



POROČILO O MERITVAH DELCEV PM₁₀ TER BENZO(A)PIRENA V DELCIH PM₁₀ V MESTNI OBČINI PTUJ V LETU 2024

Poročilo se brez pisnega dovoljenja NLZOH ne sme reproducirati, razen v celoti.

Maribor, februar 2025

Naslov: Poročilo o meritvah delcev PM₁₀ ter benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ v Mestni občini Ptuj v letu 2024

Izvajalec: Nacionalni laboratorij za zdravje, okolje in hrano
CENTER ZA OKOLJE IN ZDRAVJE
ODDELEK ZA ZRAK, HRUP, PVO IN AEROBIOLOGIJO
Prvomajska 1, 2000 MARIBOR

Naročnik: Mestna občina Ptuj
Mestni Trg 1
2250 PTUJ

Pooblastilo: pooblastilo MOP številka 35435-2/2021-3 z dne 01.06.2021, ki se za lokacijo NLZOH Maribor nanaša na ocenjevanje celotne obremenitve zunanjega zraka na območju vrednotenja za žveplov dioksid, dušikove okside, delce PM₁₀, benzen, težke kovine v delcih PM₁₀ ter benzo(a)piren v delcih PM₁₀

Evidenčna oznaka: 2930-16/11959-24 / 13
Ponudba: PO-2930-17/11959-24/83838 z dne 19.12.2023
Delovni nalog: pogodba 354-906/2023 z dne 30.01.2024

Dejavnost: 2930 – Enota za kakovost zunanjega zraka

Vodja naloge: Uroš Lešnik, univ.dipl.inž.prom.
Sodelavci: Jan Radanović, kem.tehn.
Oddelek za kemijske analize živil, vod in drugih vzorcev okolja Maribor (analize vsebnosti benzo(a)pirena v delcih PM₁₀)

Maribor, 27.02.2025

Preverjanje istovetnosti dokumenta: <https://www.nlzoh.si/istovetnost>

1 UVOD

V tem poročilu prikazujemo rezultate meritev kakovosti zunanjega zraka z delci PM₁₀ ter benzo(a)pirenom v delcih v letu 2024 na Ptuj (v Spuhli). Meritve so se na tej lokaciji začele izvajati januarja 2020.

Predmet meritev kakovosti zunanjega zraka je atmosferski zrak, na definiranih lokacijah vzorčenja, pri pogojih v času izvajanja meritev.

Meritve se izvajajo na merilnem mestu v Spuhli na koordinatah GKY (D48)=570182, GKX (D48)=141322; ETRS89 X=569814, ETRS89 Y=141809 na 230 m n.v.

V tabeli 1 so navedeni podatki o značilnosti merilnega mesta ter geografski opis.

Tabela 1: Merilna mesta: tip, značilnost in opis

Merilno mesto	Tip mesta	Tip območja	Značilnost območja	Geografski opis
Spuhlja	T (promet)	R (podeželsko)	R (stanovanjsko)	16 (ravnina)

Lokacija merilnega mesta je na sliki 1 prikazana z rdečo piko, fotografija 1 prikazuje ožjo okolico merilnega mesta.



Slika 1: Lokacija merilnega mesta v Spuhli, označena z rdečim krogcem na DOF (vir: Atlas okolja)



Fotografija 1: Merilno mesto iz zahodne smeri

Za namene primerjave izmerjenih vrednosti so v poročilu navedeni tudi rezultati iz merilnega mesta Maribor Center (Maribor Titova) ter Ptuj, kjer meritve izvaja Agencija Republike Slovenije za okolje (ARSO). V času izdaje tega poročila navedeni podatki še niso bili dokončno preverjeni in so zaradi tega še neuradni.

2 NORMATIVI

Za meritve kakovosti zraka in oceno koncentracij posameznih onesnaževal v zraku veljajo:

- Uredba o kakovosti zunanjega zraka, Ur. l. RS št. 9/11, 08/15, 66/18, 44/22
- Uredba o arzeniu, kadmiju, živem srebru, niklju in policikličnih aromatskih ogljikovodikih v zunanjem zraku, Ur. l. RS št. 56/06, 44/22
- Pravilnik o ocenjevanju kakovosti zunanjega zraka, Ur. l. RS št. 55/11, 06/15, 05/17, 44/22
- Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zraka, Ur. l. RS št. 38/17, 3/20, 152/20, 203/21, 44/22, 30/23

Mejne in ciljne vrednosti za delce PM₁₀ ter benzo(a)piren v delcih PM₁₀ za varovanje zdravja ljudi so v tabeli 2.

Tabela 2: Mejne vrednosti za varovanje zdravja ljudi

Onesnaževalo	Enota	Dnevna	Dnevna	Letna
		mejna	ŠT	mejna
delci PM ₁₀	µg/m ³	50	35	40
benzo(a)piren v PM ₁₀	ng/m ³	-	-	1*

ŠT dovoljeno število preseganj v koledarskem letu

* ciljna vrednost

V tabelah 3 in 4 so navedene vrednosti zgornjega in spodnjega ocenjevalnega praga za delce PM₁₀ ter benzo(a)piren v delcih PM₁₀.

Tabela 3: Vrednosti zgornjega ocenjevalnega praga

Onesnaževalo	Enota	Dnevna	Dnevna	Letna
		mejna	ŠT	mejna
delci PM ₁₀	µg/m ³	35	35	28
benzo(a)piren v PM ₁₀	ng/m ³	-	-	0,6

Tabela 4: Vrednosti spodnjega ocenjevalnega praga

Onesnaževalo	Enota	Dnevna	Dnevna	Letna
		mejna	ŠT	mejna
delci PM ₁₀	µg/m ³	25	35	20
benzo(a)piren v PM ₁₀	ng/m ³	-	-	0,4

V skladu z določili Uredbe o kakovosti zunanjega zraka spada območje Mestne občine Ptuj glede na delce PM₁₀ v območje SIC. Odredba o razvrstitvi območij, aglomeracij in podobmočij glede na onesnaženost zraka za območje SIC določa II. stopnjo onesnaženosti zraka glede na mejne vrednosti za delce PM₁₀ (Preglednica A) in glede na ciljne vrednosti za benzo(a)piren (Preglednica B). Glede na spodnji in zgornji ocenjevalni prag so na območju SIC ravni koncentracij delcev PM₁₀ in benzo(a)pirena nad zgornjim ocenjevalnim pragom (Preglednica C).

3 METODOLOGIJA MERITEV

Delce PM₁₀ vzorči vzorčevalnik z nizkim volumskim pretokom (LVS). Velikost vzorčenih delcev je odvisna od vzorčevalne glave, ki spusti v merilnik samo velikostno frakcijo delcev PM₁₀. Uporabljamo merilnik proizvajalca Leckel. Meritve potekajo v skladu z referenčno merilno metodo za delce PM₁₀: *Določevanje frakcije PM₁₀ lebdečih trdnih delcev – Referenčna metoda in terenski preskusni postopek za potrditev ustreznosti merilnih metod, standard SIST EN 12341:2023*. Merilnik zagotavlja stalni pretok skozi napravo. Vzorčenje poteka na filterih - uporabljajo se stekleni filtri Munktell premera 47 mm. Masa delcev na filteru se določi s tehtanjem filtrov v laboratoriju pred vzorčenjem in po njem. Natančnost tehtanja je 0,00001 g. Vzorčenje na posamezen filter poteka približno od 0.00 ure začetnega dne do 0.00 ure naslednjega dne. Izmerjeni rezultati se nanašajo na merilno mesto in so odvisni od vplivnih virov v neposredni ter širši (občasno tudi daljni) okolici meritev.

Tehnične karakteristike merilnika:

Pretok vzorca:	2,3 m ³ /h
Delovno območje:	vsaj 1-200 µg/m ³

Določitev benzo(a)pirena poteka na filterih z delci PM₁₀ z uporabo GC-MS. Uporabljena metoda je referenčna ter opisana v standardu *SIST EN 15549 Zunanji zrak – standardna metoda za določevanje koncentracije benzo[a]pirena (b[a]p) v zunanjem zraku*. Analiza je bila izvedena v Centru za kemijske analize NLZOH lokacija Maribor.

4 PREGLED IZMERJENIH KONCENTRACIJ DELCEV PM₁₀

Mesečni prikaz rezultatov meritev je v tabeli v nadaljevanju.

Tabela 5: Kakovost zraka z delci PM₁₀ na merilnem mestu v Spuhli – mesečni pregled v letu 2024

Mesec	Odstotek podatkov	Koncentracija v µg/m ³		Število preseganj mejne dnevne vrednosti
		C mesec	C 24 max	
Januar	100 %	45	86	13
Februar	100 %	35	94	5
Marec	100 %	29	94	3
April	100 %	19	112	1
Maj	100 %	15	35	0
Junij	100 %	18	59	1
Julij	100 %	15	29	0
Avgust	100 %	18	28	0
September	100 %	16	33	0
Oktober	100 %	23	43	0
November	100 %	30	50	0
December	100 %	38	71	8

Iz tabele je razvidno, da so bila preseganja izmerjena v mesecih januar (13), februar (5), marec (3), april (1), junij (1) ter december (8). Skupno je bilo v koledarskem letu 31 preseganj mejne dnevne vrednosti. Izmerjena povprečna vrednost v koledarskem letu je 25 µg/m³.

Mejni vrednosti za delce PM₁₀ sta sicer definirani kot letna srednja vrednost ter dovoljeno število preseganj mejne dnevne vrednosti v koledarskem letu. Letni pregled izmerjenih rezultatov ter primerjava z normativnimi vrednostmi je prikazana v tabeli 6.

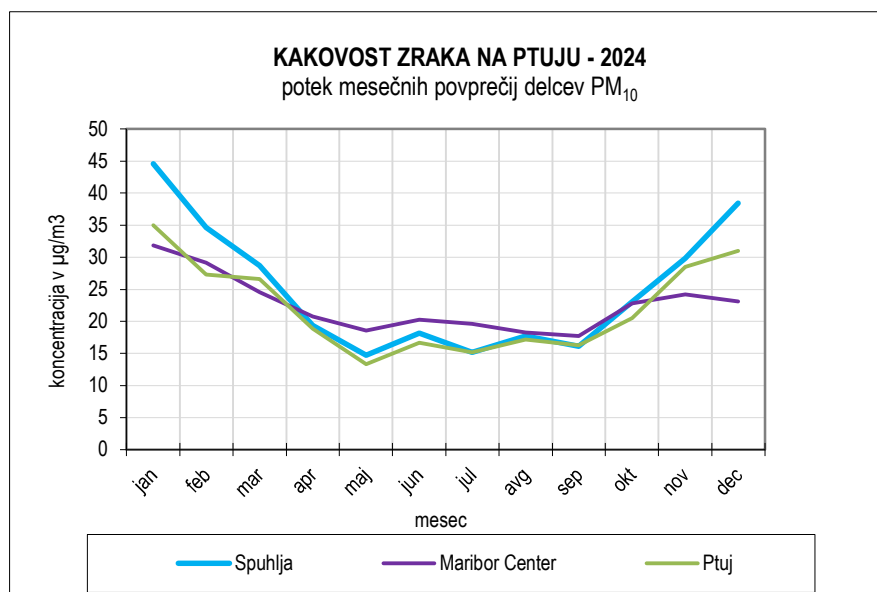
Tabela 6: Kakovost zraka z delci PM₁₀ na merilnem mestu v Spuhli – letni pregled izmerjenih koncentracij v letu 2024

	Odstotek podatkov	Koncentracija v µg/m ³		Število preseganj mejne dnevne vrednosti
		C leto	C 24 max	
Skupaj	100 %	25	112	31
Normativne vrednosti	/	40	50	35

Cilji kakovosti podatkov za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka z delci PM₁₀ so bili doseženi, saj je bila presežena zahtevana najmanjša razpoložljivost podatkov (90 % štiriindvajseturnih vrednosti) in zato je letno povprečje veljavno.

Iz tabele 6 je razvidno, da srednja letna vrednost na merilnem mestu v Spuhli v letu 2024 ni bila presežena, čezmerno ni bilo niti število dni s preseženo mejno dnevno vrednostjo – izmerjenih jih je bilo 31, dovoljenih v koledarskem letu pa je 35 preseganj.

Na sliki 2 v nadaljevanju so prikazane srednje mesečne vrednosti koncentracij delcev PM₁₀ v Spuhlji, za primerjavo smo dodali rezultate iz merilnega mesta Maribor Center ter Ptuj.



Slika 2: Prikaz izmerjenih srednjih mesečnih koncentracij na merilnem mestu v Spuhlji ter za primerjavo rezultati iz merilnega mesta Maribor Center ter Ptuj

Iz slike 2 je razvidno, da so bile v letu 2024 izmerjene vrednosti v Spuhlji v zimskem času praviloma višje kot na merilnem mestu Maribor Center ter Ptuj.

V letu 2024 je bila na lokaciji Maribor Center izmerjena srednja vrednost 23 µg/m³ z 11 preseganji mejne dnevne vrednosti, na Ptuj pa 22 µg/m³ s 23 preseganji mejne dnevne vrednosti.

V Spuhlji je bila torej v letu 2024 izmerjena višja letna srednja vrednost in višje število preseganj mejne dnevne vrednosti kot na merilnem mestu Maribor Center ter merilnem mestu Ptuj.

Prikaz izmerjenih rezultatov celoletnih meritev v letih 2020, 2021, 2022, 2023 ter 2024 na merilnem mestu v Spuhlji je prikazan v tabeli 7.

Tabela 7: Kakovost zraka z delci PM₁₀ na merilnem mestu v Spuhlji – večletni pregled izmerjenih koncentracij

Leto	Odstotek podatkov	Koncentracija v µg/m ³		Število preseganj mejne dnevne vrednosti
		C leto	C 24 max	
2020	99 %	25	162	25
2021	99 %	25	77	20
2022	94 %	25	81	17
2023	100 %	23	79	19
2024	100 %	25	112	31
Normativne vrednosti	/	40	50	35

Iz tabele 7 je razvidno, da mejna letna vrednost na merilnem mestu v Spuhli v letih 2020, 2021, 2022, 2023 ter 2024 ni bila presežena, prav tako ni bilo čezmerno število preseganj mejne dnevne vrednosti.

Prikaz rezultatov celoletnih meritev v Spuhli v letih 2020, 2021, 2022, 2023 ter 2024 in primerjava z zgornjim ter spodnjim ocenjevalnim pragom v Spuhli so v tabeli 8.

Tabela 8: Primerjave z zgornjim ter spodnjim ocenjevalnim pragom

Leto	Spodnji ocenjevalni prag		Zgornji ocenjevalni prag	
	Letna koncentracija (µg/m ³)	Število preseganj 25 µg/m ³	Letna koncentracija (µg/m ³)	Število preseganj 35 µg/m ³
2020	25	101	25	41
2021	25	123	25	75
2022	25	125	25	66
2023	23	112	23	48
2024	25	127	25	74
Normativne vrednosti	20	35	28	35

V letih 2020, 2021, 2022, 2023 ter 2024 so bile ravni delcev PM₁₀ v Spuhli nad zgornjim ocenjevalnim pragom.

5 PREGLED IZMERJENIH KONCENTRACIJ BENZO(A)PIRENA V DELCIH PM₁₀

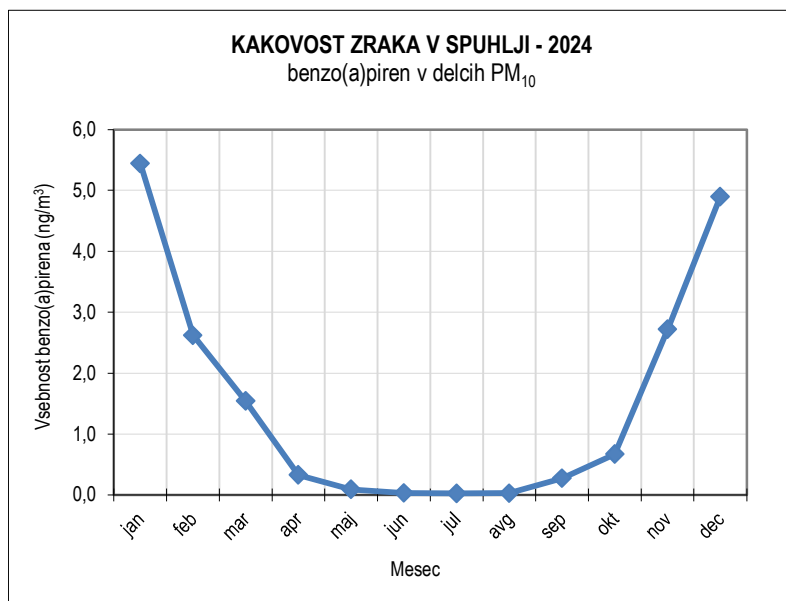
Benzo(a)piren je predstavnik policikličnih aromatskih ogljikovodikov (PAH), ki so organske spojine, sestavljene iz dveh ali več benzenovih obročev. Nastanejo pri nepopolnem gorenju (pomanjkanje zraka) organskih materialov (npr. pri gorenju v naravi, ogrevalnih sistemih, kurilnih napravah in motorjih z notranjim izgorevanjem).

Po ponudbi smo izvedli tudi analizo delcev PM₁₀ na vsebnost benzo(a)pirena, kateri ima v zakonodaji predpisano ciljno letno vrednost. Vsebnost benzo(a)pirena smo določili v 121 vzorcih.

Rezultati analiz (srednje mesečne vrednosti) so navedeni v tabeli 9 ter na sliki 3.

Tabela 9: Vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀

Št.	Mesec vzorčenja	Spuhlja (ng/m ³)
1	Januar 2024	5,4
2	Februar 2024	2,6
3	Marec 2024	1,5
4	April 2024	0,3
5	Maj 2024	<0,1
6	Junij 2024	<0,1
7	Julij 2024	<0,1
8	Avgust 2024	<0,1
9	September 2024	0,3
10	Oktober 2024	0,7
11	November 2024	2,7
12	December 2024	4,9
Povprečje:		1,6



Slika 3: Prikaz koncentracij benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ v letu 2024

Cilji kakovosti podatkov za ocenjevanje kakovosti zunanjega zraka z benzo(a)pirenom v delcih PM₁₀ so bili doseženi, saj je bila dosežena zahtevana najmanjša razpoložljivost podatkov za meritve na stalnem merilnem mestu (33 %), razporejene so bile čez vse leto in so s tem reprezentativne za različne podnebne pogoje in antropogene dejavnosti.

Iz tabele 9 ter slike 3 je razviden značilen letni hod benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ z najvišjimi vrednostmi v zimskih mesecih ter nizkimi (občasno pod mejo določljivosti) vrednostmi v poletnem času.

V letu 2024 je izmerjena raven benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ v Spuhlji presegla predpisano ciljno letno vrednost za benzo(a)piren v delcih PM₁₀.

V tabeli 10 je večletni pregled izmerjenih koncentracij vsebnosti benzo(a)pirena v delcih PM₁₀.

Tabela 10: Vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ na merilnem mestu v Spuhlji – večletni pregled izmerjenih koncentracij

Leto	Vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM ₁₀ (ng/m ³)
2020	1,6
2021	1,4
2022	1,6
2023	1,5
2024	1,6
Ciljna vrednost	1

V letih 2020, 2022 ter 2024 je bila vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ v Spuhlji nad ciljno vrednostjo. Leta 2021 ter 2023 je izmerjena raven dosegla predpisano ciljno letno vrednost.

Nad zgornjim ocenjevalnim pragom (0,6 ng/m³) so bile vrednosti v letih 2020, 2021, 2022, 2023 ter 2024.

6 SKLEPNE UGOTOVITVE

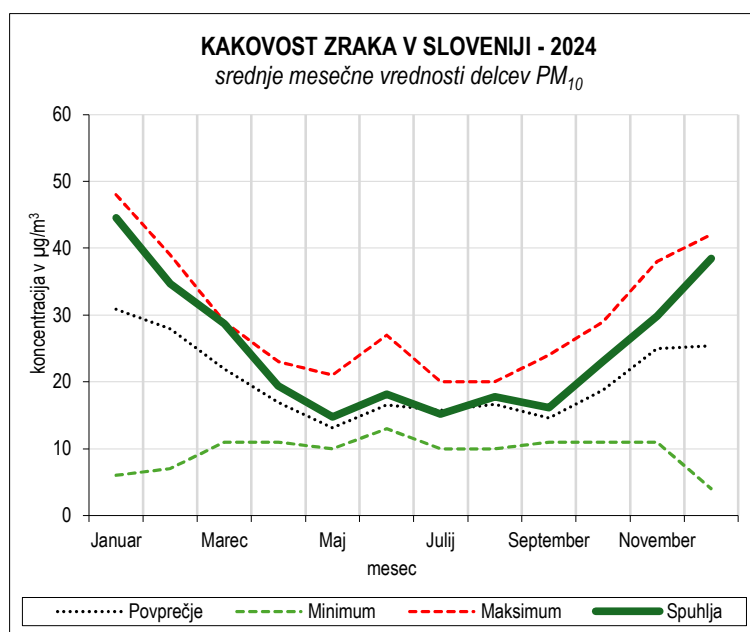
V letu 2024 smo izvedli celoletne meritve delcev PM₁₀ na merilnem mestu v Spuhli, analizirali smo tudi vsebnost benzo(a)pirena v delcih PM₁₀.

Povprečje izmerjenih dnevnih koncentracij na merilnem mestu v Spuhli ne presega mejne letne vrednosti za delce PM₁₀, število preseganj mejne dnevne vrednosti ni bilo čezmerno - izmerili smo jih 31, v koledarskem letu pa je dovoljenih 35 preseganj.

Zrak v Spuhli je bil glede na srednje vrednosti v letu 2024 bolj onesnažen z delci PM₁₀ kot na merilnem mestu Maribor Center ter merilnem mestu Ptuj.

Preseganja mejne dnevne vrednosti so se po večini pojavila v zimskih mesecih, iz česar bi lahko sklepali, da je glavni onesnaževalec zunanega zraka kurjenje lesne biomase, čeprav k višjim koncentracijam delcev pripomorejo tudi drugačne vremenske razmere v zimskih mesecih - temperaturne inverzije ter kopičenje onesnaževal v sloju zraka pri tleh.

Na sliki 4 so prikazane izmerjene mesečne koncentracije delcev PM₁₀ v Spuhli v primerjavi z ostalimi merilnimi mesti v Sloveniji (postaje ARSO): maksimalna, minimalna ter povprečna izmerjena vrednost v posameznem mesecu na vseh postajah.



Slika 4: Izmerjene mesečne koncentracije delcev PM₁₀ v Spuhli v primerjavi z ostalimi merilnimi mesti po Sloveniji

Iz slike 4 je razvidno, da so bile izmerjene koncentracije delcev PM₁₀ na merilnem mestu v Spuhli večino mesecev nad povprečjem izmerjenih koncentracij v Sloveniji, v mesecu marcu pa celo med najvišje izmerjenimi.

V primerjavi s preteklimi leti (2020, 2021, 2022, 2023) smo v Spuhli v letu 2024 izmerili podobno srednjo letno vrednost kot v letih 2020, 2021 ter 2022. Število preseganj mejne dnevne vrednosti v koledarskem letu je bilo v letu 2024 najvišje izmerjeno v obravnavanih letih (2020-2024).

V letu 2024 je izmerjena raven benzo(a)pirena v delcih PM₁₀ v Spuhli presegla ciljno letno vrednost za benzo(a)piren v delcih PM₁₀. Ciljna vrednost je bila presežena leta 2020, 2022 ter 2024, leta 2021 ter 2023 pa je bila le ta dosežena. Vsa merjena leta (2020, 2021, 2022, 2023, 2024) pa so bile vrednosti nad zgornjim ocenjevalnim pragom.

7 PRILOGA

Izmerjene dnevne vrednosti delcev PM₁₀ v µg/m³ na merilnem mestu v Spuhli. Preseganje mejne dnevne vrednosti je označeno s poudarjenim tiskom.

2024	jan	feb	mar	apr	maj	jun	jul	avg	sep	okt	nov	dec
1	15	94	53	112	22	9	13	17	23	16	22	29
2	18	59	34	9	14	9	10	10	29	14	28	39
3	7	56	13	12	9	10	13	13	31	10	22	45
4	31	67	36	11	10	9	9	16	33	9	31	49
5	37	53	40	13	11	12	10	14	31	17	41	38
6	25	28	33	16	13	20	12	14	17	13	48	39
7	10	24	22	18	11	22	15	15	10	12	37	44
8	19	25	35	19	14	26	17	9	22	11	49	26
9	31	14	43	17	15	22	23	11	11	11	50	34
10	49	24	27	15	18	27	29	14	9	9	43	27
11	72	14	9	14	20	13	27	16	12	8	39	19
12	69	19	20	24	16	11	22	18	7	12	32	32
13	51	27	20	25	17	8	19	21	4	16	29	41
14	77	37	24	21	14	12	16	23	4	20	32	30
15	58	41	32	25	16	13	17	21	3	20	43	51
16	42	45	35	7	15	10	18	26	5	22	34	46
17	28	45	16	11	12	17	14	24	15	31	37	55
18	13	28	20	14	11	19	15	20	28	39	35	68
19	25	48	23	12	14	25	18	14	22	36	34	29
20	56	33	33	11	35	23	11	15	24	31	15	12
21	78	24	33	12	26	59	14	17	22	41	18	36
22	74	14	24	17	8	33	16	14	18	43	21	12
23	57	11	16	17	10	13	13	17	21	40	19	11
24	40	18	9	14	12	18	8	21	11	41	8	7
25	42	16	18	18	15	16	11	18	11	35	10	19
26	54	21	20	15	10	19	14	15	16	24	25	37
27	48	36	21	10	18	15	15	16	12	30	32	61
28	48	37	9	21	17	19	16	25	7	28	22	55
29	61	46	19	25	13	18	10	28	9	26	18	61
30	62	/	62	27	11	17	13	25	17	25	22	67
31	86	/	94	/	8	/	14	24	/	26	/	71