



VPLIVI RABE PROSTORA NA KAKOVOST VODNIH VIROV

MONITORING ONESNAŽEVAL V PODZEMNI VODI

mag. Primož Auersperger

mag. Branka Bračič Železnik

JP Vodovod-Kanalizacija d.o.o., Vodovodna cesta 90, 1000 Ljubljana

branka.bracic.zeleznik@vo-ka.si

primoz.auersperger@vo-ka.si

Zakaj izvajanje obratovalnega monitoringa?

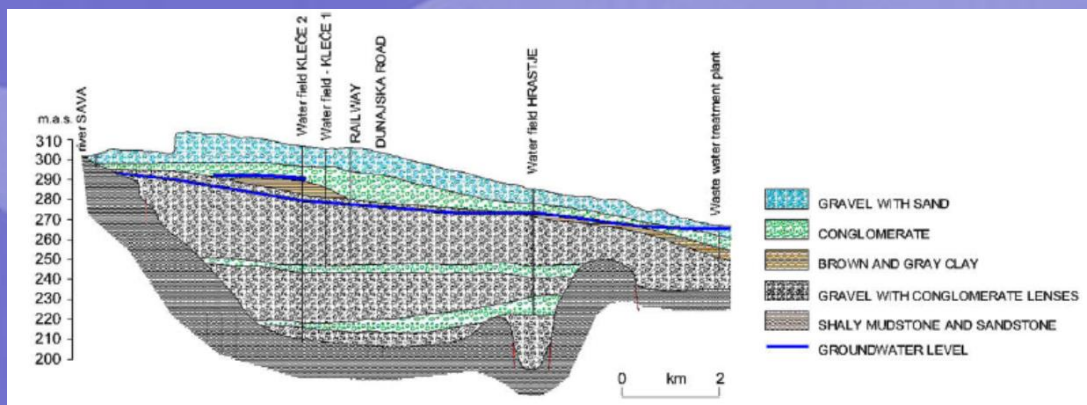
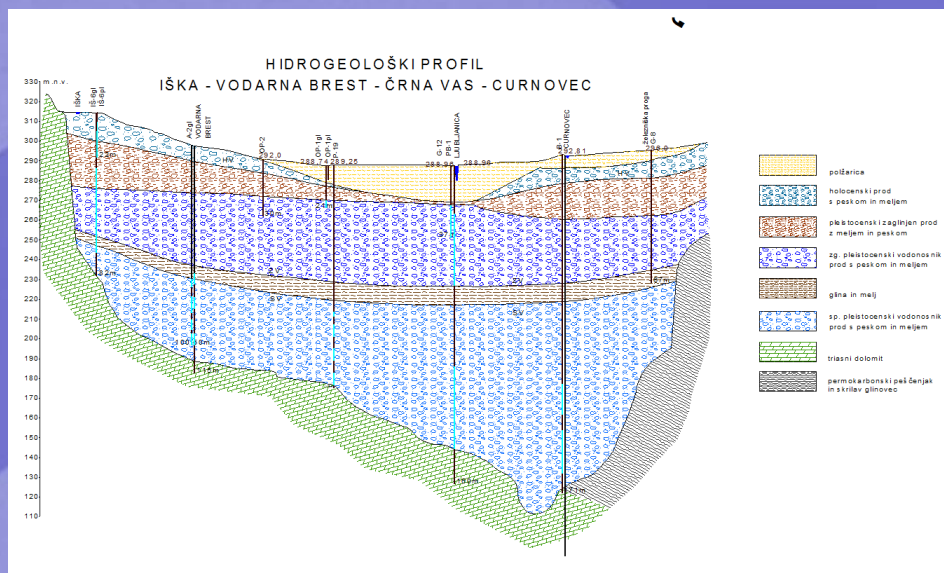
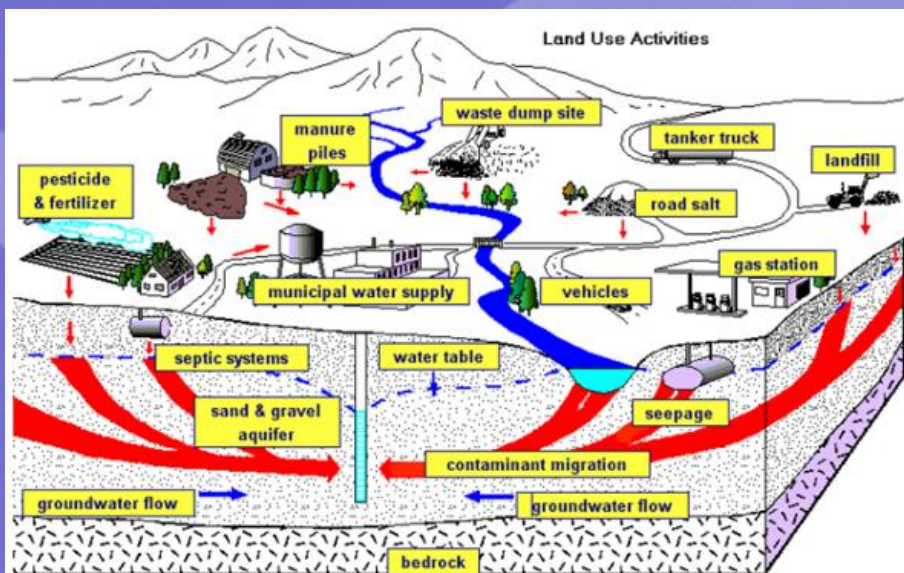
- **Zakon o varstvu okolja** (ZVO-1, Ur.l. RS št. 39/06, 49/06-ZMetD, 66/06-odl.US, 33/07-ZPNačrt, 57/08-ZFO-1A, 70/08, 108/09-ZPNačrtA, 48/12, 57/12, 92/13, 56/15, 102/15 in 30/16)
- **Pravilnik o prvih meritvah in obratovalnem monitoringu odpadnih voda** (Ur.l. RS št. 94/14 in 98/15)
- **Uredba o stanju podzemnih voda** (Ur.l. RS št. 25/09, 68/12 in 66/16)

Povzročitelj obremenitve mora pri opravljanju svoje dejavnosti zagotavljati monitoring vplivov svojega delovanja na okolje.

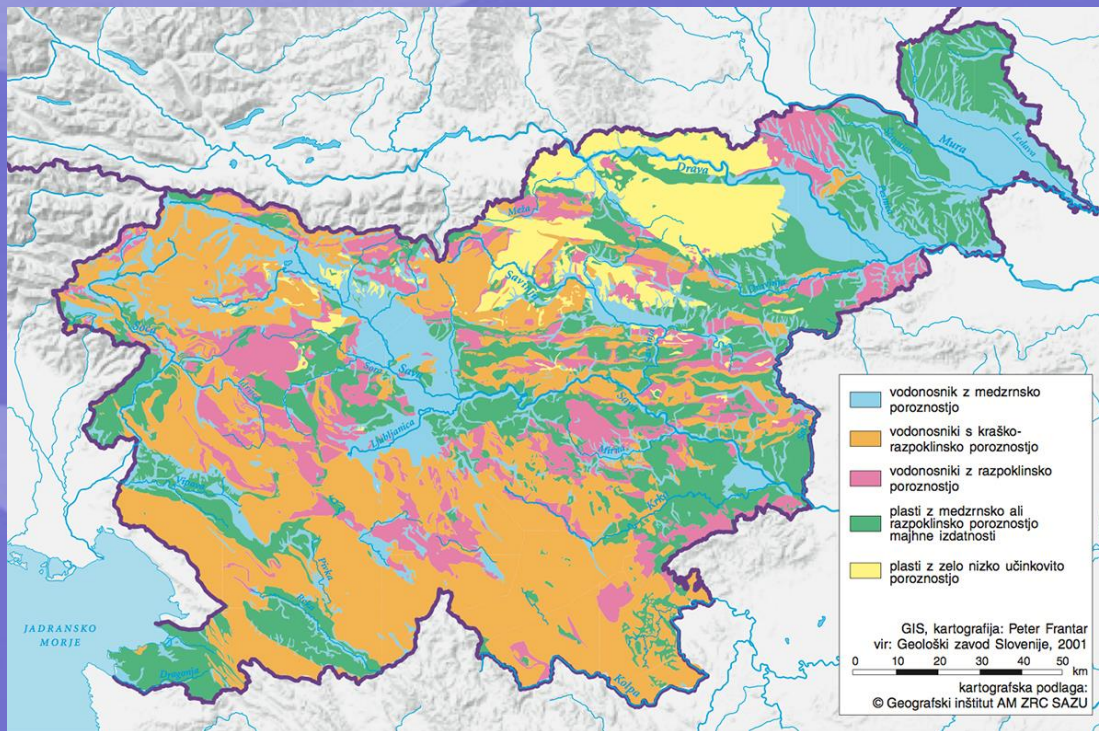
Obratovalni monitoring obsega:

- Monitoring onesnaženja okolja
- Monitoring stanja okolja - če se z emisijami neposredno povzroča sprememba stanja okolja
- Monitoring zaradi zmanjševanja tveganj za okolje
- Monitoring naravnih pojavov, če se z dejavnostjo neposredno vpliva nanje

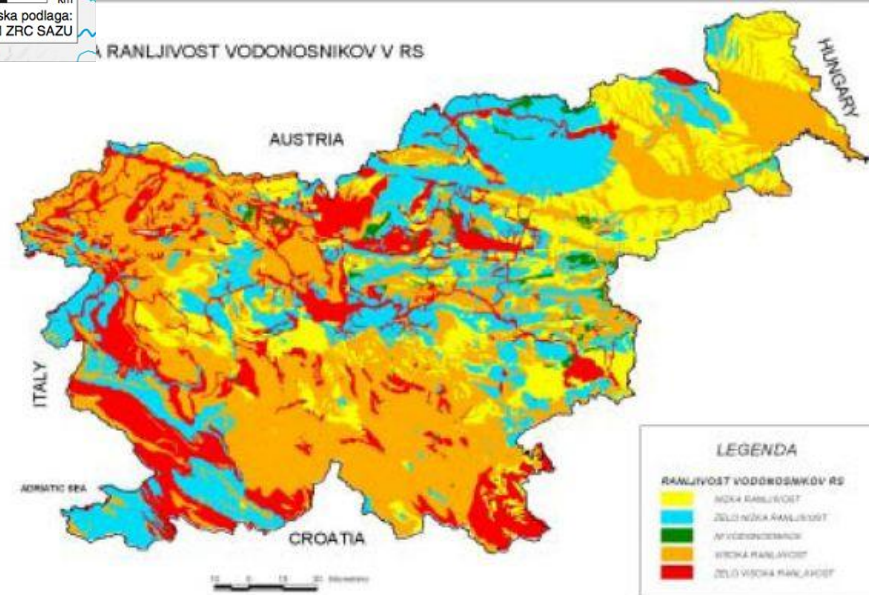
Vplivi različnih interesov v prostoru na podzemno vodo



Naravne danosti – Pomen geološke in hidrogeološke zgradbe

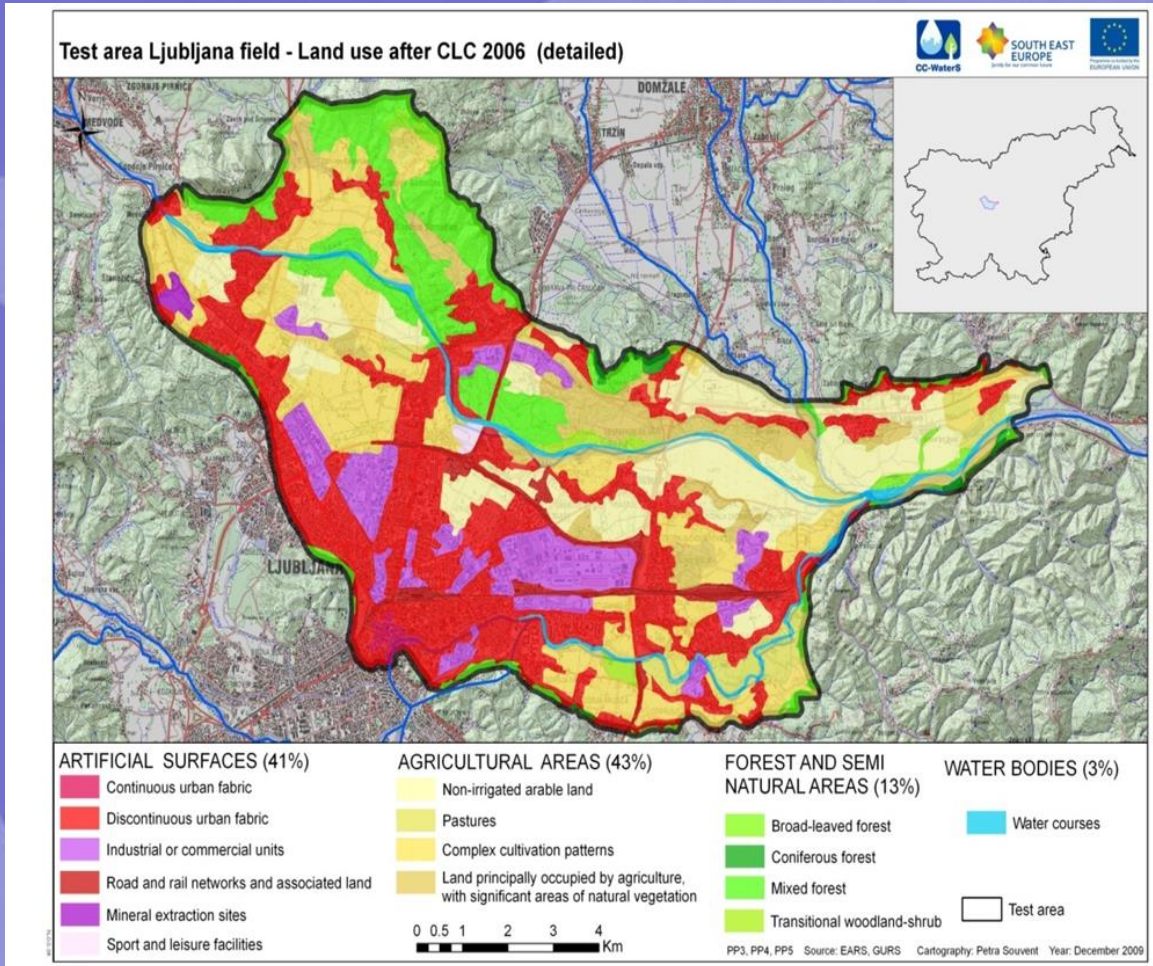


RANLJIVOST VODONOSNIKOV V RS



Karta splošne ranljivosti vodonosnikov (GeoZS)

Ljubljana – raba prostora



43 % kmetijskih površin

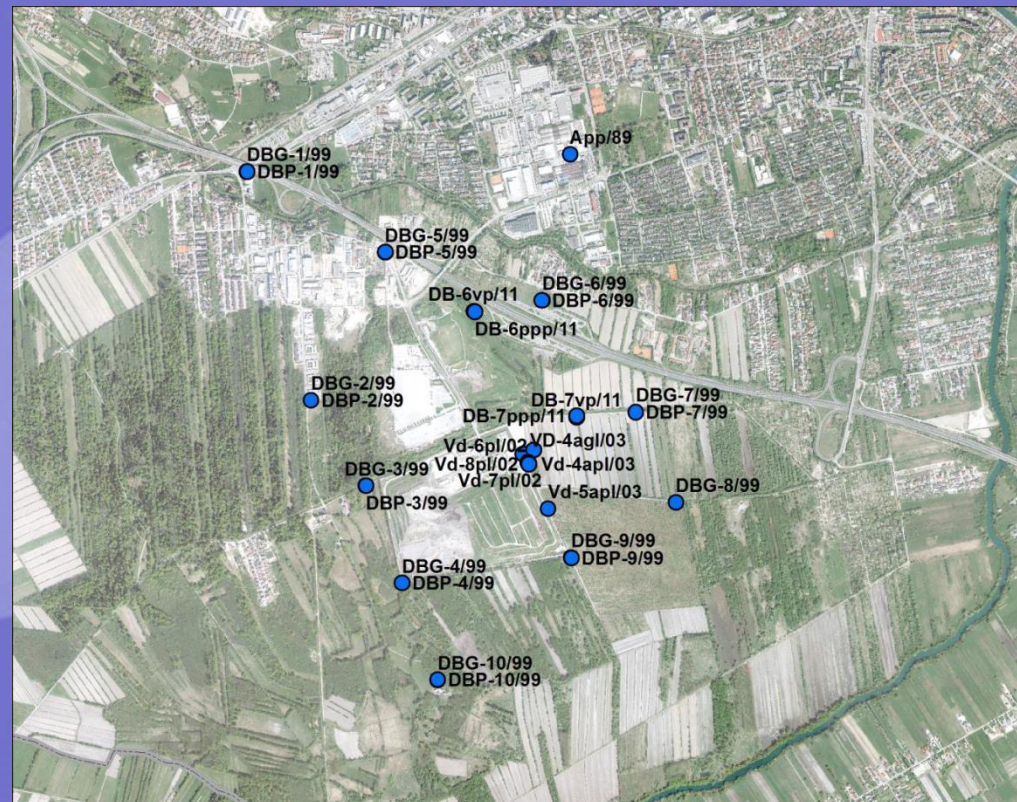
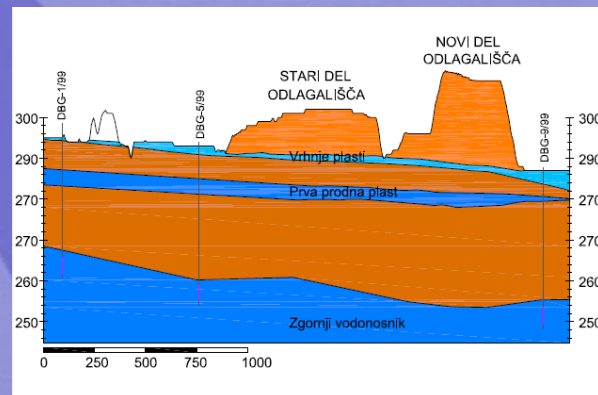
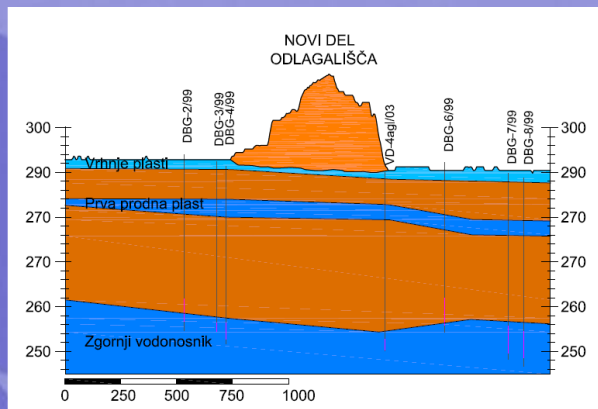
41 % urbanih površin

13 % gozda

3 % vodnih teles

Izvajanje obratovalnega monitoringa: primer Odlagališča nenevarnih odpadkov Barje

- Program monitoringa podzemnih voda
- Monitoring mreže vrtin
- Stanje opazovalnih vrtin



Po sledih nevarnih snovi, GZS, 1.6.2017

Organska analitika

Drage analize!

Strategija?

- 1) Uporaba učinkovite “screening” metode
- 2) Izvajanje monitoringa na nekaj relevantnih onesnaževal - zagotoviti kar največjo:

PRAVILNOST ANALIZ (trueness) =
natančnost (precision) + točnost
(accuracy).

“Screenig” kvalitativna in semikvantitativna metoda

- Uporaba plinske kromatografije z masno spektrometrijo. Metoda identificira večino možnih onesnaževal s hlapnostjo od benzena (lahkohlapna topila) do hormonov (spojine z višjo molekulsko maso).
- S posebno metodo priprave (derivatizacija) zaznamo tudi spojine, ki se običajno določajo z metodami tekočinske kromatografije.
- Dobimo izhodišča za nabor analitov za kvantitativno določanje.

Pasivno vzorčenje / priprava vzorca

Posebej čisto in dodatno pripravljeno aktivno oglje v inertnem ohišju.

Po izpostavitvi vodi iz vzorčne lokacije za približno tri mesece, se pasivni vzorčevalnik suši in spojine, adsorbirane na aktivnem oglju eluira z diklorometanom.

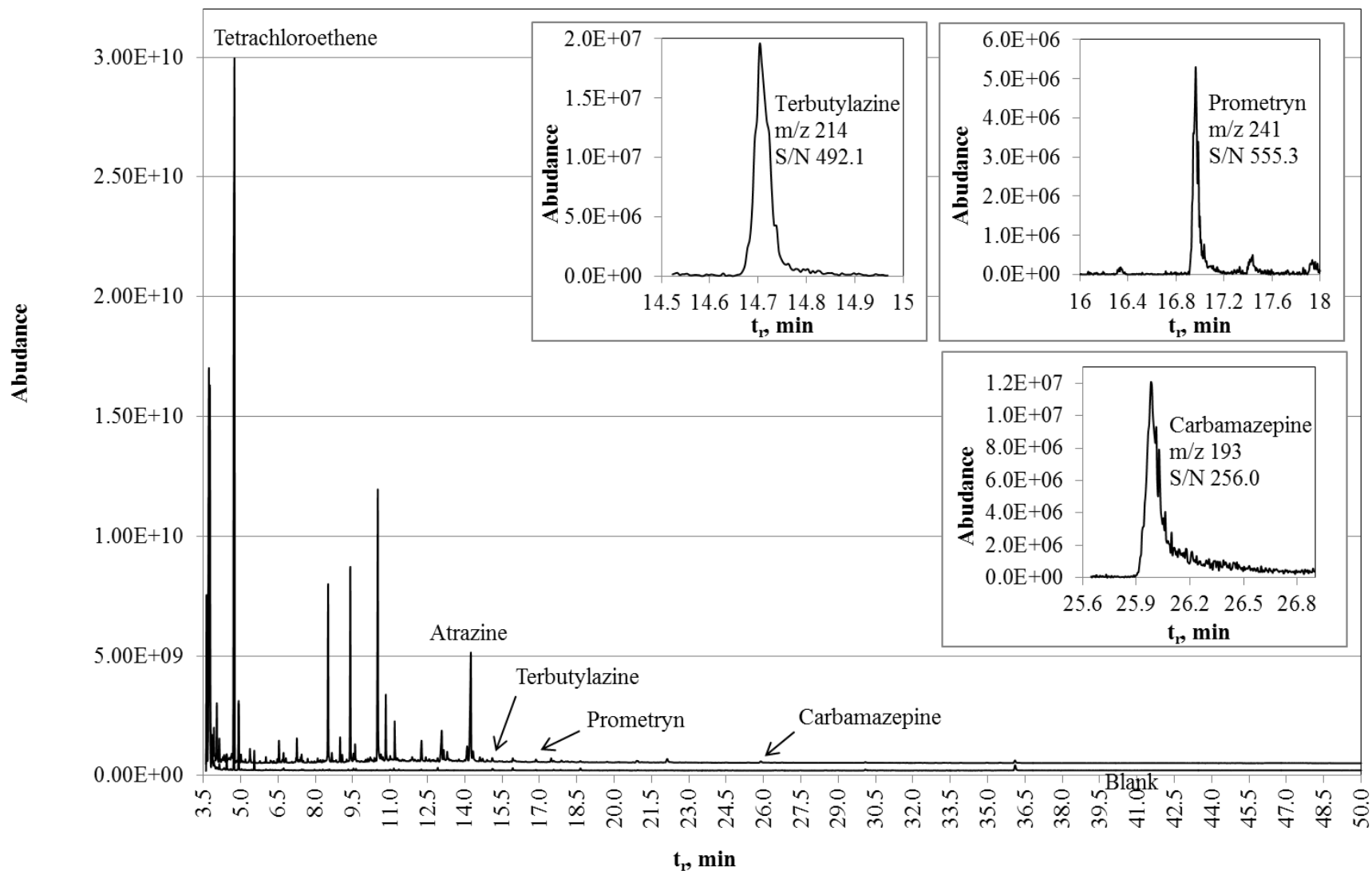
Sledi lahko še koncentriranje ekstrakta pod tokom dušika.

Pasivno vzorčenje



Po sledih nevarnih snovi, GZS, 1.6. 2017

GC-MS kromatogram ekstrakta vzorca, pesticidi nivo 1 ng/L



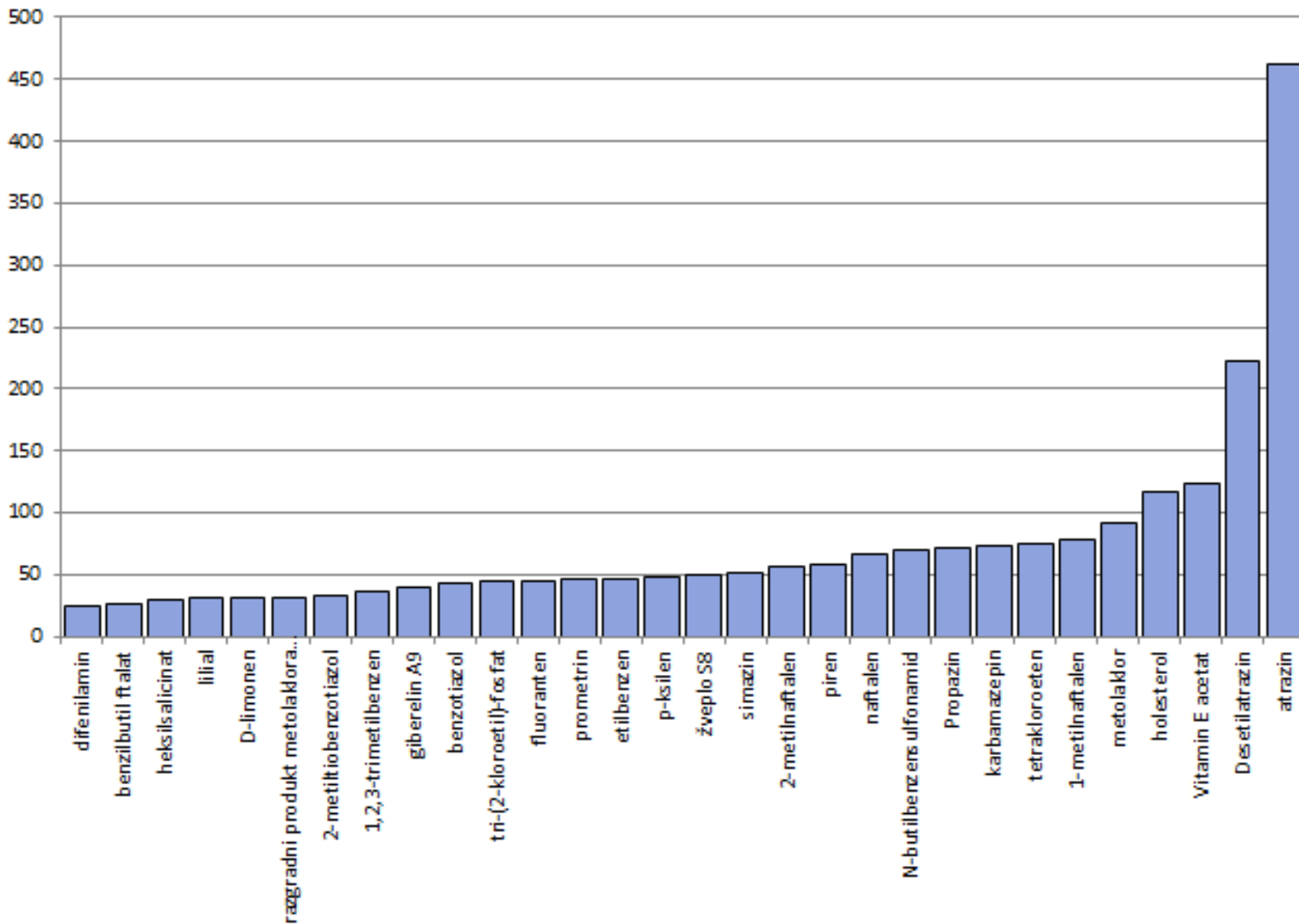
Tipične identificirane spojine (pasivni vzorčevalniki)

t_r, min	Ime spojine (t.i. / c.i.)	CAS NO	INT, 1-5	Razlaga
3.5	1,1,1-trikloroetan (t.i.)	71-55-6	2	topilo
4.0	trikloroeten (t.i.)	79-01-6	4	kemično čiščenje, razmaščevanje, industrijsko topilo
4.0	1,4-dioksan (t.i.)	123-91-1	2	stabilizator v halogeniranih topilih, topilo, omočilo, čistila
4.2	2,2,4-trimetil-1,3-dioksolan (t.i.)	1193-11-9	2	predelava naftnih derivatov
5.1	tetrakloroeten (c.i.)	127-18-4	5	kemično čiščenje, razmaščevanje, industrijsko topilo
6.2	dimetilsulfon (t.i.)	67-71-0	2	topilo, dodatek hrani
6.3	neznana spojina m/z 31,61	-	2	-
6.3	dimetil malonat (t.i.)	108-59-8	2	kemični intermediat
6.6	dimetil karbitol (t.i.)	111-96-6	2	topilo, kemični intermediat
6.6	5,5-dimetil-2(5H)-furanon (t.i.)	20019-64-1	2	dodatek gumi
6.8	benzaldehyd (t.i.)	100-52-7	3	kemični intermediat, topilo, repelent za čebele
7.1	tetrametilurea (t.i.)	632-22-4	2	topilo
7.1	benzonitril (t.i.)	100-47-0	2	kozmetika, kemični intermediat
7.9	dietil karbitol (t.i.)	112-36-7	3	topilo
8.4	trietilfosfat (t.i.)	78-40-0	2	plastifikator
8.6	1,3,5,7-tetroksokan (t.i.)	293-30-1	2	tetramer formaldehida
9.2	2-metil-2H-benzotriazol (c.i.)	16584-00-2	2	protikorozijska sredstva, herbicidni in antimikrobni pripravki
9.4	trietilenglikol dimetil eter (t.i.)	112-49-2	2	topilo, plastifikator
9.7	2,4-dikloroanilin (t.i.)	554-00-7	2	kemični intermediat
10.1	2,4-dimetil-2H-benzotriazol (t.i.)	-	2	herbicidni in antimikrobni pripravki
11.0	izopentil disulfid (t.i.)	2051-04-9	2	arome, atmosferske reakcije
11.3	2-(4-i-propilfenil)-2-propanol (t.i.)	3445-42-9	1	-
11.6	1,4-dimetil-1H-benzotriazol (t.i.)	-	2	v povezavi z 2,4-dimetil-2H-benzotriazolom

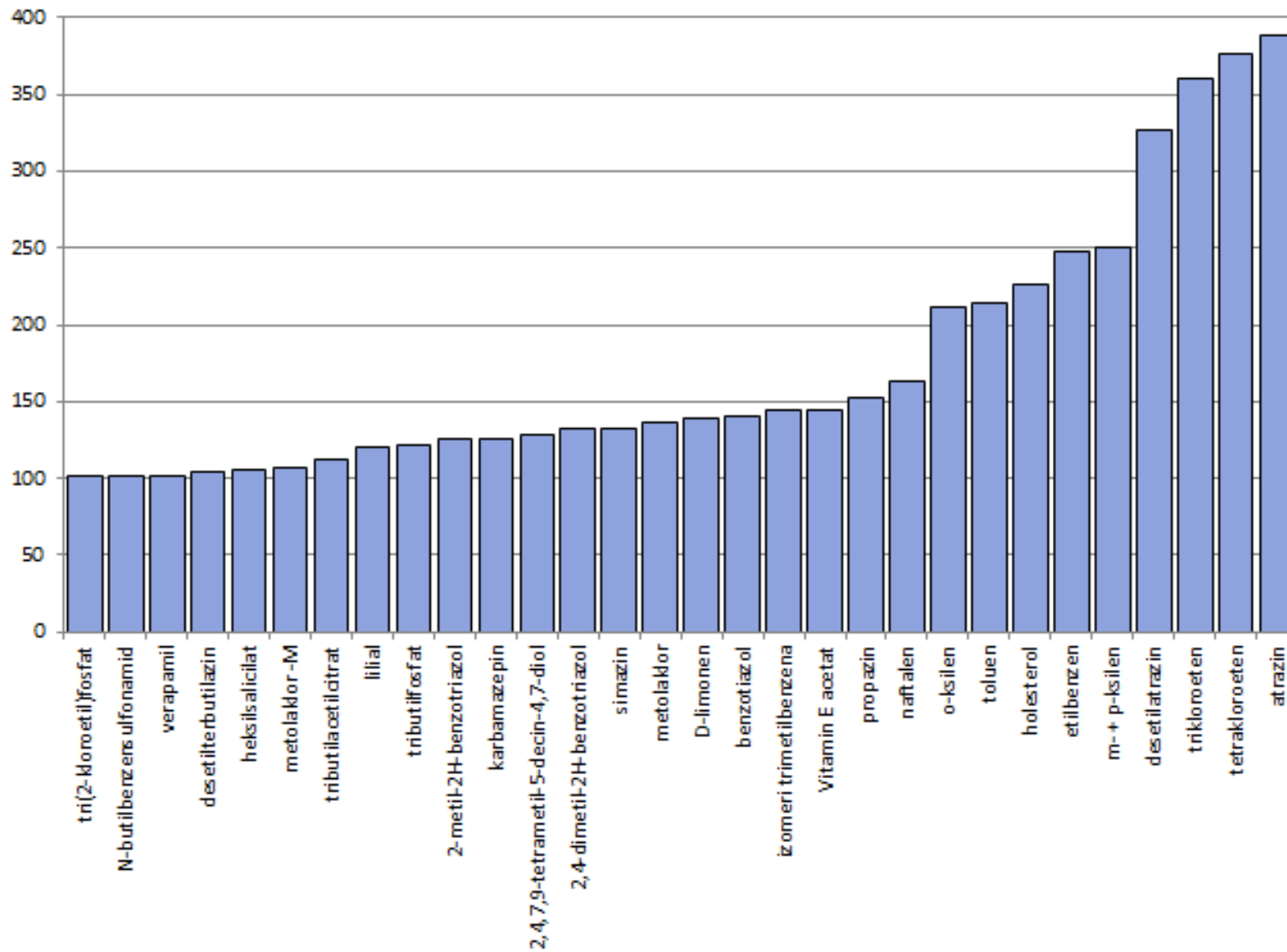
Tipične identificirane spojine (pasivni vzorčevalniki)

t_r, min	Ime spojine (t.i. / c.i.)	CAS NO	INT, 1-5	Razlaga
13.9	desetilatrazin (c.i.)	6190-65-4	5	razgradni produkt herbicida atrazina
14.1	desetilterbutilazin (c.i.)	30125-63-4	2	razgradni produkt herbicida terbutilazina
15.0	simazin (c.i.)	122-34-9	2	herbicid
15.1	atrazin (c.i.)	1912-24-9	5	herbicid
15.2	propazin (c.i.)	139-40-2	2	herbicid
15.4	terbutilazin (c.i.)	5915-41-3	1	herbicid
15.7	tri-(2-kloroizopropil) fosfat (t.i.)	13674-84-5	2	plastika
17.3	mebikar (t.i.)	10095-06-4	1	zdravilo
17.8	prometrin (c.i.)	7287-19-6	1	herbicid
18.9	metolaklor (c.i.)	51218-45-2	1	herbicid
22.4	2,2-dimetilkroman (t.i.)	1198-96-5	2	-
25.8	nifedipin-metabolit artifakt (t.i.)	99982-48-6	2	termični razpad metabolita zdravila nifedipina
45.8	desmosterol (t.i.)	313-04-2	2	steroid, gnojevka, greznice, kanalizacija
46.8	stigmasterol (t.i.)	83-48-7	2	steroid, gnojevka, greznice, kanalizacija
48.5	gama-sitosterol (t.i.)	83-47-6	2	steroidna spojina

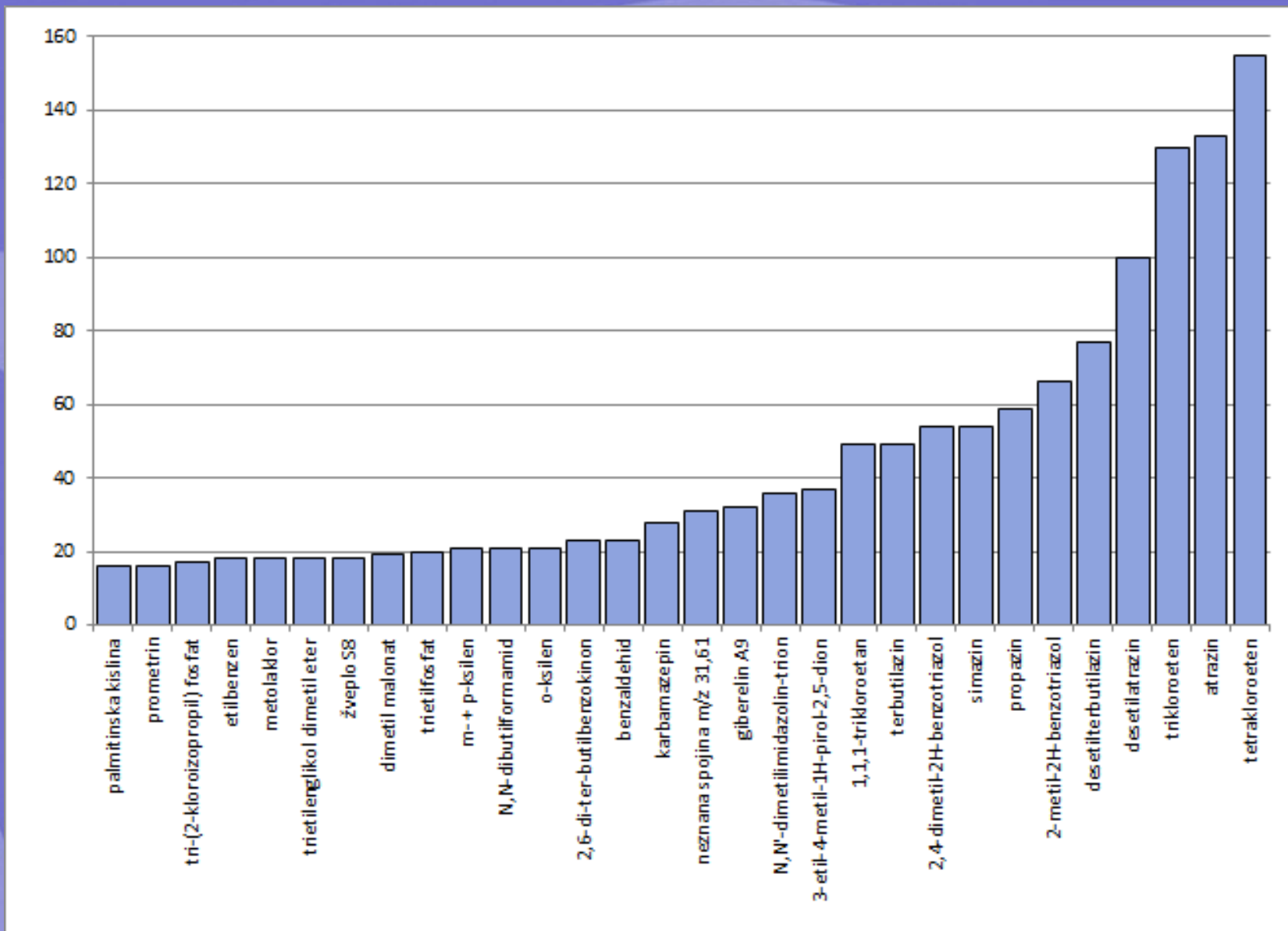
Spojine ugotovljene v večjem številu realnih vzorcev 2004-2007.



Spojine ugotovljene v večjem številu realnih vzorcev 2008-2012.



Spojine ugotovljene v večjem številu realnih vzorcev 2014-2016.



Zaključek

Pri raziskavah vodonosnikov je smiselno kombinirati dva načina:

- neciljani monitoring, kjer se ugotavlja manj natančno, lahko tudi le kvalitativno ali semi-kvantitativno, čim širši spekter onesnaževal.
- Če se pri razširjenem monitoringu večkrat identificirajo ista onesnaževala, se jih uvrsti v nabor spojin, ki jih kvantitativno ovrednotimo s čim bolj natančno in točno analizno metodo.

Na opisan način dosežemo ekonomsko sprejemljivejšo in učinkovitejšo raziskavo. Izognemo se predvsem merjenju velikega števila vrednosti pod mejo zaznavnosti (“ničelnih informacij”), ki bistveno povečajo ceno monitoringa.