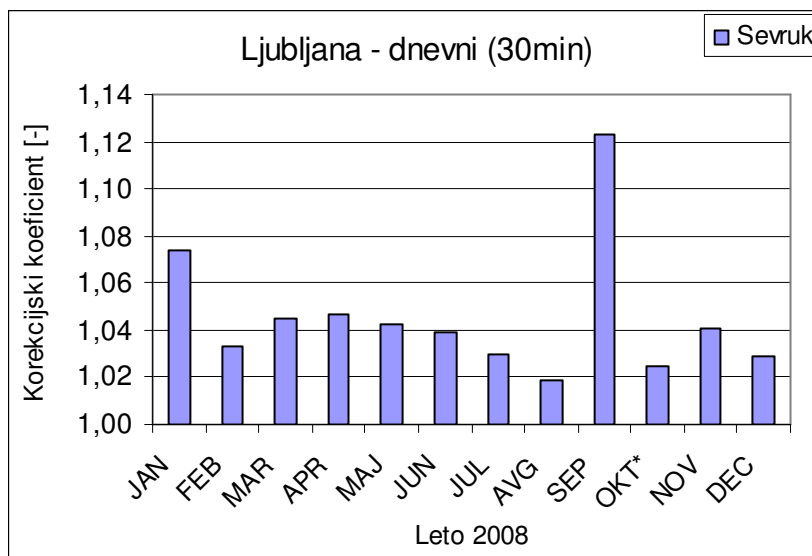
Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	55,2	6,5	1,2	5,6	13,8	8,9	12,0	5,4	8,7
FEB	28,0	5,8	1,5	2,0	5,7	3,6	5,8	2,5	3,5
MAR	90,4	8,9	1,9	6,9	18,5	12,6	17,1	8,0	12,0
APR	108,4	12,9	1,8	7,7	24,6	15,1	16,0	9,5	14,6
MAJ	52,1	17,9	1,6	3,6	13,0	8,8	6,6	4,5	5,8
JUN	123,2	21,7	1,4	7,0	27,2	15,6	10,1	7,7	12,6
JUL	46,0	23,7	1,7	3,3	12,5	8,3	3,9	3,0	6,4
AVG	104,0	23,4	1,7	4,0	15,6	10,5	7,7	5,6	9,3
SEP	21,2	18,2	1,8	2,0	7,0	4,4	2,8	2,0	3,4
OKT	81,2	15,3	1,8	5,5	17,4	10,5	13,3	6,8	11,4
NOV	146,6	10,1	1,5	6,9	25,5	15,5	26,4	11,8	14,7
DEC	158,0	6,3	1,6	7,9	25,8	16,4	31,6	12,7	15,8
Letno	1014,3	14,2	1,6	62,3	206,6	130,1	153,4	79,3	118,2

Preglednica 40: Korekcijski koeficienti za Portorož po posameznih metodah za 30-minutne vhodne podatke

Leto	$P_M$ [mm]	$T_{\text{povp.}}$ [° C]	$v_{\text{kor.povp.}}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	55,2	6,5	1,2	1,10	1,25	1,16	1,22	1,10	1,16
FEB	28,0	5,8	1,5	1,07	1,20	1,13	1,21	1,09	1,12
MAR	90,4	8,9	1,9	1,08	1,20	1,14	1,19	1,09	1,13
APR	108,4	12,9	1,8	1,07	1,23	1,14	1,15	1,09	1,13
MAJ	52,1	17,9	1,6	1,07	1,25	1,17	1,13	1,09	1,11
JUN	123,2	21,7	1,4	1,06	1,22	1,13	1,08	1,06	1,10
JUL	46,0	23,7	1,7	1,07	1,27	1,18	1,09	1,07	1,14
AVG	104,0	23,4	1,7	1,04	1,15	1,10	1,07	1,05	1,09
SEP	21,2	18,2	1,8	1,09	1,33	1,21	1,13	1,09	1,16
OKT	81,2	15,3	1,8	1,07	1,21	1,13	1,16	1,08	1,14
NOV	146,6	10,1	1,5	1,05	1,17	1,11	1,18	1,08	1,10
DEC	158,0	6,3	1,6	1,05	1,16	1,10	1,20	1,08	1,10
Letno	1014,3	14,2	1,6	1,06	1,20	1,13	1,15	1,08	1,12

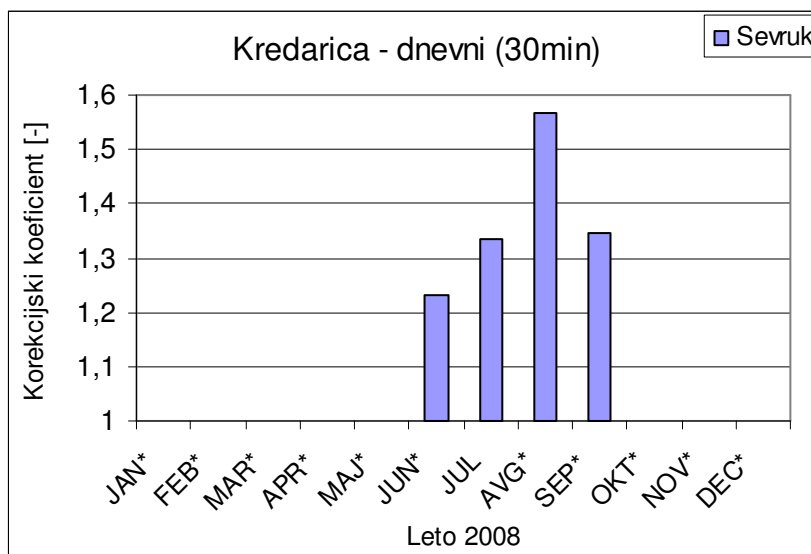
### 7.5.3.1 Metoda Sevruka

Metoda Sevruka daje za Ljubljano zanimive rezultate. Tako je v mesecu septembru največje odstopanje s korekcijskim faktorjem 1,12 in minimalno z 1,02 v oktobru. Letni korekcijski koeficient je tako 1,04 oz. vrednost pogreška 4 %, kar pomeni 52,4 mm letnega popravka. Pri tem je potrebno upoštevati, da v oktobru manjkajo podatki za dva dni in sicer za 11. in 12. oktober, kar posledično vpliva tudi na rezultat.



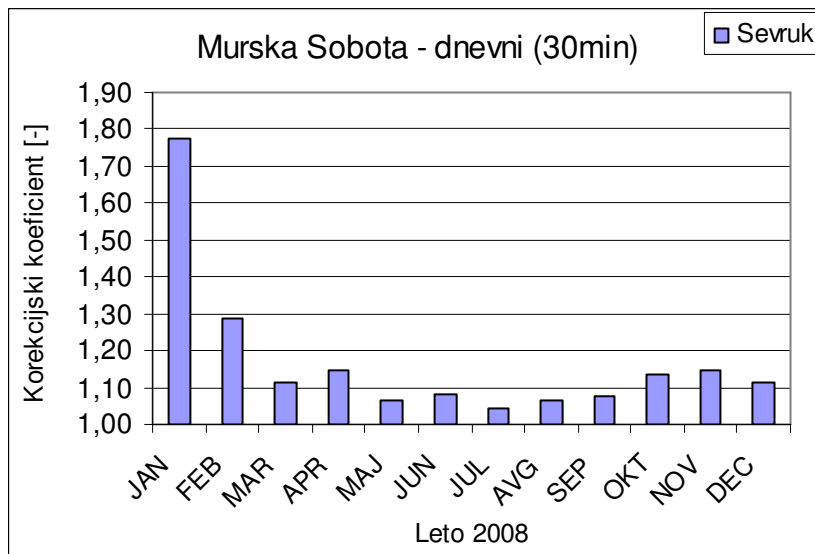
Slika 70: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke

Na Kredarici je izračun popravka višji, vendar sem slednjega lahko točno določila le za julij, približno sem ga ocenila za junij, avgust in september, medtem ko so v ostalih mesecih manjkajoči podatki in popravka nisem mogla določiti. Vzrok temu je, da dežemer na Kredarici deluje le v toplih mesecih leta, zato obravnavam le obdobje štirih mesecev. Maksimum je dosežen avgusta s korekcijskim faktorjem 1,58, medtem ko je minimum v juniju z vrednostjo 1,23, kjer moramo vzeti v zakup manjkajoče podatke. Korekcijski koeficient obravnavanih mesecev je 1,42 oz. to predstavlja pogrešek 42 %, kar doprinese 248,7 mm popravka v obdobju od sredine junija do sredine septembra.



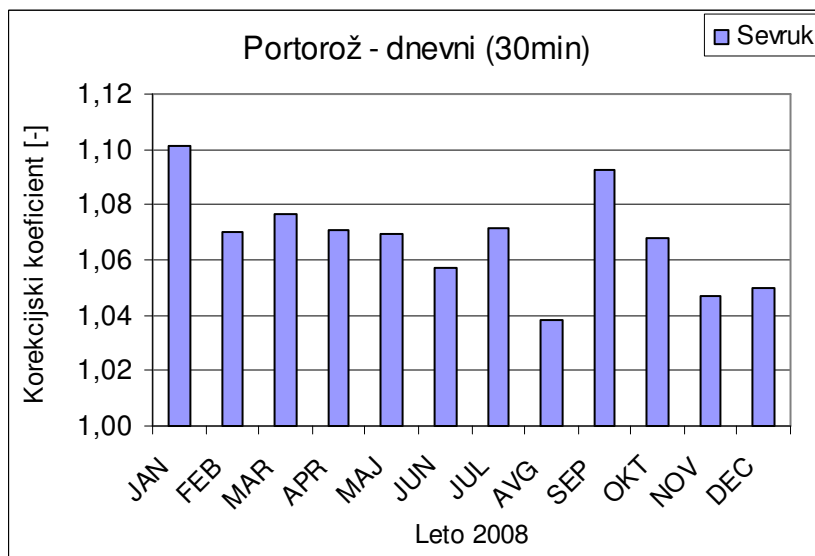
Slika 71: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke

Murska Sobota ima izmed vseh meteoroloških postaj najmanj merjenih letnih padavin, vendar popravki dosegajo dokaj visoke vrednosti. Tako sem za mesec januar izračunala maksimalni korekcijski koeficient z vrednostjo 1,78, medtem ko je minimum prevladal v juniju s koeficientom 1,04. Letni popravek tako znaša 96,5 mm padavin, kar predstavlja 9 % letnega odstopanja glede na merjene padavine.



Slika 72: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke

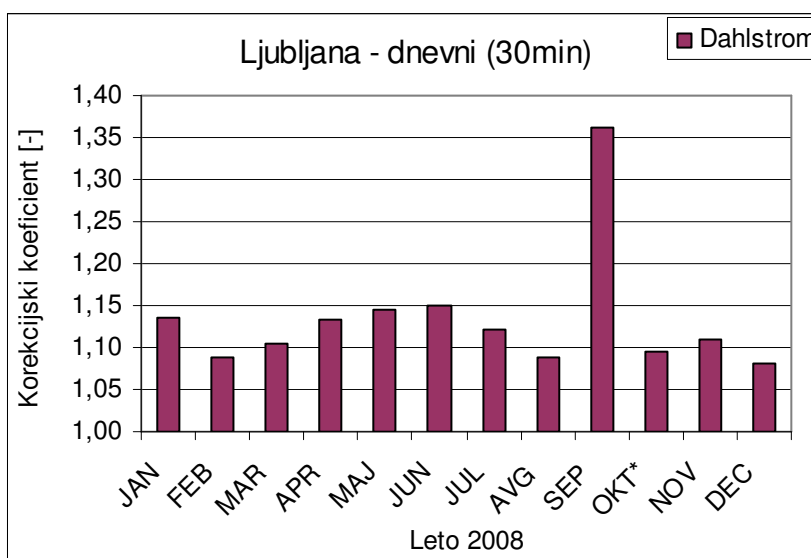
Portorož dosega v avgustu vrednost korekcijskega koeficienta 1,04, medtem ko se v januarju povzpne na 1,10. Na letni ravni tako znaša pogrešek 6 %, z 62,3 mm popravka.



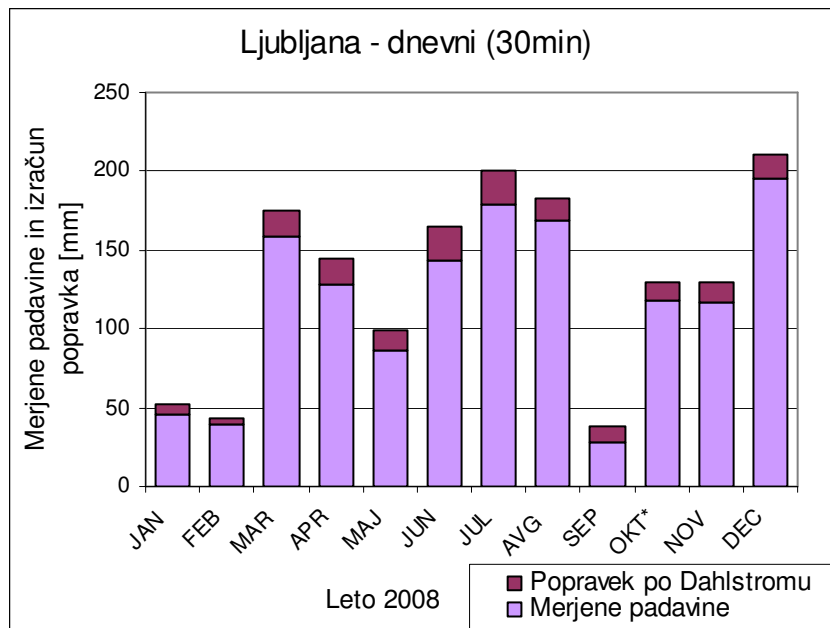
Slika 73: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke

### 7.5.3.2 Metoda Dahlströma

Po metodi Dahlströma sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad za dnevne 30-minutne podatke dobila naslednje rezultate: najmanjši korekcijski koeficient z vrednostjo je 1,08 v mesecu decembru, medtem ko je bil najvišji koeficient meseca septembra z vrednostjo 1,36. Pri tem je potrebno povedati, da rezultati za mesec oktober niso merodajni, saj so manjkali podatki za dva dni. Letni korekcijski koeficient znaša 1,12, kar doprinese 164,1 mm popravka na letni ravni.

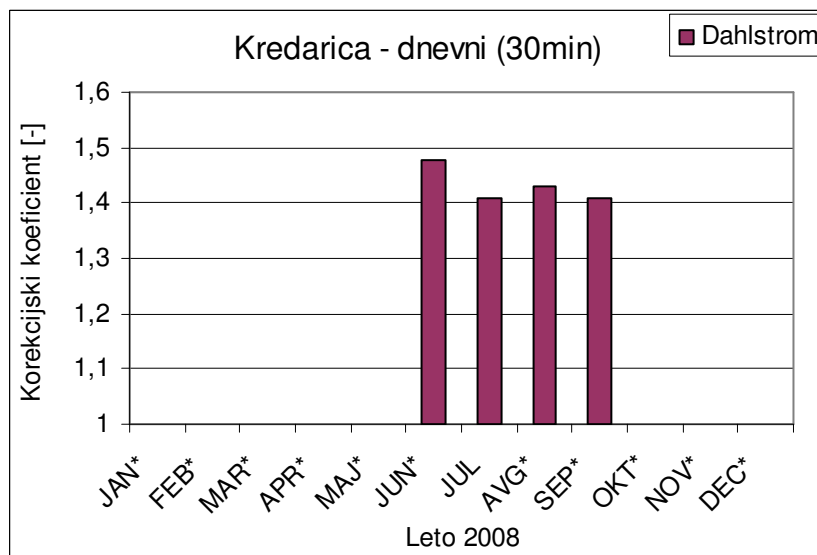


Slika 74: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke



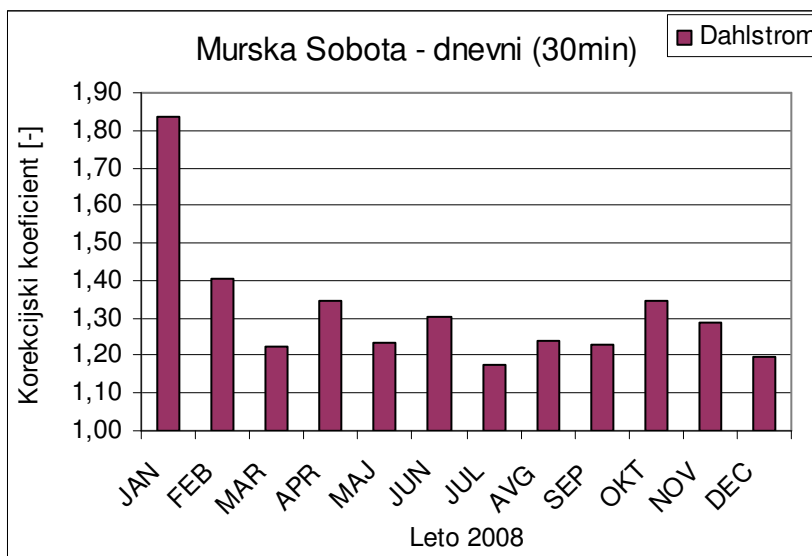
Slika 75: Histogram merjenih padavin in popravka za postajo Ljubljana po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke

Na Kredarici sem lahko z vhodnimi podatki 30-minutnih intervalov določila popravke od konca junija do sredine septembra. Delež popravkov se po obravnavanih mesecih giblje od 41 – 48 %, kar za obdobje delujočega ombrometra prikaže faktor 1,42 oz. 248,5 mm popravka.



Slika 76: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke

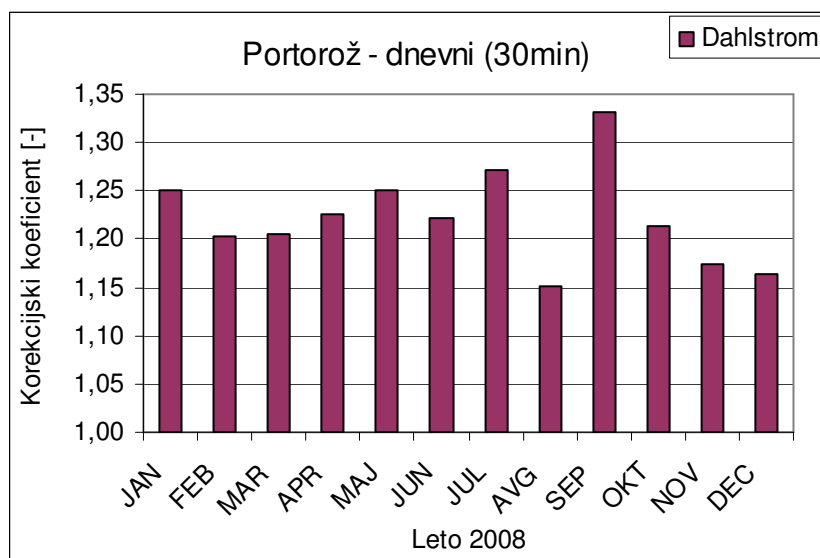
Murska Sobota ima najmanjši popravek v juliju, s korekcijskim koeficientom 1,04, medtem ko je največji v januarju s koeficientom 1,78. Na letni ravni doprinesejo popravki 187,4 mm, kar je 25 % več glede na merjene letne padavine.



Slika 77: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke

V Portorožu se korekcijski koeficient giblje od 1,15 v avgustu, do 1,33 v septembru. Na letni ravni sem izračunala vrednost korekcijskega koeficienta 1,20. To predstavlja 20 % glede na letne merjene padavine oz. 206,6 mm popravka.

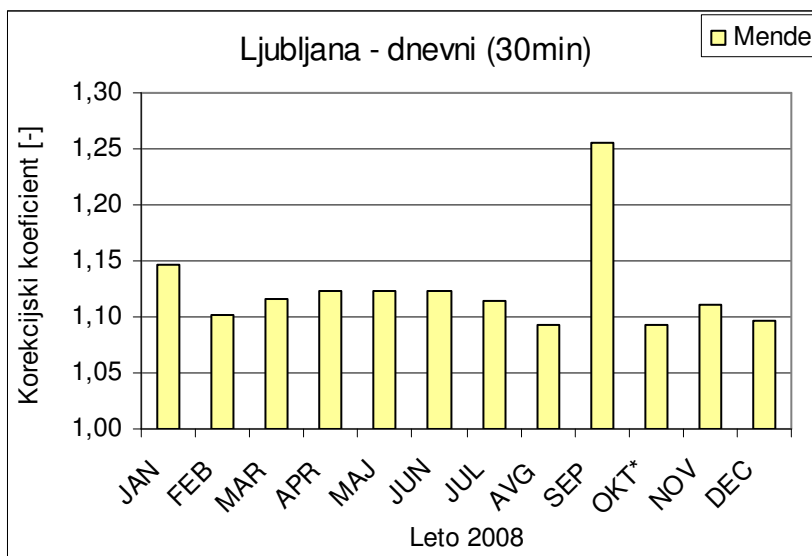




Slika 78: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke

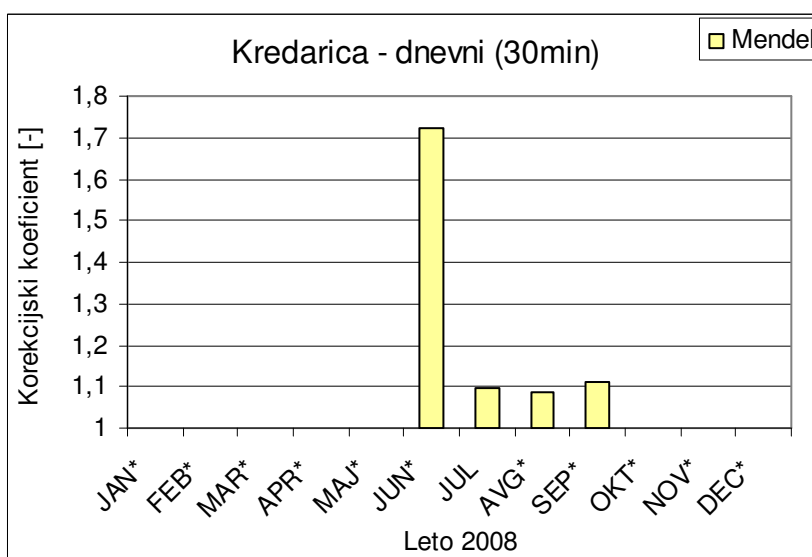
### 7.5.3.3 Metoda Mendela

Za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem za obravnavano leto s podatki 30-minutnih intervalov dobila najmanjši korekcijski koeficient za mesec avgust in oktober z vrednostjo 1,09, ter najvišji z vrednostjo 1,26 za mesec september. Rezultat za oktober ni merodajen, saj so manjkali vhodni podatki. Po izračunih znaša korekcija na letni ravni 11 %, s čimer predstavlja 159,3 mm popravka.



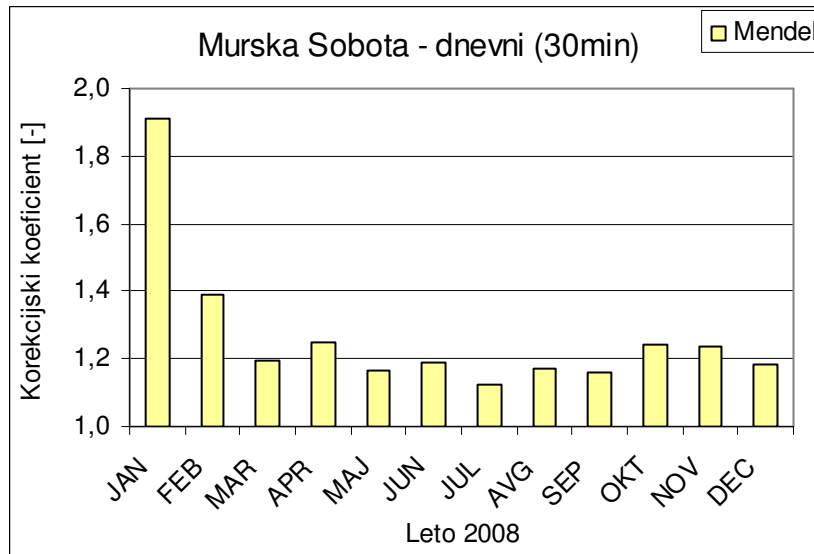
Slika 79: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke

Za Kredarico sem izračunala popravke zopet le za obdobje od sredine junija do sredine septembra. Korekcijski koeficienti se v teh mesecih gibljejo med vrednostima 1,09 v avgustu in 1,72 v juniju. Vzrok takim rezultatom so nepopolne meritve. V obdobju štirih mesecev to doprinese 11 % oz. 63,2 mm popravkov.



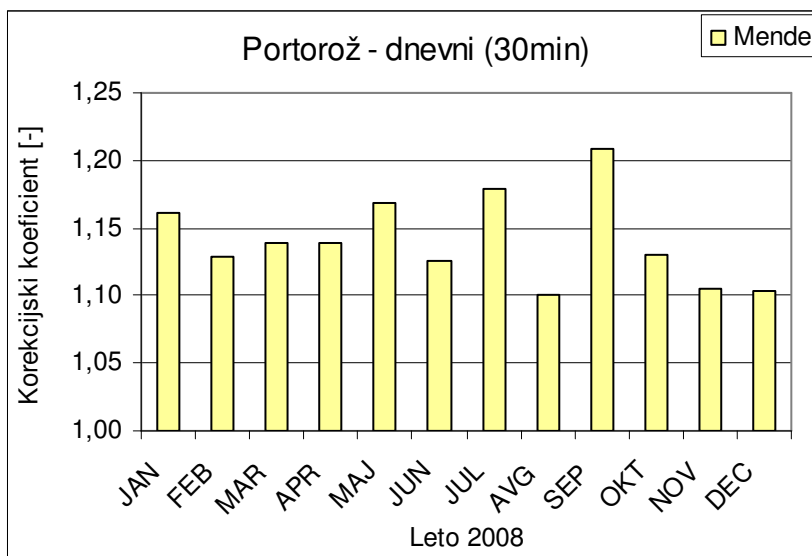
Slika 80: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke

Murska Sobota ima po metodi Mendela z danimi vhodnimi podatki na letni ravni 18 odstotni pogrešek, kar je 139,6 mm popravka letno. Najmanjši popravek znaša v juliju s faktorjem 1,13, medtem ko je največji potreben popravek v januarju, s korekcijskim faktorjem 1,91. Vzrok temu je veliko padavinskih dni z majhno intenziteto.



Slika 81: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke

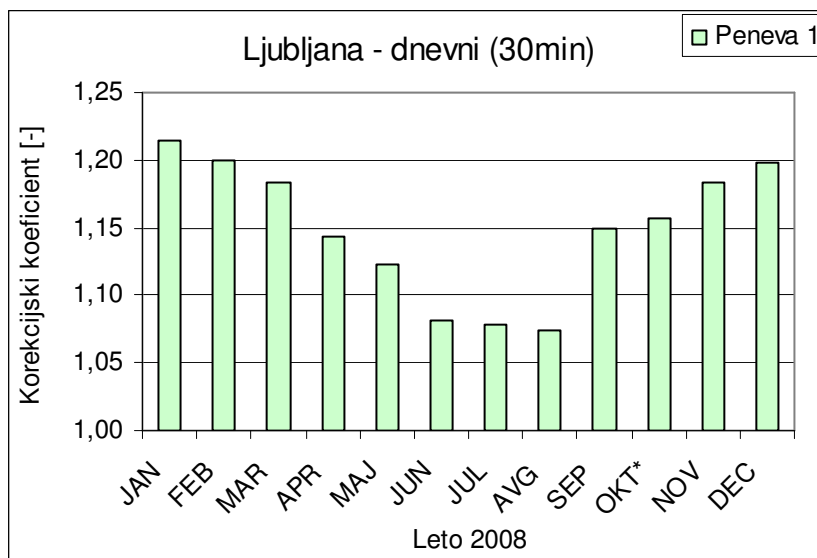
Za Portorož sledi po izračunih letni popravek 13 % kar predstavlja 130,1 mm popravka letno. Najmanjša korekcija je potrebna meseca decembra (10 %) in največja septembra (21 %).



Slika 82: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke

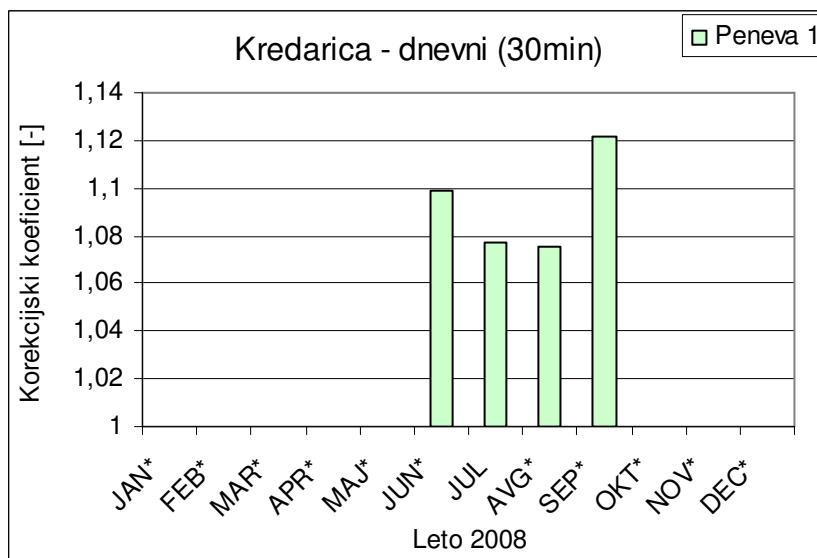
#### 7.5.3.4 Metoda Peneve 1

Po metodi Peneve 1 je bilo potrebno za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad vršiti korekcije na letni ravni za 14 %. Najmanjše korekcije so meseca avgusta, in sicer 7 %, medtem ko je največja korekcija potrebna meseca januarja, saj so bile padavine podcenjene za 21 %. Pri tem moramo ravno tako upoštevati, da korekcijski faktor za oktober (1,16) ni točen, saj je manjkalo nekaj podatkov.



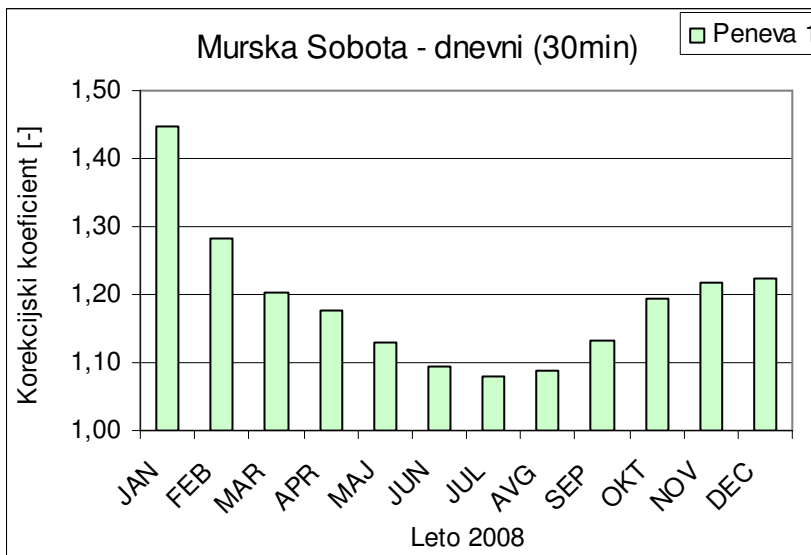
Slika 83: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke

Za Kredarico, kjer popravek računamo le v toplem delu leta, znaša slednji 49,1 mm in predstavlja 8 % pogrešek za obravnavano obdobje štirih mesecev. Najmanjši vrednosti korekcijskega koeficienta sta za julij in avgust (8 %), medtem ko je največji potrební popravek v septembru (12 %).



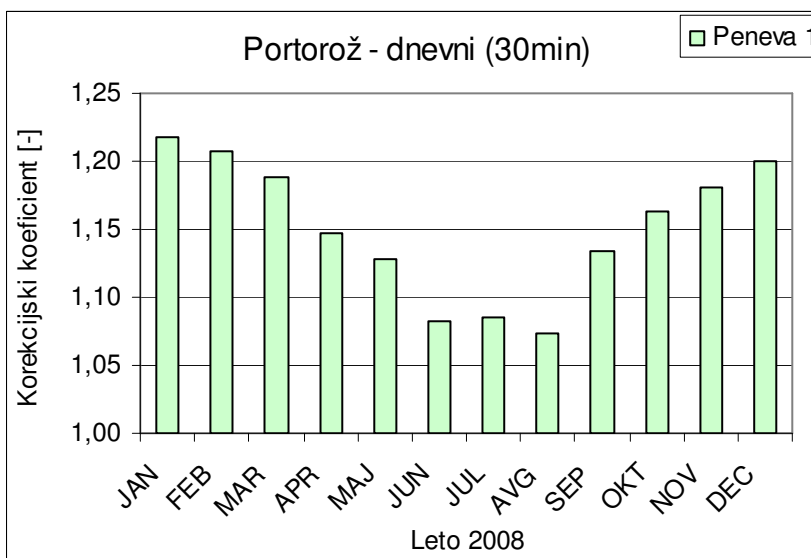
Slika 84: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke

Meteorološka postaja Murska Sobota je v juliju podcenjena za 8 %, medtem ko je v mesecu januarju za 45 %. Na letni ravni to predstavlja 105,7 mm oz. 14% podcenjene vrednosti.



Slika 85: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke

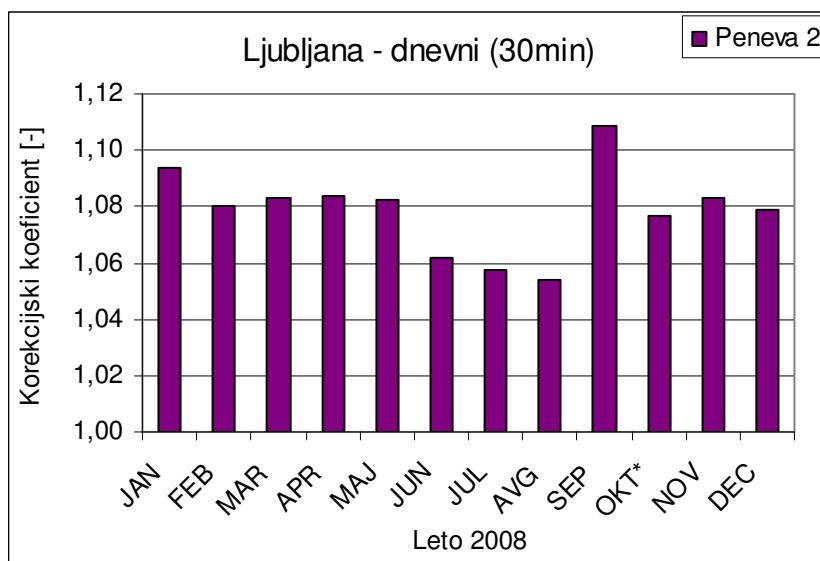
V Portorožu so odstopanja na letni ravni 15 %. To znaša za obravnavano leto 153,4 mm. Najmanjša korekcija je potrebna v avgustu (7 %) in največja v januarju (22 %).



Slika 86: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke

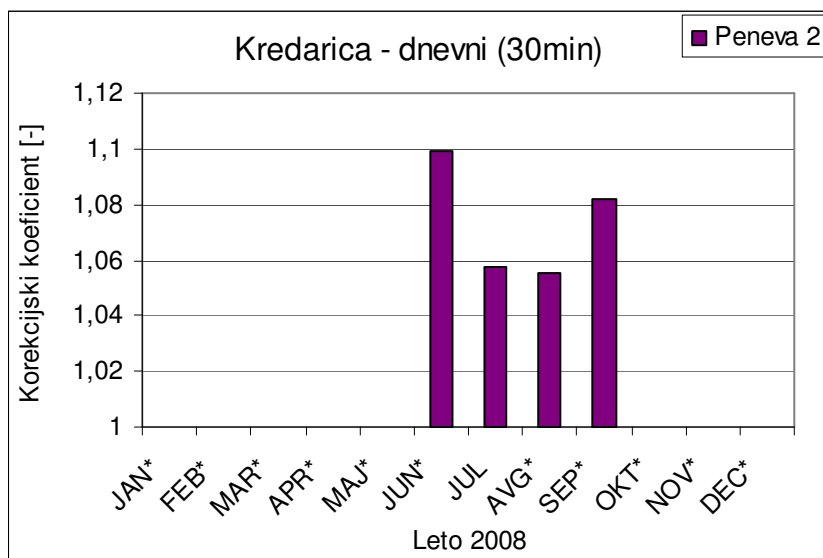
### 7.5.3.5 Metoda Peneve 2

Po metodi Peneve 2 sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad, pri kateri sem za oktober upoštevala manjkajoče podatke, dobila naslednje rezultate: najmanjši korekcijski koeficient z vrednostjo je 1,05 v mesecu avgustu, medtem ko je bil najvišji koeficient meseca septembra z vrednostjo 1,11. Letna korekcija po dani metodi znaša 7 %. To je 104,2 mm popravka letno.



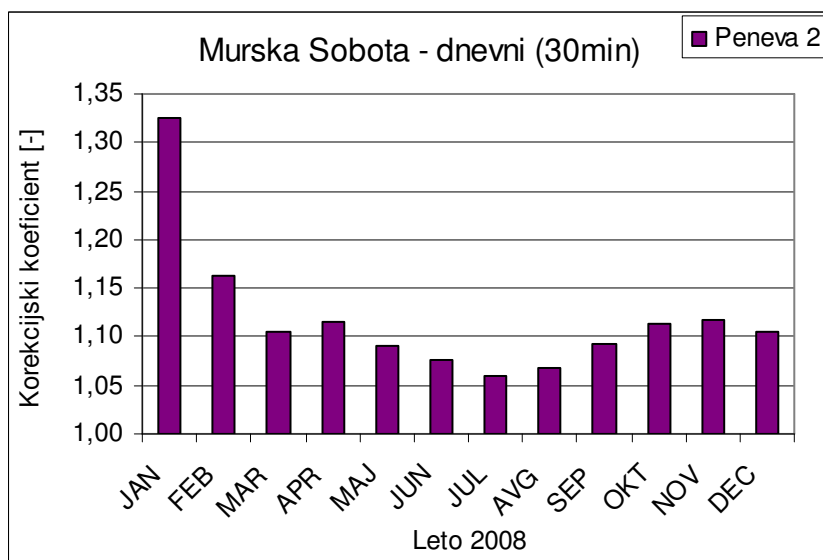
Slika 87: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke

Na Kredarici je bil popravek izračunan le od sredine junija do sredine septembra. V mesecu juliju in avgustu so bile padavine podcenjene za okrog 6 %, v septembru za 8 % in v juniju za 10 %. Na ravni poletnega obdobja tako znaša korekcijski koeficient 1,06. To pomeni 6 % pogreškov oz. 35,9 mm popravka od junija do septembra.



Slika 88: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke

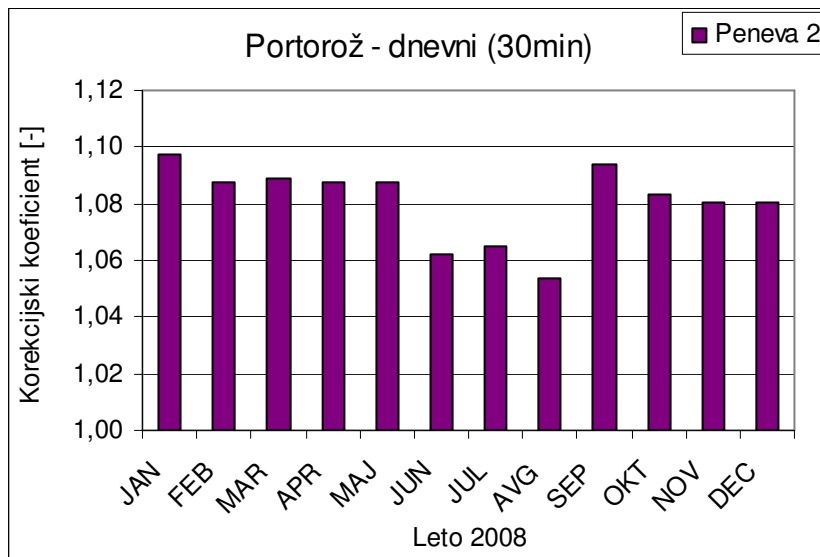
Murska Sobota ima največ popravkov v januarju, s korekcijskim koeficientom 1,33, medtem ko jih ima najmanj v juliju s koeficientom 1,06. Na letni ravni doprinesejo popravki 67,1 mm, kar je 9 % več glede na merjene padavine.



Slika 89: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke



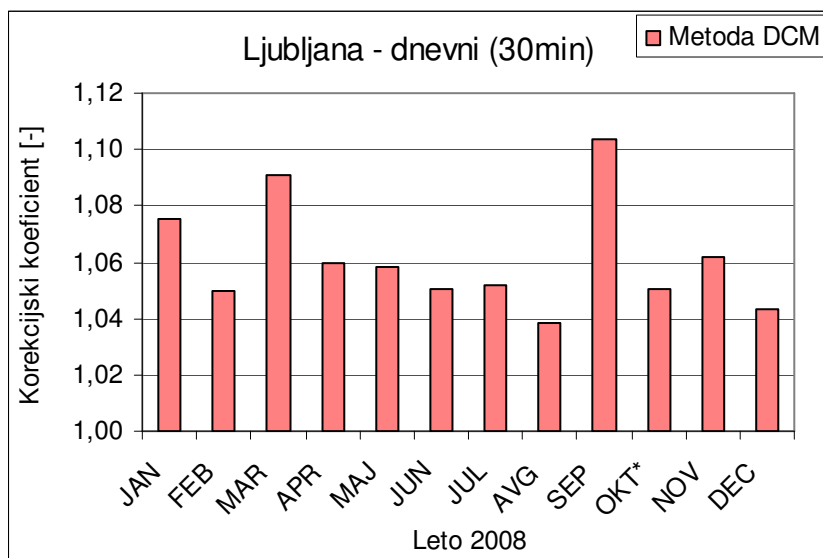
V Portorožu se korekcijski koeficient giblje od 1,05 v avgustu, do 1,10 v januarju. Na letni ravni sem izračunala vrednost korekcijskega koeficienta 1,08. To predstavlja 8 % glede na letne merjene padavine oz. 79,3 mm.



Slika 90: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke

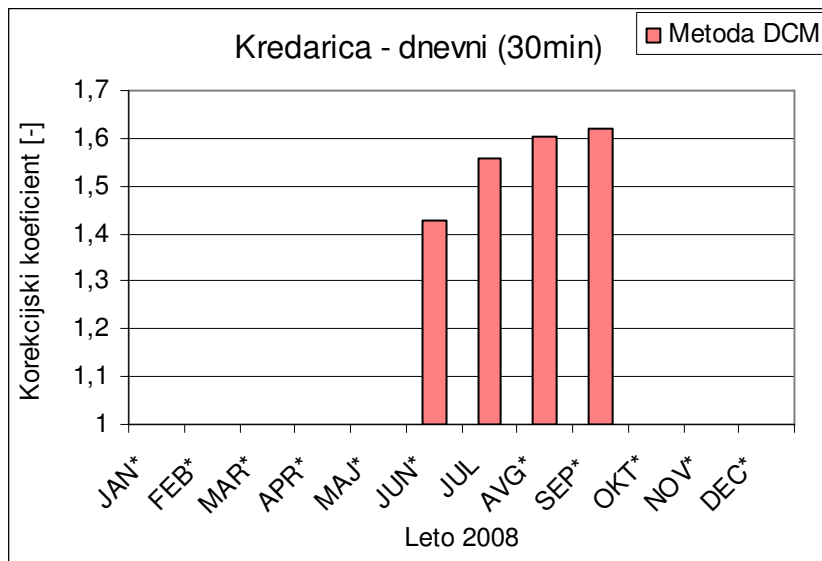
#### 7.5.3.6 Modificirana metoda DCM

Za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem za leto 2008, upoštevajoč manjkajoče oktobrske podatke, dobila najmanjši korekcijski koeficient za mesec avgust in december z vrednostjo 1,04, ter najvišji z vrednostjo 1,10 za mesec september. Po izračunih znaša korekcija na letni ravni 6 %, s čimer predstavlja 80,1 mm popravka.



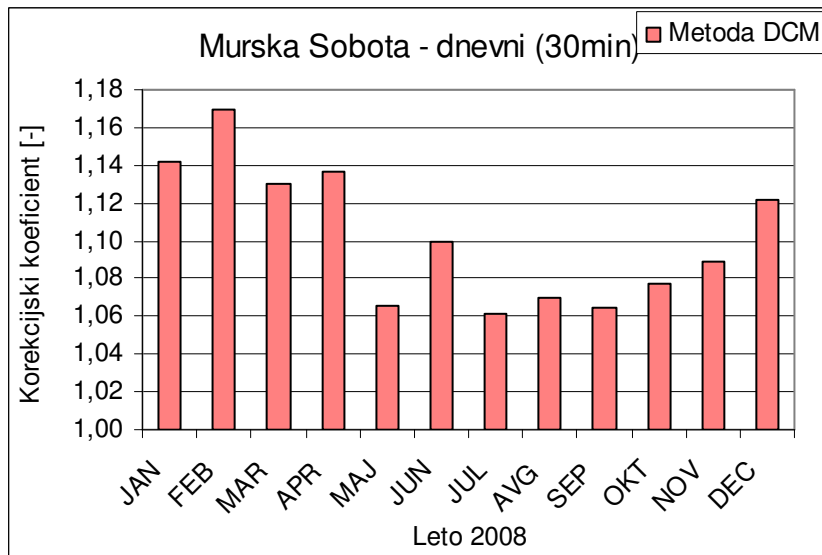
Slika 91: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke

Za Kredarico, kjer sem popravke naredila le za poletno obdobje, se korekcijski koeficienti gibljejo med vrednostima 1,43 in 1,62. Manjši korekcijski koeficient velja za junij, medtem ko večji za september. Zaradi manjkajočih podatkov rezultati niso povsem točni. Pravilni popravek je tako le za mesec julij, ki znaša 56 %. Merjene padavine tako v danem obdobju odstopajo v povprečju za korekcijski faktor 1,58. To predstavlja 344,9 mm padavin že v obdobju štirih mesecev, kar je razmeroma veliko odstopanje, ki je posledica večje hitrosti vetra in manjše intenzitete padavin.



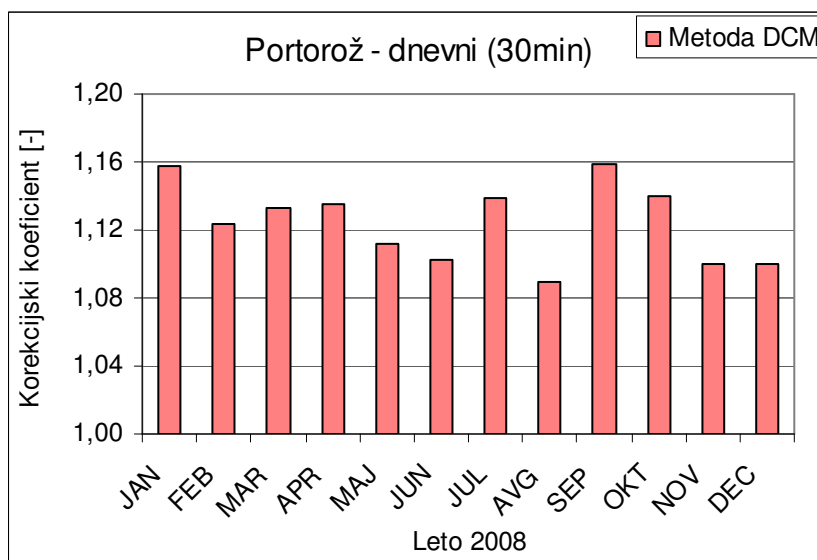
Slika 92: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke

Murska Sobota ima na letni ravni 9 odstotni pogrešek in predstavlja 65,0 mm popravka letno. Najmanjši popravek znaša v juliju in septembru s faktorjem 1,06, medtem ko je največji potrebi popravek v februarju, s korekcijskim faktorjem 1,17.



Slika 93: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke

Za Portorož je izračunani letni popravek 12 % in predstavlja 118,2 mm popravka letno. Najmanjša korekcija je potrebna meseca avgusta (9 %) ter največja januarja in septembra (16 %).



Slika 94: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke

## 7.6 Izračun popravka po posameznih padavinskih dogodkih

### 7.6.1 Vhodni podatki

Zadnja vrsta vhodnih podatkov za izračun popravka so vrednosti po posameznih padavinskih dogodkih, ki sem jih pridobila iz dnevnih 30-minutnih meritev. Posamezne padavinske dogodke sem ločila tako, da sem med slednjima pustila najmanj eno uro ali več brez padavin. Vrednosti za veter, temperaturo, vlago in intenziteto sem izbrala točno za čas, ko je deževalo oz. snežilo v nekem dnevu. Izračun popravka je tudi tukaj narejen na dnevni ravni, zato sem padavine znotraj istega dneva seštela po posameznih dogodkih.

## 7.6.2 Metodologija korekcije padavin

Izračun popravka sem naredila na dnevni ravni. Za poletni čas sem podatke obravnavala po dnevih od 8h do 8h, medtem ko sem jih v zimskem času obravnavala od 7h do 7h. Vrednosti za veter, temperaturo in vlago sem v danem dnevu povprečila točno za čas med padavinami, medtem ko sem 30-minutne vrednosti s padavinami seštela. Izračune popravkov sem najprej naredila za tekoče padavine, nato sem korigirala še trdne padavine. Intenziteto padavin sem ravno tako določila po posameznih padavinskih dogodkih, torej točno za čas, ko je deževalo.

## 7.6.3 Rezultati

Rezultati dnevnih vrednosti popravkov, dobljenih s pomočjo podatkov ločenih po dogodkih, so predstavljeni v preglednicah 41 do 48 po vseh obravnavanih metodah in za vse meteorološke postaje. V nadaljevanju sem navedla največji in najmanjši korekcijski koeficient oz. delež popravka po posameznih metodah in posameznih meteoroloških postajah. Letni popravek sem prikazala z deležem in z enoto v mm.

Preglednica 41: Izračun popravka za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	46,3	3,4	0,3	7,6	11,2	11,2	11,3	5,7	5,1
FEB	39,6	3,8	0,4	3,4	5,8	6,3	8,6	3,9	2,8
MAR	158,7	4,6	0,6	12,8	23,3	24,0	30,9	15,2	13,2
APR	128,0	10,1	0,8	11,7	27,5	21,0	20,2	12,6	8,5
MAJ	86,8	14,1	0,6	7,9	21,8	14,4	12,0	8,6	5,3
JUN	143,4	16,6	0,6	11,6	36,2	22,2	13,6	10,8	8,2
JUL	178,9	18,2	0,8	10,1	33,9	23,2	15,3	11,8	8,1
AVG	168,4	18,9	0,6	5,5	20,7	16,9	13,3	9,9	5,3
SEP	28,4	16,1	0,7	6,5	17,0	9,7	5,2	4,1	2,2
OKT*	118,0	12,4	0,6	11,0	23,4	15,7	17,9	11,0	6,0
NOV	116,3	6,7	0,4	9,4	19,9	17,8	22,4	10,8	6,6
DEC	195,6	3,7	0,4	13,2	25,7	27,0	41,4	17,9	10,4
Letno	1408,4	10,7	0,6	110,7	266,3	209,4	212,3	122,1	81,6

\* manjkajoči podatki

Preglednica 42: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	46,3	3,4	0,3	1,16	1,24	1,24	1,24	1,12	1,11
FEB	39,6	3,8	0,4	1,09	1,15	1,16	1,22	1,10	1,07
MAR	158,7	4,6	0,6	1,08	1,15	1,15	1,19	1,10	1,08
APR	128,0	10,1	0,8	1,09	1,22	1,16	1,16	1,10	1,07
MAJ	86,8	14,1	0,6	1,09	1,25	1,17	1,14	1,10	1,06
JUN	143,4	16,6	0,6	1,08	1,25	1,16	1,10	1,08	1,06
JUL	178,9	18,2	0,8	1,06	1,19	1,13	1,09	1,07	1,05
AVG	168,4	18,9	0,6	1,03	1,12	1,10	1,08	1,06	1,03
SEP	28,4	16,1	0,7	1,23	1,60	1,34	1,18	1,14	1,08
OKT*	118,0	12,4	0,6	1,09	1,20	1,13	1,15	1,09	1,05
NOV	116,3	6,7	0,4	1,08	1,17	1,15	1,19	1,09	1,06
DEC	195,6	3,7	0,4	1,07	1,13	1,14	1,21	1,09	1,05
Letno	1408,4	10,7	0,6	1,08	1,19	1,15	1,15	1,09	1,06

\* manjkajoči podatki

Preglednica 43: Izračun popravka za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FEB*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAR*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
APR*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAJ*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
JUN*	10,3	7,9	1,8	2,2	5,3	2,0	1,1	0,9	2,9
JUL	292,7	5,8	1,9	52,9	135,2	34,1	24,8	18,9	41,6
AVG*	215,6	6,8	1,9	49,6	91,9	22,6	17,5	13,2	69,9
SEP*	75,9	6,7	1,9	12,6	32,0	7,6	5,2	2,4	10,6
OKT*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NOV*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DEC*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Letno	594,5	6,8	1,9	117,3	264,4	66,3	48,6	35,4	125,1

\* manjkajoči podatki

Preglednica 44: Korekcijski koeficienti za Kredarico po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
FEB*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAR*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
APR*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
MAJ*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
JUN*	10,3	7,9	1,8	1,22	1,51	1,20	1,11	1,09	1,28
JUL	292,7	5,8	1,9	1,18	1,46	1,12	1,08	1,06	1,14
AVG*	215,6	6,8	1,9	1,23	1,43	1,10	1,08	1,06	1,32
SEP*	75,9	6,7	1,9	1,17	1,42	1,10	1,07	1,03	1,14
OKT*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
NOV*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
DEC*	*	*	*	*	*	*	*	*	*
Letno	594,5	6,8	1,9	1,20	1,44	1,11	1,08	1,06	1,21

\* manjkajoči podatki

Preglednica 45: Izračun popravka za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	4,3	2,9	0,5	4,0	3,1	4,5	2,1	1,6	0,5
FEB	12,0	1,7	0,4	5,2	4,8	6,3	4,0	2,5	1,1
MAR	55,3	5,2	0,9	10,5	15,0	15,4	12,7	7,2	6,1
APR	34,8	10,5	0,9	9,1	16,8	12,7	7,4	5,3	3,6
MAJ	71,1	15,9	0,6	9,9	26,1	18,6	10,9	8,1	4,0
JUN	79,4	17,7	0,7	15,0	40,9	22,5	10,3	8,7	6,6
JUL	174,0	17,5	0,8	11,1	37,5	23,1	13,6	10,2	7,0
AVG	91,2	17,4	0,6	8,1	24,6	15,0	8,8	7,0	5,4
SEP	78,5	12,7	0,8	9,8	23,3	16,4	11,6	8,5	4,8
OKT	50,9	10,5	0,4	9,3	18,2	13,9	10,6	6,6	3,1
NOV	48,5	5,8	0,5	12,9	18,1	16,9	12,4	7,6	3,4
DEC	60,0	3,0	0,6	15,9	16,8	20,5	16,5	9,3	8,2
Letno	760,0	10,1	0,6	120,8	245,2	185,8	121,0	82,5	53,9

Preglednica 46: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	4,3	2,9	0,5	1,92	1,73	2,04	1,49	1,37	1,12
FEB	12,0	1,7	0,4	1,43	1,40	1,53	1,33	1,21	1,09
MAR	55,3	5,2	0,9	1,19	1,27	1,28	1,23	1,13	1,11
APR	34,8	10,5	0,9	1,26	1,48	1,37	1,21	1,15	1,10
MAJ	71,1	15,9	0,6	1,14	1,37	1,26	1,15	1,11	1,06
JUN	79,4	17,7	0,7	1,19	1,51	1,28	1,13	1,11	1,08
JUL	174,0	17,5	0,8	1,06	1,22	1,13	1,08	1,06	1,04
AVG	91,2	17,4	0,6	1,09	1,27	1,16	1,10	1,08	1,06
SEP	78,5	12,7	0,8	1,12	1,30	1,21	1,15	1,11	1,06
OKT	50,9	10,5	0,4	1,18	1,36	1,27	1,21	1,13	1,06
NOV	48,5	5,8	0,5	1,27	1,37	1,35	1,26	1,16	1,07
DEC	60,0	3,0	0,6	1,27	1,28	1,34	1,28	1,16	1,14
Letno	760,0	10,1	0,6	1,16	1,32	1,24	1,16	1,11	1,07

Preglednica 47: Izračun popravka za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto 2008	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Izračun popravka po posameznih metodah [mm]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
JAN	55,2	8,4	1,1	13,1	24,8	17,1	14,6	8,0	6,5
FEB	28,0	9,6	1,1	5,1	10,2	7,2	6,9	3,6	3,5
MAR	90,4	6,9	1,6	12,5	22,4	18,5	19,1	10,0	7,8
APR	108,4	11,8	1,3	14,3	32,7	21,5	18,3	11,8	11,6
MAJ	52,1	16,8	1,5	7,3	20,4	11,7	7,9	5,8	4,0
JUN	123,2	18,8	1,1	9,5	28,8	18,2	11,2	8,8	8,0
JUL	46,0	21,6	2,0	4,2	12,0	7,2	4,2	3,3	2,5
AVG	104,0	19,9	2,0	4,8	12,4	10,1	8,1	6,0	6,0
SEP	21,2	21,1	1,2	3,3	10,2	5,8	3,3	2,5	2,4
OKT	81,2	15,9	1,7	7,1	19,2	12,5	14,1	7,6	6,5
NOV	146,6	11,5	1,3	14,2	33,1	23,4	28,9	14,3	13,3
DEC	158,0	9,0	1,3	14,3	28,9	23,5	33,8	14,9	13,5
Letno	1014,3	14,3	1,4	109,6	255,2	176,5	170,5	96,4	85,5

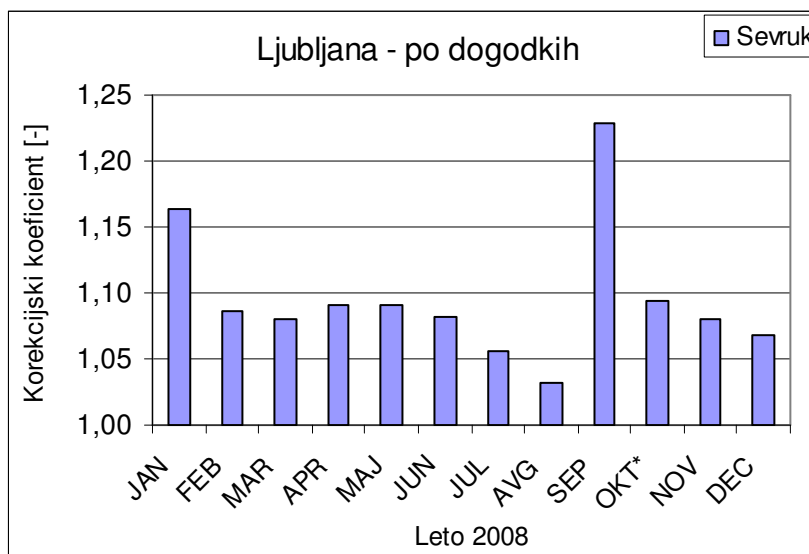


Preglednica 48: Korekcijski koeficienti za Portorož po posameznih metodah za vhodne podatke po dogodkih

Leto	$P_M$ [mm]	$T_{povp.}$ [° C]	$v_{kor.povp.}$ [m/s]	Korekcijski koeficienti po posameznih metodah [-]					
				Sevruk	Dahlström	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
2008									
JAN	55,2	8,4	1,1	1,24	1,45	1,31	1,26	1,14	1,12
FEB	28,0	9,6	1,1	1,18	1,37	1,26	1,25	1,13	1,12
MAR	90,4	6,9	1,6	1,14	1,25	1,20	1,21	1,11	1,09
APR	108,4	11,8	1,3	1,13	1,30	1,20	1,17	1,11	1,11
MAJ	52,1	16,8	1,5	1,14	1,39	1,22	1,15	1,11	1,08
JUN	123,2	18,8	1,1	1,08	1,23	1,15	1,09	1,07	1,07
JUL	46,0	21,6	2,0	1,09	1,26	1,16	1,09	1,07	1,05
AVG	104,0	19,9	2,0	1,05	1,12	1,10	1,08	1,06	1,06
SEP	21,2	21,1	1,2	1,15	1,48	1,27	1,16	1,12	1,11
OKT	81,2	15,9	1,7	1,09	1,24	1,15	1,17	1,09	1,08
NOV	146,6	11,5	1,3	1,10	1,23	1,16	1,20	1,10	1,09
DEC	158,0	9,0	1,3	1,09	1,18	1,15	1,21	1,09	1,09
Letno	1014,3	14,3	1,4	1,11	1,25	1,17	1,17	1,10	1,08

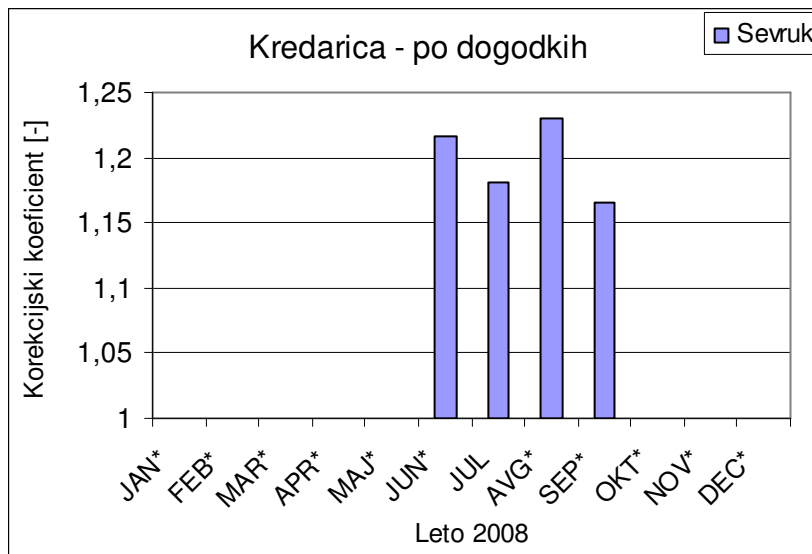
### 7.6.3.1 Metoda Sevruka

Metoda Sevruka daje za Ljubljano v mesecu septembru največje odstopanje s korekcijskim faktorjem 1,23 in najmanjše z 1,03 v avgustu. Letni korekcijski koeficient je tako 1,08 oz. vrednost pogreška znaša 8 %, kar pomeni 110,7 mm letnega popravka. Pri tem je potrebno upoštevati, da v oktobru manjkajo podatki za dva dni in sicer za 11. in 12. oktober, kar vpliva tudi na rezultat.



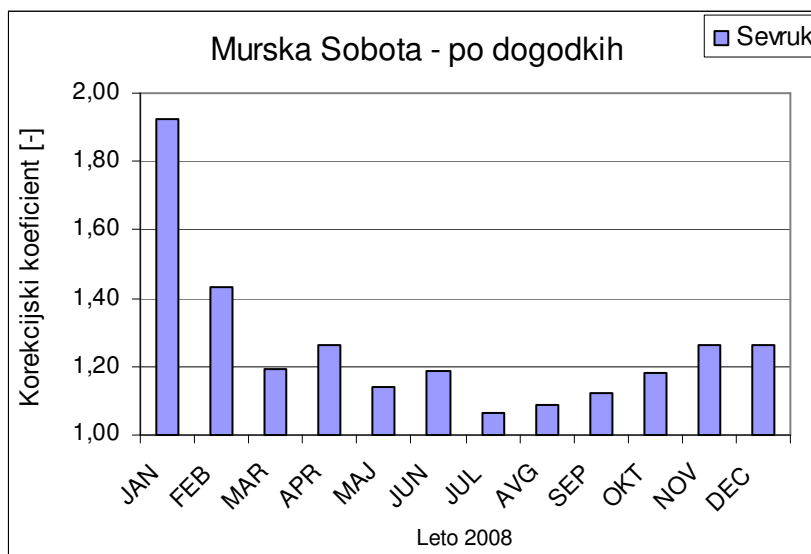
Slika 95: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih

Na Kredarici je izračun popravka višji, vendar sem slednjega lahko točno določila le za julij, približno sem ga ocenila za junij, avgust in september, medtem ko so v ostalih mesecih manjkali določeni podatki in popravka nisem mogla določiti. Vzrok temu je, da ombrograf na Kredarici deluje le v toplih mesecih leta. Tako ne morem dobiti pravih rezultatov, zato obravnavam le obdobje štirih mesecev. Maksimum je dosežen avgusta s korekcijskim faktorjem 1,23, medtem ko je minimum septembra z vrednostjo 1,17, kjer moramo vzeti v zakup manjkajoče podatke. Korekcijski koeficient obravnavanih mesecev je 1,20 oz. to predstavlja pogrešek 20 %, kar doprinese 117,3 mm popravka v obdobju od sredine junija do sredine septembra.



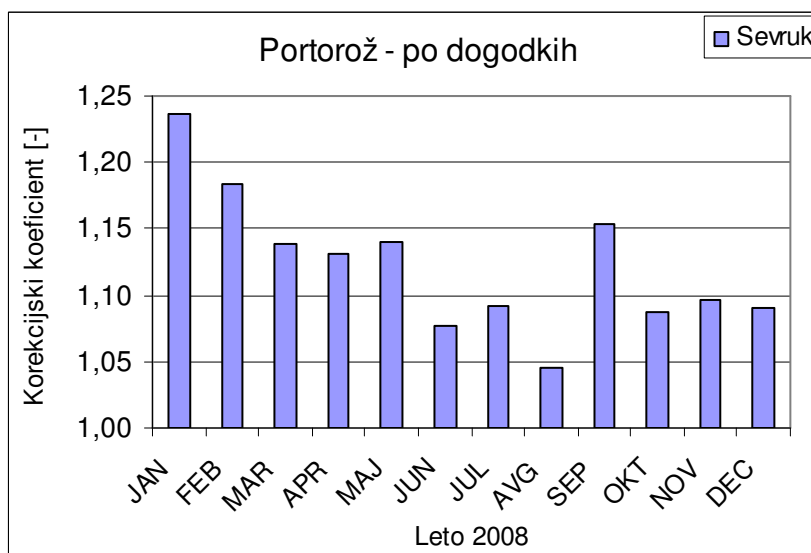
Slika 96: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih

Murska Sobota ima izmed vseh meteoroloških postaj najmanj merjenih letnih padavin, vendar popravki dosegajo dokaj visoke vrednosti. Vzrok temu so manjše intenzitete padavin. Tako sem za mesec januar izračunala največji korekcijski koeficient z vrednostjo 1,92, medtem ko je najmanjši prevladal v juliju s koeficientom 1,06. Letni popravek tako znaša 120,8 mm padavin, kar predstavlja 16 % letnega odstopanja glede na merjene padavine.



Slika 97: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih

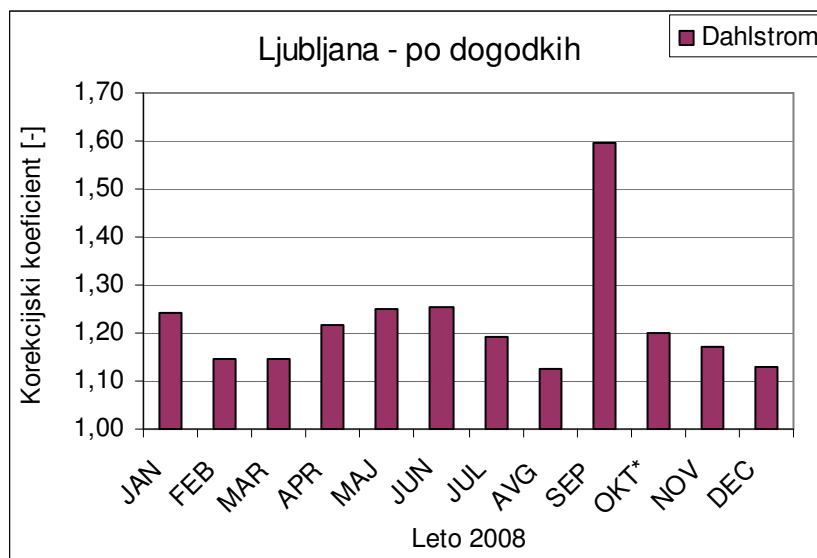
Portorož dosega v avgustu vrednost korekcijskega koeficienta 1,05, medtem ko se v januarju povzpne na 1,24. Na letni ravni tako znaša pogrešek 11 %, z 109,6 mm popravka.



Slika 98: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih

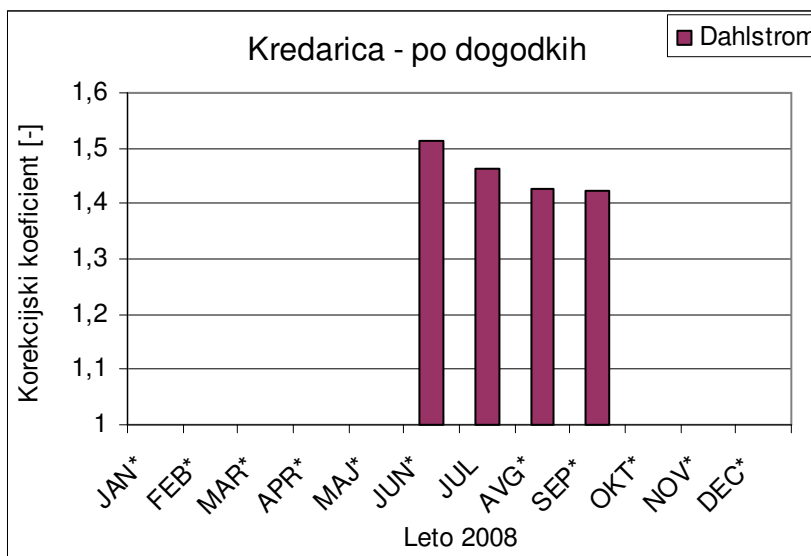
### 7.6.3.2 Metoda Dahlströma

Po metodi Dahlströma sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad, za vhodne podatke po posameznih padavinskih dogodkih, dobila naslednje rezultate: najmanjši korekcijski koeficient z vrednostjo 1,12 je v mesecu avgustu, medtem ko je bil najvišji koeficient meseca septembra z vrednostjo 1,60. Pri tem je potrebno upoštevati, da rezultati niso merodajni za mesec oktober, saj manjkajo podatki dveh dni. Letni korekcijski koeficient znaša 1,19, kar doprinese 266,3 mm popravkov na letni ravni.



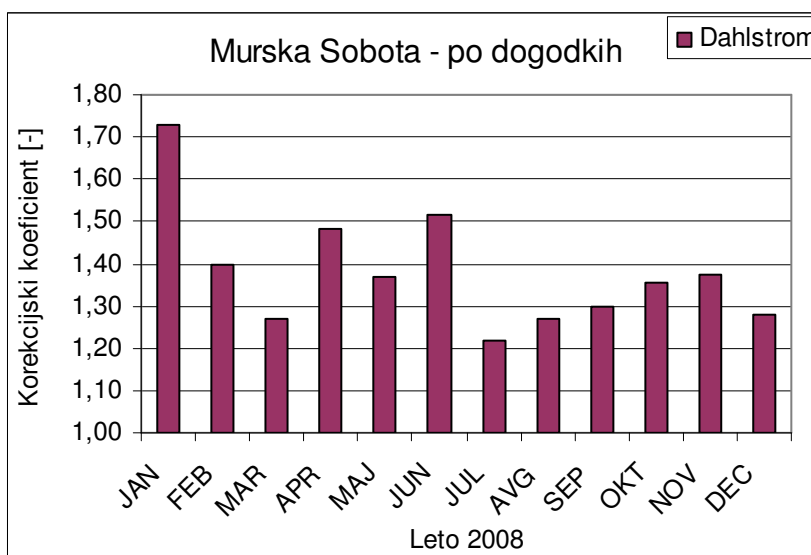
Slika 99: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih

Na Kredarici sem lahko z vhodnimi podatki po posameznih dogodkih določila popravke od konca junija do sredine septembra. Delež popravkov se po obravnavanih mesecih giblje od 42 – 51 %, kar za obdobje delujočega ombrografa da faktor 1,44 oz. 264,4 mm popravka.



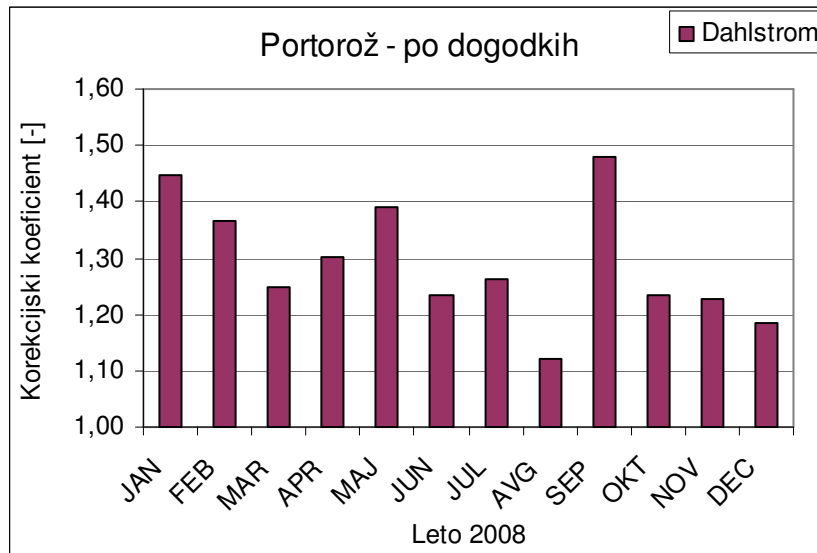
Slika 100: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih

Murska Sobota ima najmanj popravkov v juliju, s korekcijskim koeficientom 1,22, medtem ko jih ima največ v januarju s koeficientom 1,73. Na letni ravni doprinesejo popravki 245,2 mm, kar je 32 % več glede na merjene letne padavine.



Slika 101: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih

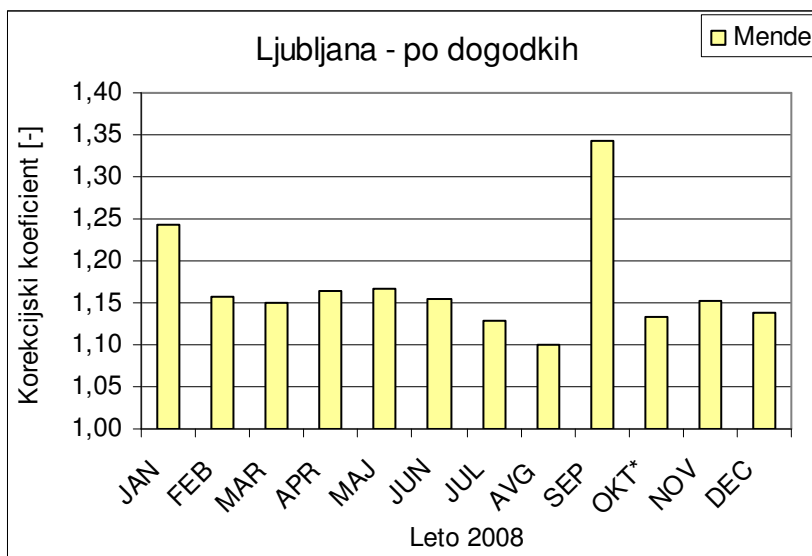
V Portorožu se korekcijski koeficient giblje od 1,12 v avgustu, do 1,45 v januarju. Na letni ravni sem izračunala vrednost korekcijskega koeficienta 1,25. To predstavlja 25 % glede na letne merjene padavine oz. 255,2 mm popravka.



Slika 102: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih

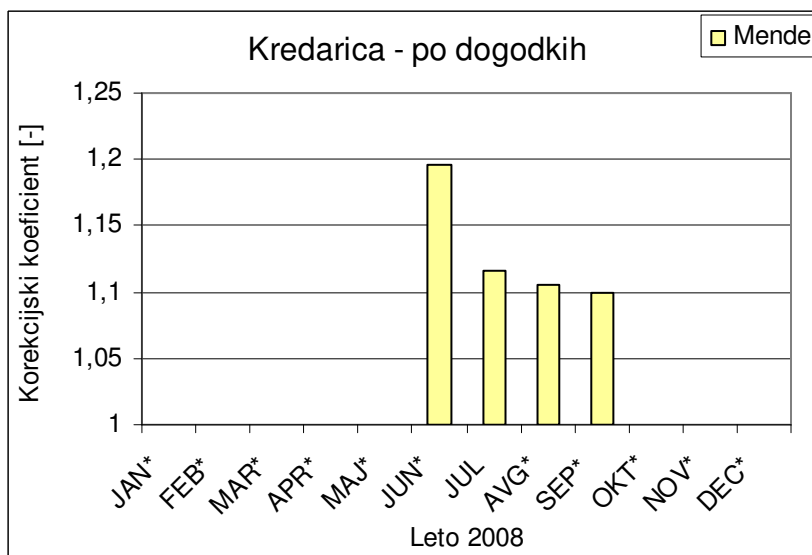
### 7.6.3.3 Metoda Mendela

Za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem za obravnavano leto s podatki po padavinskih dogodkih dobila najmanjši korekcijski koeficient za mesec avgust z vrednostjo 1,10, ter najvišji z vrednostjo 1,34 za mesec september. Rezultat za oktober ni merodajen, saj manjkajo vhodni podatki. Po izračunih znaša korekcija na letni ravni 15 %, kar predstavlja 209,4 mm popravka.



Slika 103: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih

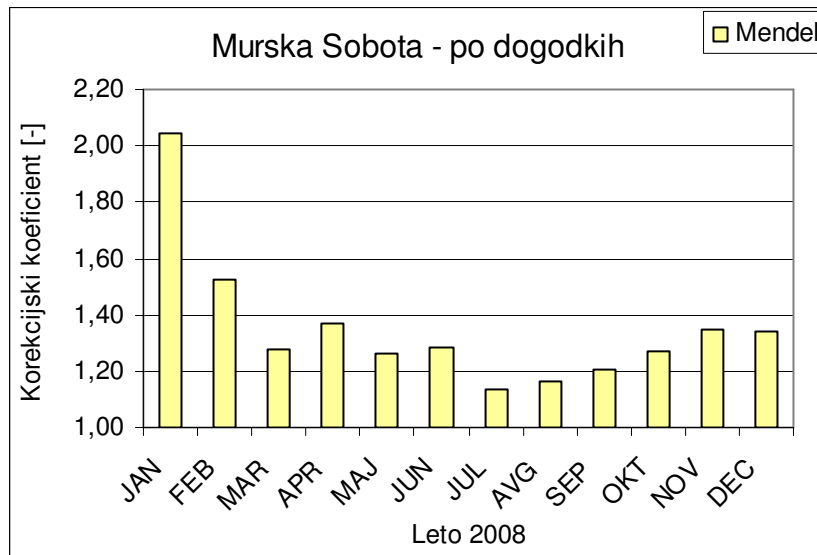
Za Kredarico sem izračunala popravke zopet le za obdobje od sredine junija do sredine septembra. Korekcijski koeficienti se v teh mesecih gibljejo med vrednostima 1,10 v avgustu in septembru ter 1,20 v juniju. Vzrok takim rezultatom so nepopolne meritve. V obdobju štirih mesecev to doprinese 11 % oz. 66,3 mm popravkov.



Slika 104: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih

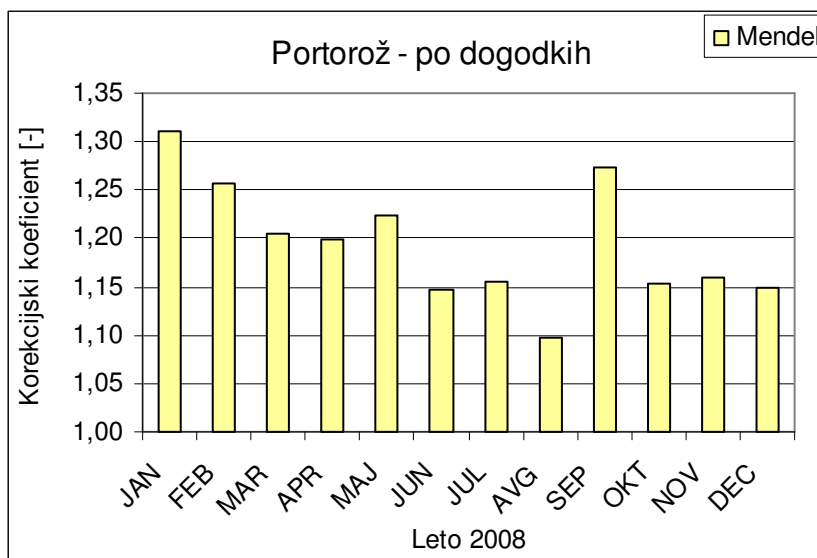


Murska Sobota ima po metodi Mendela z danimi vhodnimi podatki po dogodkih na letni ravni 24 odstotni pogrešek, kar je 185,8 mm popravka letno. Najmanjši popravek znaša v juliju s faktorjem 1,13, medtem ko je največji potreben popravek v januarju, s korekcijskim faktorjem 2,04. Vzrok temu je veliko padavinskih dni z majhno intenziteto.



Slika 105: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih

Za Portorož znaša po izračunih letni popravek 17 % in predstavlja 176,5 mm popravka letno. Minimalna korekcija je potrebna meseca avgusta (10 %) in največja januarja (31 %).



Slika 106: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih

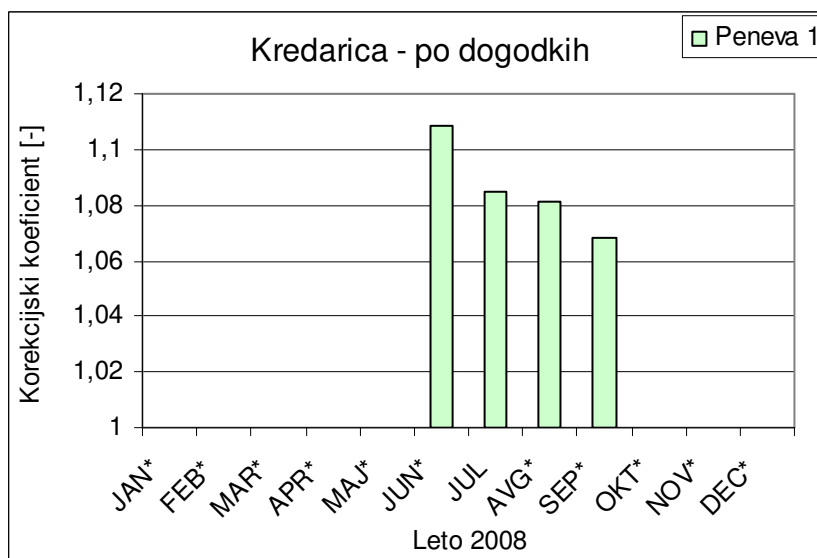
#### 7.6.3.4 Metoda Peneve 1

Po metodi Peneve 1 je bilo potrebno za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad narediti korekcije na letni ravni za 15 %. Najmanjši popravek je meseca avgusta, in sicer 8 %, medtem ko je največji popravek meseca januarja, ko so bile padavine podcenjene za 24 %. Pri tem moramo ravno tako upoštevati, da korekcijski faktor za oktober (1,09) ni popoln, zaradi manjkajočih podatkov.



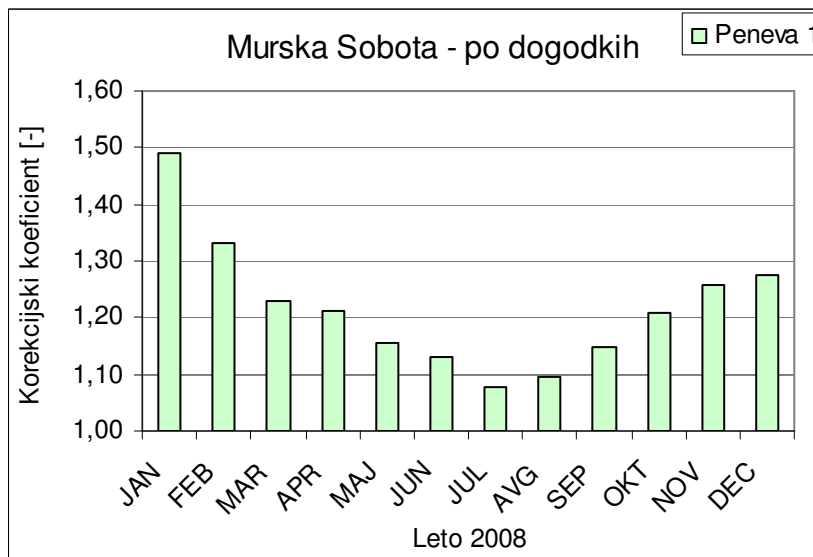
Slika 107: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih

Za Kredarico, kjer popravek računamo le v toplem delu leta, znaša slednji 48,6 mm in predstavlja 8 odstotni pogrešek za obravnavano obdobje štirih mesecev. Najmanjši vrednosti korekcijskega koeficienta sta za julij in avgust (8 %), medtem ko je največji potrební popravek v juniju (11 %).



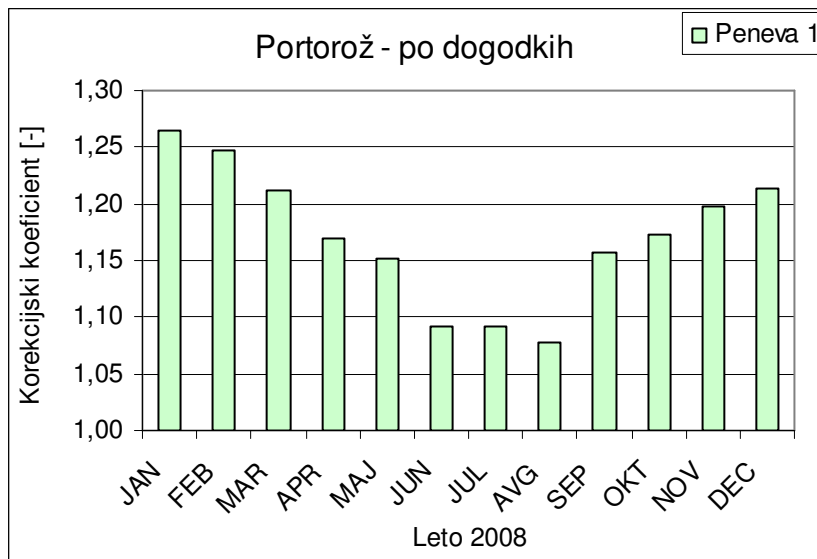
Slika 108: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih

Meteorološka postaja Murska Sobota je v juliju podcenjena za 8 %, medtem ko je v mesecu januarju za 49 %. Na letni ravni to predstavlja 121,0 mm oz. 16 % popravka.



Slika 109: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih

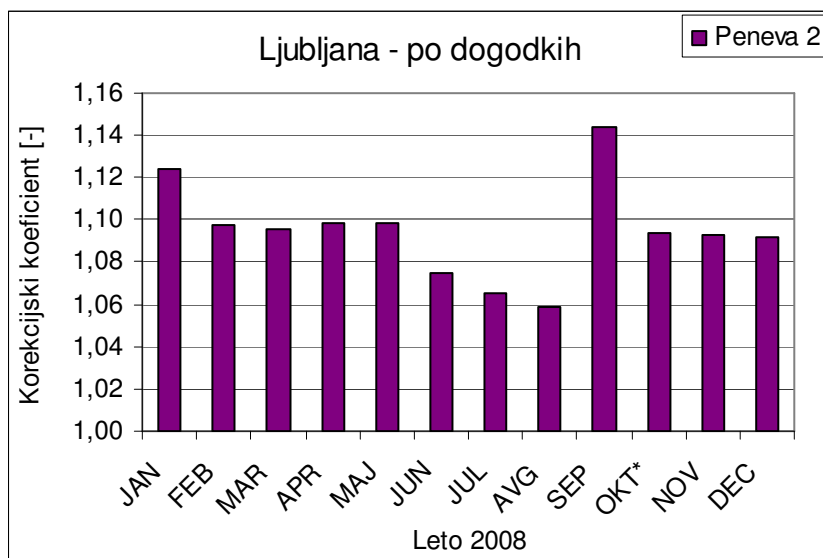
V Portorožu so odstopanja na letni ravni 17 %. To znaša za obravnavano leto 170,5 mm. Najmanjši popravek je potreben v avgustu (8 %) in največji v januarju (26 %).



Slika 110: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih

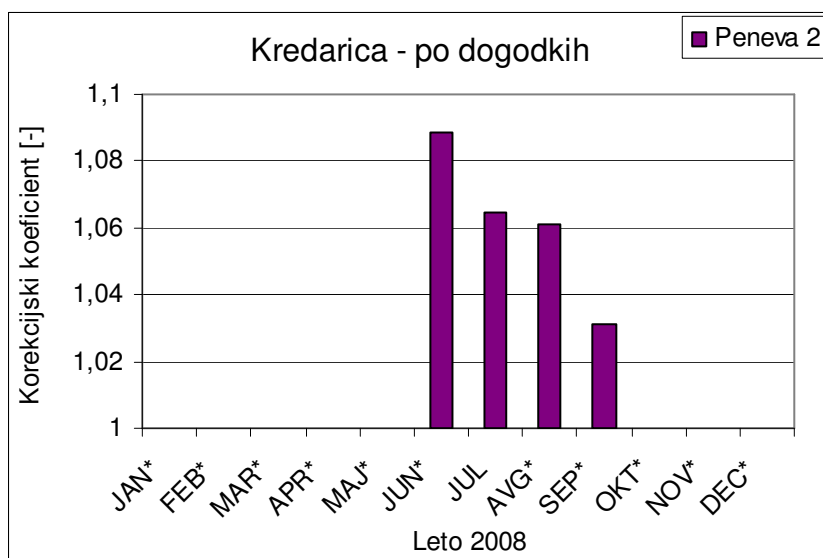
#### 7.6.3.5 Metoda Peneve 2

Po metodi Peneve 2 sem za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad, pri kateri sem za oktober upoštevala manjkajoče podatke, dobila naslednje rezultate: najmanjši korekcijski koeficient z vrednostjo je 1,06 v mesecu avgustu, medtem ko je bil najvišji koeficient meseca septembra z vrednostjo 1,14. Letna korekcija po dani metodi znaša 9 %. To je 122,1 mm popravka letno.



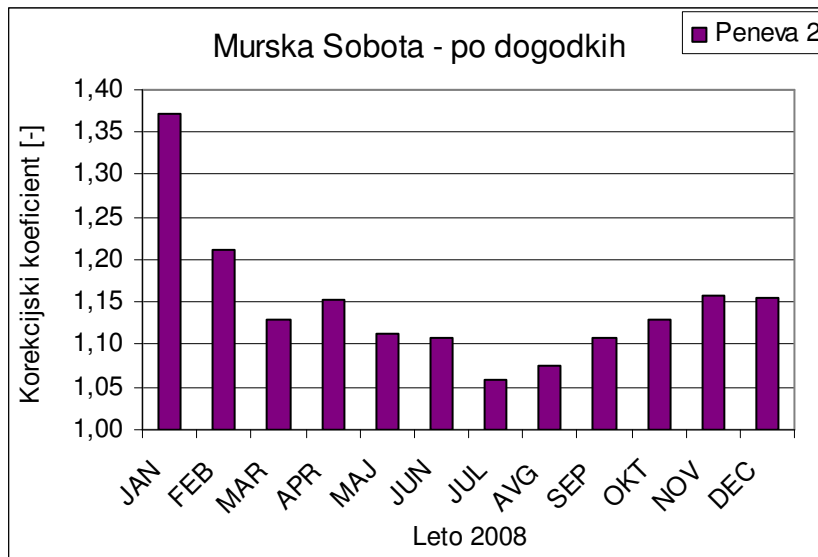
Slika 111: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih

Na Kredarici je bil popravek narejen le od sredine junija do sredine septembra, in sicer po posameznih dogodkih. V mesecu juliju in avgustu so bile padavine podcenjene za okrog 6 %, v septembru za 3 % in v juniju za 9 %. Na ravni poletnega obdobja tako znaša korekcijski koeficient 1,06. To pomeni 6 odstotni pogrešek oz. 35,4 mm popravka od junija do septembra.



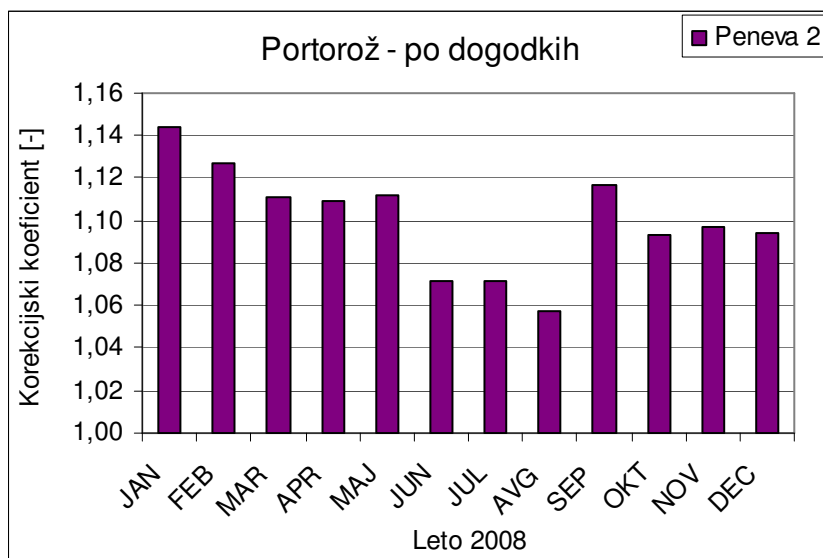
Slika 112: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih

Murska Sobota ima največji popravek v januarju, s korekcijskim koeficientom 1,37, medtem ko ima najmanjši popravek v juliju s koeficientom 1,06. Na letni ravni doprinesejo popravki 82,5 mm, kar je 11 % več, glede na merjene padavine.



Slika 113: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih

V Portorožu se korekcijski koeficient giblje od 1,06 v avgustu, do 1,14 v januarju. Na letni ravni sem izračunala vrednost korekcijskega koeficienta 1,10. To predstavlja 10 % glede na letne merjene padavine oz. 96,4 mm.

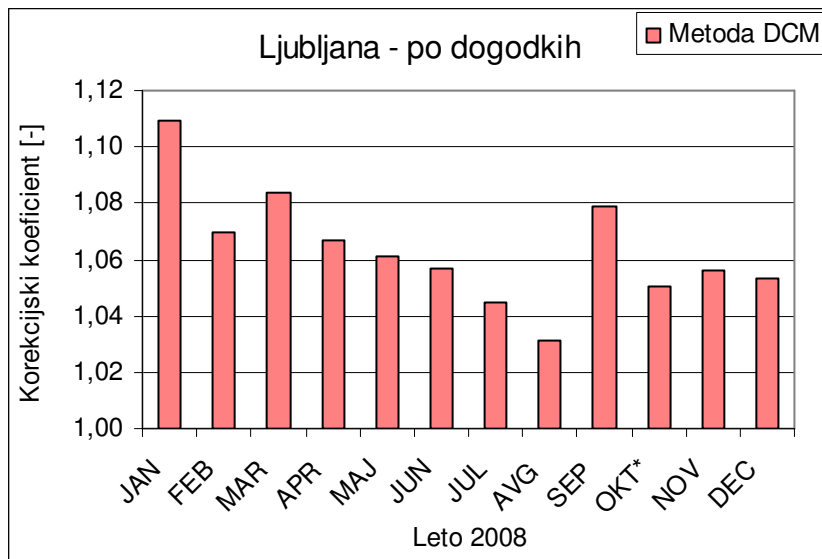


Slika 114: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih

#### 7.6.3.6 Modificirana metoda DCM

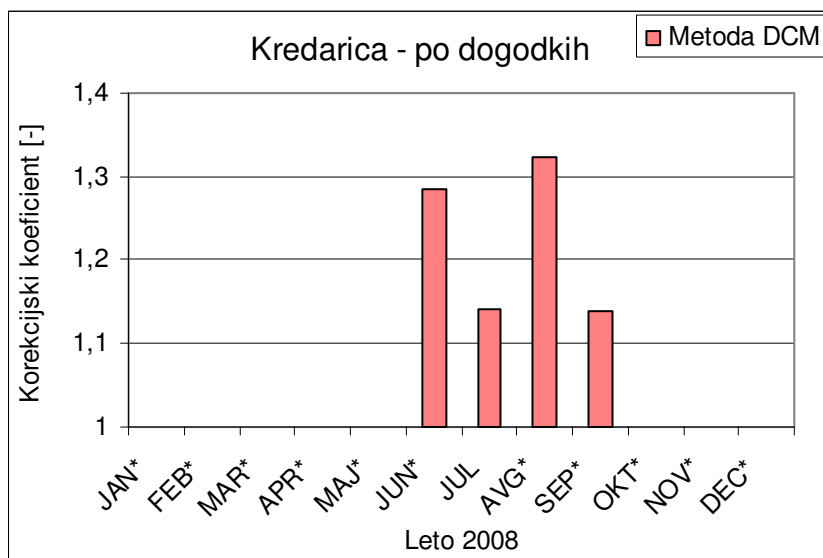
Za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem za leto 2008, upoštevajoč manjkajoče oktobrske podatke, dobila najmanjši korekcijski koeficient za mesec avgust z vrednostjo 1,03, ter najvišji z vrednostjo 1,11 za januarski mesec. Po izračunih znaša korekcija na letni ravni 6 %, s čimer predstavlja 81,6 mm popravka.





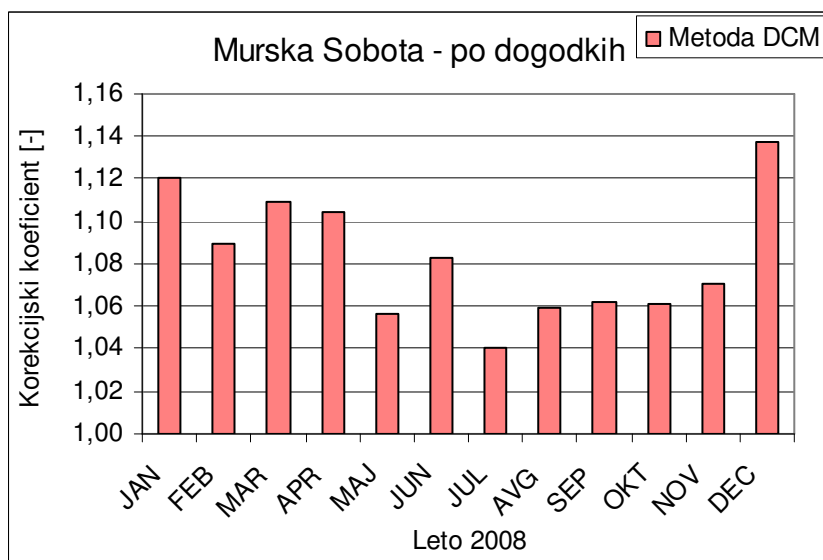
Slika 115: Korekcijski koeficienti za Ljubljano po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih

Za Kredarico, kjer sem popravke naredila le za poletno obdobje, se korekcijski koeficienti gibljejo med vrednostima 1,14 in 1,28. Manjši korekcijski koeficient velja za avgust in september, medtem ko večji za junij. Ker so za posamezne padavinske dogodke manjkali nekateri vhodni podatki, rezultati niso popolnoma točni. Pravilni popravek je tako nastal le za mesec julij in znaša 32 %. Merjene padavine odstopajo za korekcijski faktor 1,21. To predstavlja 125,1 mm padavin za obdobje štirih mesecev.



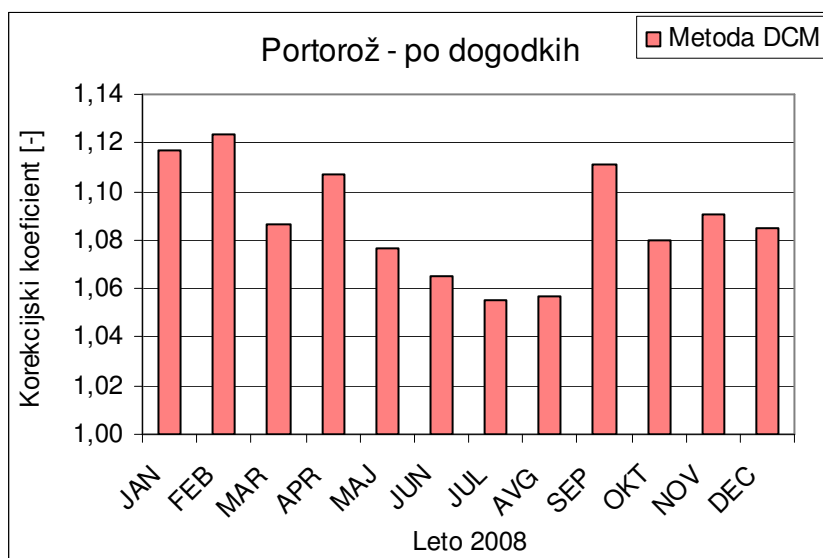
Slika 116: Korekcijski koeficienti za Kredarico po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih

Murska Sobota ima na letni ravni 7 odstotni pogrešek in predstavlja 53,9 mm popravka letno. Minimalni popravek znaša v juliju 4 %, medtem ko je največji potrebi popravek v decembru z vrednostjo 14 %.



Slika 117: Korekcijski koeficienti za Mursko Soboto po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih

Za Portorož je letni popravek 8 %, kar predstavlja 85,5 mm popravka letno. Manjša korekcija je potrebna meseca julija (5 %) ter največja januarja in februarja (12 %).



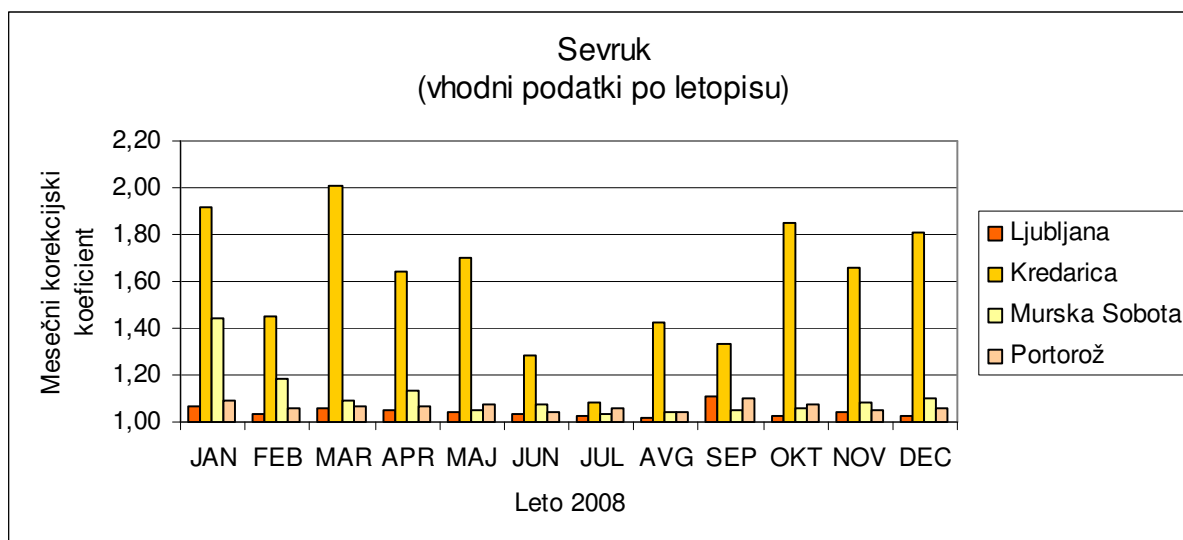
Slika 118: Korekcijski koeficienti za Portorož po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih

## 8 PRIMERJAVA REZULTATOV IN ANALIZA

### 8.1 Primerjava rezultatov po meteoroloških postajah

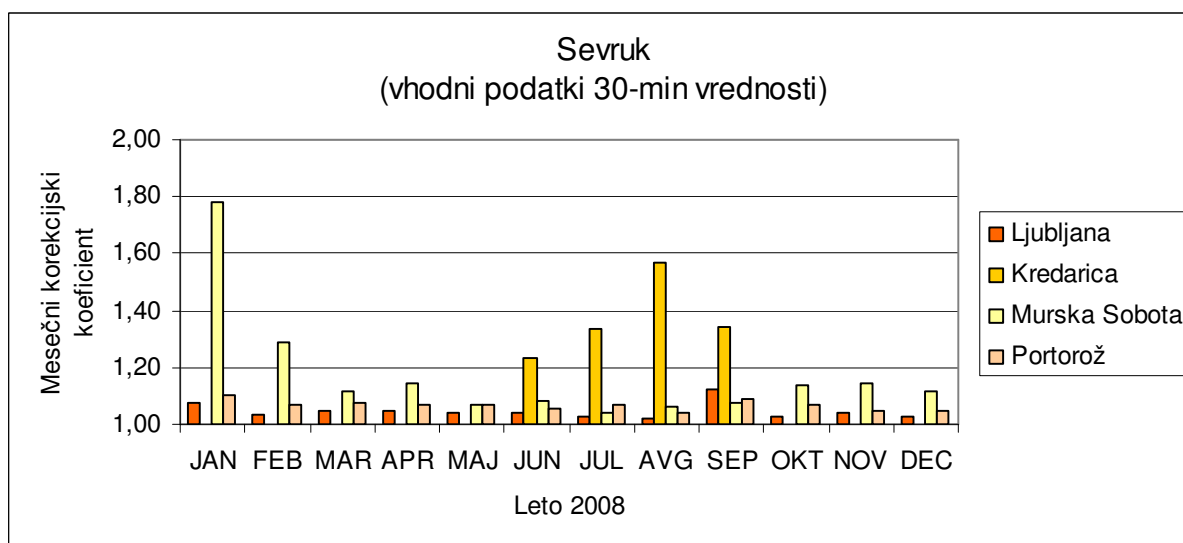
Po posameznih meteoroloških postajah dobimo seveda različne rezultate popravkov. K temu največ prispeva natančnost vhodnih podatkov, nadmorska višina, korigirana hitrost vetra, temperatura ter geografska lega posamezne meteorološke postaje. Rezultate sem primerjala na mesečni in letni ravni za vse tri oblike natančnosti vhodnih podatkov. Za podatke po letopisu sem izvedla primerjavo po posameznih mesecih za vse korekcijske metode, medtem ko za vhodne podatke s pomočjo 30-minutnih intervalov ter podatkov po dogodkih nisem mogla izvesti primerjav za Kredarico, saj ombrograf obratuje le od sredine junija do sredine septembra.

V primeru Sevruka so najvišje vrednosti za dnevne vhodne podatke nastale za meteorološko postajo Kredarica. Pri dnevnih vhodnih podatkih dosegajo vrednosti na letni ravni 56 %. Za preostala dva načina uporabe vhodnih podatkov je obravnavano le obdobje od sredine junija do sredine septembra. Vrednosti se gibljejo v mejah od 20 – 42 %. Ostale postaje dajejo medsebojno zelo podobne rezultate, okrog 6 odstotni pogrešek na mesečni ravni. Malenkost odstopa Murska Sobota v mesecu januarju, saj je padavine potrebno korigirati za 7 % oz. 16 %, odvisno od natančnosti vhodnih podatkov. Portorož in Ljubljana imata po posameznih mesecih konstantne popravke v razponu od 4 – 8 %. Na sliki 119 je prikazan graf primerjave po posameznih meteoroloških postajah po metodi Sevruka, pri kateri sem za vhodne podatke uporabila dnevne podatke po letopisu. Kot je razvidno iz slike 119 odstopajo popravki za Kredarico, kjer korekcijski koeficient meseca marca naraste do vrednosti 2,0.

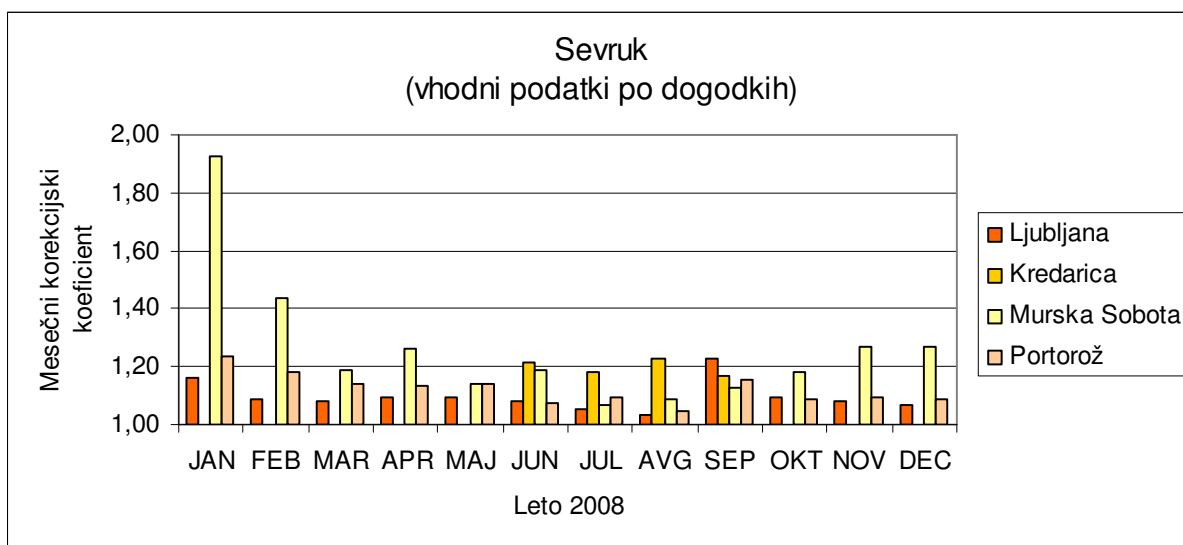


Slika 119: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Sevruka za vhodne podatke po letopisu

Primerjala sem tudi rezultate popravka za vhodne podatke 30-minutnih vrednosti in podatke po dogodkih, ki jih prikazujeta grafa na sliki 120 in sliki 121. Vrednosti korekcijskih faktorjev so manjše v primeru izračuna po dogodkih, saj pri izračunu uporabimo temperaturo in korigirano hitrost vetra točno za čas med padavinami. Vrednosti korekcijskih koeficientov za Kredarico so v poletnem času manjše, saj trdnih (snežnih) padavin praktično ni.

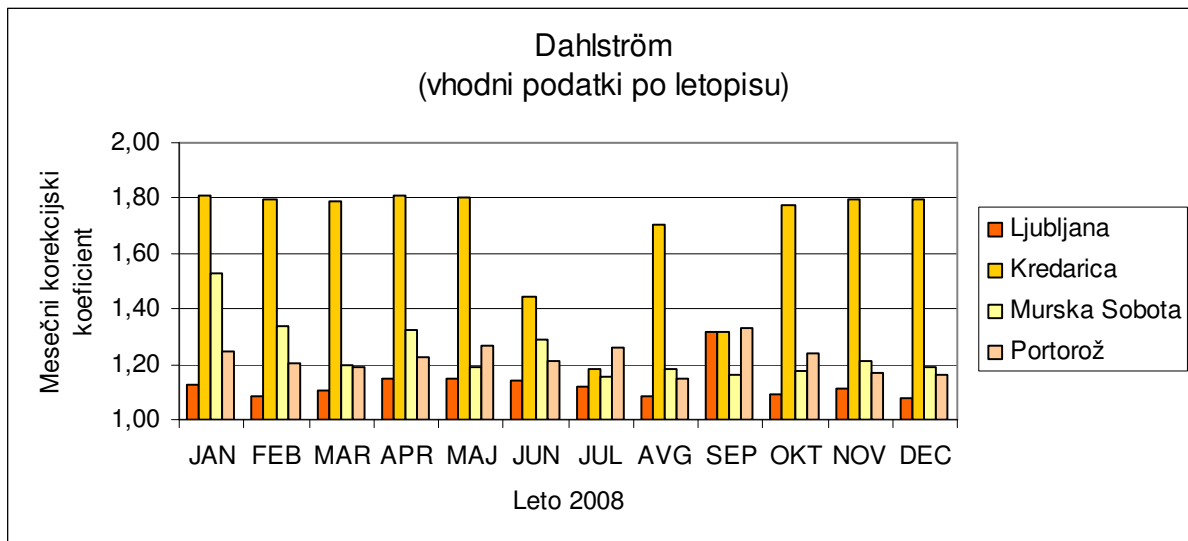


Slika 120: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Sevruka za 30-minutne vhodne podatke

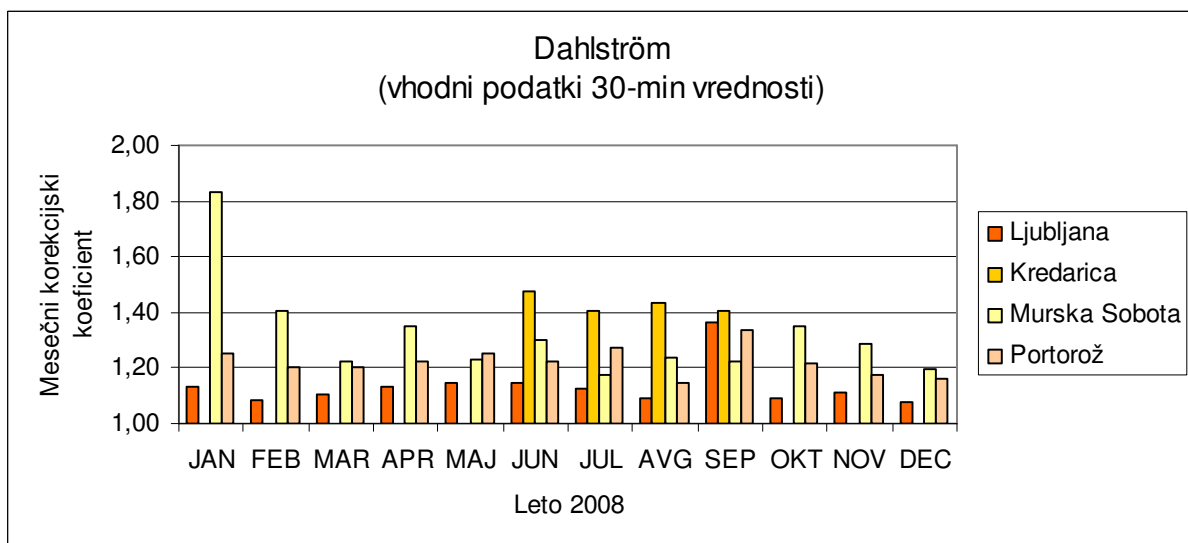


Slika 121: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Sevruka za vhodne podatke po dogodkih

Sevrukovi metodi je podobna metoda Dahlströma (Slika 122 do 124), saj daje podobne rezultate oz. malenkost višje, približno 6 % na letni ravni, za vse meteorološke postaje, glede na natančnost vhodnih podatkov. Mesečni korekcijski koeficienti so si, glede na natančnost vhodnih podatkov, zelo podobni. Za Kredarico, kje obravnavamo poletno obdobje, odstopajo popravki za vhodne podatke po letopisu, saj so glede na ostali dve skupini vnosa podatkov manjši, kar je logično, saj so manjkali nekateri vhodni podatki.

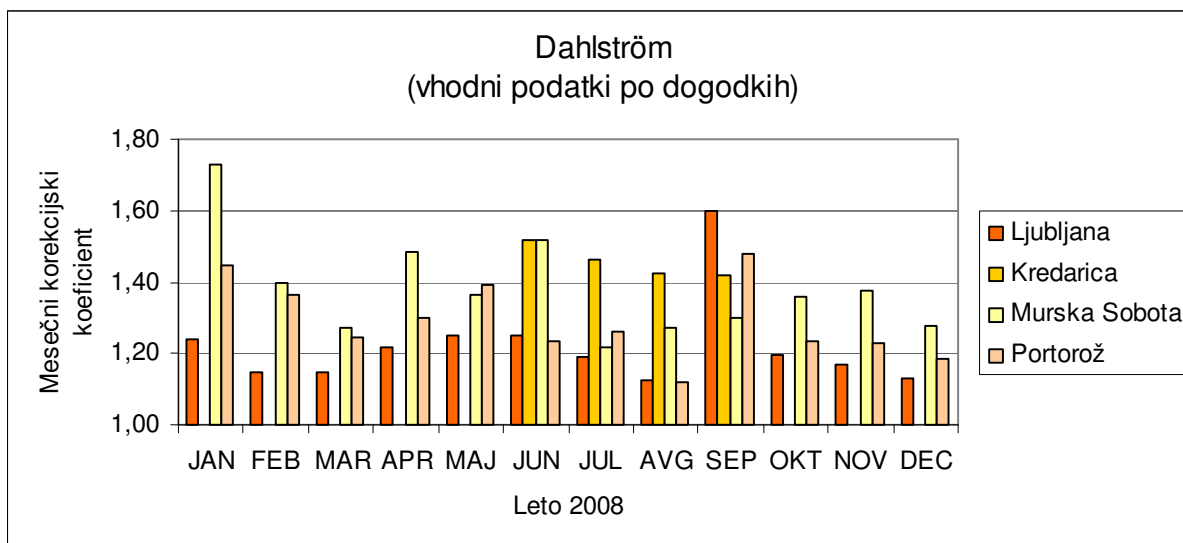


Slika 122: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Dahlströma za vhodne podatke po letopisu



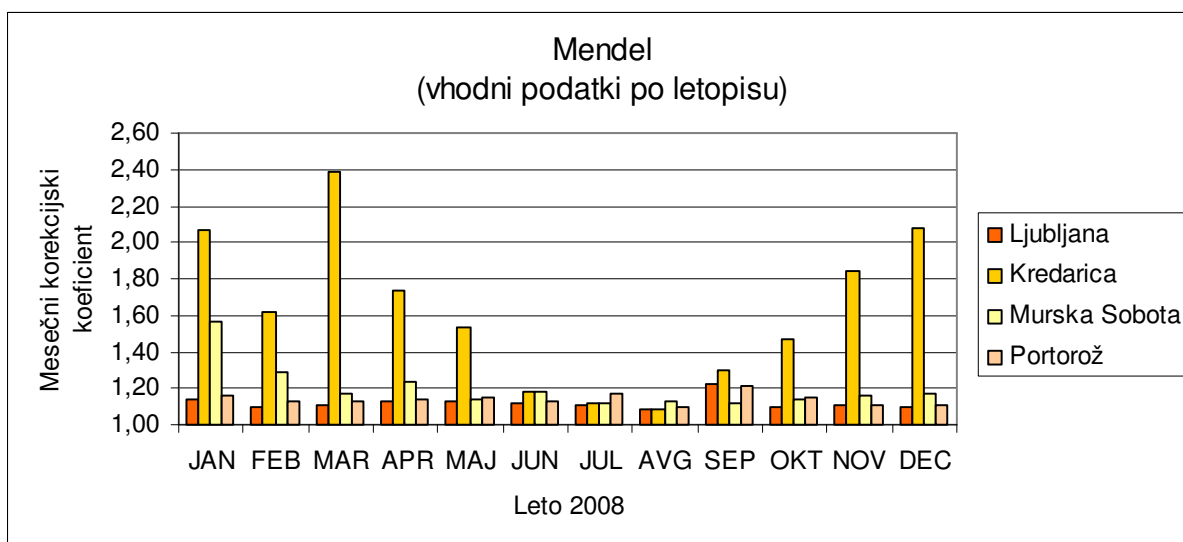
Slika 123: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Dahlströma za 30-minutne vhodne podatke

Za ostale postaje so popravki višji predvsem za vhodne podatke po dogodkih (Slika 124), in sicer se vrednosti popravkov gibljejo mesečno od 12 % do 73 %. Ljubljana dosega manjše popravke v primerjavi z Mursko Soboto in Portorožem za 6 % oz. 13 %.



Slika 124: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Dahlströma za vhodne podatke po dogodkih

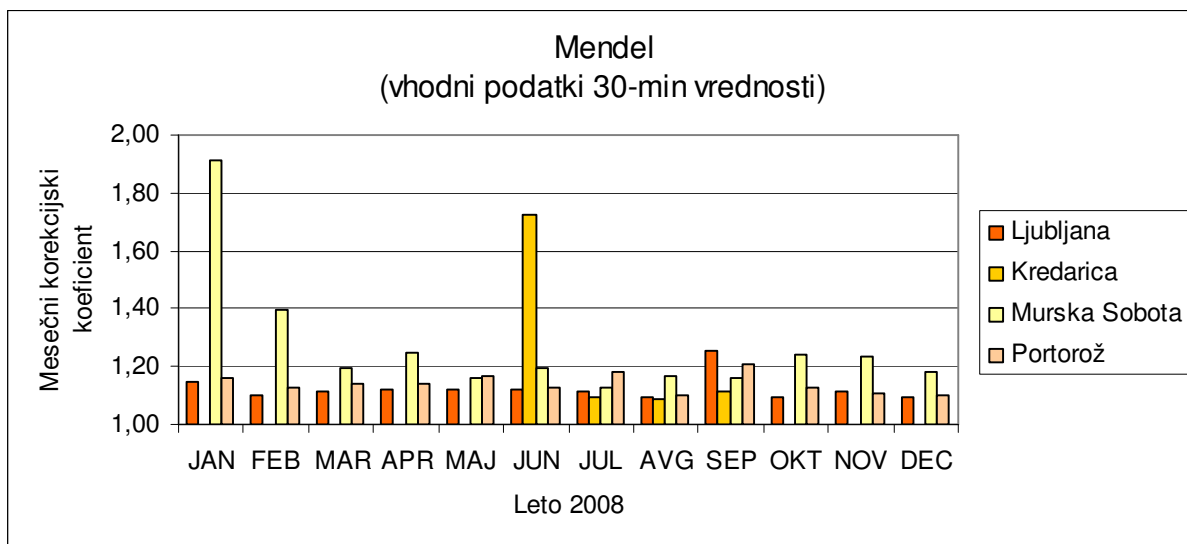
Metoda Mendela daje podobne rezultate kot metoda Dahlströma in Sevruka. Za Ljubljano je za vhodne podatke po letopisu popravek 11 %, za Kredarico 56 %, v Murski Soboti dosegajo popravki v povprečju 15 % in v Portorožu 13 %. Popravki, ki so prikazani na sliki 125, se torej gibljejo v vrednostih 13 % - 15 %, medtem ko zopet odstopa Kredarica v zimskem obdobju, ko so hitrosti vetra in deleži trdnih (snežnih) padavin večji.



Slika 125: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Mendela za vhodne podatke po letopisu

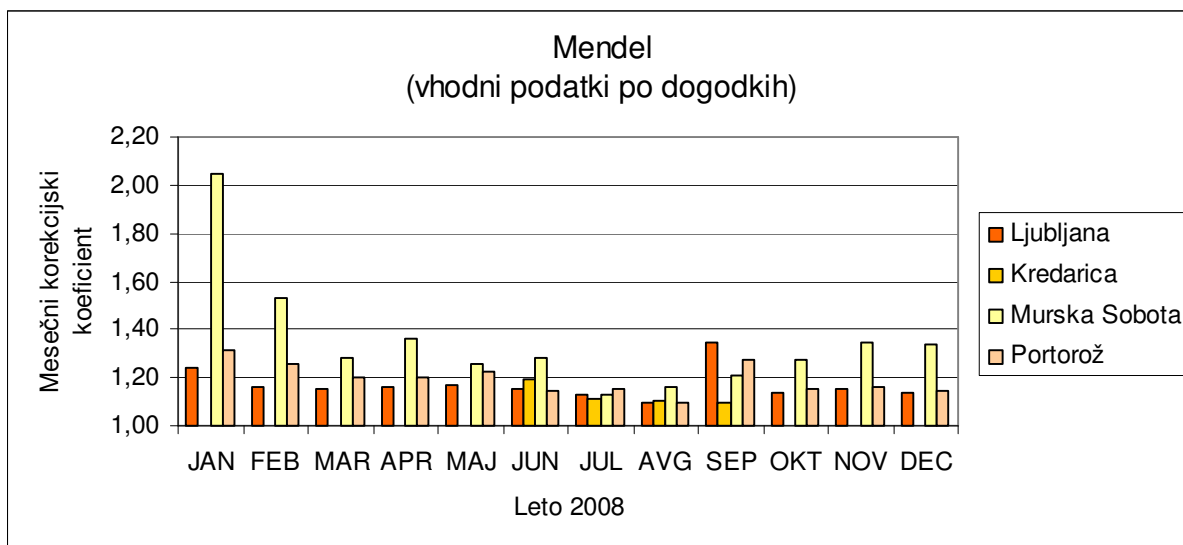


Izračun korekcijskega koeficienta po metodi Mendela za posamezne postaje je za vhodne podatke po letopisu, glede na ostali dve skupini izračunov popravka, manjši za 3 % do 6 %. Razlika med korekcijskimi koeficienti slednjih dveh skupin pa je 4 % do 6 % za vse postaje.



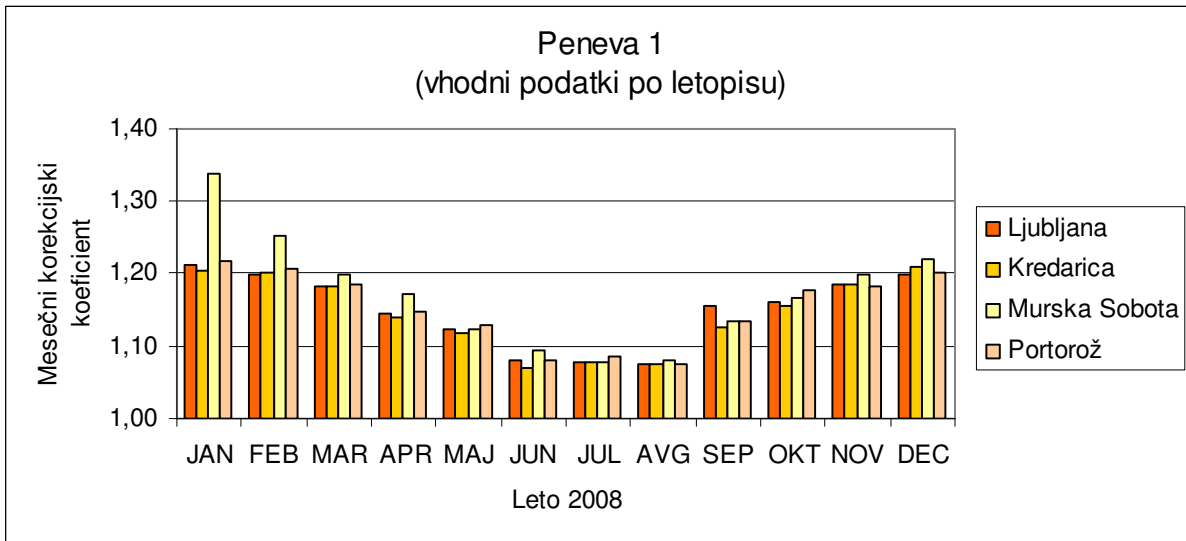
Slika 126: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Mendela za 30-minutne vhodne podatke

Med popravki močno odstopa izračun korekcijskega koeficienta za Kredarico za junijski mesec (Slika 126) po vhodnih podatkih 30-minutnih vrednosti, in sicer je razlika glede na podatke po dogodkih (Slika 127) večja za 50 %. Za ostale postaje je izračun popravka približno enak, v povprečju 20 %.

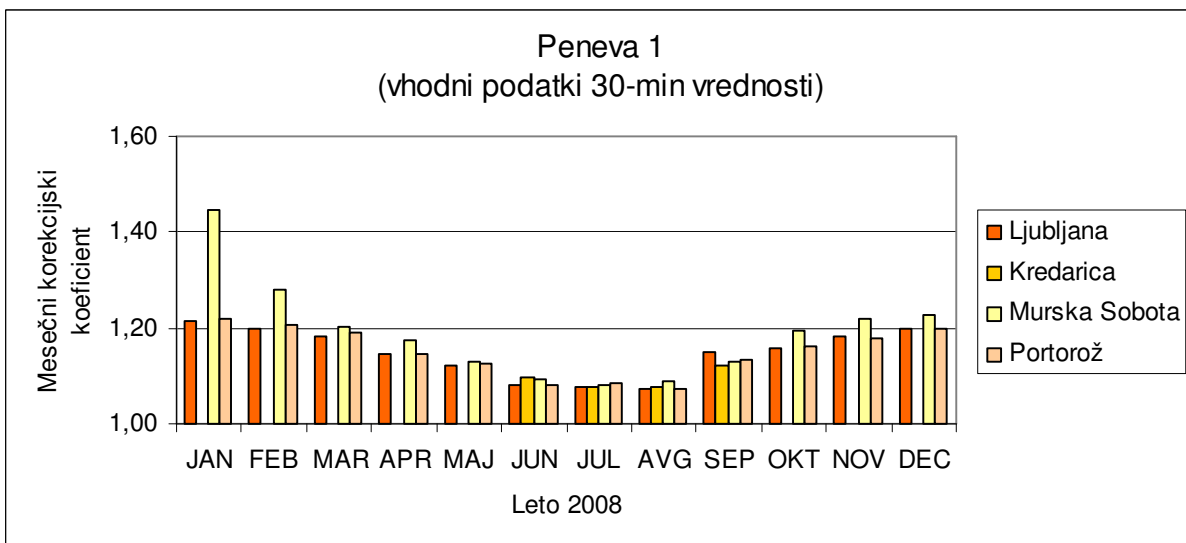


Slika 127: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Mendela za vhodne podatke po dogodkih

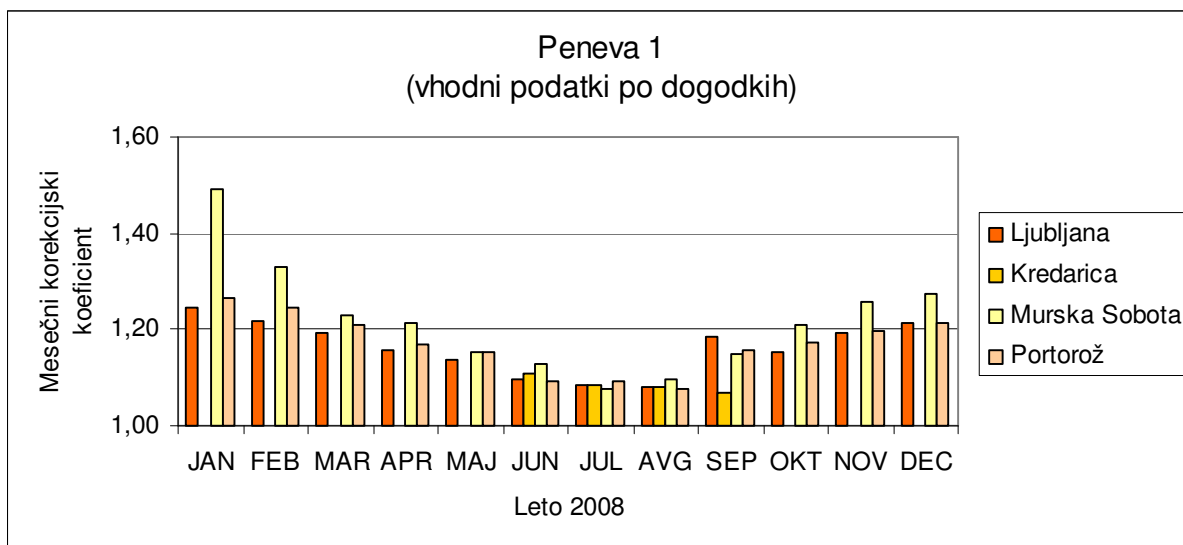
Metodi Peneve 1 in Peneve 2 dajeta po posameznih postajah podobne rezultate za vse štiri meteorološke postaje. Vzrok temu so vnaprej predpisani korekcijski faktorji in standardna deviacija, ki se spremeni le, če veter v določenem mesecu bistveno odstopa od dolgoletnega povprečja za isti mesec. Pri metodi Peneve 1 in Peneve 2, katerih popravki so prikazani na slikah 128 do 133, odstopa Murska Sobota v mesecu januarju, kjer je bilo razmeroma malo padavin. Torej majhna intenziteta padavin in povprečna mesečna hitrost vetra 0,7 m/s povečata merjene padavine za približno 37 % v primeru vnosa vhodnih podatkov po dogodkih (Slika 130 in slika 133).



Slika 128: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po letopisu

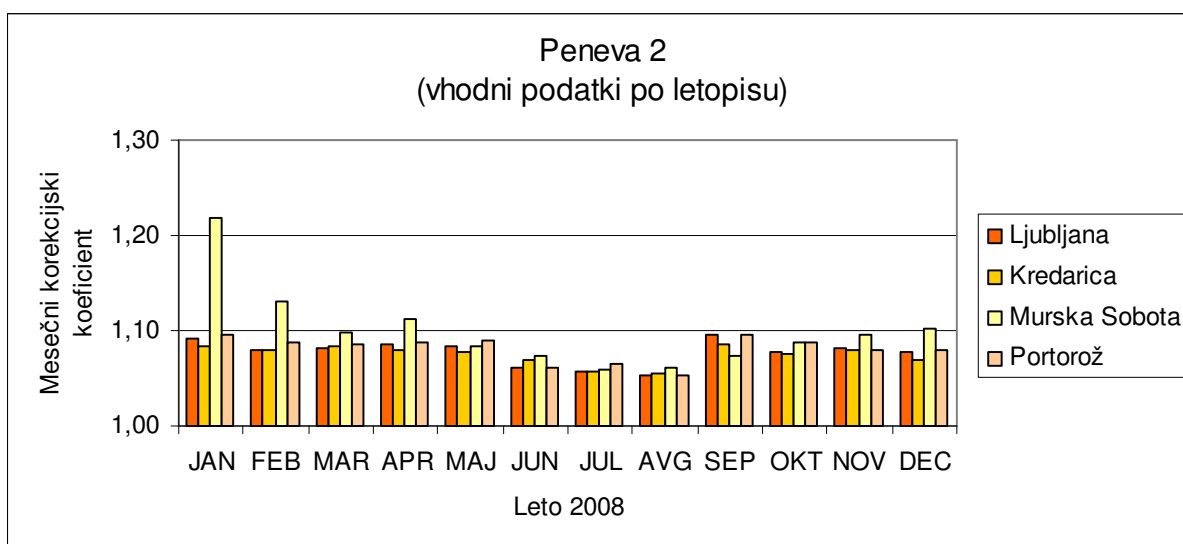


Slika 129: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 1 za 30-minutne vhodne podatke

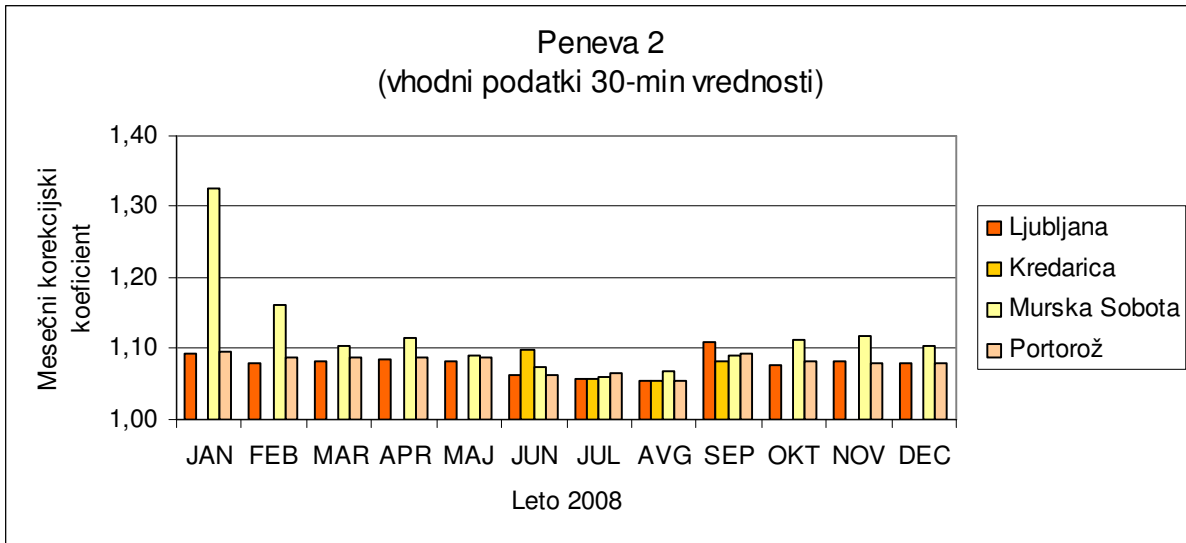


Slika 130: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 1 za vhodne podatke po dogodkih

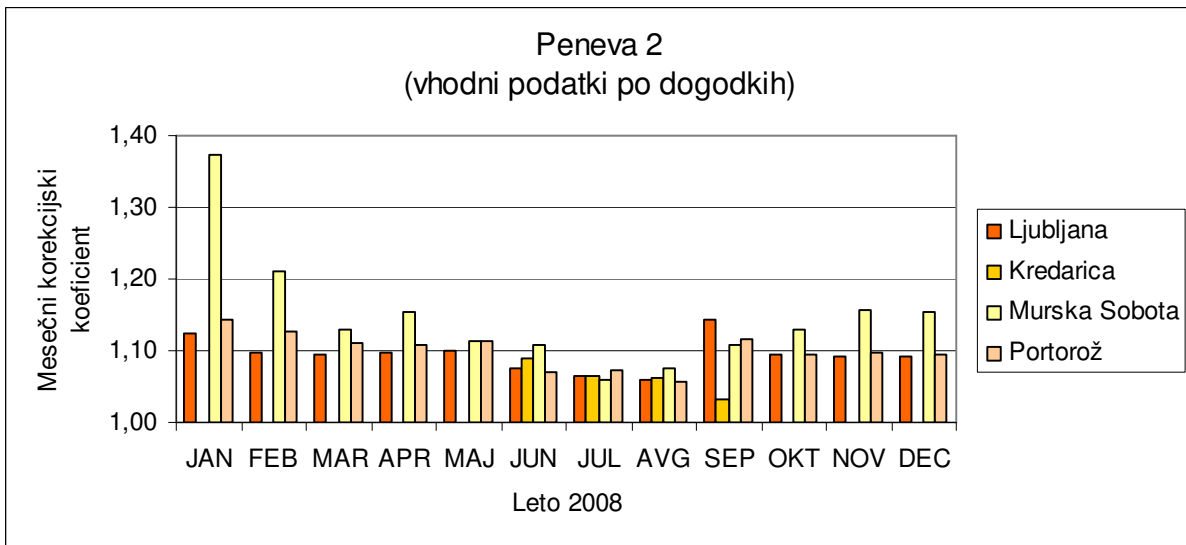
Potrebno je poudariti, da se rezultati med metodama Peneve 1 in Peneve 2, razlikujejo za približno 5 %, saj daje Peneva 1 v večini primerov vedno večji rezultat od Peneve 2. Pri Penevi 1 je tako vrednost v Ljubljani okrog 14 %, na Kredarici okrog 13 %, v Murski Soboti 14 % in v Portorožu 15 %. Po Penevi 2 so vrednosti manjše, in sicer znašajo 7 % za Ljubljano, 6 % za Kredarico, 10 % za Mursko Soboto in 9 % za Portorož.



Slika 131: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po letopisu

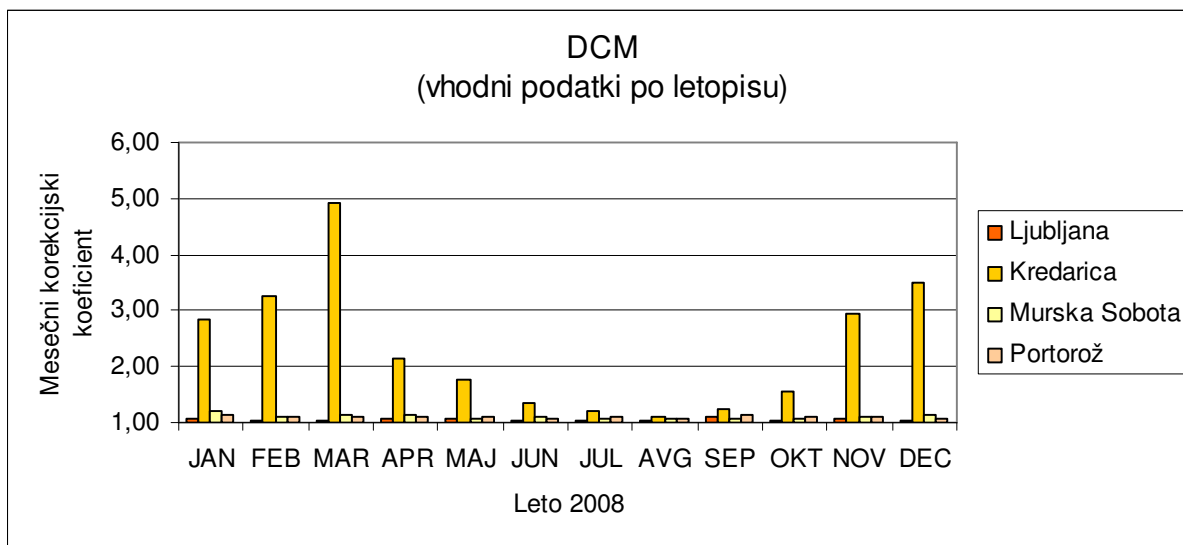


Slika 132: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 2 za 30-minutne vhodne podatke

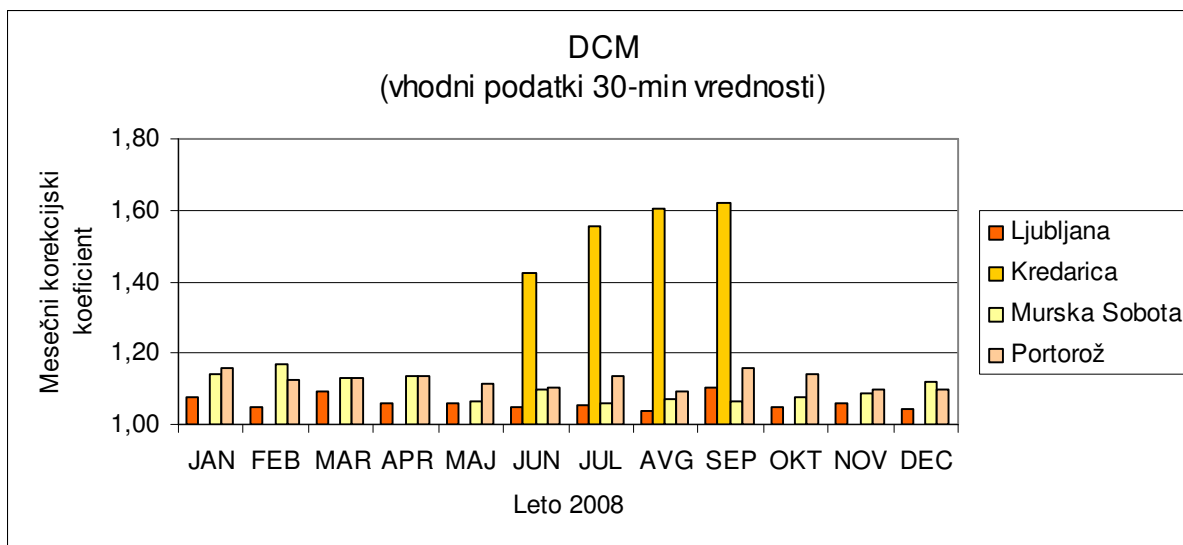


Slika 133: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi Peneve 2 za vhodne podatke po dogodkih

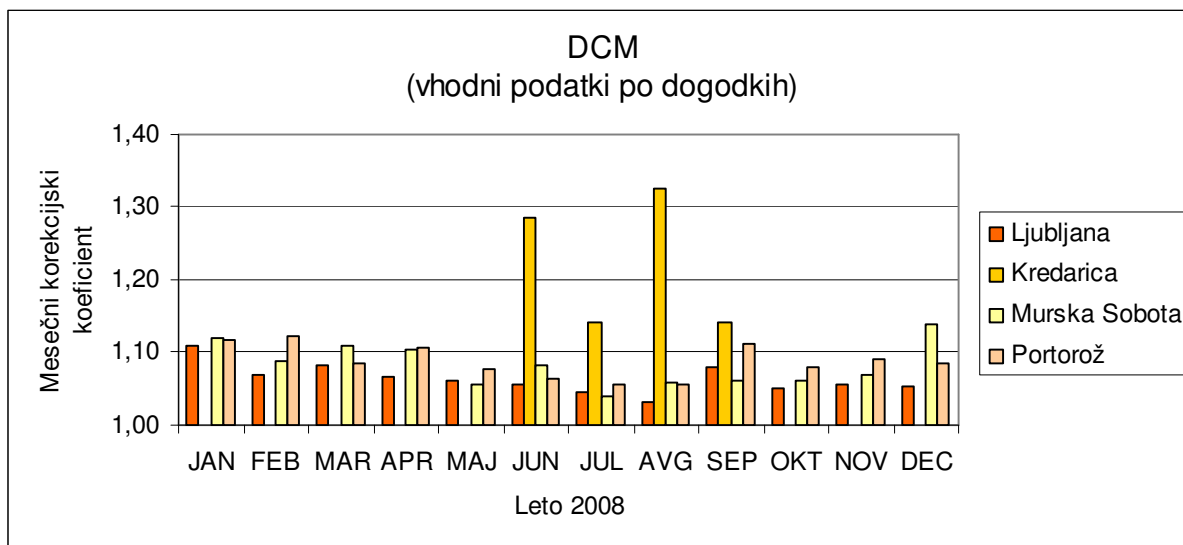
Pri metodi DCM sem v povprečju za različno natančnost vhodnih podatkov izračunala popravek za Ljubljano okrog 5 %, za Kredarico okrog 85 %, Mursko Soboto 8 % in za Portorož 10 %. Primerjava korekcijskih koeficientov glede na različno natančnost vhodnih podatkov je prikazana na slikah 134 do 136.



Slika 134: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi DCM za vhodne podatke po letopisu



Slika 135: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi DCM za 30-minutne vhodne podatke

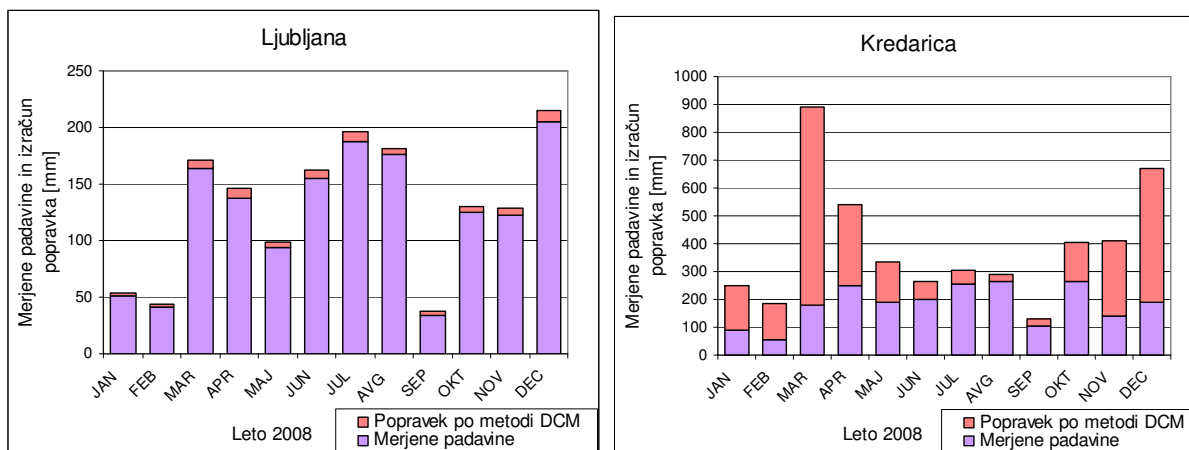


Slika 136: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodi DCM za vhodne podatke po dogodkih

### 8.1.1 Primerjava popravkov za Ljubljano Bežigrad in Kredarico

Primerjavo popravka padavin, dobljenega na osnovi vnosa dnevni padavin za DCM metodo med postajo Ljubljana Bežigrad, ki je postavljena v urbanem okolju, ter višinsko postajo Kredarica, sem prikazala na sliki 137. Na tem primeru razločno vidimo vpliv lokalnih vremenskih in geografskih razmer na korekcijski faktor. Slednje ne vplivajo le na absolutno vrednost korekcijskega faktorja, ampak tudi na njegovo relativno vrednost glede na vse padavinske dogodke. Dinamika spreminjanja korekcijskih faktorjev je na Kredarici precej večja kot v Ljubljani. Giblje se od 1,11 do 4,91, medtem ko faktorji za Ljubljano nihajo po posameznih mesecih od 1,03 do 1,09.

V primeru Ljubljane je delež popravkov za mesec marec okrog 5 % oz. 8,1 mm padavin, in je v primerjavi s Kredarico veliko manjši. Slednji popravek je za mesec marec 707,0 mm oz. izraženo s faktorjem vrednosti 4,91, kar je ekstremna vrednost. Razlike za takšno odstopanje pripisujem majhni intenziteti padavin, ter večjemu deležu trdnih (snežnih) padavin, saj je povprečna mesečna temperatura za mesec marec  $-8,5^{\circ}\text{C}$  in je nižja od povprečne letne za  $6,8^{\circ}\text{C}$ .



Slika 137: Histograma merjenih padavin in izračun popravka za leto 2008 za postaji Ljubljana Bežigrad in Kredarica

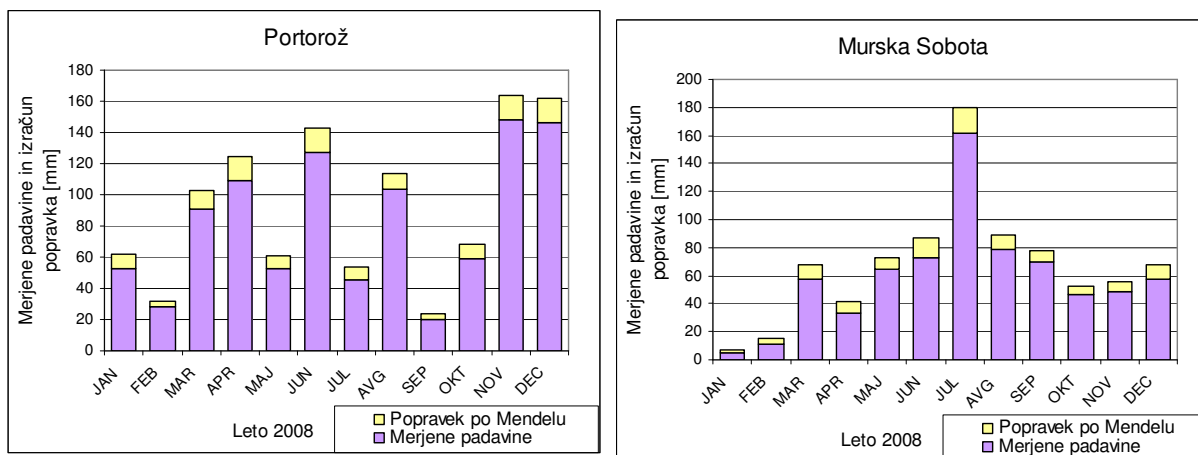
### 8.1.2 Primerjava popravkov za Mursko Soboto in Portorož

Primerjavo sem naredila tudi med postajo Portorož, ki je pod vplivom mediteranskega podnebja in postajo Murska Sobota, ki je pod vplivom celinskega podnebja. Za vhodne podatke sem vzela dnevne vrednosti po letopisu, medtem ko sem primerjavo naredila na mesečni ravni. V Portorožu v letu 2008 izmerili 984,8 mm padavin, pri povprečni letni temperaturi 14° C in povprečnem letnem korigiranem vetru 1,4 m/s. Na postaji Murska Sobota je bilo v danem obdobju manj padavin, in sicer so jih izmerili 707,9 mm. Povprečna letna temperatura je bila 11,2° C in povprečni letni korigirani veter 0,7 m/s.

Postaji sem primerjala z izračunom popravka po metodi Mendela. Vrednosti faktorjev sta približno enaki in ne prikazujeta take dinamike kot vrednosti iz prvega primera na Kredarici. Odstopa le januarska vrednost korekcijskega koeficienta za Mursko Soboto, kar pripisujem manjši intenziteti padavin. Pomembno je poudariti, da je bilo na letni ravni zelo malo trdnih padavin, tako v Murski Soboti kot v Portorožu, in zato korekcijski faktorji v večini primerov niso dosegali višjih vrednosti.



Iz histogramov na sliki 138 je razvidno, da je večja dinamika padavin prisotna v Portorožu, medtem ko v Murski Soboti odstopa julijski mesec s 18,6 mm popravka. Ugotovimo lahko tudi to, da manjša kot je količina padavin, večji je korekcijski koeficient.



Slika 138: Histograma merjenih padavin in izračun popravka za leto 2008 za postaji Portorož in Murska Sobota

## 8.2 Primerjava rezultatov glede na različno natančnost vhodnih podatkov

Primerjavo glede na različno natančnost vhodnih podatkov sem naredila na mesečni in letni ravni. Vpliv natančnosti vhodnih podatkov na rezultate je prikazan tudi grafično za vsako postajo posebej.

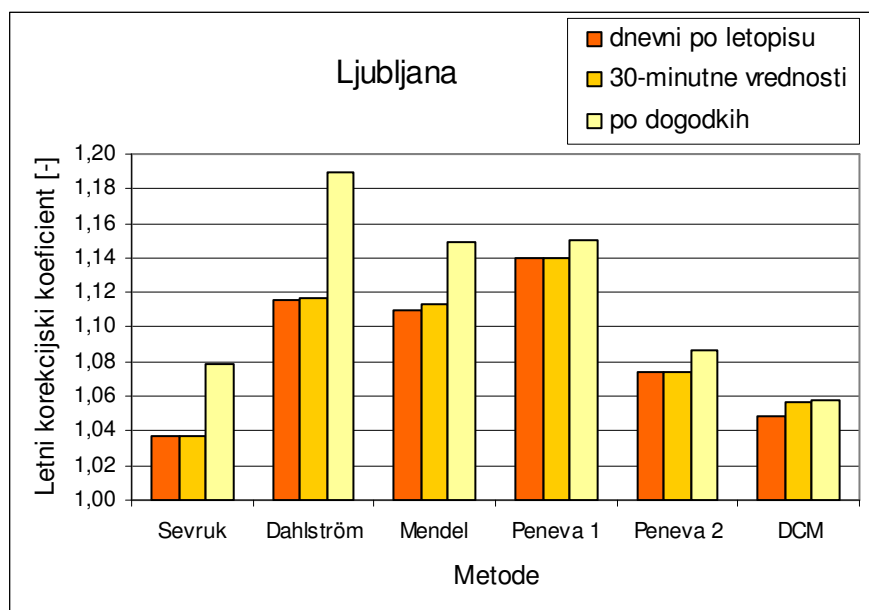
### 8.2.1 Ljubljana Bežigrad

Za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem dobila na letni ravni podobne rezultate za različno natančnost vhodnih podatkov. Vrednosti so malenkost višje le za vhodne podatke po dogodkih, in sicer pri vseh metodah (Slika 139). Kot je razvidno iz preglednice 49 je pri vnosu podatkov po dogodkih najmanjši popravek po metodi DCM (6 %), sledi mu metoda

Sevruka (8 %), nadalje Peneva 2 (9 %), Mendel (15 %) Peneva 1 (15 %) ter z največjim popravkom Dahlström (19 %).

Preglednica 49: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Ljubljano Bežigrad

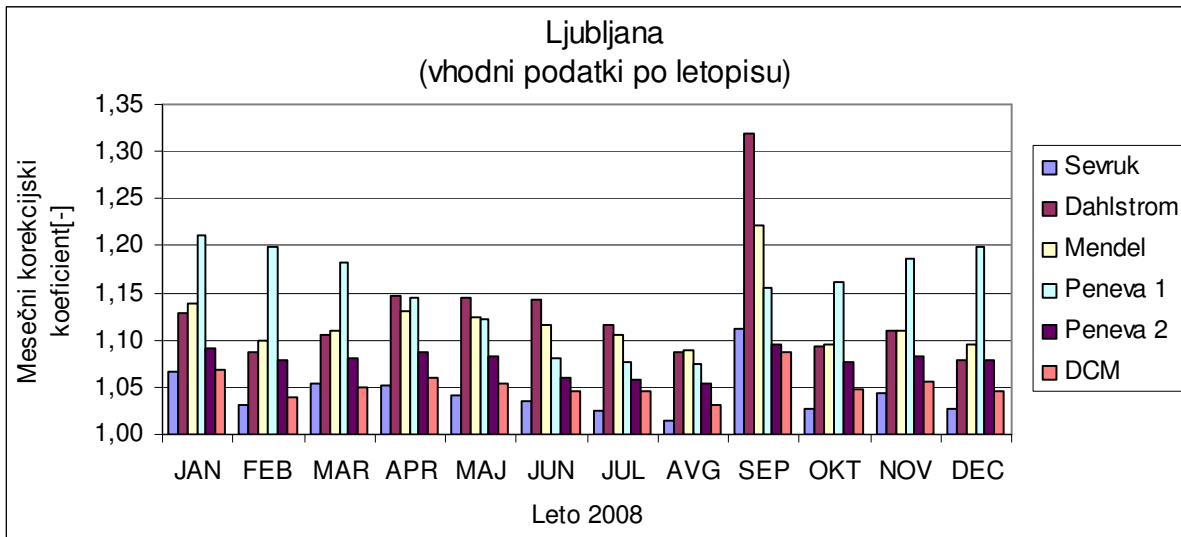
Metoda	dnevni (letopis)	30-minutne vrednosti	po dogodkih
Sevruk	1,04	1,04	1,08
Dahlström	1,12	1,12	1,19
Mendel	1,11	1,11	1,15
Peneva 1	1,14	1,14	1,15
Peneva 2	1,07	1,07	1,09
DCM	1,05	1,06	1,06



Slika 139: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Ljubljano Bežigrad

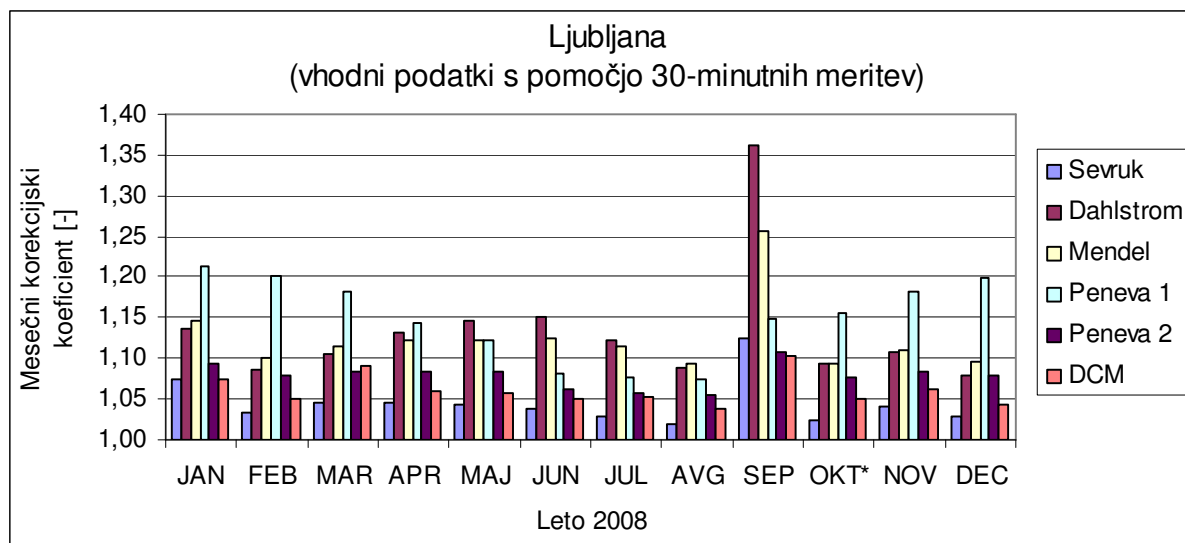
Primerjava korekcijskih faktorjev po metodah na mesečni ravni je za Ljubljano Bežigrad z vhodnimi podatki po letopisu prikazana na sliki 140. Podobne rezultate po posameznih mesecih dajejo Sevruk, Peneva 2 in modificirana metoda DCM. Večje vrednosti korekcijskih koeficientov dajejo rezultati po metodi Peneve 1 in Dahlströma. Vzrok temu je večje število dni v mesecu s padavinami. Metoda Mendela je v povprečju za 1 % nižja od vrednosti Dahlströma, saj ji rezultat korekcijskega koeficienta ravno tako povečuje število padavinskih

dni. Zanimivo je, da vrednosti vseh metod narastejo v septembru, saj je bila intenziteta padavin majhna.



Slika 140: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Ljubljano z vhodnimi podatki po letopisu

Primerjava korekcijskih faktorjev po metodah na mesečni ravni je za Ljubljano Bežigrad z vhodnimi podatki 30-minutnih vrednosti meritev prikazana na sliki 141. Najnižje vrednosti korekcijskih koeficientov sem dobila po metodi Sevruka (2 % - 12 %). Sledita ji metoda Peneve 2 s popravkom 5 % - 11% in metoda DCM s popravkom 4 % - 10 %, ki se medsebojno razlikujeta za približno 1 % - 4 %. Tem metodam z večjimi vrednostmi popravkov v vrednostih od 9 % do 26 % sledi metoda Mendela, nadalje Dahlström (8 % - 36 %) in nazadnje metoda Peneva 1 (7 % - 21%). Tudi v primeru izračuna popravkov s pomočjo vhodnih podatkov 30-minutnih meritev narastejo vrednosti za mesec september. Vzrok temu pripisujem majhni intenziteti padavin.



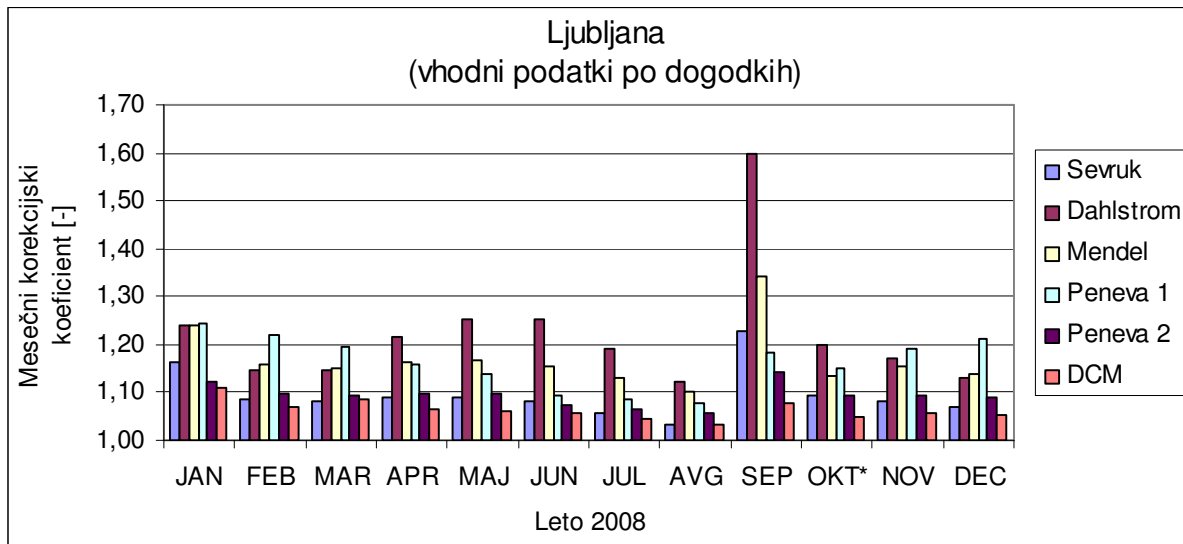
Slika 141: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Ljubljano z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev

Vrednosti mesečnih korekcijskih koeficientov, ki sem jih izračunala s pomočjo vhodnih podatkov 30-minutnih meritev, so podobne vrednostim korekcijskih koeficientov po vhodnih podatkih iz letopisa. Korekcijski koeficienti so tako enaki za vhodne podatke po letopisu in 30-minutne vrednosti meritev, in sicer za metodo Sevruka, Mendela, Peneve 1 in Peneve 2, medtem ko se korekcijski koeficient pri metodi Dahlströma poveča za 4 % in pri metodi DCM za 1 %.

Primerjavo korekcijskih koeficientov po posameznih metod za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad sem naredila tudi s podatki po dogodkih, ki jo prikazuje slika 142. Najmanjši popravek sem izračunala po metodi DCM (3 % - 11%), sledi ji Sevruk (3 % - 23 %) in Peneva 2 (6 % - 14 %). Podobne rezultate korekcijskih faktorjev sem izračunala po Mendelu in Penevi 1 s popravkom od 9 % do 14 %. Največje vrednosti po posameznem mesecu sem izračunala po metodi Dahlströma, in sicer od 13 % do 60 %.

Če primerjam rezultate korekcijskih koeficientov, ki sem jih dobila s pomočjo vhodnih podatkov po dogodkih še z rezultati, ki sem jih dobila s pomočjo vhodnih podatkov 30-minutnih intervalov, ugotovim, da se vrednosti korekcijskih koeficientov in s tem popravkov povečajo za približno 1 - 4 %. Vrednosti rezultatov po Penevi 1 in Penevi 2 se bistveno ne

spreminjata glede na natančnost vhodnih podatkov, saj sta pogojeni z vnaprej določenimi faktorji. Povprečna letna hitrost je bila v primeru obravnave po dogodkih glede na podatke iz letopisa večja za 0,1 m/s, medtem ko je bila temperatura nižja za 0,9° C.



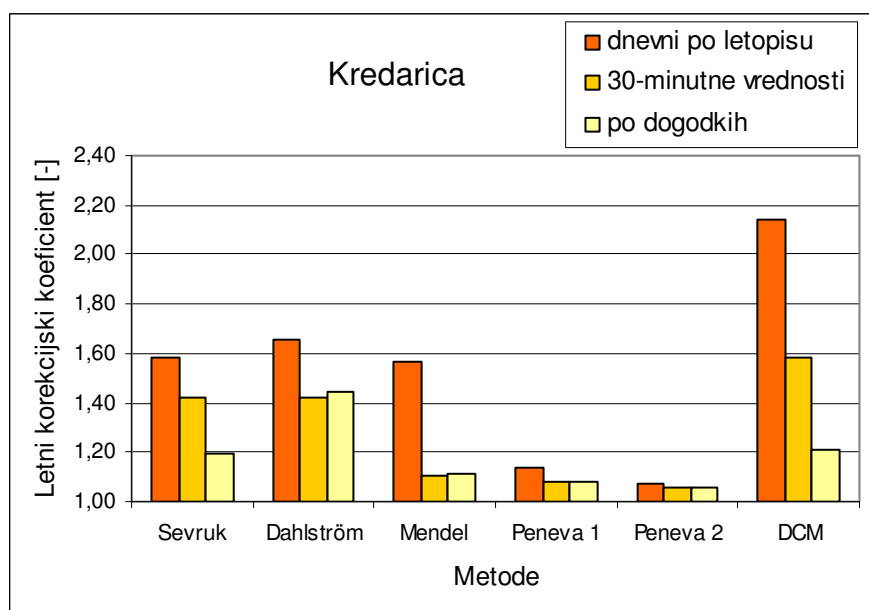
Slika 142: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Ljubljano z vhodnimi podatki po dogodkih

### 8.2.2 Kredarica

Za meteorološko postajo Kredarica dobimo pri različni natančnosti vnosa vhodnih podatkov precejšnja odstopanja popravkov (Slika 143). Vzrok temu so, kot že večkrat omenjeno, nepopolni vhodni podatki za izračun popravka s pomočjo 30-minutnih intervalov in po posameznih padavinskih dogodkih. Pri vnosu dnevni vrednosti iz letopisa je najmanjši popravek doprinesla metoda Peneve 2 s 7 %, sledi ji Peneva 1 s 13 %, nadalje pa s precej višjimi vrednostmi Mendel (56 %), Sevruc (58 %) in Dahlström (66 %). Močno odstopa vrednost popravka po modificirani metodi DCM s 114 odstotnim popravkom. Primerjava ostalih dveh načinov vnosa vhodnih podatkov kaže, da so popravki po metodah Peneve 1, Peneve 2, Mendela in Dahlströma enaki, medtem ko se pri metodi Sevruka razlikujejo za 20 % in v primeru metode DCM za 37 % (Preglednica 50).

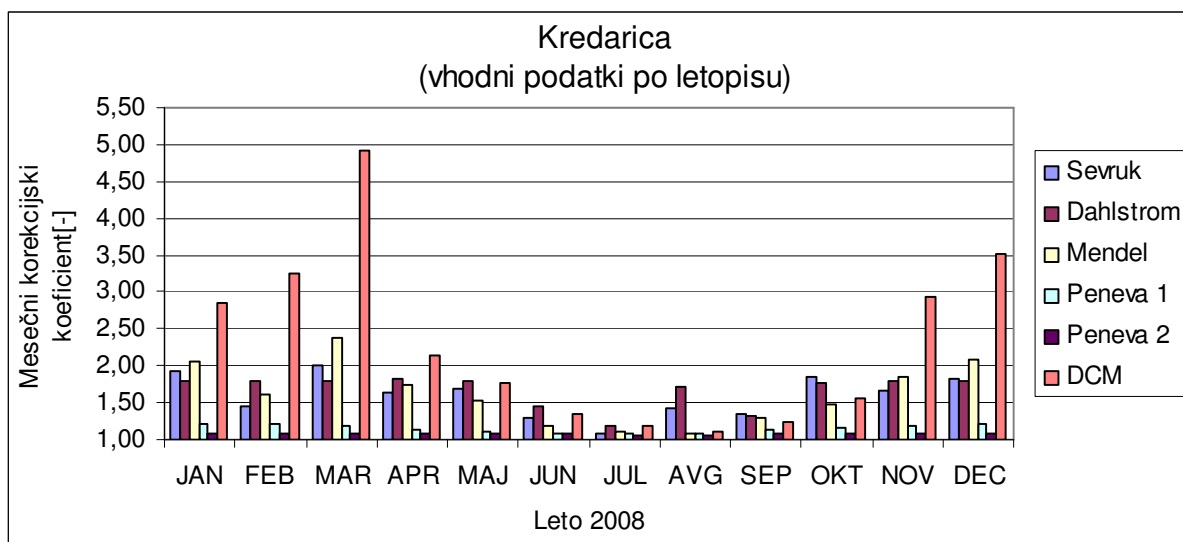
Preglednica 50: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Kredarico

Metoda	dnevni (letopis)	30-minutne vrednosti	po dogodkih
Sevruk	1,58	1,42	1,2
Dahlström	1,66	1,42	1,44
Mendel	1,56	1,11	1,11
Peneva 1	1,13	1,08	1,08
Peneva 2	1,07	1,06	1,06
DCM	2,14	1,58	1,21



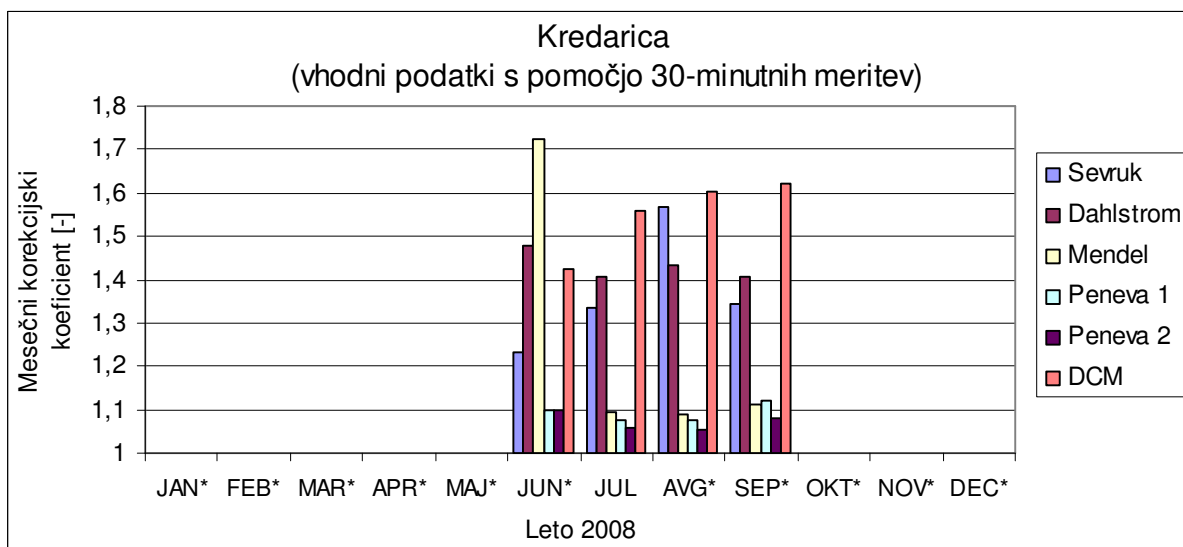
Slika 143: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Kredarico

Primerjava korekcijskih faktorjev po metodah na mesečni ravni je za Kredarico z vhodnimi podatki po letopisu prikazana na sliki 144. Podobne rezultate po posameznih mesecih sem izračunala po metodi Peneve 1 (7 % - 21%) in Peneve 2 (5 % - 9 %). Večje vrednosti korekcijskih koeficientov dajejo rezultati po metodi Sevruka (8 % - 101 %), Dahlströma (32 % - 81%) in Mendela (8 % - 138 %). Izredno visoke vrednosti sem izračunala po metodi DCM. Korekcijski koeficient so najvišji za zimske mesece oz. za čas, ko pade veliko trdnih (snežnih) padavin. K temu rezultatu pa pripomorejo tudi višje vrednosti hitrosti vetra.



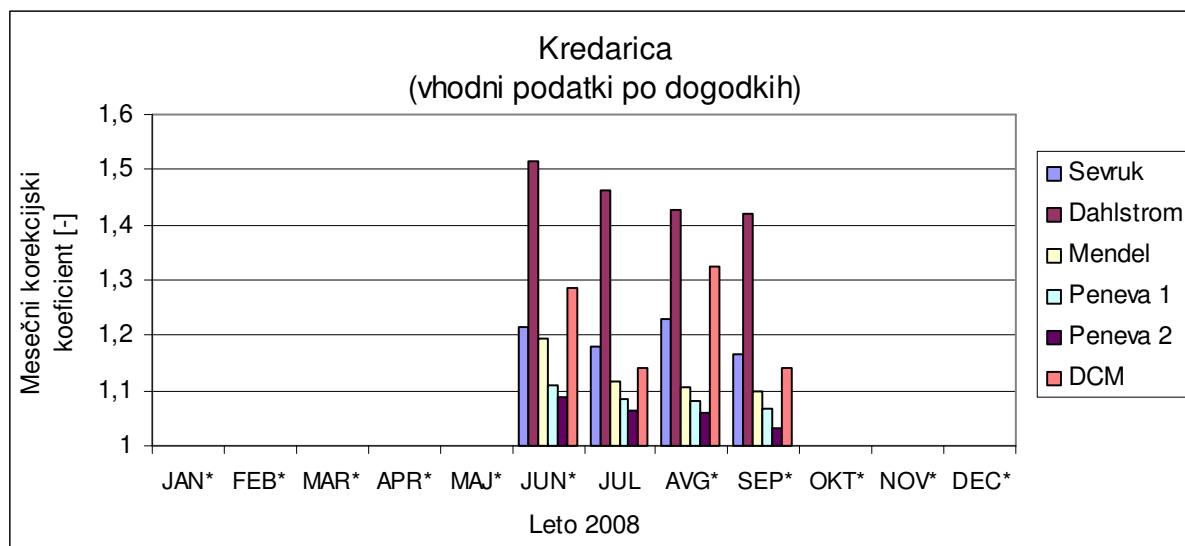
Slika 144: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Kredarico z vhodnimi podatki po letopisu

Rezultati korekcijskih koeficientov s pomočjo 30-minutnih vrednosti meritev niso povsem točni, saj mi manjkajo podatki (Slika 145). Vrednost popravka za metodo Peneve 1 in Peneve 2 je približno enak in znaša od 6 % do 12 %. Po metodi Sevruka dobim za obdobje štirih mesecev vrednosti popravkov do 55 %, medtem ko je vrednost popravka po metodi DCM še malenkost višja, in sicer 58 %. Visok rezultat dobim za mesec junij po Mendelu, kjer popravek naraste preko 70 %. Vzrok temu so v prvi vrsti manjkajoči podatki, razmeroma visoka hitrost vetra ter majhna intenziteta padavin.



Slika 145: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Kredarico z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev

Korekcijski koeficienti za Kredarico, ki sem jih dobila iz vhodnih podatkov po dogodkih (Slika 146) so enaki za metodo Peneve 1 in Peneve 2 (7 %). Vrednost popravka se po metodi Sevruka zmanjša za približno 20 % glede na izračun vhodnih podatkov s pomočjo 30-minutnih vrednosti, medtem ko se vrednost popravka po metodi Dahlströma poveča za 2 %. Vrednost korekcijskega koeficienta po metodi DCM se pri izračunu po dogodkih glede na izračun podatkov po letopisu zmanjša. Če primerjam julijski mesec, ki je edini, ki ima vse vhodne podatke, se slednji zmanjša za 5 %.



Slika 146: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Kredarico z vhodnimi podatki po dogodkih

### 8.2.3 Murska Sobota

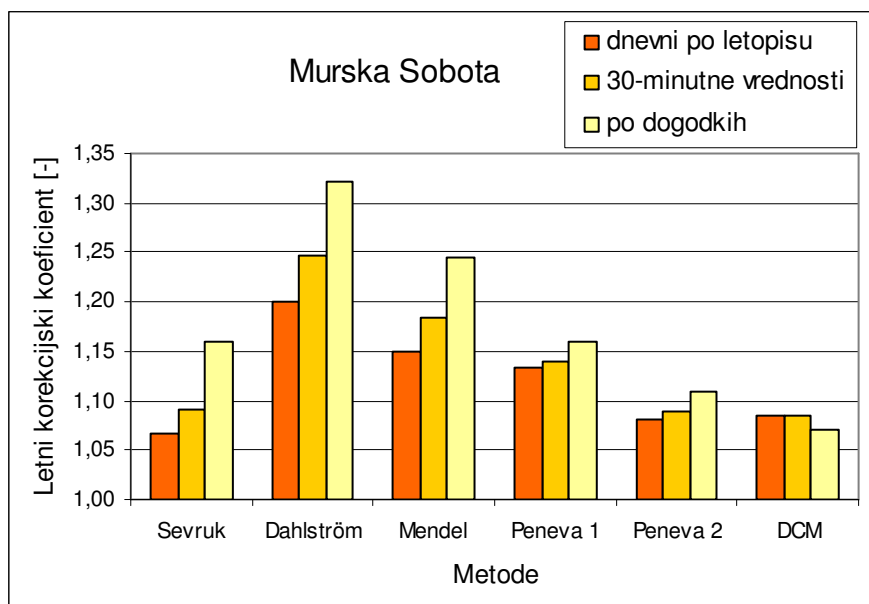
Merilna postaja Murska Sobota daje od vseh meteoroloških postaj najbolj zanimive in raznolike rezultate med posameznimi načini vnosa vhodnih podatkov (Slika 147). V splošnem lahko rečem, da se z večanjem natančnosti vhodnih podatkov, večja tudi korekcijski koeficient in s tem popravek padavin. To dejstvo se izključuje le v primeru metode DCM, ki pade za 2



% pri vnosu vhodnih podatkov po dogodkih. Vrednosti popravkov se tako gibljejo od 8 – 20 % oz. od 7 – 32 % (Preglednica 51).

Preglednica 51: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Mursko Soboto

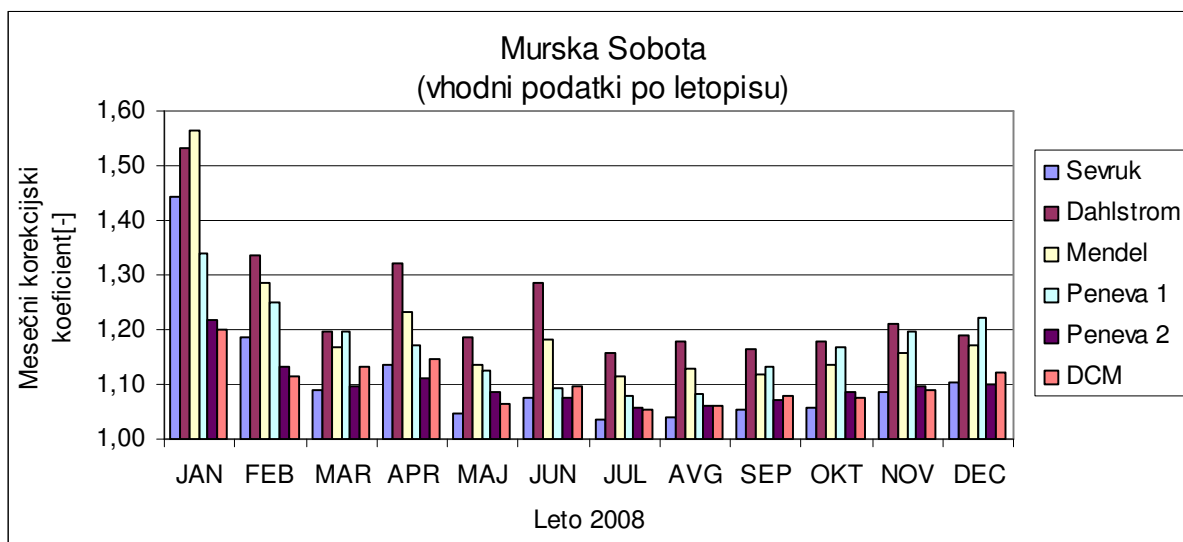
Metoda	dnevni (letopis)	30-minutne vrednosti	po dogodkih
Sevruk	1,07	1,09	1,16
Dahlström	1,20	1,25	1,32
Mendel	1,15	1,18	1,24
Peneva 1	1,13	1,14	1,16
Peneva 2	1,08	1,09	1,11
DCM	1,09	1,09	1,07



Slika 147: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Mursko Soboto

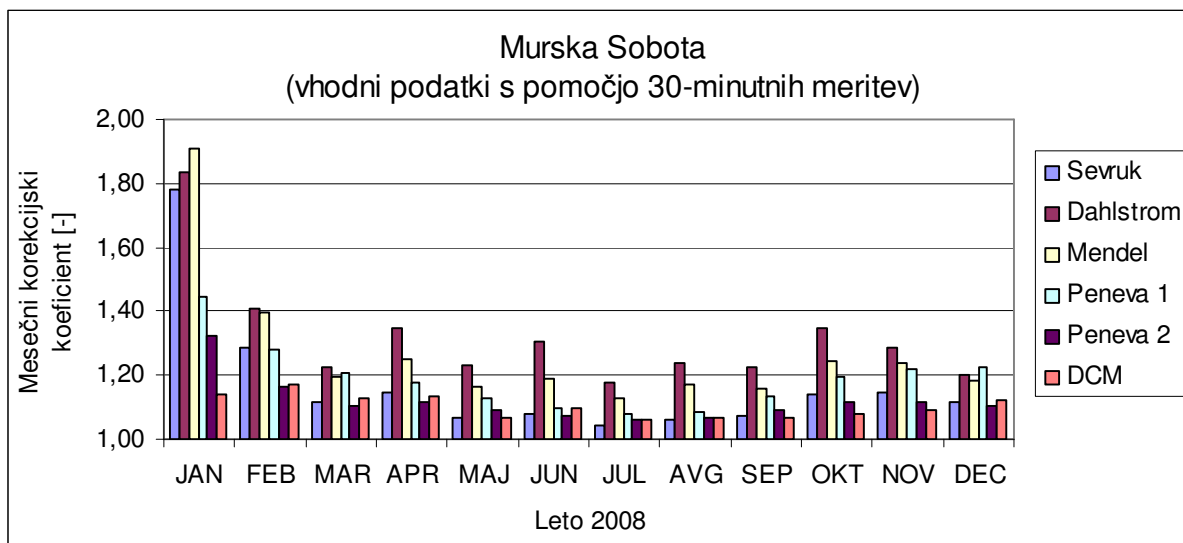
Primerjava korekcijskih faktorjev po metodah na mesečni ravni je za postajo Murska Sobota z vhodnimi podatki po letopisu prikazana na sliki 148. Najnižje vrednosti korekcijskih koeficientov sem dobila po metodi Sevruka (3 % - 44 %). Sledita ji metoda Peneve 2 s popravkom 6 % - 22 % in metoda DCM s popravkom 6 % - 20 %, ki se medsebojno razlikujeta za približno 1 %. Tem metodam z večjimi vrednostmi popravkov sledi metoda Mendela (12 % - 56 %), nadalje metoda Peneva 1 (8 % - 34 %) in Dahlström (8 % - 36 %). Za postajo Mursko Sobota so po vseh metodah vrednosti višje za mesec januar, in sicer znaša

vrednost popravka v povprečju po vseh metodah 40 %. Vzrok temu pripisujem razmeroma majhni intenziteti.



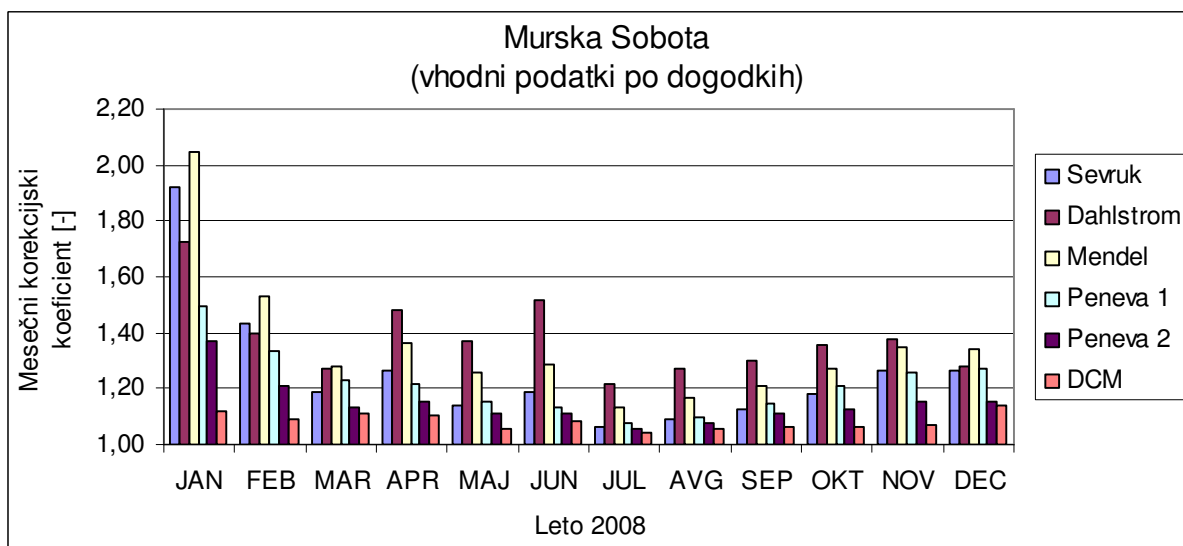
Slika 148: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Mursko Soboto z vhodnimi podatki po letopisu

Rezultati korekcijskih koeficientov s pomočjo 30-minutnih vrednosti meritev so prikazani na sliki 149. Vrednost popravka za metodo Peneve 1 in Peneve 2 je približno enak in znaša v povprečju 12 %. Podobne rezultate popravkov dobim po metodi Sevruka, Mendela in metode DCM, medtem, ko so izračuni po metodi Dahlströma višji od navedenih metod v povprečju za 16 %.



Slika 149: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Mursko Soboto z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev

Podobne izračune korekcijskih koeficientov dobim tudi za vhodne podatke po dogodkih, le da so slednji v primerjavi z letopisom višji za 2 % do 12 % (Slika 150).



Slika 150: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Mursko Soboto z vhodnimi podatki po dogodkih

Vrednosti korekcijskih koeficientov glede na različno natančnost vhodnih podatkov močno odstopajo za mesec januar. Najvišji popravek sem izračunala po Mendelu, katerega vrednost

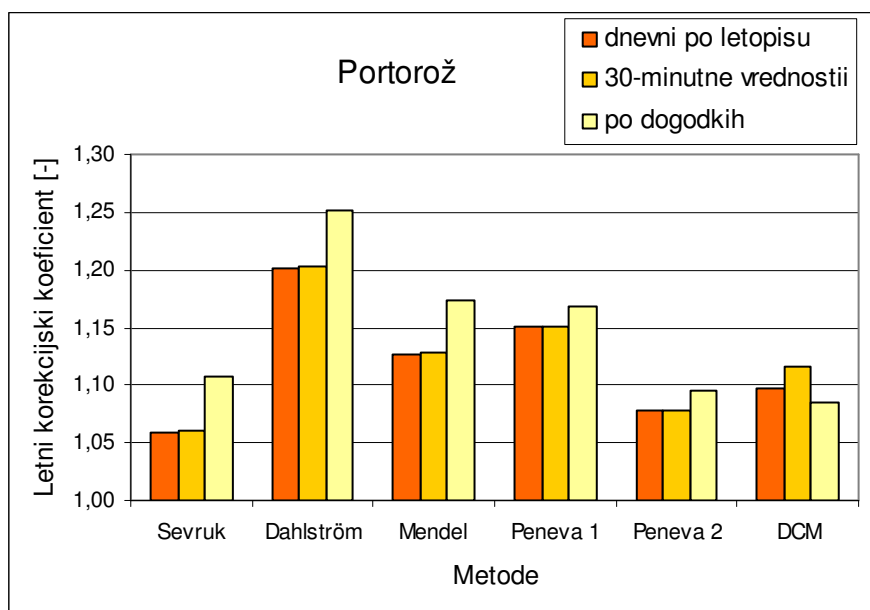
se giblje med 56 % - 104 %, medtem ko sem najmanjšo vrednost dobila po metodi DCM (12 % - 20 %).

#### 8.2.4 Letališče Portorož

Za postajo Letališče Portorož dobimo glede na različno natančnost vhodnih podatkov zelo podobne rezultate. Malenkost višje so vrednosti za vhodne podatke po dogodkih (Preglednica 52). Izjema je metoda DCM, ki se zmanjša pri vnosu vhodnih podatkov po dogodkih za 2 % glede vnos vhodnih podatkov po letopisu. Podobno kot za Ljubljano, tudi za Portorož ni bistvenih razlik med izračunoma z dnevno natančnostjo podatkov in 30-minutnimi vrednostmi vhodnih podatkov (Slika 151).

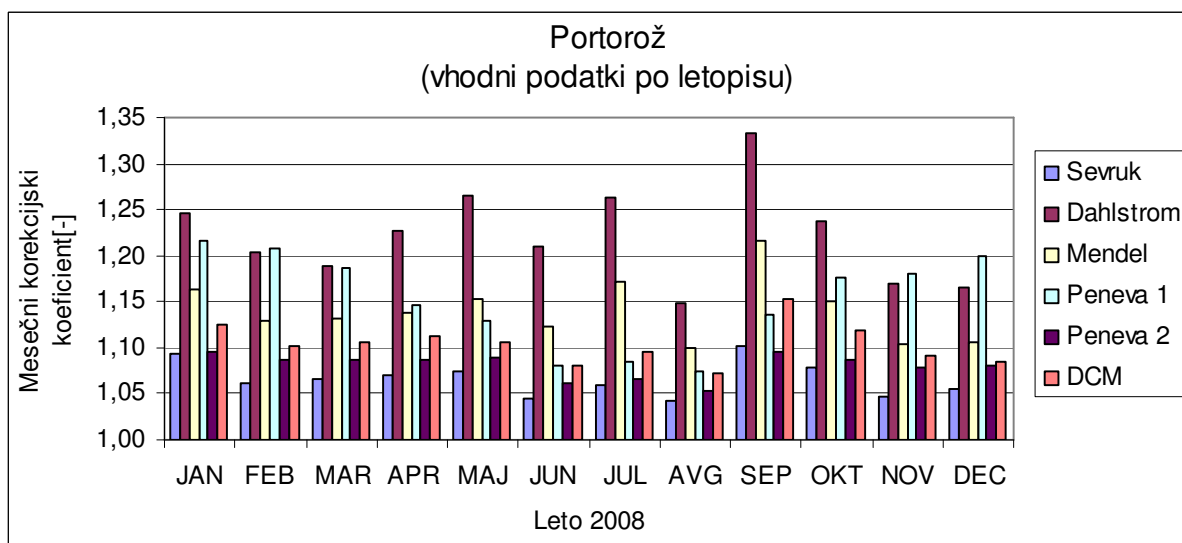
Preglednica 52: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Portorož

Metoda	dnevni (letopis)	30-minutne vrednosti	po dogodkih
Sevruk	1,06	1,06	1,11
Dahlström	1,20	1,20	1,25
Mendel	1,13	1,13	1,17
Peneva 1	1,15	1,15	1,17
Peneva 2	1,08	1,08	1,10
DCM	1,10	1,12	1,08



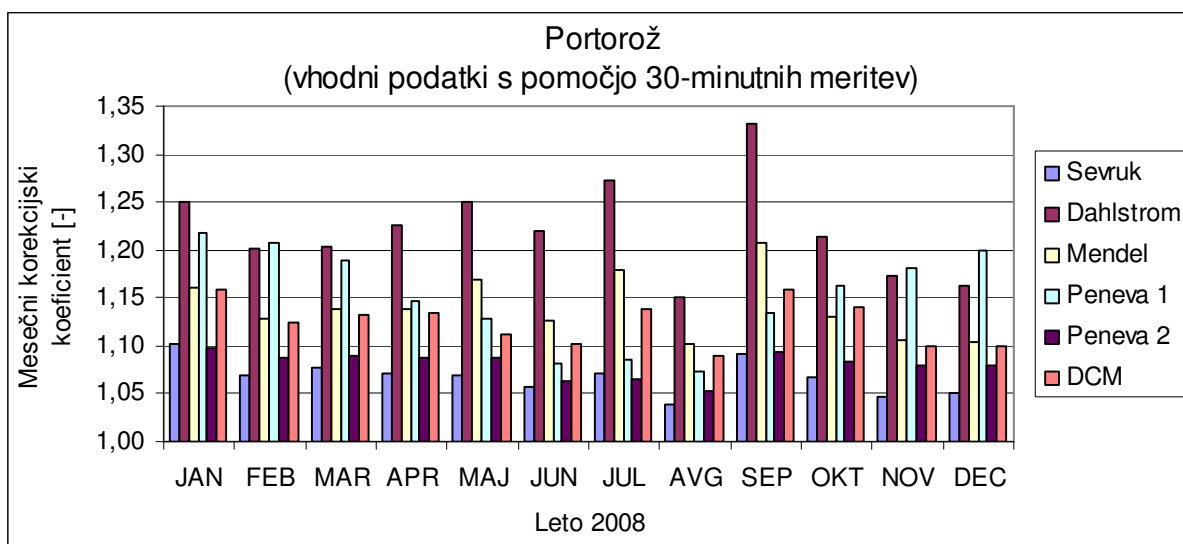
Slika 151: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov za Portorož

Primerjava korekcijskih faktorjev po metodah na mesečni ravni je za postajo Portorož z vhodnimi podatki po letopisu prikazana na sliki 152. Najnižje vrednosti korekcijskih koeficientov sem dobila po metodi Sevruka (4 % - 9 %). Sledita ji metoda Peneve 2 s popravkom 5 % - 10 % in metoda DCM s popravkom 8 % - 13 %, ki se medsebojno razlikujeta za približno 1 %. Tem metodam z večjimi vrednostmi popravkov sledi metoda Mendela (10 % - 22 %), nadalje metoda Peneva 1 (7 % - 77 %) in Dahlström (15 % - 33 %).

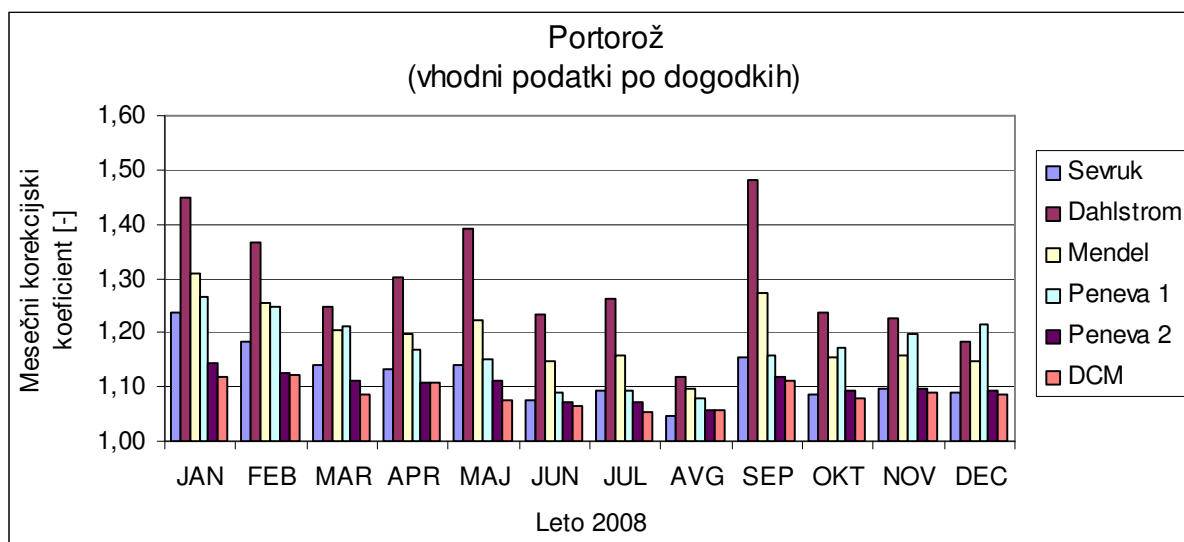


Slika 152: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Portorož z vhodnimi podatki po letopisu

Vrednosti korekcijskih koeficientov za ostali dve skupini natančnosti vnosa vhodnih podatkov so prikazane na slikah 153 in 154. Vrednosti so podobne in se razlikujeta glede na rezultate vhodnih podatkov po letopisu v povprečju za 2 % do 4 %. Za postajo Portorož sem opazila veliko dinamiko korekcijskih koeficientov iz meseca v mesec za vse tri načine vnosa vhodnih podatkov. Vzrok je majhna intenziteta glede na posamezni mesec, razmeroma visoka povprečna mesečna hitrost ter višje temperature, ki povečajo pogrešek zaradi izhlapevanja.



Slika 153: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Portorož z vhodnimi podatki 30-minutnih meritev



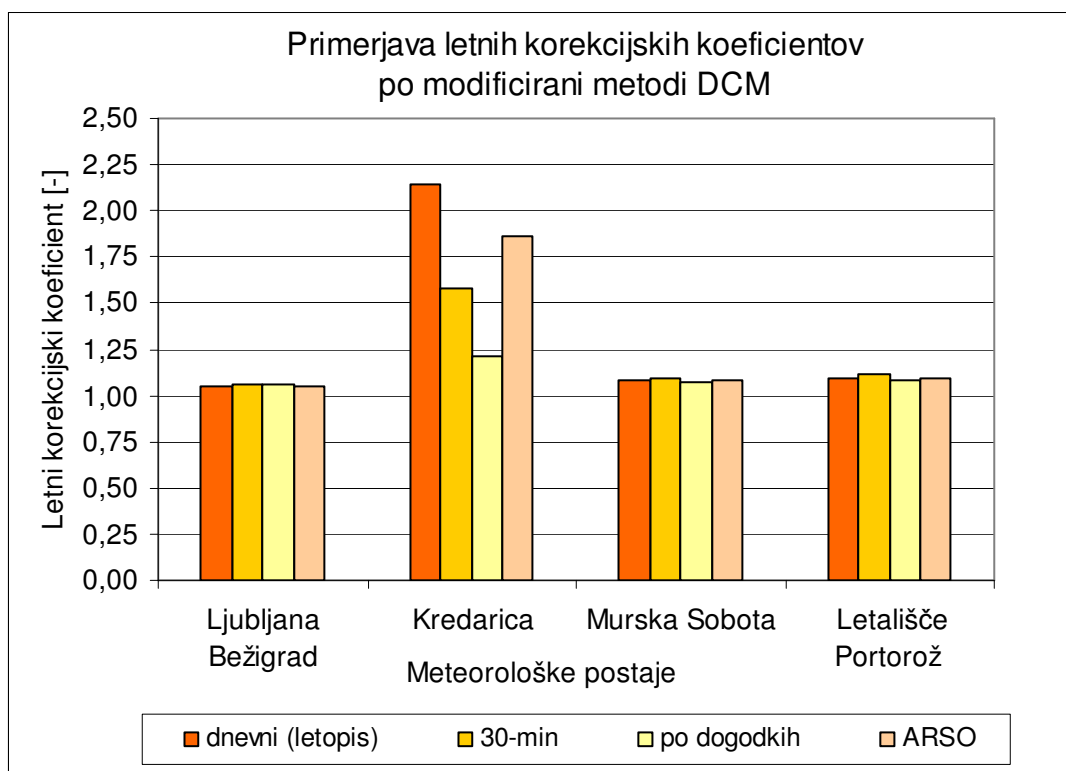
Slika 154: Primerjava korekcijskih koeficientov po metodah za Portorož z vhodnimi podatki po dogodkih

### 8.3 Primerjava rezultatov po modificirani metodi DCM z rezultati Agencije RS za okolje

Rezultate izračuna po modificirani metodi DCM, kjer sem za vhodne podatke uporabila dnevne vrednosti po letopisu (ARSO, 2008), sem primerjala z izračunom za 30-letno obdobje, ki so ga izvedli po enaki metodi na Agenciji RS za okolje. V okviru analize vodne bilance so naredili izračun korigiranih padavin za obdobje 1971-2000, ter izračunali povprečne korekcijske faktorje za posamezne meteorološke postaje. Med 464 postajami, ki so jih obravnavali, sem našla tudi postaje, ki jih obravnavam v nalogi. Ugotovila sem, da se moj izračun (Preglednica 53) dobro ujema z rezultati za 30-letno obdobje (Slika 155). Večje odstopanje je nastalo le na meteorološki postaji Kredarica. Vzrok temu je povečana količina trdnih padavin z majhno intenziteto, večja korigirana hitrost vetra, ki znaša letno okrog 6 m/s ter v povprečju nižje temperature v obravnavanem letu. V letu 2008 znaša povprečna letna temperatura na Kredarici  $-1,7^{\circ}\text{C}$ .

Preglednica 53: Primerjava letnih korekcijskih koeficientov po metodi DCM

Meteorološka postaja	Letni korekcijski koeficient [-]			
	Izračun z dnevnimi vrednostmi iz letopisa	Izračun z dnevnimi 30-minutnimi vrednostmi	Izračun z dnevnimi vrednostmi po dogodkih	Izračun Agencije RS za okolje
Ljubljana Bežigrad	1,05	1,06	1,06	1,05
Kredarica	2,14	1,58	1,21	1,86
Murska Sobota	1,09	1,09	1,07	1,08
Letališče Portorož	1,10	1,12	1,08	1,09



Slika 155: Primerjava letnih korekcijskih faktorjev po modificirani metodi DCM

#### 8.4 Analiza vplivov

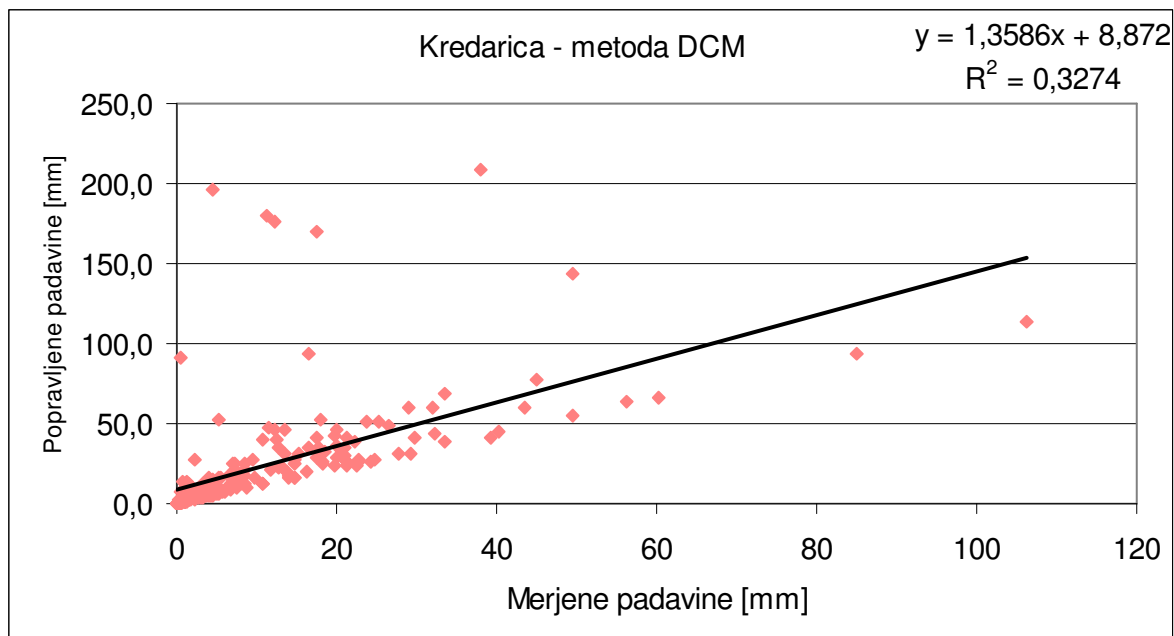
Korelacija med merjenimi in popravljenimi padavinami po posameznih metodah je pokazala zelo dobro ujemanje med vsemi uporabljenimi metodami z vrednostmi korelacijskega koeficienta R nad 0,99. Izjema je le postaja Kredarica, kjer so bili korelacijski koeficienti



med merjenimi in popravljenimi padavinami za metodi Sevruka in Mendela nekoliko nižji (Preglednica 54). Izstopala pa je predvsem metoda DCM z zelo nizkim koeficientom korelacije 0,32 (Preglednica 54). Podrobnejša analiza je pokazala, da je vzrok temu veliko dni z majhno intenziteto padavin, večje hitrosti vetra in nizke temperature, ki povečujejo delež trdnih padavin (Slika 156). Kljub slabemu korelacijskemu koeficientu pa je statistična analiza pokazala, da je odvisnost med merjenimi in popravljenimi padavinami tudi v tem primeru močno statistično značilna s p-vrednostjo  $5 \cdot 10^{-18}$ .

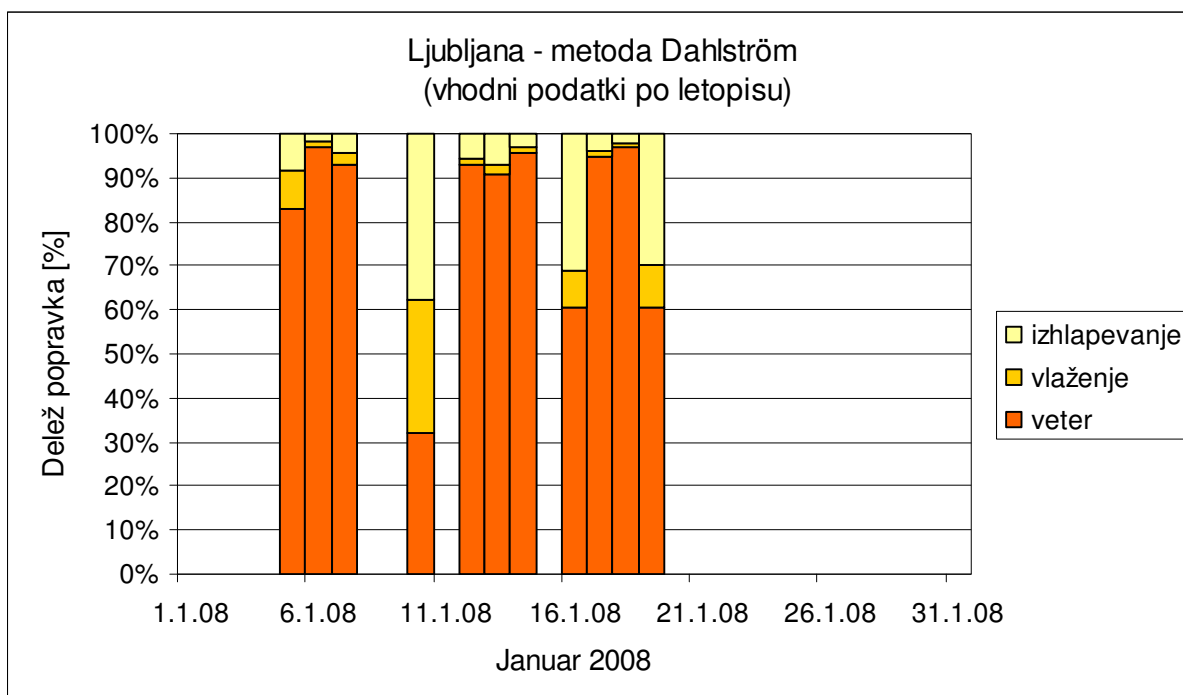
Preglednica 54: Analiza rezultatov za Kredarico po posameznih metodah

	$P_M$	Sevruk	Dahlstrom	Mendel	Peneva 1	Peneva 2	DCM
$P_M$	1						
Sevruk	0,874808	1					
Dahlstrom	0,927827	0,969372	1				
Mendel	0,734253	0,906343	0,836767	1			
Peneva 1	0,993333	0,916666	0,949875	0,798041	1		
Peneva 2	0,999700	0,882945	0,932553	0,745606	0,994835	1	
DCM	0,320159	0,586999	0,462707	0,842534	0,400252	0,331655	1

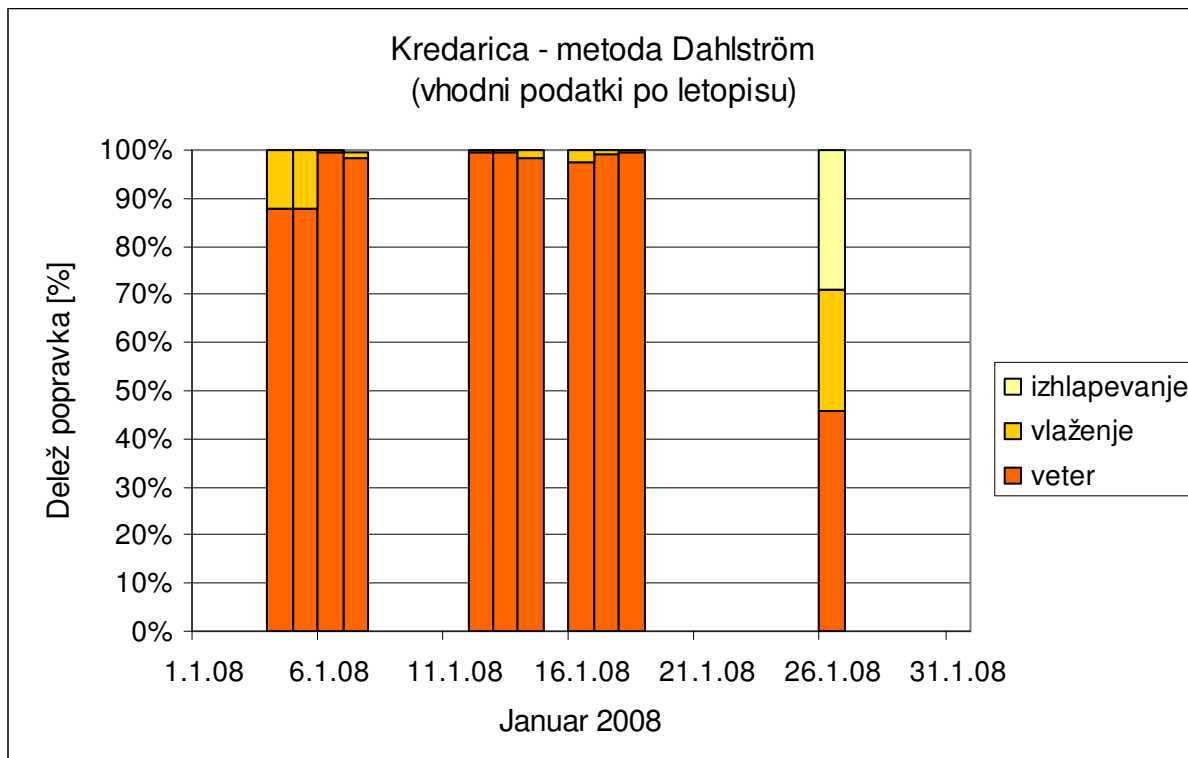


Slika 156: Odvisnost med popravljenimi in merjenimi padavinami za postajo Kredarica

Za določitev vpliva posameznih faktorjev na popravek padavin, sem podrobneje analizirala metodo Dahlströma. Posamezni deleži popravka za mesec januar so prikazani na slikah 157 in 158. Kot je razvidno iz slike 157 za Ljubljano, največji vpliv na popravek pričakovano predstavlja veter (20 do 80 %), sledi izhlapevanje (2 do 38 %) in nato vlaženje notranjih sten dežemera (1 do 30 %). Za meteorološko postajo Kredarica (Slika 158) je vpliv vetra še veliko bolj izrazit, saj predstavlja 89 do 100 % delež popravka. Izjema so le dnevi z majhno količino padavin, ko je popravek zaradi vetra nekoliko manjši. Kot lahko opazimo, je na Kredarici v zimskih mesecih popravek zaradi izhlapevanja zanemarljiv, saj se temperature večinoma gibljejo krepko pod 0° C.

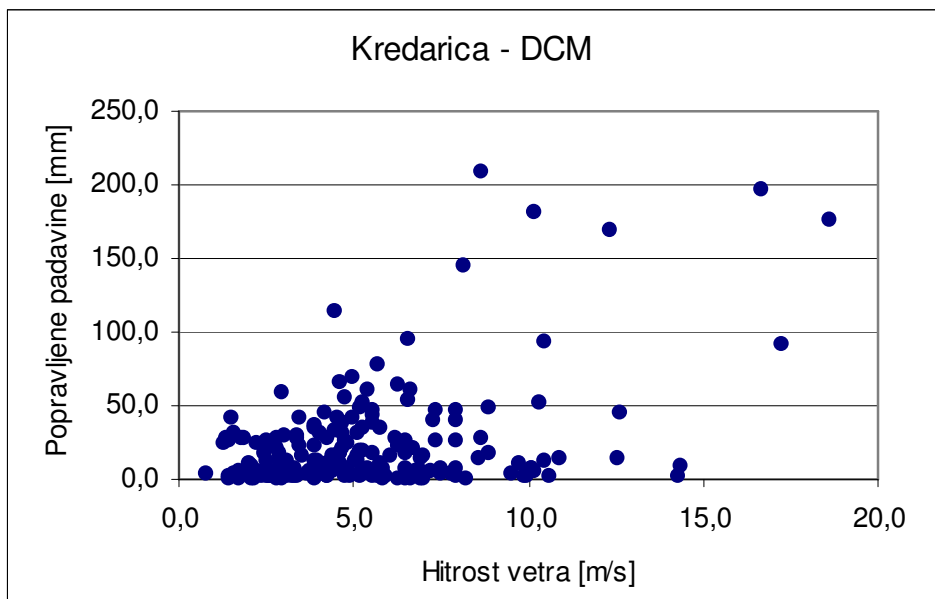


Slika 157: Deleži popravkov po metodi Dahlströma za Ljubljano



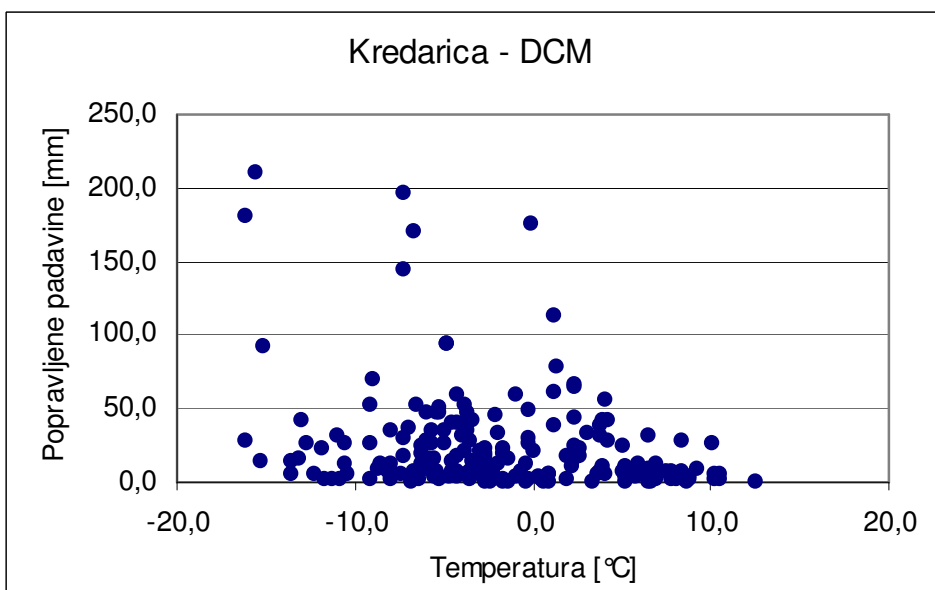
Slika 158: Deleži popravkov po metodi Dahlströma za Kredarico

Kot smo že pokazali, je hitrost vetra glavni dejavnik, ki zmanjšuje zajem padavin. Odvisnost popravka od hitrosti vetra je za postajo Kredarica prikazana na razsevnem grafu (Slika 159). Linearna povezanost obeh spremenljivk je slaba ( $R = 0,42$ ), vendar zelo nizka  $p$ -vrednost, ki je enaka  $8 \cdot 10^{-10}$ , kaže na močno statistično značilnost. Kot vidimo na grafu 159, se hitrosti vetra na Kredarici gibljejo okrog 5 m/s, z večanjem hitrosti pa se večja tudi popravek.



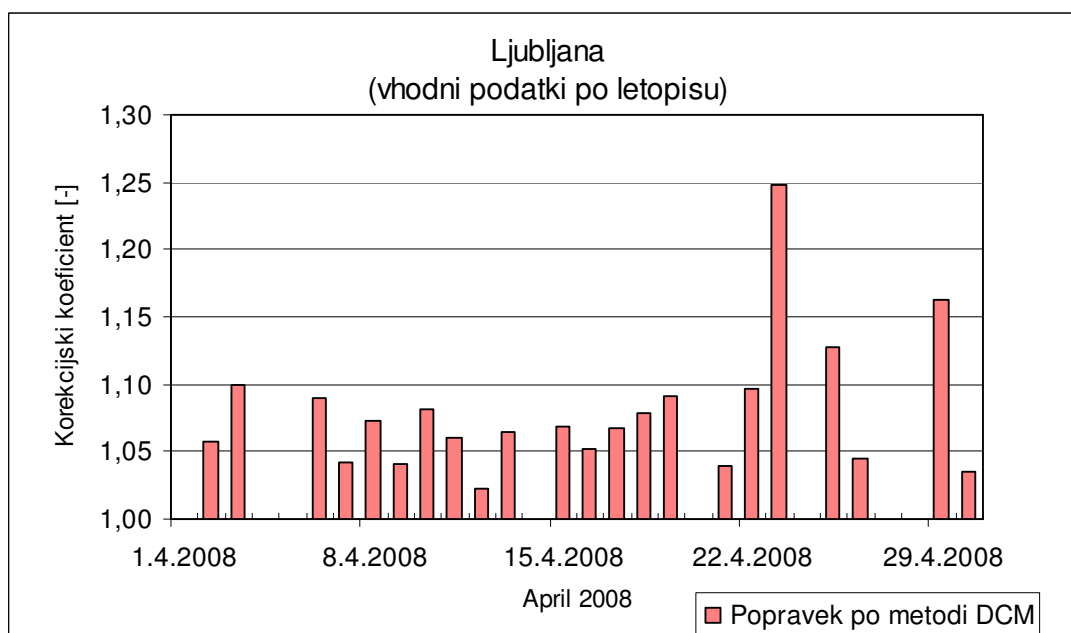
Slika 159: Odvisnost popravljenih dnevnih padavin od hitrosti vetra za postajo Kredarica

Odvisnost popravka od temperature zraka je prikazana na razsevnem grafu (Slika 160). Linearna korelacija je sicer slaba ( $R = 0,28$ ), vendar p-vrednost ( $8 \cdot 10^{-5}$ ) še vedno kaže na močno statistično značilnost. Torej se popravek načeloma večja z nižanjem temperature. To je seveda povezano s pojavom trdnih padavin pri nižjih temperaturah. Snežne padavine pa so, kar smo že ugotovili, še bolj občutljive na hitrost vetra kot tekoče.

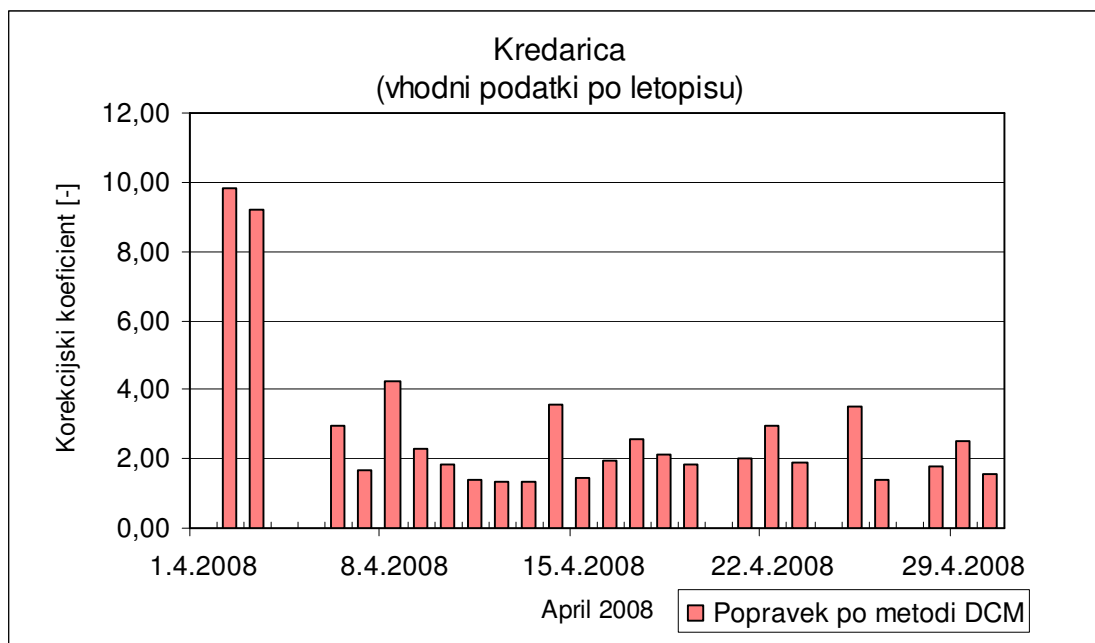


Slika 160: Odvisnost popravljenih dnevnih padavin od temperature zraka za postajo Kredarica

Za določitev vpliva trdnih padavin oz. snega, sem bolj podrobno analizirala Ljubljano in Kredarico z vhodnimi podatki po letopisu. Na sliki 161 in 162 je prikazan časovni potek korekcijskih koeficientov dnevnih padavin po metodi DCM za višinsko postajo Kredarica in urbano postajo Ljubljana za mesec april 2008. Po podatkih iz meteorološkega letopisa (ARSO, 2008) je bilo razvidno, da je na Kredarici snežilo 23 dni, medtem ko so bile v Ljubljani cel mesec samo tekoče padavine. Iz grafov se jasno vidi, da so korekcijski koeficienti precej večji za višinsko postajo Kredarica. Na Kredarici dosega najvišji faktor vrednost 9,83 in najmanjši 1,34, medtem ko je v Ljubljani najvišji korekcijski faktor vrednosti 1,25 in najmanjši 1,02. Povprečni mesečni korekcijski koeficient je tako za Kredarico 2,81, medtem ko je za Ljubljano 1,08, kar predstavlja 73 odstotno razliko v popravku padavin glede na omenjeni postaji za vhodne podatke po letopisu.



Slika 161: Dnevni korekcijski faktorji za mesec april 2008 za postajo Ljubljana



Slika 162: Dnevni korekcijski faktorji za mesec april 2008 za postajo Kredarica

## 9 ZAKLJUČKI

Na rezultate hidroloških modelov in izračune vodne bilance vpliva veliko različnih dejavnikov, vendar niso vsi izmed njih ključnega pomena, da bi jih obravnavali. Če se hidrološki sistem začne s komponento o količini padavin, moramo razumeti, kakšna odstopanja nastanejo že v fazi merjenja padavin in zakaj pravzaprav pride do njih. Kot vemo, lahko zaradi napačnih vhodnih podatkov dobimo bistveno drugačne rezultate kot smo pričakovali. Temu sledijo netočne napovedi pretokov, poplav, površinskih odtokov in vremena ter neustrezne hidrološke simulacije in napačno dimenzioniranje hidrotehničnih in ostalih objektov.

V diplomski nalogi sem podrobneje predstavila različne teoretične metode in načine popravljanja izmerjenih padavin, ki se uporabljajo po svetu. Izmed opisanih in podrobno predstavljenih sem za praktične izračune izbrala metodo Sevruka, Dahlströma, Mendela, Peneve 1 in Peneve 2 ter modificirano metodo dinamičnega korekcijskega modela. Preizkusila sem jih na različnih meteoroloških postajah v Sloveniji, ki se razlikujejo glede na izmerjeno količino padavin, podnebje ter nadmorsko višino. Tako sem popravke izračunala za štiri merilna mesta za obdobje 2008, in sicer Ljubljano Bežigrad, Kredarico, Mursko Soboto in Portorož. Pri izračunu popravkov sem raziskala tudi vpliv različne natančnosti vhodnih podatkov. Prva skupina vhodnih podatkov so bile meritve, ki so se izvajale trikrat dnevno, ob točno določenih urah, drugo skupino so predstavljali povprečni 30-minutni podatki meritev meteoroloških spremenljivk, medtem, ko so zadnjo skupino sestavljale vrednosti meteoroloških podatkov po posameznem padavinskem dogodku, ki sem jih pridobila iz povprečnih 30-minutnih intervalov.

Izračun popravka sem izvedla na dnevni ravni, posebej za tekoče in posebej za trdne padavine. Rezultati, ki sem jih predstavila na mesečni in letni ravni so pokazali različne vrednosti popravkov po posameznih metodah in glede na natančnost vhodnih podatkov. Seveda so se popravki razlikovali tudi po posameznih meteoroloških postajah, saj je v Sloveniji pestra prostorska porazdelitev padavin. Primerjave sem prikazala na mesečni ravni v obliki histogramov in grafov korekcijskih koeficientov po posameznih mesecih. Primerjala

sem vrednosti korekcijskih koeficientov po posameznih meteoroloških postajah, po posameznih metodah in po različni natančnosti vhodnih podatkih. Ugotovila sem, da so izračuni popravka dali v večini primerov podobne rezultate po posameznih metodah. Razlike so nastale predvsem pri različni natančnosti vnosa vhodnih podatkov in koeficientov, ki jih je zahtevala ali vsebovala posamezna metoda. Na mesečni ravni so bili korekcijski faktorji, glede na natančnost vhodnih podatkov različni, in so se večali z večanjem točnosti vhodnih podatkov. Torej lahko rečem, da so izračuni popravkov po dogodkih na mesečni ravni točnejši od popravkov, dobljenih s pomočjo dnevni vrednosti po letopisu. Na to kažejo tudi letni korekcijski koeficienti. Zanimiva je ugotovitev, da nastanejo najmanjše razlike pri metodi DCM, kjer so rezultati popravka pri različni natančnosti vhodnih podatkov za meteorološko postajo Ljubljana Bežigrad praktično enaki (6 %). Po isti metodi sem za Mursko Soboto dobila vrednost popravka na letni ravni 7 %, za Kredarico 114 % in za Portorož 8 %. Rezultati so bili primerljivi z izračuni, ki so bili narejeni na Agenciji Republike Slovenije za okolje. Rezultati kažejo, da so sistematični pogreški meritev padavin najmanjši v nižje ležečih predelih (Murska Sobota, Ljubljana), kjer hitrosti vetra v povprečju niso velike. Nekoliko večji so pogreški v Primorski regiji, kjer se pozna vpliv severovzhodnega vetra – burje. Na zelo izpostavljenih, visoko ležečih krajih (Kredarica) pa lahko sistematični pogrešek tudi na letni ravni krepko presega 100 %.

V zadnjem delu diplomske naloge sem analizirala vplive posameznih dejavnikov na velikost pogreška. Ugotovila sem, da se z manjšanjem izmerjene količine padavin korekcijski koeficient povečuje. Korelacija med merjenimi in popravljenimi padavinami po posameznih metodah je pokazala zelo dobro ujemanje med vsemi uporabljenimi metodami. Večja odstopanja so nastala na Kredarici, kar pripisujem nizkim povprečnim temperaturam, velikemu deležu trdnih padavin, visoki povprečni korigirani hitrost vetra v letu 2008 in nadmorski višini. Analizirala sem tudi vpliv vetra in temperature v primeru uporabe metode dinamičnega korekcijskega modela DCM in ugotovila, da se popravki večajo pri temperaturah pod 0° C in vetrom nad 5 m/s.

V Evropi se izmerjene padavine še ne popravljajo sistematično, saj še ni izbrana ustrezna metodologija. Katero metodo bi bilo smiselno uporabiti za popravljanje padavin v Sloveniji,



je težko reči. Osebnostno bi izbrala metodo dinamičnega korekcijskega modela, ki je najbolj prilagojena danim merilnim instrumentom, je novejša, v izračunih pa zajema dejanske vrednosti temperature, vetra in intenzitete in ne predpisuje že vnaprej določenih faktorjev kot na primer modificirana metoda Peneve. Kot drugo metodo bi izbrala metodo Sevruka, ki je sicer najstarejša, vendar daje glede na enake vhodne podatke, podobne rezultate kot metoda dinamičnega korekcijskega modela. Sevruk namreč zajema vpliv vetra s korigirano hitrostjo nad lovilno odprtino, vlaženje in delež trdnih oz. tekočih padavin glede na temperaturo in nadmorsko višino.

Zaključim lahko z dejstvom, da rezultati diplomskega dela predstavljajo pomemben del pri iskanju ustrezne metodologije za popravljanje padavin v Sloveniji, saj do sedaj še ni bilo narejene podobne raziskave. Katera metoda oz. način bo dejansko zaživel v praksi, pa je vprašanje časa in dodatnih raziskav.

## **VIRI**

AMES, Avtomatski merilni sistemi za okolje 2010. Merilnik padavin AMES DDE93.

<http://www.ames.si/> (25.08.2010)

ARSO 2010. Meteorološki podatki. Message to: Zupančič, B., 5.julij 2010. Osebna komunikacija.

ARSO 2008. Meteorološki letopis 2008.

[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/meteoroloski\\_letopisi.htm](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/meteorolo%C5%A1ki%20letopis/meteoroloski_letopisi.htm) (17.7.2010)

ARSO 2007. Slovenski vremenski rekordi.

[http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/slo\\_vremenski\\_rekordi.pdf](http://www.arso.gov.si/vreme/podnebje/slo_vremenski_rekordi.pdf) (07.05.2010)

ARSO 2006. Izračun korigiranih padavin v obdobju 1971-2000 (za namen analize vodne bilance).

Allerup, P., Madsen, H. 1980a. Accuracy of point precipitation measurements. Copenhagen, Denmark. Danish meteorological institute, *Nordic Hydrology*, 11: str. 57-70.

Allerup, P., Madsen, H. 1980b. A comprehensive model for correcting point precipitation. Copenhagen, Denmark. Danish meteorological institute, *Nordic Hydrology*, 28: str. 1-20.

Bertalanč, R. 2004. Vetrovnost v Sloveniji leta 2004. Ljubljana. *Ujma*, številka 19, 2005: str. 42-50.

[http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2005/vetrovnost\\_2004.pdf](http://www.sos112.si/slo/tdocs/ujma/2005/vetrovnost_2004.pdf) (17.04.2010)

Bogdanova, E. G., Il'in, B. M., Gavrilova S. Yu. 2006. Advanced methods for correcting measured precipitation and results of their application in the polar regions of Russia and North America. St. Petersburg, Russia. Voiekov Main Geophysical Observatory: str. 229-244.

Bonacci, O. 1990. The influence of errors in precipitation measurements on the accuracy of the evaporation measurements performed by a class A evaporation pan. Split, Yugoslavia. Faculty of civil engineering, Theoretical and applied climatology 43: str. 181-183.

<http://www.springerlink.com/content/vh26870121p67718/fulltext.pdf?page=1> (17.04.2010)

Bonacci, O. 1994. Oborine, glavna ulazna veličina u hidrološki ciklus. Geing, Split: 341 str.

Brilly, M., Šraj, M. 2005. Osnove hidrologije. Univerzitetni učbenik, 1.izdaja. Ljubljana, Univerza v Ljubljani, Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo: 309 str.

Cegnar, T., Roškar, J. 2004. Meteorološka postaja Kredarica 1954-2004. ARSO, MOP, Ljubljana: 40 str.

<http://www.arso.gov.si/vreme/poro%C4%8Dila%20in%20publikacije/Kredarica1954-2004.pdf> (25.08.2010)

CGS plus 2010. Merilnik padavin OTT Pluvio.

<http://www.cgsplus.si/Default.aspx?tabid=118> (25.08. 2010)

Družinska enciklopedija Guinness = The Guinness encyclopedia 1998. Crofton, I. (ur.), Žnideršič, M. (ur.). Ljubljana, Slovenija. Slovenska knjiga: str. 94-95, 102-103.

Dachsteingletscher 2008. Totalizator.

[http://www.dachsteingletscher.info/media/diary/total150107\\_400.jpg](http://www.dachsteingletscher.info/media/diary/total150107_400.jpg) (17.04.2010)

Dulal, K.N., Takeuchi, K., Ishidaira, H. 2006. A framework for the analysis of uncertainty in the measurement of precipitation data: a case study for Nepal. Yamanashi, Japan. University of Yamanashi, Agricultural Engineering International: the CIGR Ejournal. Manuscript LW 06 010. Vol. VII: 16 str.

Environment Canada 2007. Niepher snow gauge. Gatineau, Quebec, Canada.

[http://www.on.ec.gc.ca/skywatchers/ontario/wx\\_office\\_tour/compound/snow\\_e.html](http://www.on.ec.gc.ca/skywatchers/ontario/wx_office_tour/compound/snow_e.html)  
(29.04.2010)

Førland, E. J., Hanssen-Bauer, I. 2002. Increased precipitation in the Norwegian Arctic: Fact or fiction? Oslo, Norway. Norwegian meteorological institute: 1 str.

[http://acsys.npolar.no/meetings/final/abstracts/posters/Session\\_2/poster\\_s2\\_041.pdf](http://acsys.npolar.no/meetings/final/abstracts/posters/Session_2/poster_s2_041.pdf)

(29.04.2010)

Harris, C., Faidley, W. 2006. Wild Weather = Divje vreme. Murska Sobota, Pomurska založba: str. 5.

Hitrost vetra in Beaufortova lestvica 2006.

<http://www.ujusansa.si/surf/surfcheck/174-hitrost-vetra-in-beaufortova-lestvica.html>

(17.04.2010)

Hsu, S. H., Guo, Y. L. 2005. Effect of wind speed on the measurement of rainfall. Crop, Environment and Bioinformatics 2: str. 81 – 86.

Letališče Portorož 2010.

<http://www.portoroz-airport.si/> (26.08.2010).

Michelson, D. B. 2003. Systematic correction of precipitation gauge observations using analyzed meteorological variables. Journal of Hydrology 290: str. 161 – 177.

Mikoš., M., Kranjc, A., Matičič, B., Müller, J., Rakovec, J., Roš, M., Brilly, M. 2002. Hidrološko izrazje = Terminology in hidrology. Acta hydrotehnica 20,32. Ljubljana.

<http://ksh.fgg.uni-lj.si/ksh/acta/> (07.05.2010)

Nešpor, V., Sevruc, B. 1998. Estimation of wind-induced error of rainfall gauge measurements using a numerical simulation. Zurich, Switzerland. Journal of atmospheric and oceanic technology: str. 450 – 464.

Nadbath, M. 2008. Meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad. Naše okolje. ARSO, MOP, Ljubljana. 7 str.

Padavine. Wikipedija, prosta enciklopedija.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Padavine> (15.04.2010)

Peneva, E. L. 2010. Bulgarian Physical Society, Department of Meteorology and Geophysics Faculty of Physics, University of Sofia

<http://www.phys.uni-sofia.bg/~elfa/cv.html> (26.04.2010).

Petkovšek, Z., Hočevar, A. 1984. Meteorologija, osnove in nekatere aplikacije, izpopolnjena izdaja. Ljubljana, Partizanska knjiga: str. 72-83.

Pristovnik, T. 2005. Podnebne spremembe: nekatere posledice in vzroki. Projekt Medclima 2002 – 2005. Slovenska Bistrica. Univerzitetna knjižnica Maribor: 28 str.

[http://www.medclima.com/Projekti/Brosura\\_Web.pdf](http://www.medclima.com/Projekti/Brosura_Web.pdf) (17.04.2010).

Queensland Government. Elektronski merilec padavin, tipping-bucket.

[http://www.derm.qld.gov.au/images/environmental\\_management/air/tip-bucket.gif](http://www.derm.qld.gov.au/images/environmental_management/air/tip-bucket.gif) .

Rakovec, J., Vrhovec, T. 2000. Osnove meteorologije za naravoslovce in tehnike, 2. popravljena izdaja. Ljubljana, Društvo matematikov, fizikov in astronomov Slovenije: str. 52-60, 171-183.

Rasmussen, R., Cole, J., Landolt, S. 2008. Marshall instrumentation and specification. Colorado, United States. National center for atmospheric research (NCAR), Research application program, Marshall field side.

<http://www.eol.ucar.edu/about/laboratory-information> (05.05.2010).

Serbian Meteo, prvi srbski meteorološki forum 2006. Vremenska postaja in meteorološki radar Lisca 943m, Slovenija.

<http://www3.shrani.si/files/dsc05567956561.jpg> (29.04.2010)

Seibert, J., Morén, A. S. 1999. Reducing systematic errors in rainfall measurements using a new type of gauge. *Agricultural and Forest Meteorology*: str. 341 – 348.

Sevruk, B. 1973. Evaporation losses from containers of Hellmann precipitation gauge. Zurich, Switzerland. *Hydrological Sciences*: str. 231 – 236.

Sevruk, B. 1974. Correction for the wetting loss of a Hellmann precipitation gauge. Zurich, Switzerland. *Hydrological Sciences*: str. 549 – 559.

Sevruk, B. 1982. Methods of correction for systematic error in point precipitation measurement for operational use. Geneva, Switzerland. Secretariat of the World Meteorological Organization, Report No.21: 91 str.

Sevruk, B. 1987. Point precipitation measurements: why are they not corrected? Zurich, Switzerland. Department of geography, Swiss federal institute of technology. *Water for the future: Hydrology in perspective*, IAHS 164: str. 477-486.

Sevruk, B., Chvila, B. 2005. Error sources of precipitation measurements using electronic weight system. Zurich, Switzerland. *Atmospheric research* 77: str. 39-47.

Sonnenborg, T.O. 2002. Areal precipitation. Denmark, Technical University of Denmark. *Environment and Resources DTU*: 17 str.

Šraj, M. 2010. Meteorološka postaja Ljubljana Bežigrad. Message to: Šraj, M., 16. avgust 2010. Osebna komunikacija.

Veter. Wikipedija, prosta enciklopedija.

<http://sl.wikipedia.org/wiki/Veter> (17.04.2010)

World Meteorological Organization 2008. Measurement of precipitation. Geneva, Switzerland. WMO guide to meteorological instruments and methods of observation, WMO-Part I, No.8, Chapter 6: 21. str.

[http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO\\_Guide-7th\\_Edition-2008.html](http://www.wmo.int/pages/prog/www/IMOP/publications/CIMO-Guide/CIMO_Guide-7th_Edition-2008.html) (05.05.2010)

Yang, D., Goodison B. E., Ishida S., Benson, C. S. 1998. Adjustment of daily precipitation data at 10 climate stations in Alaska: Application of World Meteorological Organization intercomparison results. American Geophysical Union, USA. Water resources research: str. 241-256.

Yang, D., Goodison B. E., Ishida S., Gunther T. 1999. Bias correction of daily precipitation measurements for Greenland. American Geophysical Union, USA. Journal of geophysical research: str. 6171-6181.

Yang, D., Goodison, B.E., Metcalfe, J.R., Golubev, V.S., Elomaa, E., Gunther, T., Bates, R., Pangburn, T., Hanson, C.L., Emerson, D., Copaciu, V., Milković, J. 2006. Accuracy of Tretyakov precipitation gauge: resault of WMO intercomparison. Canada, USA. Hydrological processes: str. 877-895

<http://www3.interscience.wiley.com/journal/112736529/abstract?CRETRY=1&SRETRY=0>  
(29.04.2010).

Zhihua, R., Mingqin, L. 2007. Errors and correction of precipitation measurements in China. Advances in atmospheric, Vol. 24, No. 3: str. 449 – 458.