



INCOME

Skrb za vodo

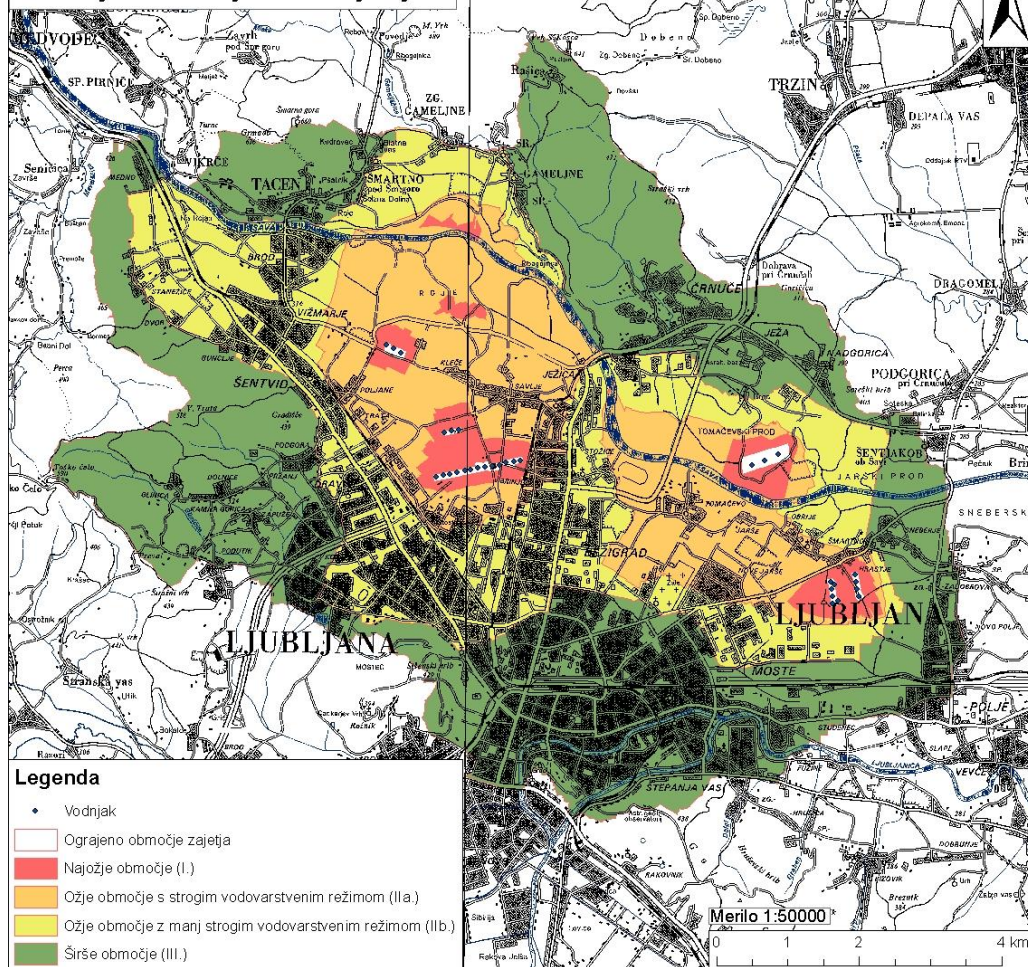
# Razvoj informacijskih orodij za podporo upravljanju vodnih virov

Mitja Janža  
Geološki zavod Slovenije  
[mitja.janza@geo-zs.si](mailto:mitja.janza@geo-zs.si)

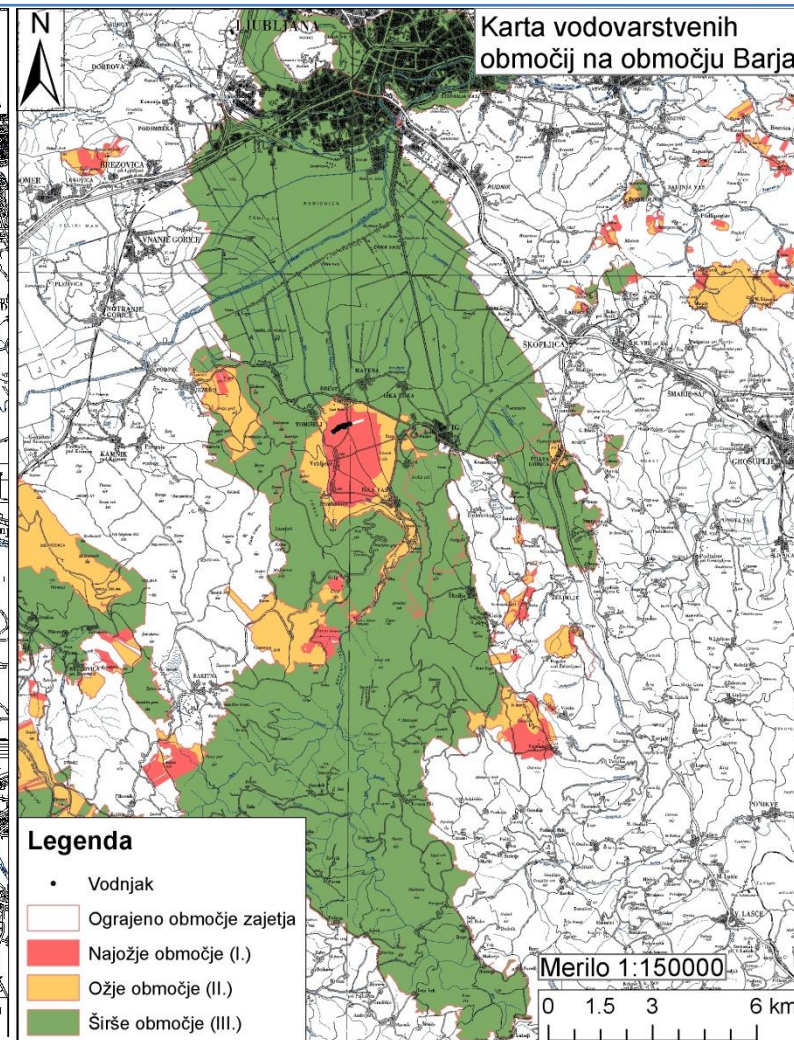


# VVO Ljubljana

Karta vodovarstvenih območij na območju mesta Ljubljana



Karta vodovarstvenih območij na območju Barja





# Ortofoto iz leta 2001





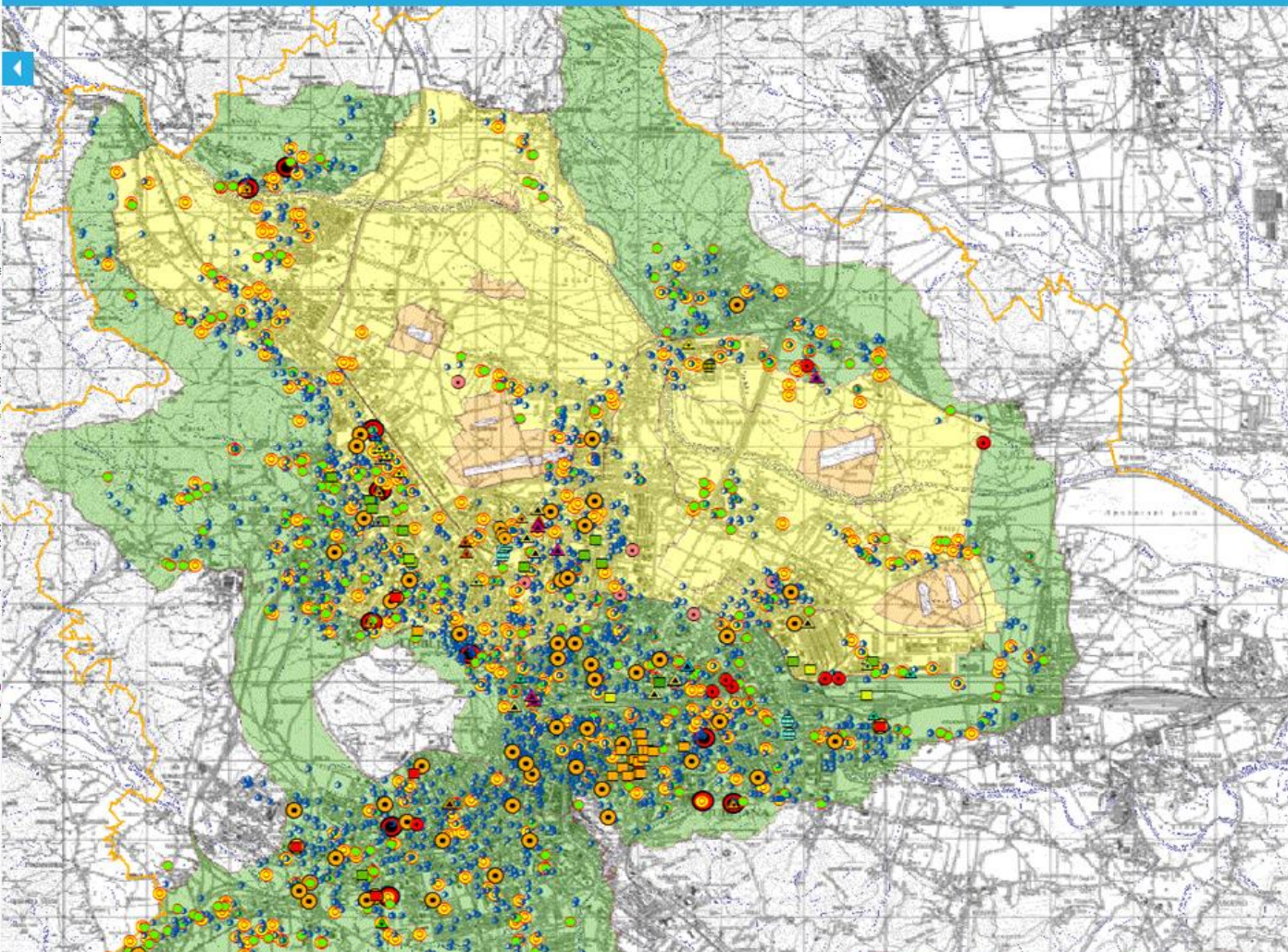
# Potencialni onesnaževalci

<http://akvamarin.geo-zs.si/incomepregledovalnik>

Pregledovalnik okoljskih podatkov



- SLOJI
- REGISTER ONESNAŽEVALCEV
  - TOČKOVNI VIRI ONESNAŽENJA
    - AKTIVNI
      - INDUSTRIJA
        - Industrijske odpadne vode glede na loka
          - ▲ 10 - Proizvodnja živil (N\*8)
          - ▲ 12 - Proizvodnja tobačnih izdelkov (N\*1)
          - ▲ 13 - Proizvodnja tekstilij (N\*1)
          - ▲ 17 - Proizvodnja papirja in izdelkov iz pa
          - ▲ 18 - Tiskarstvo in razmnoževanje posne
          - 20 - Proizvodnja kemikalij, kemičnih izde
          - 21 - Proizvodnja farmacevtskih surovin i
          - ▲ 23 - Proizvodnja nekovinskih mineralnih
          - ▲ 24 - Proizvodnja kovin (N\*3)
          - ▲ 25 - Proizvodnja kovinskih izdelkov, raze
          - ▲ 26 - Proizvodnja računalnikov, elektrons
          - ▲ 27 - Proizvodnja električnih naprav (N\*3
          - ▲ 28 - Proizvodnja drugih strojev in naprav
          - ▲ 30 - Proizvodnja drugih vozil in plovil (N
          - ▲ 33 - Popravila in montaža strojev in napr
          - 35 - Oskrba z električno energijo, plinom
          - 38 - Zbiranje in odvoz odpadkov ter ravn
          - 41 - Gradnja stavb (N\*1)
          - 45 - Trgovina z motornimi vozili in poprav
          - 49 - Kopenski promet; cevovodni transpo
          - 52 - Skladiščenje in spremljajoče promet
          - 58 - Založništvo (N\*1)
          - 86 - Zdravstvo (N\*20)
          - 96 - Dejavnost pralnic in kemičnih čistilr
        - Aktivni onesnaževalci (2009)
          - 5 - obrati z visokim tveganjem za ones
          - 4 - obrati z visokim tveganjem za onesn
          - 3 - obrati s srednjim tveganjem za onesn
          - 2 - obrati z nizkim tveganjem za onesnaž
          - 1 - obrati s potencialnim tveganjem za or
      - ODLAGALIŠČA ODPADKOV
      - RUDARSTVO
      - KOMUNALNA DEJAVNOST
      - ENERGETIKA
    - STARA BREMENA
    - LINJSKI VIRI ONESNAŽENJA
    - RAZPRŠENI VIRI ONESNAŽENJA
    - KEMIJSKI PODATKI
    - HIDROGEOLOŠKI OBJEKTI
    - KARTOGRAFSKE PODLAGE
    - TOPOGRAFSKE PODLAGE



Koordinate YX: 463697.82 , 104040.93

0 0.4 0.8 1.343 1.7905 km

OPOZORILA

NAVODILA

REZULTATI



ZRCSAZU



# Vsebina predstavitev

---

Razvoj orodij (DSS) za:

- podpora postopkov, povezanih s sanacijo divjih odlagališč na območju MOL (DSS\_1)
- izboljšanje kemijskega stanja vodonosnikov (DSS\_2)
- optimizacijo aktivnosti v primeru nenavadnih dogodkov (DSS\_3)



# Divja odlagališča

---

- Povzročajo številne negativne vplive na okolje in zdravje ljudi. Kljub zakonodajnim okvirom in odmevnim prostovoljnim čistilnim akcijam ostajajo preteča grožnja tudi virom pitne vode, saj so pogost in nevaren vir onesnaženja.
- Mestna občina Ljubljana (MOL) na svojih zemljiščih skrbi za odvoz nelegalno odloženih odpadkov in izvaja preventivne ukrepe za preprečitev nezakonitega odlaganja odpadkov, še posebej na območjih, kjer je to ponavljajoč pojav.
- Za namene lažjega in učinkovitejšega obvladovanja pojavov in sanacije divjih odlagališč smo v okviru projekta INCOME izdelali orodje, namenjeno Mestni upravi Mestne občine Ljubljana. Orodje temelji na podatkovni bazi divjih odlagališč in spremljajočih postopkov, ki omogočajo samodejne prostorske analize v GIS okolju.

# DSS\_1 – divja odlagališča

ODLAGALIŠČE

Dodaj nov objekt

Oznaka odlagališča: 01PG002

X koordinata: 460100

Y koordinata: 108150

Št. parcele: 497/2

Opombe: ob makadamski poti v grmovju

Makrolokacija: Brod, levi breg Save

Šifra KO: 1751

Ime KO: Tacen

Lastništvo parcel: MOL

Datum stanja: 1.1.2009

Datum odvoza: 30.4.2010

Osveži

Število odvozov: 1

**STANJE**

Datum stanja: 1.1.2009

Vnesi novo stanje

Delež azbest: 10

Delež gradbeni odp.: 90

Delež komunal. odp.: 0

Delež ostali odp.: 0

Volumen odp. m3: 6

Površina odlagališča m2: 6

FOTO

**ODVOZ**

Datum odvoza: 30.4.2010

Tip odvoza: delni odvoz

Delež odstranjenih azbestnih odpadkov: 10

Delež odstranjenih gradbenih odpadkov: 0

Delež odstranjenih komunalnih odpadkov: 0

Delež odstranjenih ostalih odpadkov: 0

Vrsta odstranjenih odpadkov: azbest

Tip lokacije: GIAM 2009 popis odlagališč na zemljiščih

FOTO

Zapis: 1 od 1

Brez filtra

Iskanje

Zapis: 1

Brez filtra

Iskanje

Meglič et al., 2012

# DSS\_1 – divja odlagališča

## Izpis poziva za odstranitev divjega odlagališča

Microsoft Access - ODLAGALIŠČE

Oznaka odlagališča: 01PG002 Makrolokacija: Brod, levi breg Save

X koordinata: Y koordinata: Št. parcele: 497/2 Opombe: ob makadamski

**STANJE**

Datum stanja	1.1.2009
Delež azbest	10
Delež gradbeni odp.	90
Delež komunal.odp.	0
Delež ostali odp.	0
Volumen odp. m3	6
Površina odlagališča m2	6

**POZIVI**

Poziv	Datum poziva
430-275/2010-20	

**Vsa najnovejša stanja objektov**

Oznaka	Datum stanja	Opomba
01PG002	1.1.2009	430-529/20K
01PG003	1.1.2009	430-529/20K
01PG004	1.1.2009	
01PG005	1.1.2009	430-529/20K
01PG006	1.1.2009	
01PG007	1.1.2009	
01PG008	1.1.2009	
01PG009	1.1.2009	430-529/20K
01PG010	1.1.2009	430-529/20K
01PG011	1.1.2009	
01PG012	1.1.2009	
01PG013	1.1.2009	
01PG014	1.1.2009	
01PG015	1.1.2009	430-529/20K
01PG016	1.1.2009	

**Stanja objektov v poziv**

Oznaka	Datum stanja
T107	1.1.2009
T108	1.1.2009
T112	1.1.2009
T113	1.1.2009
T114	1.1.2009
T115	1.1.2009
T116	1.1.2009

Datum odvoza: 30.4.2010

Uredi pozive

Mestna občina Ljubljana  
Mestna uprava

**Obvestilo za varnece okolja**

Številka: 450-7777  
Datum: 31. 3. 2011

Zadeva: Poziv za odstranitev odloženih odpadkov

Spoštovani!

V skladu z določili \_\_\_\_\_ o odstranitvi površinskih nelegalno odloženih odpadkov, ki vsebujejo \_\_\_\_\_, vam pošiljamo poziv za odstranitev odloženih odpadkov na naslednjih lokacijah:

Točka: 01PG004  
Brod, levi breg Save - (parcela št. 550/1 k.o. Tacen; X = 460048, Y = 108142)  
- ocenjena količina: 10 m<sup>3</sup>

Točka: 01PG006  
Brod, levi breg Save - (parcela št. 549/1 k.o. Tacen; X = 459967, Y = 108167)  
- ocenjena količina: 80 m<sup>3</sup>

Za vsako lokacijo, prilagajeno poznetek ortofoto in na terenu posnete fotografije.

Pozivamo vas, da nas o začetku in zaključku del obvestite.

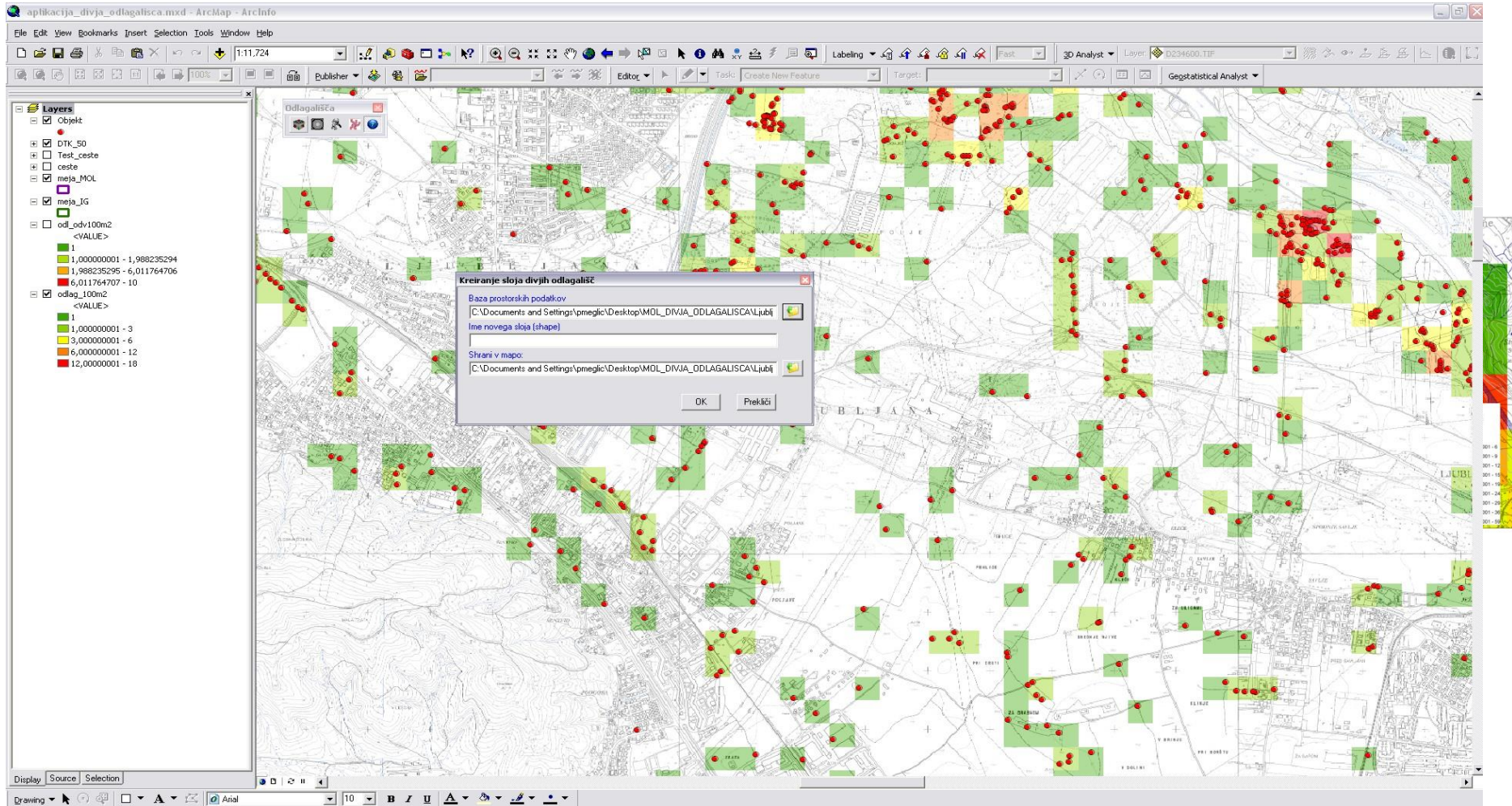
Prijazen pozdrav.

Meglič et al., 2012



# DSS\_1 – divja odlagališča

## Prostorske analize



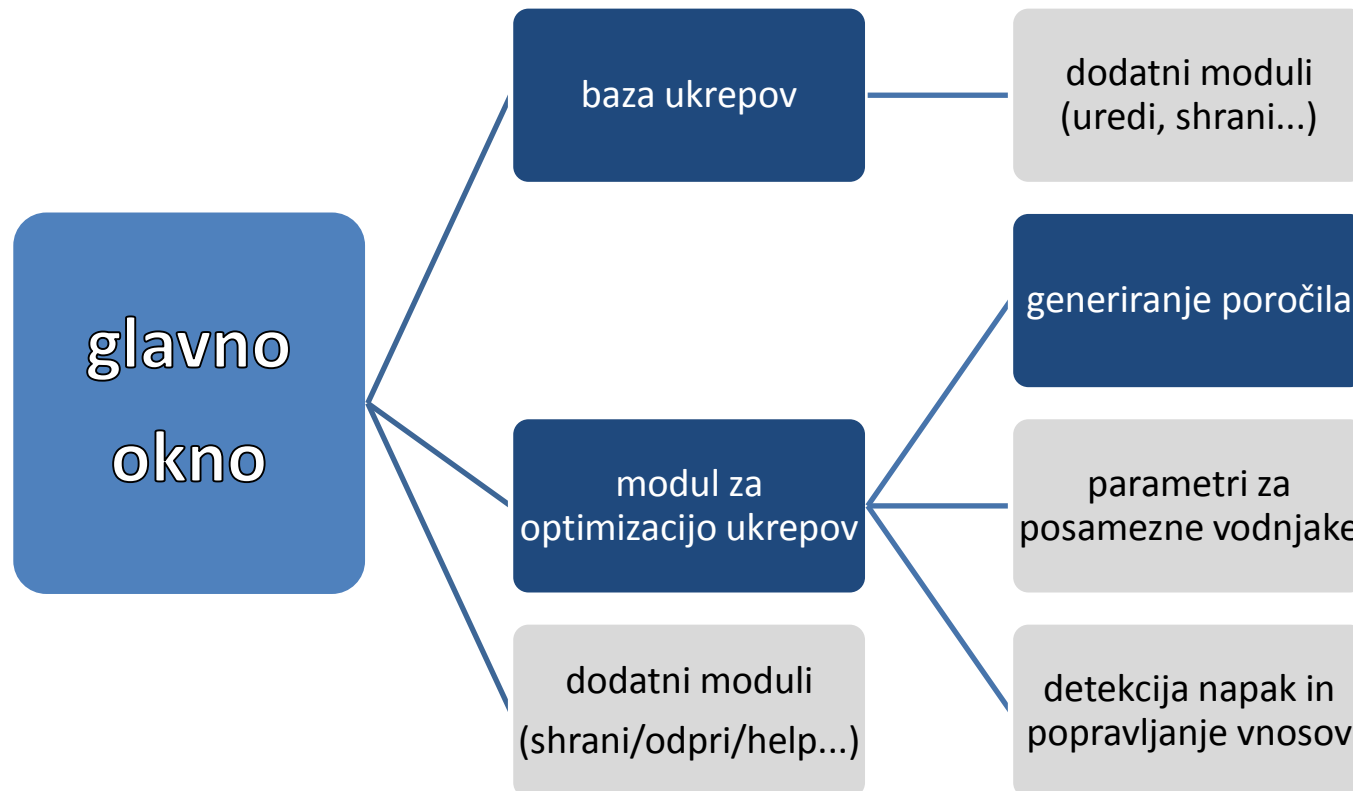
# Sistem za podporo odločitvam pri izbiri ukrepov za izboljšanje kemijskega stanja podzemne vode

---

- Orodje, ki omogoča ocenjevanje učinkovitosti ukrepov za znižanje koncentracij onesnaževal v podzemni vodi (vodonosniku).
- Sistem je prirejen za zmanjšanje koncentracije nitratov v podzemni vodi, kar je trenutno najbolj pereča težava pri zagotavljanju dobrega kemijskega stanja zelo izdatnih medzrnskih vodonosnikov na ravninskih območjih rečnih naplavin v Sloveniji.



# DSS\_2 - izboljšanje kemijskega stanja vodonosnikov



Žibret et al., 2012

# DSS\_2 - izboljšanje kemijskega stanja vodonosnikov

**Priloga 1: Screenshot of the DSS\_2 software interface showing the 'Poročilo' (Report) window. The report details proposed measures for improving groundwater quality in the Ljubljansko Polje aquifer, aiming to reduce nitrate concentrations in drinking water. The table lists various agricultural and land management measures, their area, impact on nitrate, and associated costs.**

**Poročilo**

Predlagani ukrepi za izboljšanje stanja podzemne vode na območju vodonosnika Ljubljansko Polje, s katerimi želimo zmanjšati koncentracijo onesnaževala nitrati v pitni vodi, so prikazani tabelarično.

Ime ukrepa	območje izvajanja	delež kmetijskih zemljišč	predvideni stroški	redukcija polutanta
Zimska ogrščica kot vmesni posevek pred ozimnimi žiti	240,00 ha	100,0%	3.840 EUR	4.800 kg
Ekstenzivna raba zelenih površin (povpr. letno st. GVz/ha: 1,4; ni uporabe mineral. gnojil)	174,00 ha	100,0%	3.480 EUR	1.740 kg
Čas mineralnega gnojenja (N) na njivah (ni gnojenja pozno poleti/jesen; brez dodajanja organskega N itd.)	100,00 ha	100,0%	2.000 EUR	1.000 kg
Enoletna praha, ozelenjevanje brez leguminoz, brez oranja v jesenskem času	277,00 ha	100,0%	24.930 EUR	11.080 kg
Uporaba gnojilnih načrtov za vsa kmetijska zemljišča	202,00 ha	100,0%	16.160 EUR	4.040 kg
Kolobarjenje, letno menjavanje jarih in ozimnih posevkov (4-letno)	80,00 ha	100,0%	8.000 EUR	1.600 kg
Vmesna setev	113,00 ha	100,0%	8.701 EUR	1.130 kg
Ni nanašanja organskih gnojil po spravi pridelka	128,20 ha	86,6%	10.256 EUR	1.282 kg

Skupna vrednost ukrepov od razpoložljivih 77.367,00€ znaša 77.367,00€. S tem se bo zmanjšal vnos onesnaževala nitrati v podzemno vodo za 26.672,00 kg. Predvideno znižanje koncentracije nitrati znaša -0,05999999999999987 mg/l. Glede na nastavljeno tarčno vrednost 17,5 mg/l, smo tarčno vrednost preseglji za -0,06 mg/l. Glede na učinkovitost trenutnega nabora predlaganih ukrepov iz tabele lahko vložena sredstva znižamo za 4379,26€.



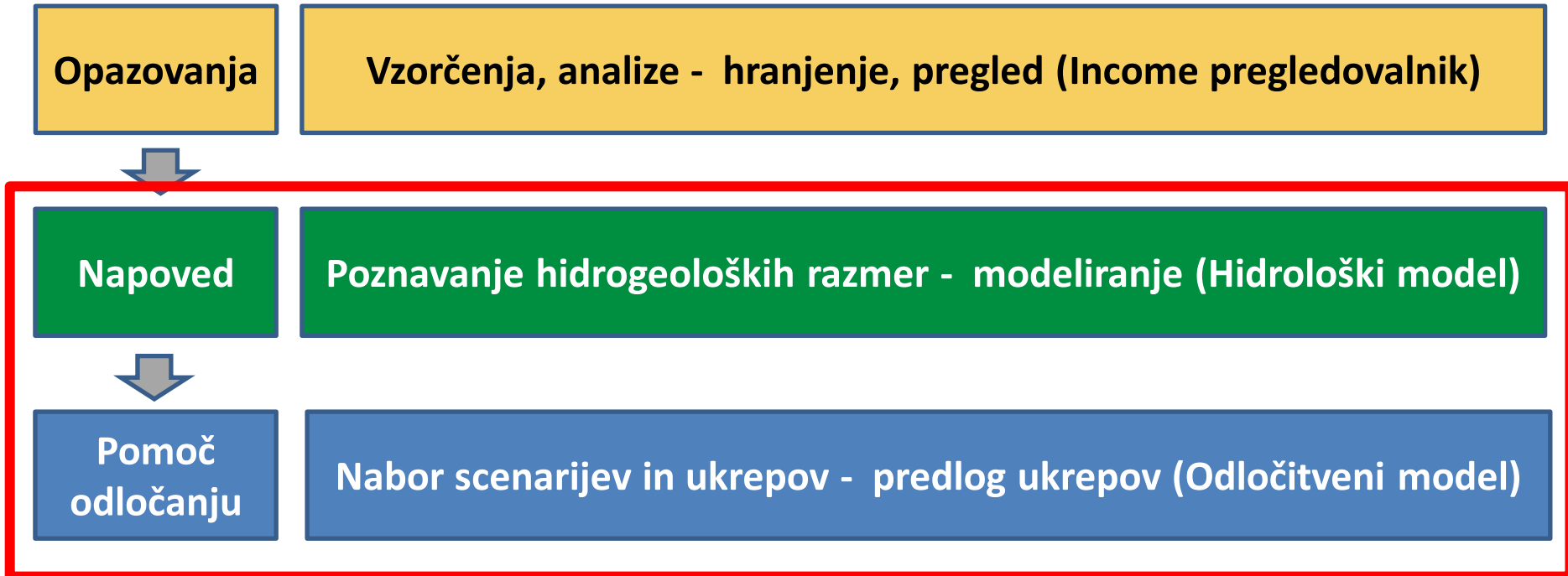
# DSS\_3 - Orodje za pomoč pri ukrepanju ob nesrečah

---

- Obvladovanje razmer v primeru nenadnega onesnaženja podzemne vode predstavlja kompleksen problem
- Časovne omejitve
- Orodja, ki so nam v pomoč v tovrstnih primerih so **sistemi za podporo odločitev** (ang. decision support system)
- V splošnem so to interaktivni računalniški sistemi, ki pomagajo pri reševanju nalog (problemov)

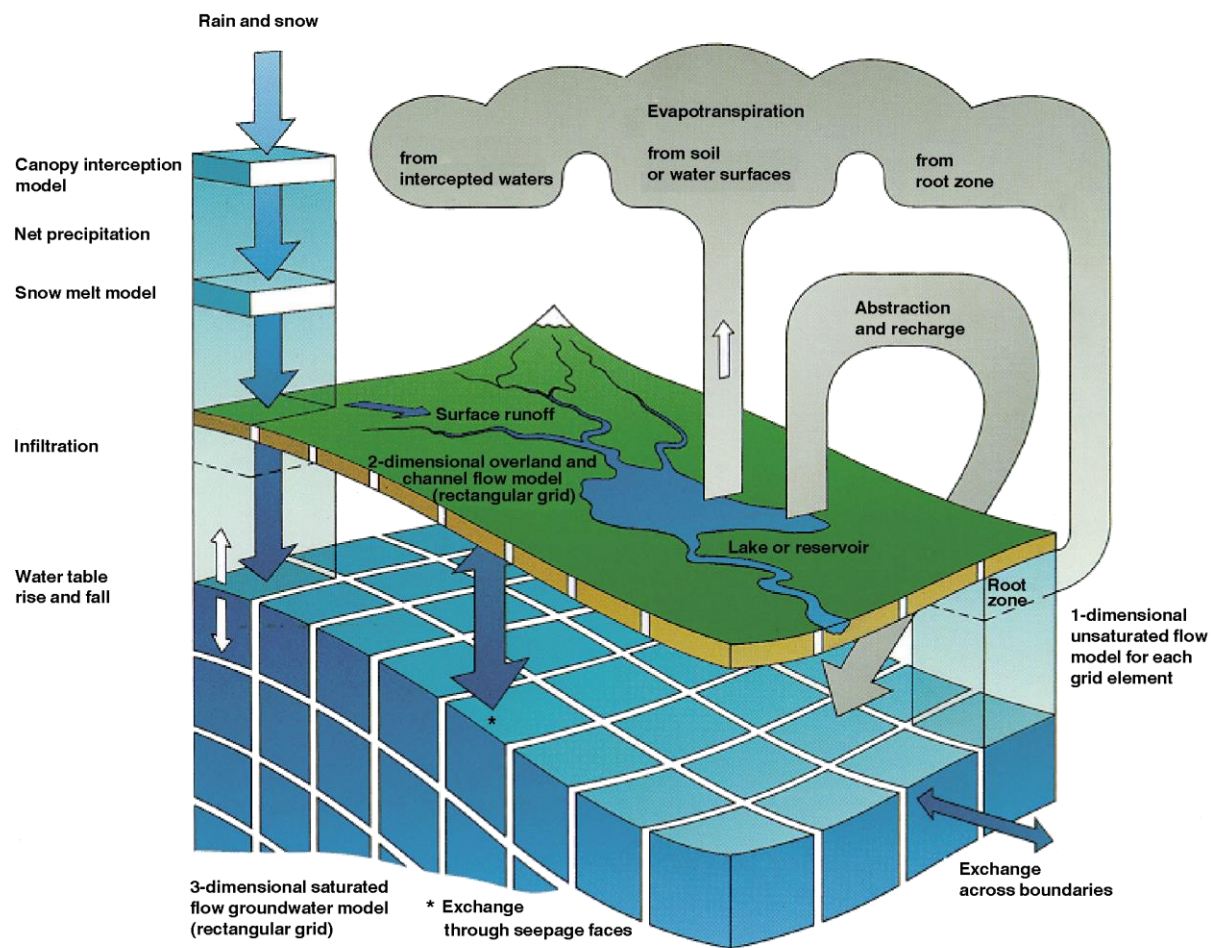
# Sistem za podporo odločitev

---





# Hidrološki model



MIKE SHE (DHI)

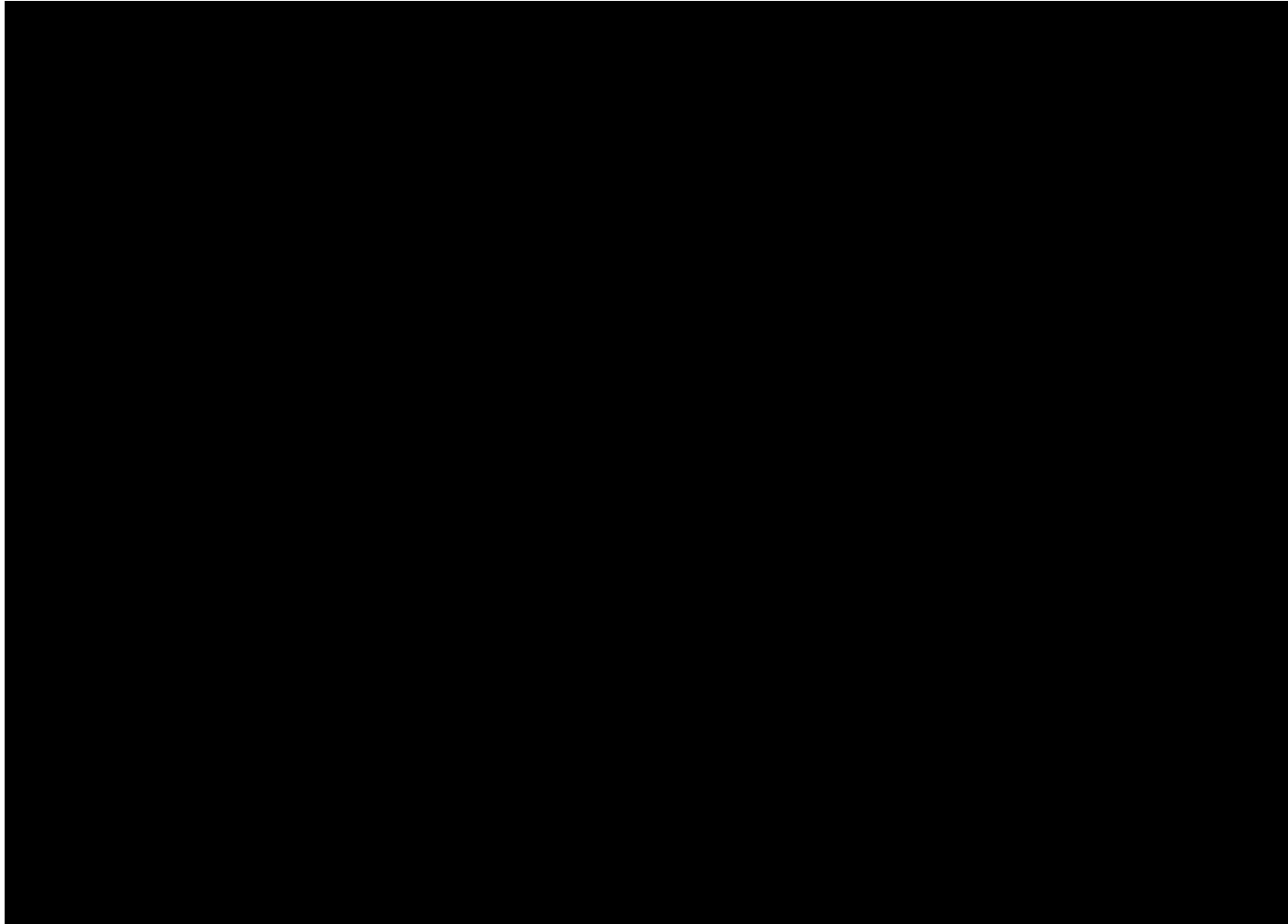




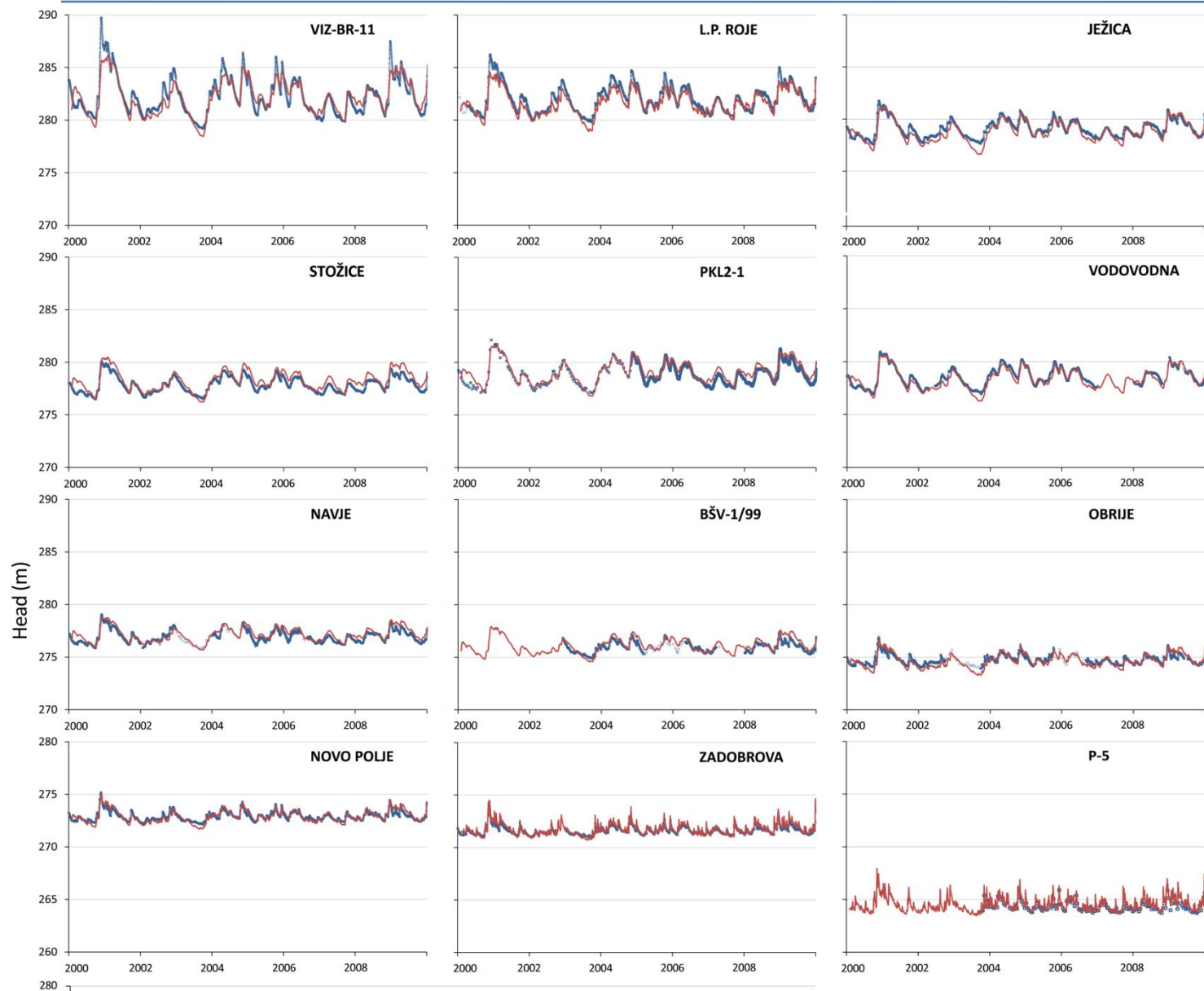


# Rezultati - model

---



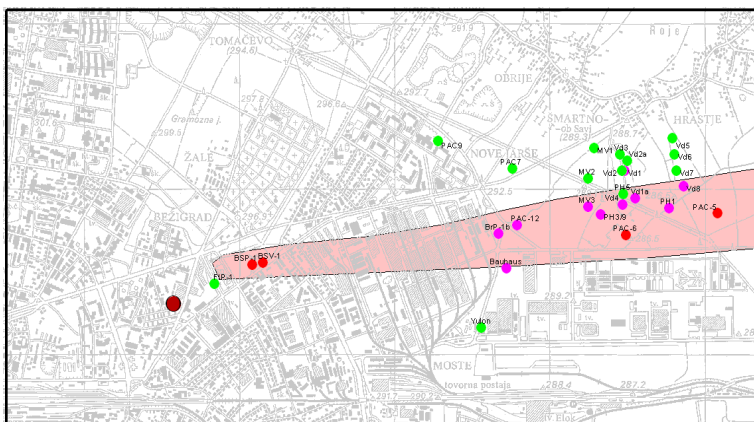
# Vrednotenje modela



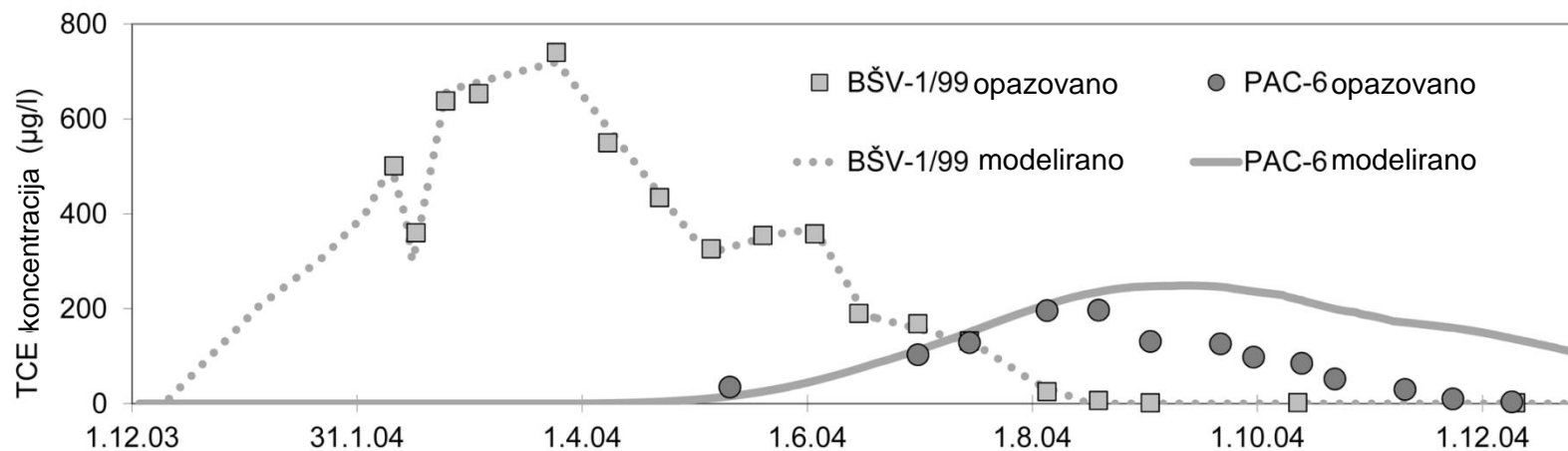


# Vrednotenje modela

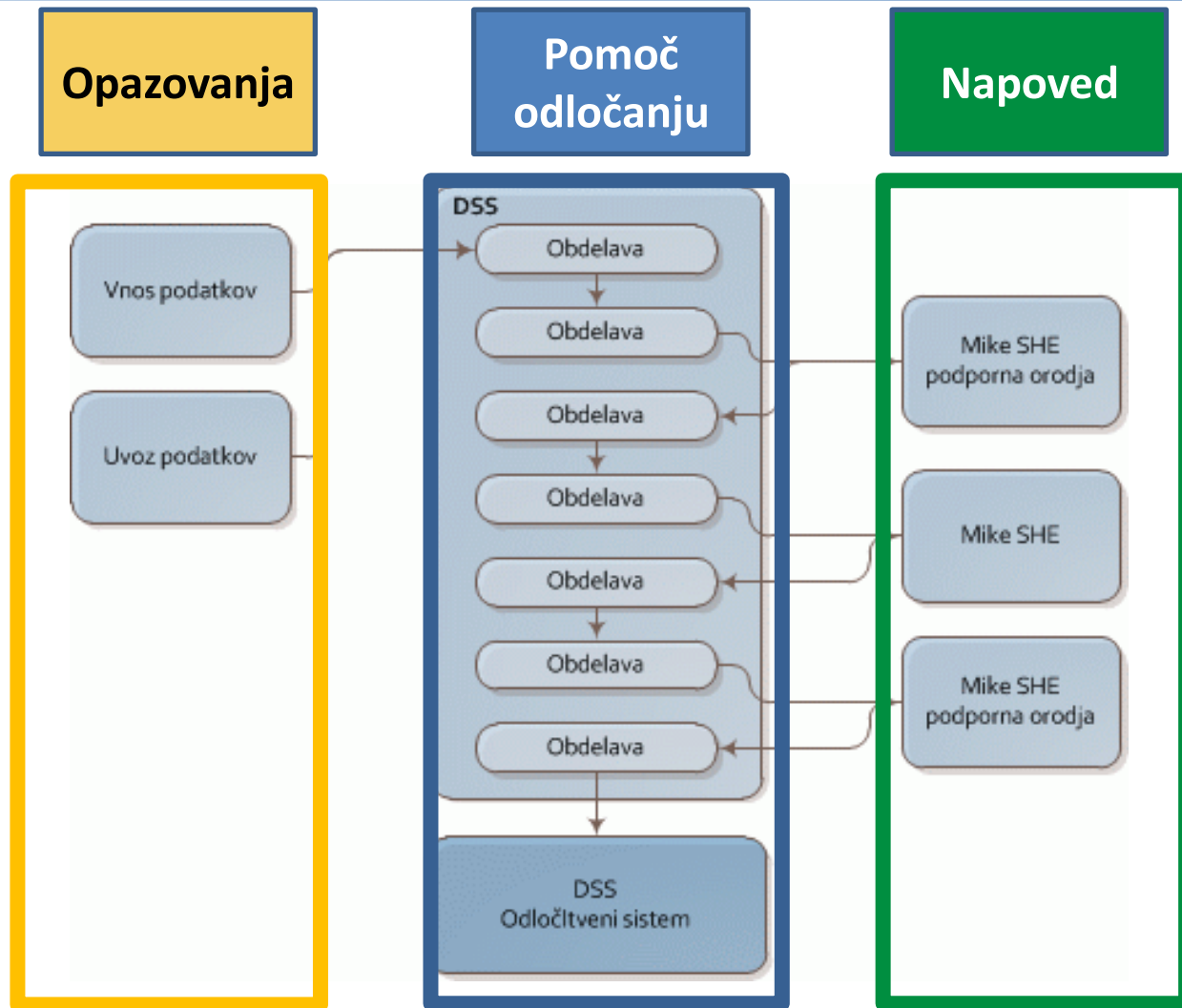
Opazovano



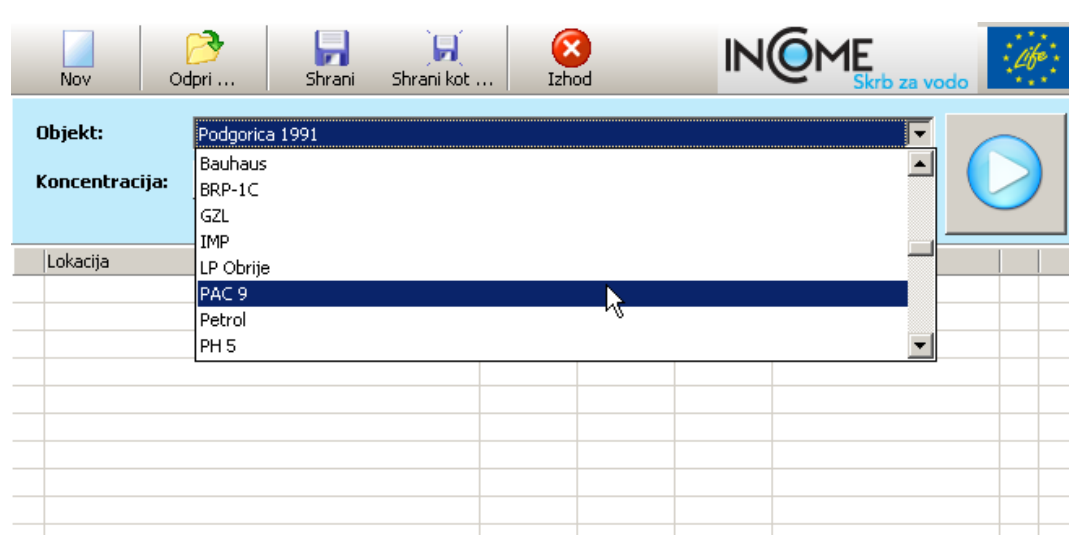
Model (INCOME)



# DSS\_3 - Sistem za podporo odločitev

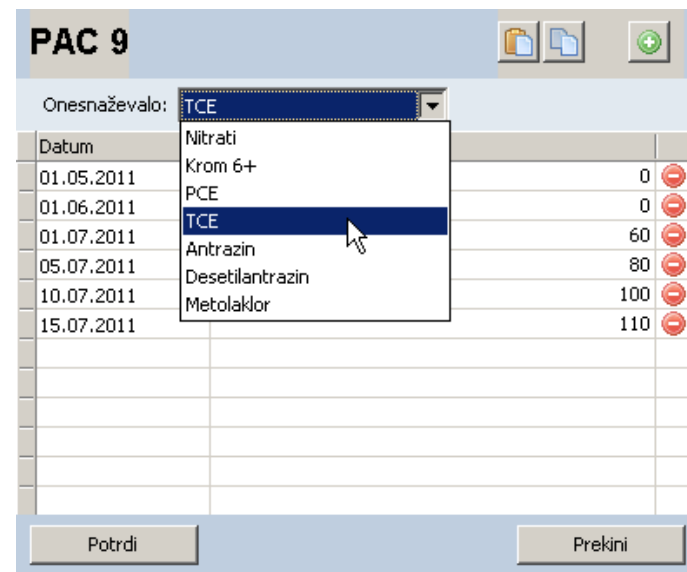


# DSS\_3 - Sistem za podporo odločitev



The screenshot shows the main application window with a menu bar at the top containing icons for 'Nov', 'Odpri ...', 'Shrani', 'Shrani kot ...', and 'Izhod'. The 'INCOME' logo and 'Skrb za vodo' slogan are also present. The main area is divided into sections: 'Objekt:' with a dropdown menu showing 'Podgorica 1991', 'Konzentracija:' with a list of items including 'Bauhaus', 'BRP-1C', 'GZL', 'IMP', 'LP Obrije', 'PAC 9', 'Petrol', and 'PH 5', and 'Lokacija' with a grid below. A play button icon is visible on the right side of the list.

Osnovno pogovorno okno



The screenshot shows the 'PAC 9' data entry window. It features a dropdown menu for 'Onesnaževalo:' with 'TCE' selected. Below is a table with columns for 'Datum', 'Onesnaževalo', and 'Koncentracija'. The table contains data for dates from 01.05.2011 to 15.07.2011. A 'Potrdi' button is at the bottom left and a 'Prekini' button is at the bottom right.

Datum	Onesnaževalo	Koncentracija
01.05.2011	Nitrati	0
01.05.2011	Krom 6+	0
01.06.2011	PCE	0
01.07.2011	TCE	60
05.07.2011	Antrazin	80
10.07.2011	Desetilantrazin	100
15.07.2011	Metolaklor	110

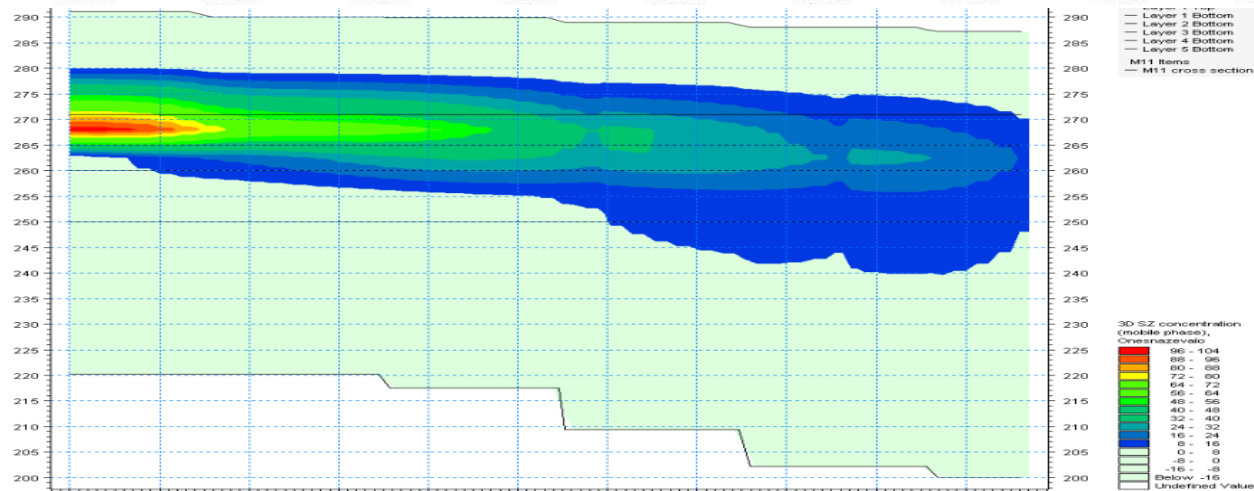
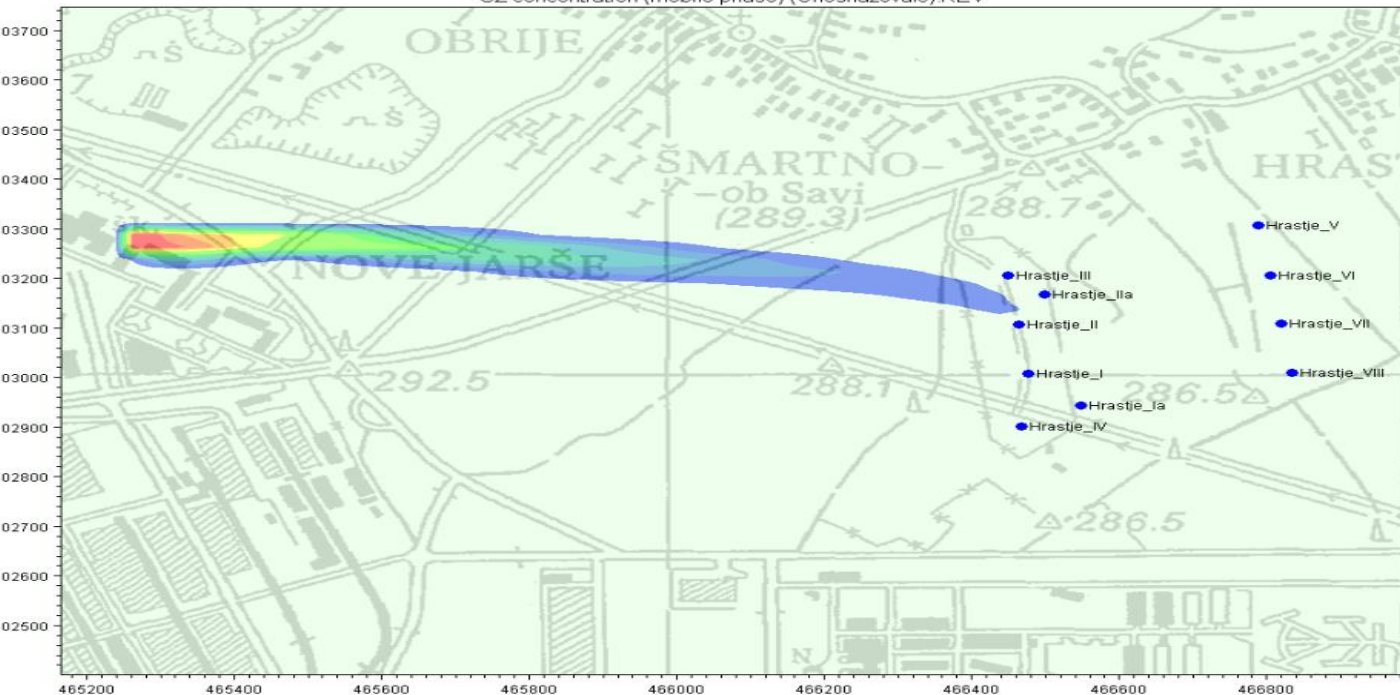






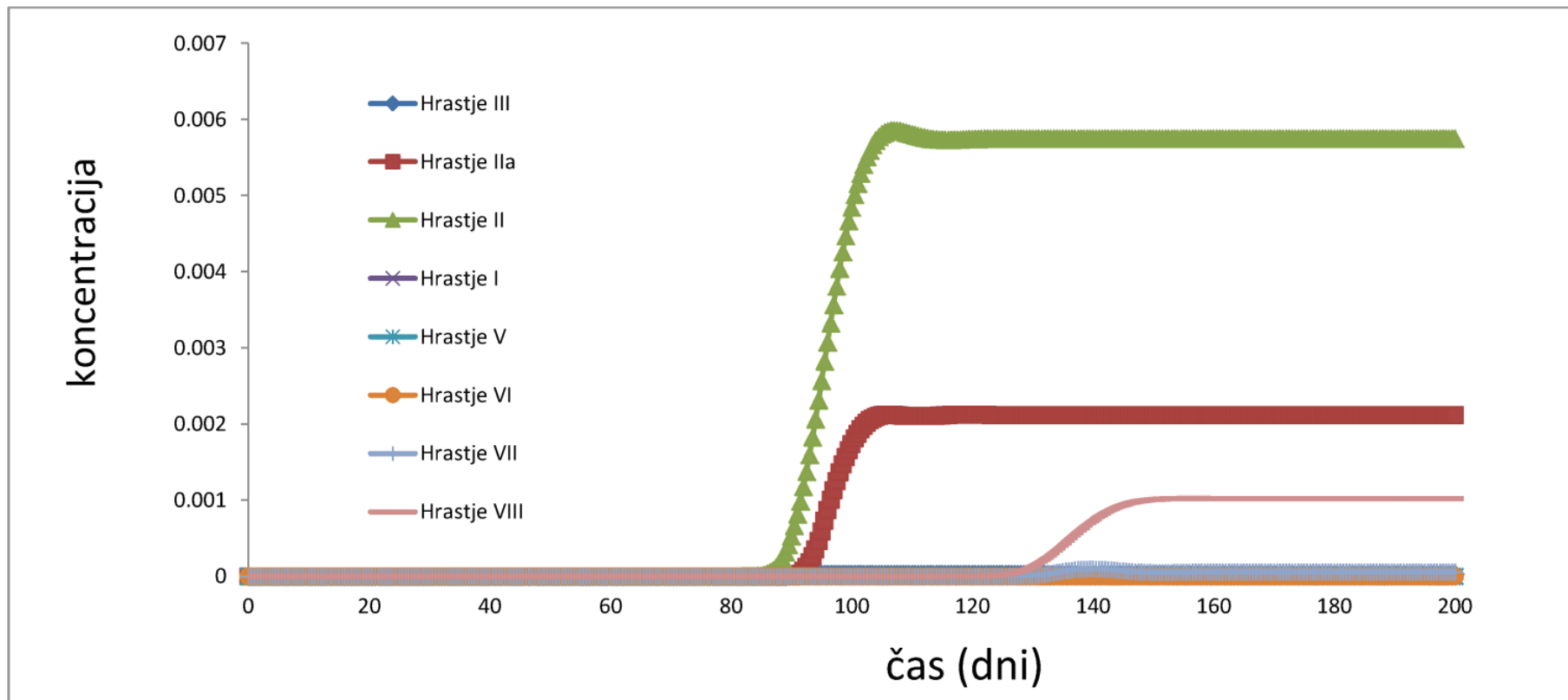
# Simulacija onesnaženja

SZ concentration (mobile phase) (Onesnaževalo) REV





# Napoved koncentracij v vodnjakih



# Seznam vodnjak s preseženimi napovedanimi mejnimi koncentracijami

**Mejna koncentracija je presežena v spodnjih objektih.  
Izberi objekt za odločitveni model.**

		Onesnaževalo	Mejna koncen.	Maksimalna koncentracija (mg/l)
17	Well_No_17_Concentration.txt	TCE	0.01	0.402439326047897
18	Well_No_18_Concentration.txt	TCE	0.01	0.402439326047897
19	Well_No_19_Concentration.txt	TCE	0.01	47.4129295349121
21	Well_No_21_Concentration.txt	TCE	0.01	29.7972602844238
22	Well_No_22_Concentration.txt	TCE	0.01	17.3721618652344
23	Well_No_23_Concentration.txt	TCE	0.01	0.160762056708336
24	Well_No_24_Concentration.txt	TCE	0.01	0.160762056708336
26	Well_No_26_Concentration.txt	TCE	0.01	0.402439326047897

# DSS\_3 - Odločitveni model

Nov Izhod

INCOME Skrb za vodo

Ukrepi

Nadaljuj Slika

Nov Izhod

Pogoj

Ali je mejna

Da!

Izberi vrsto objekta!

Vodnjak

Opazovalna vrtna

Vodnjak

Izklop vodnjaka

Načrt vzorčenja

Spremljanje stanja

Ugotovitev vzrokov

Načrt in izvajanje sanacijskih ukrepov

Nadaljuj

Slika

Log

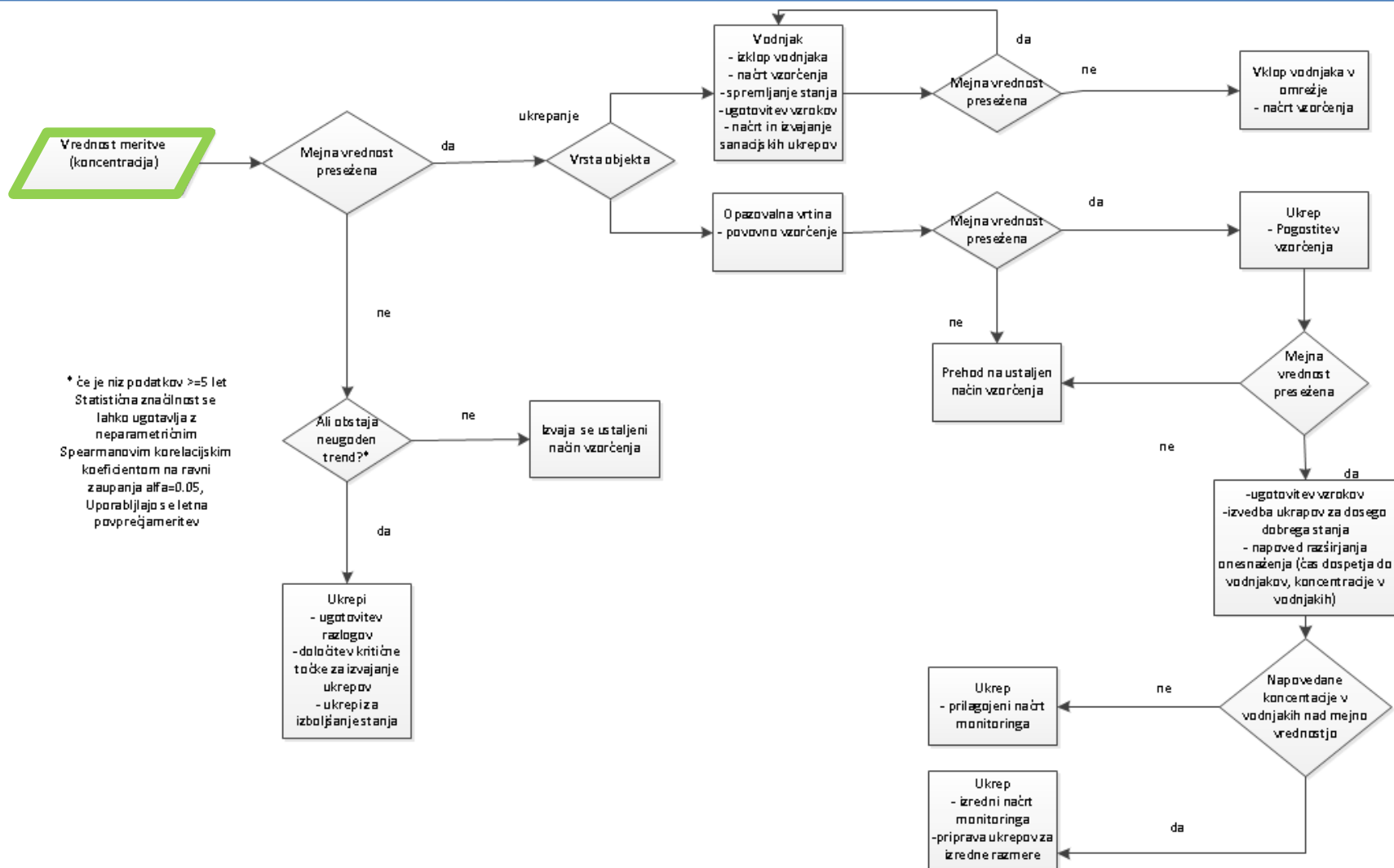
Datum	Ura	LOG
20.09.2012	08:07:37	Začetek
20.09.2012	08:07:37	Ali je mejna vrednost presežena?
20.09.2012	08:18:18	Odgovor: Da!
20.09.2012	08:19:14	Nadaljevanje
20.09.2012	08:19:14	Izberi vrsto objekta!
20.09.2012	08:19:19	Odgovor: Vodnjak
20.09.2012	08:20:00	Nadaljevanje
20.09.2012	08:20:00	Vodnjak
20.09.2012	08:20:01	"Izklop vodnjaka" opravljeno
20.09.2012	08:20:01	Potrebno je opraviti še: "Načrt...
20.09.2012	08:20:02	"Načrt vzorčenja" opravljeno
20.09.2012	08:20:02	Potrebno je opraviti še: "Spre...
20.09.2012	08:20:03	"Spremljanje stanja" opravljeno
20.09.2012	08:20:03	Potrebno je opraviti še: "Ugot...
20.09.2012	08:20:03	"Ugotovitev vzrokov" opravljeno
20.09.2012	08:20:03	Potrebno je opraviti še: "Načrt...
20.09.2012	08:20:04	"Načrt in izvajanje sanacijskih ukr...

Pomoč  
odločanju

INCOME  
Skrb za vodo



# DSS\_3 - Odločitveni model



# Zaključek

---

- **Cilj razvoja orodij - varnejša oskrba Ljubljane s pitno vodo**
  - Učinkovitejše evidentiranje in pregled nad divjimi odlagališči na območju MOL
  - Lažja izbira in uskladitev stroškovno učinkovitih ukrepov za izboljšanje kemijskega stanja vodonosnikov
  - Učinkovitejša podpora v primeru nesreč na vodovarstvenih območjih
- **Možnost prenosa orodij v druga okolja**

---

Hvala za pozornost



# Vodni viri v Ljubljani

---

- Vodonosnika Ljubljanskega polja in Barja zelo izdatna vodna vira.
- Samo na območju Ljubljanskega polja (pod mestom Ljubljana) je v debeli skladovnici kamnin, ki jih je odložila reka Sava shranjeno okrog **400 milijonov m<sup>3</sup> pitne vode**. To je količina s katero bi lahko **4x napolnili prostornino Bohinjskega jezera** ali 15 x Blejskega jezera.
- Podzemna voda je tako kakovostna, da se **brez obdelave** poleg oskrbe prebivalstva uporablja tudi stekleničenje oziroma proizvodnjo piva in brezalkoholnih pijač.