

Znanost  
na cesti



30. september 2021 ob 19:00

# Droge med mladostniki

prof. dr. Ester Heath, IJS, in Andreja Drev, NIJZ  
Zarja Muršič, ZnC



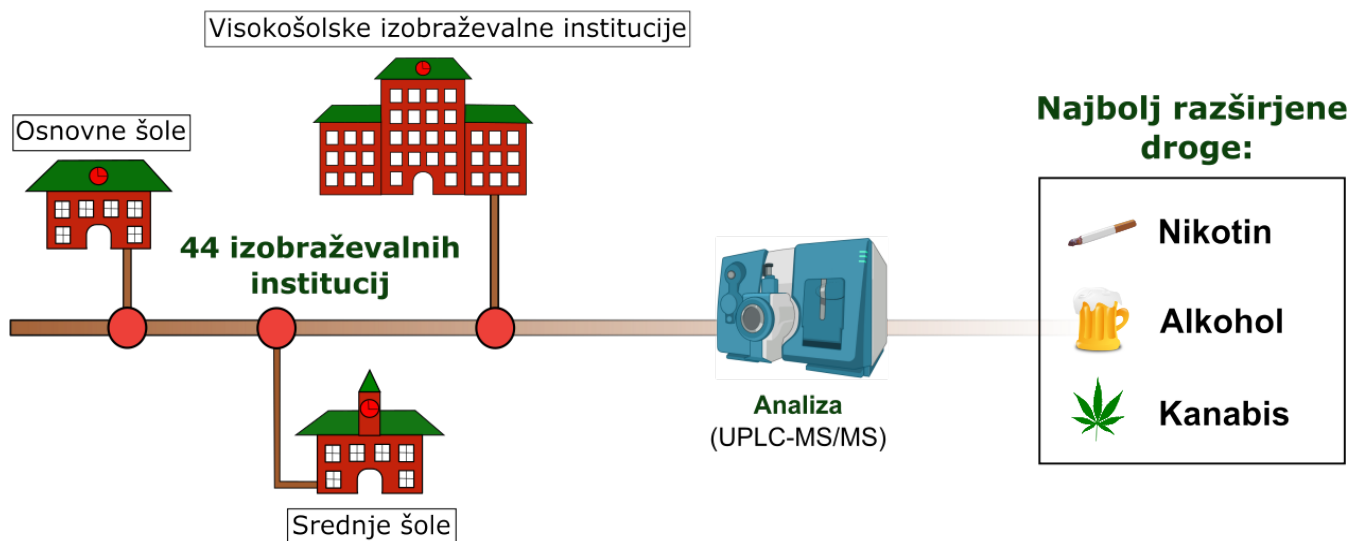
HRASTNIK 1860

ZRCSAZU

videolectures.net  
exchange ideas & share knowledge

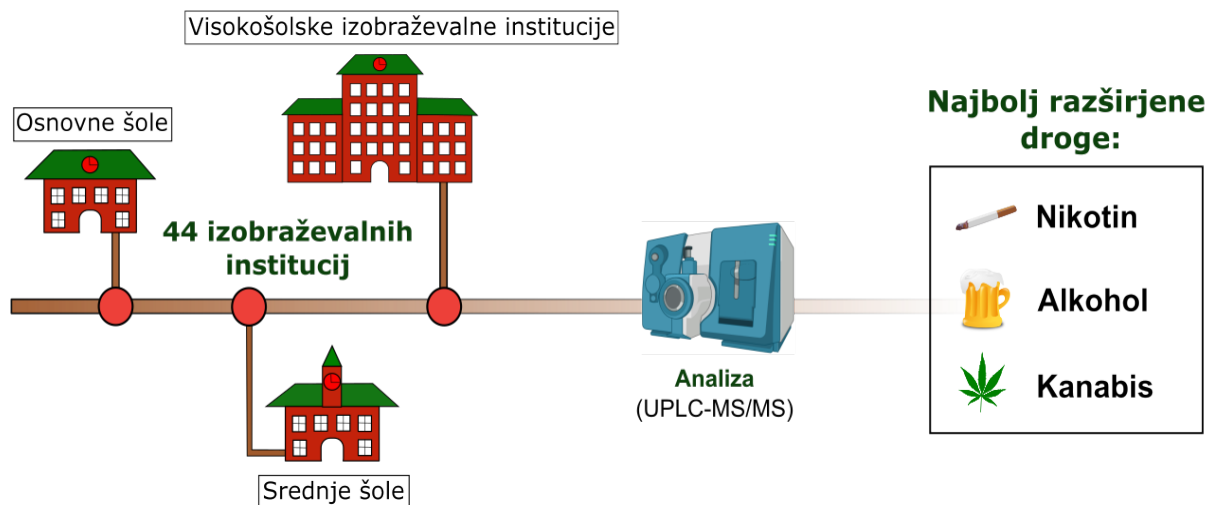


# DROGE MED MLADOSTNIKI





# Ocena razširjenosti dovoljenih in prepovedanih drog ter zdravil, ki se zlorabljajo med mladostniki: analiza odpadnih vod vs. populacijske raziskave



# Kaj so droge?

- **Droge so rastline ali substance naravnega ali sintetičnega izvora**, ki vplivajo na delovanje osrednjega živčnega sistema in tako na delovanje možganov, spreminjajo zaznavanje, počutje, zavest in vedenje.

**1) DOVOLJENE** (kofein, tobak, alkohol, kava, čaj)

**2) PREPOVEDANE: 3 skupine**

- **Skupina I:** rastline oz. substance, ki so zelo nevarne za zdravje ljudi zaradi hudih posledic, ki jih lahko povzroči njihova zloraba in se ne uporabljajo v medicini (heroin, MDMA)
- **Skupina II:** rastline oz. substance, ki so zelo nevarne zaradi hudih posledic, ki jih lahko povzroči njihova zloraba in se lahko uporabljajo v medicini (morfin, kodein, metadon, amfetamin, metamfetamin, kokain, konoplja)
- **Skupina III:** rastline oz. substance, ki so srednje nevarne zaradi posledic, ki jih lahko povzroči njihova zloraba in se lahko uporabljajo v medicini (barbituratni in nebarbituratni hipnotiki in antiepileptiki, benzodiazepinski anksiolitiki in hipnotiki ter stimulansi in anorektiki).





## RAZISKAVE NA PODROČJU DROG MED MLADOSTNIKI:

- Evropska raziskava o alkoholu in preostalih drogah med šolsko mladino (ESPAD; 15-16-letniki)
- Z zdravjem povezano vedenje v šolskem obdobju (HBSC; 11-, 13-, 15- in v letu 2018 tudi med 17-letniki )

**ESPAD**

The European School Survey Project  
on Alcohol and Other Drugs



HEALTH BEHAVIOUR IN SCHOOL-AGED CHILDREN  
WORLD HEALTH ORGANIZATION COLLABORATIVE CROSS-NATIONAL SURVEY

**„Objektivne“ in pravočasne informacije?**

# QUESTIONS

1- **RAZŠIRJENOST UPORABE PAS MED MLADOSTNIKI (HBSC 2018)**  
2- **IN**

3- **RAZŠIRJENOST UPORABE PREPOVEDANIH DROG MED**  
4- **PREBIVALCI SLOVENIJE 15-64 LET (ATADD 2018)**

5- **ANDREJA DREV, ADA HOČEVAR GROM, DR. URŠKA BLAZNIK**

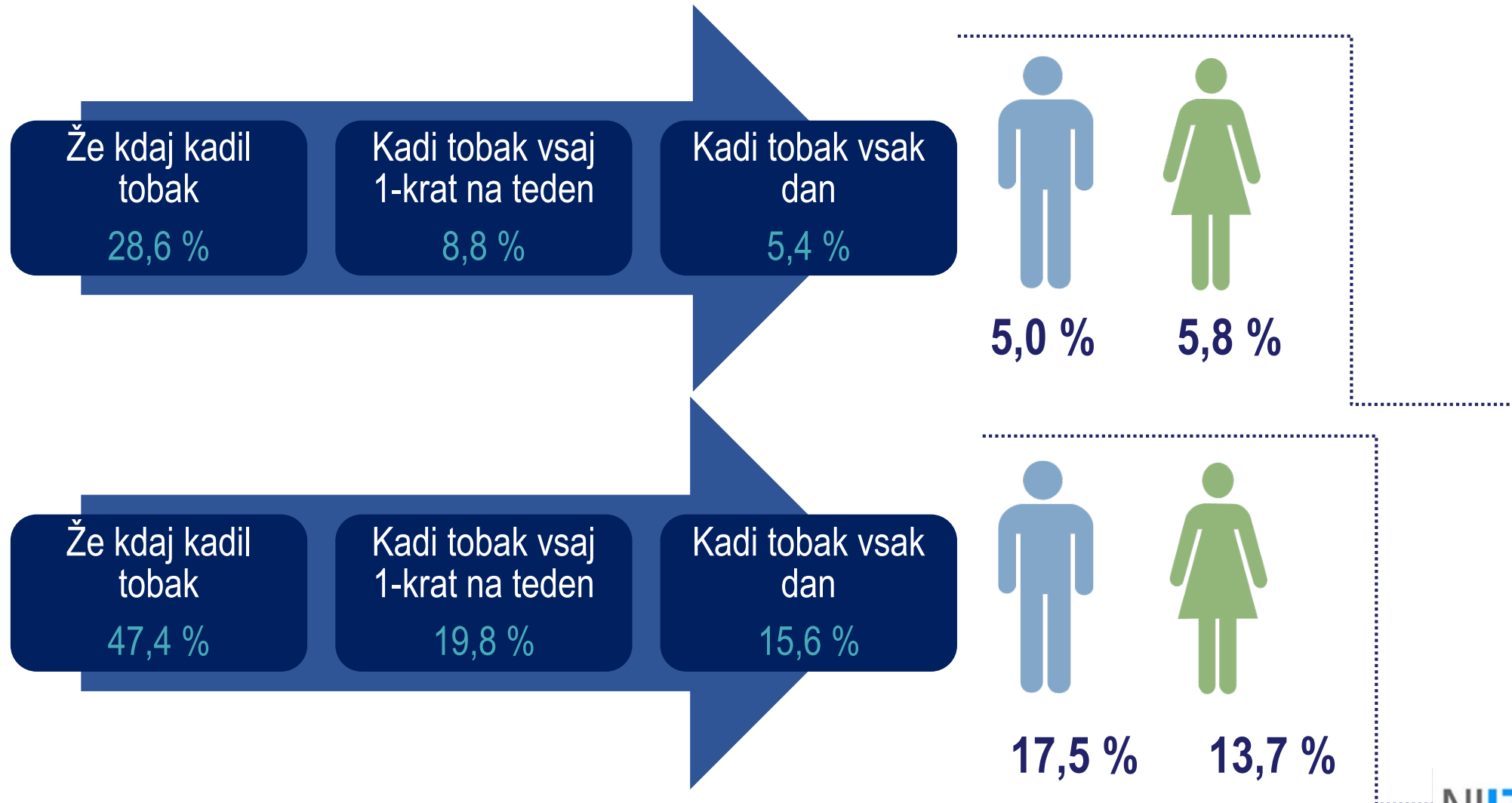
**NIJZ**

# Z zdravjem povezana vedenja v šolskem obdobju (HBSC 2018): metodologija

- Periodična raziskava, vsake 4 leta od leta 2002 naprej
- Standardizirani mednarodni vprašalnik
- Reprezentativni vzorec slovenskih všolanih 11-, 13-, 15- in 17-letnikov
- Anketiranje preko spletne aplikacije
- Enota vzorčenja je razred
- V raziskavi 2018 je sodelovalo 7449 učencev/dijakov (51,3 % F, 48,7 % D)
- Stopnja sodelovanja v raziskavi je bila 91 %.



# Z zdravjem povezana vedenja v šolskem obdobju (HBSC 2018): kajenje med 15- in 17-letniki







**Elektronske cigarete**

**Tobačni izdelki, v katerih se tobak segreva**



**Brezdimni tobačni izdelki**

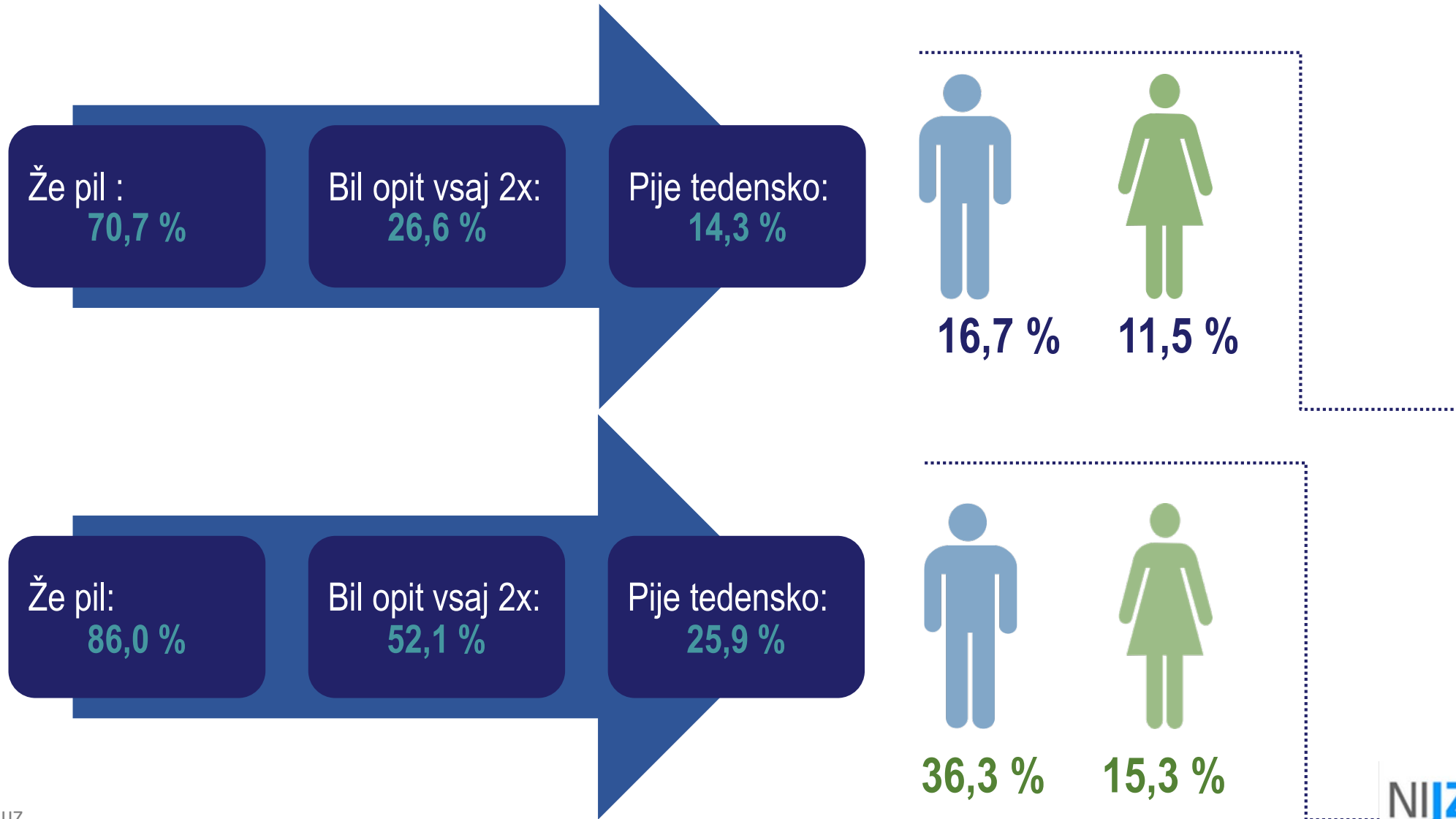


**Nikotinske vrečke**



**Vodne pipe**

# Z zdravjem povezana vedenja v šolskem obdobju (HBSC 2018): pitje alkohola med 15- in 17- letniki



# Z zdravjem povezana vedenja v šolskem obdobju (HBSC 2018): uporaba konoplje med 15- in 17- letniki

Kadarkoli v  
življenju:  
20,6 %

V zadnjem letu:  
17,8 %

V zadnjem  
meseču:  
12,7 %



21,7 %



19,5 %

2,7 %  
dnevna  
uporaba  
konoplje

Kadarkoli v  
življenju:  
42,5 %

V zadnjem letu:  
33,5 %

V zadnjem  
meseču:  
19 %



44,5 %



40,5 %

3,7 %  
dnevna  
uporaba  
konoplje

# Z zdravjem povezana vedenja v šolskem obdobju (HBSC 2018): uporaba prepovedanih drog med 17-letniki

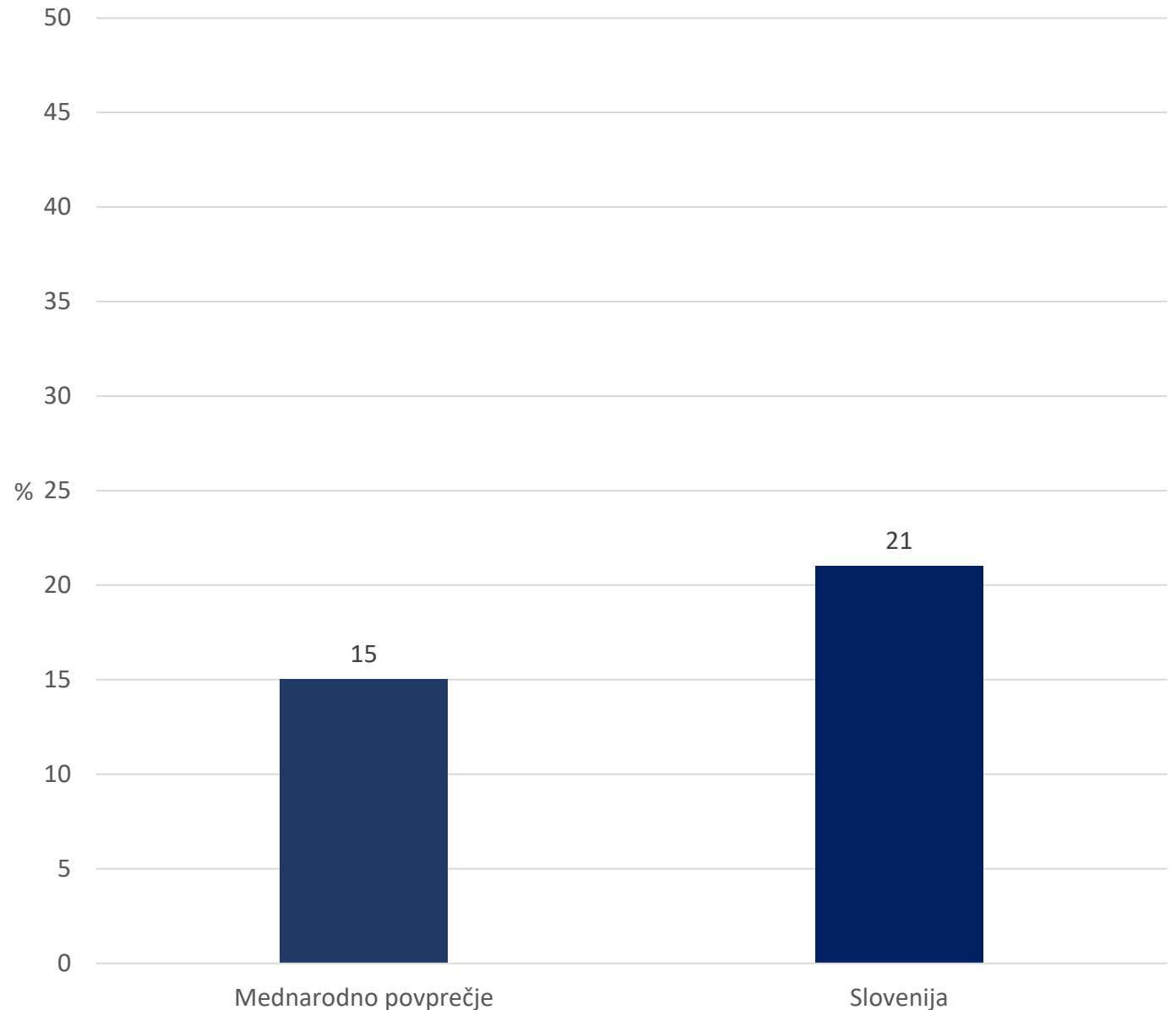
HBSC 2018 17-letniki	SKUPAJ	FANTJE	DEKLETA
Kokain	4,1	5,7	2,5
Ekstazi	4,6	6,0	3,2
Zdravila	4,4	5,0	3,8
Čudežne gobice	4,2	6,0	2,4
Amfetamin	3,8	4,9	2,6
Inhalanti	3,6	4,5	2,6

# Uporaba konoplje kadarkoli v življenju, Slovenija in MP, HBSC 2018

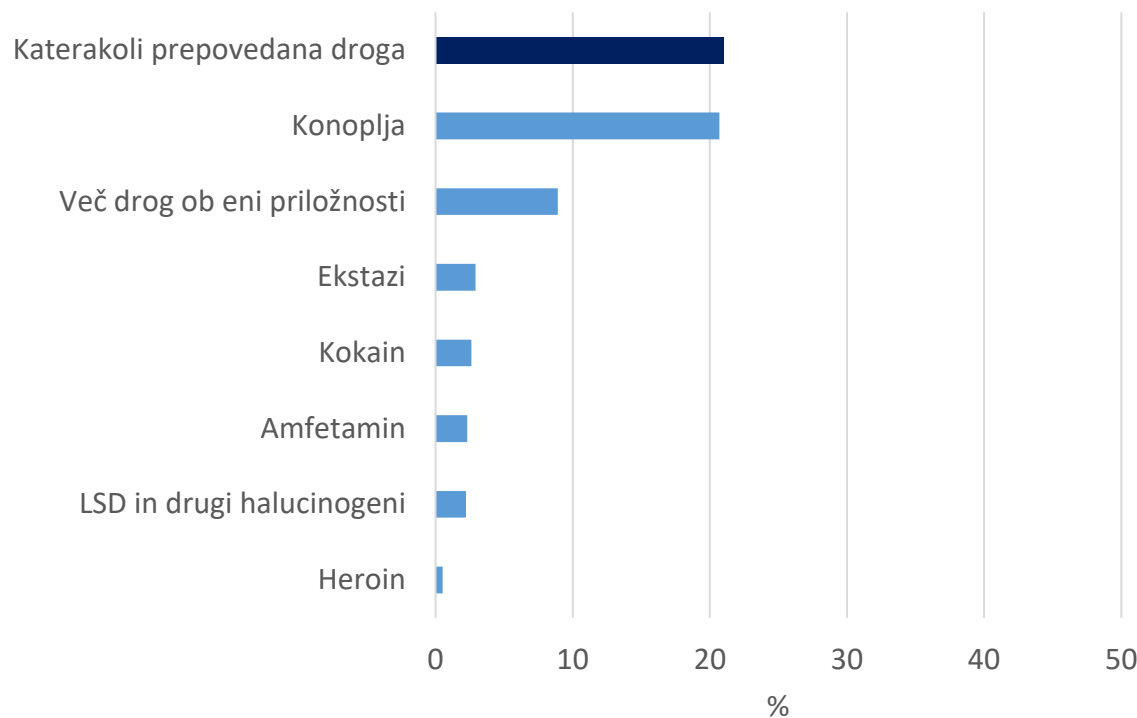
Slovenski mladostniki se po  
uporabi konoplje uvrščajo nad  
mednarodno povprečje.

**Zakaj?**

**Dostopnost &  
nizko zaznana tveganja**



# Nacionalna raziskava o uporabi tobaka alkohola in drugih drog med prebivalci Slovenije v starosti 15-64 let (2018): uporaba prepovedanih drog

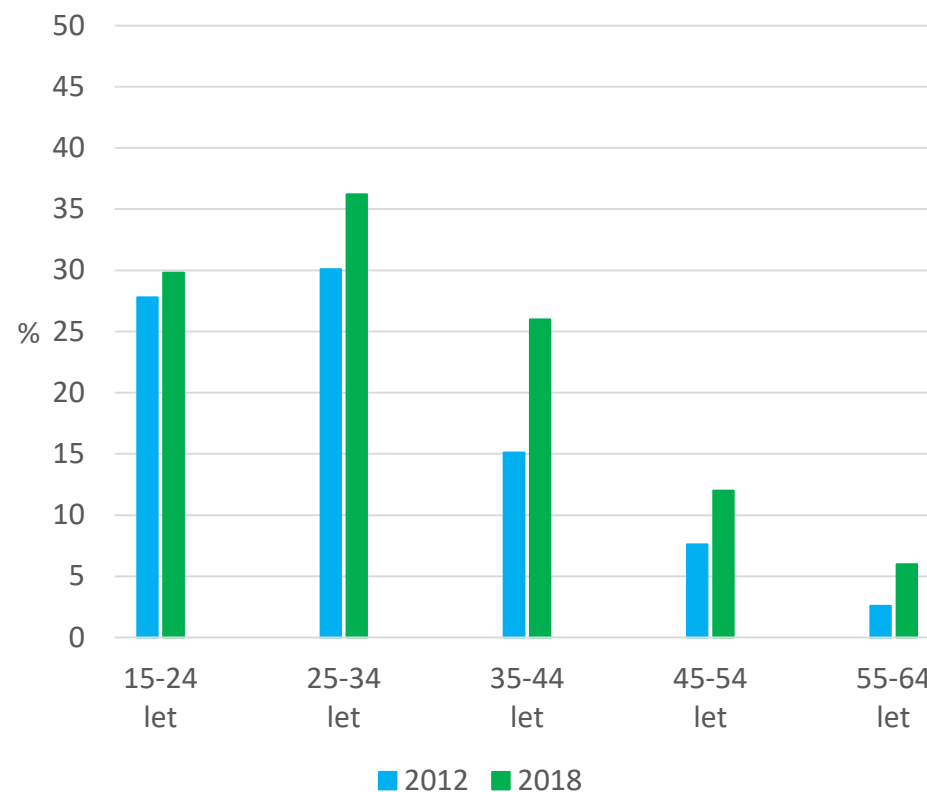
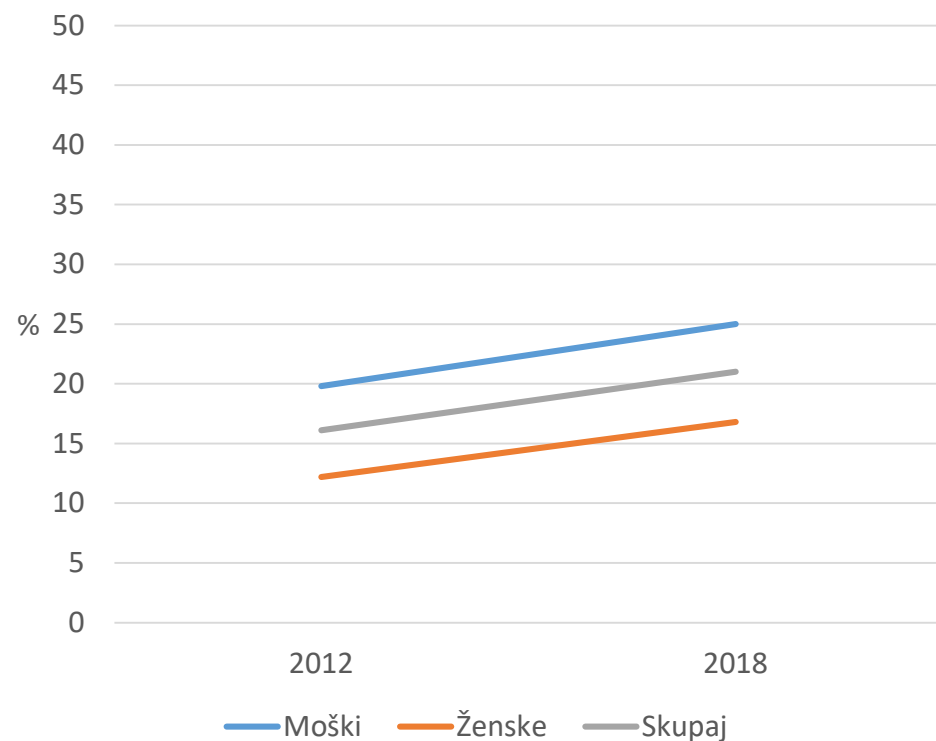


## • METODOLOGIJA:

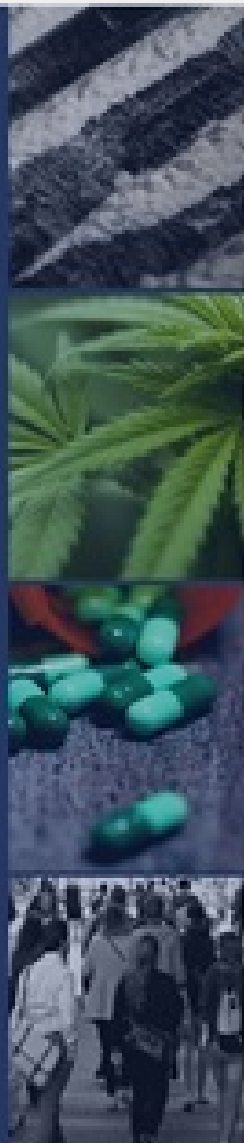
- Pregledna presečna raziskava
- Metodologija EMCDDA
- Vključuje prebivalce v starosti 15-64 let
- Velikost vzorca 16. 000 oseb; od tega 9161 opravljenih anket (51,6 % M, 48,4 % Ž)
- Spletno anketiranje in osebno anketiranje
- Stopnja odgovora v raziskavi je bila 62 %
- Predstavitev uporabe drog s pomočjo socio-demografskih spremenljivk: spol, starostne skupine, izobrazba, status aktivnosti in skupno življenje s partnerjem

**OBDOBJE INICIACIJE ZA VEČINO PREPOVEDANIH DROG JE OD 19,5 DO 23 LETA**

# Nacionalna raziskava o uporabi tobaka alkohola in drugih drog med prebivalci Slovenije v starosti 15-64 let: primerjava uporabe prepovedanih drog 2012-2018



**UPORABA PREPOVEDANIH DRUG,  
KONOPLJE V ZDRAVSTVENE NAMENE  
IN ZLORABA ZDRAVIL NA RECEPT  
MED PREBIVALCI SLOVENIJE**



<https://www.nijz.si/sl/publikacije/uporaba-prepovedanih-drog-konoplje-v-zdravstvene-namene-in-zloraba-zdravil-na-recept>



## Populacijske epidemiološke raziskave

Poročanje o vedenju, povezanem z uporabo drog in zdravil, ki se zlorabljujejo.

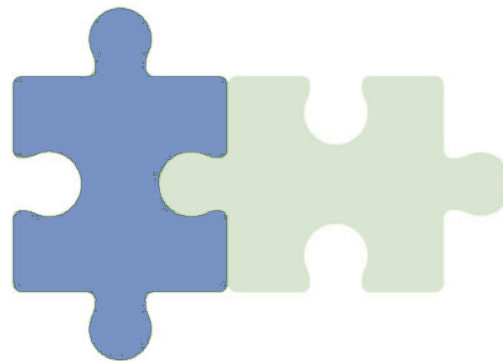
### *Prednosti*

- opis porazdelitve uživanja drog/zdravil v določeni populacijski skupini v določenem času in prostoru
- preverjanje povezav med uživanjem drog/zdravil z domnevnimi vzroki kot so družbena okolja, dejavniki tveganja, vključno z genetskimi in biološkimi dejavniki

### *Omejitve*

- težave anketirancev pri razumevanju vprašanj in priklicu informacij potrebnih za natančen odgovor na vprašanja ankete
- družbeni pritiski, ki odvrtačajo od natančnega poročanja

Različni pristopi in viri informacij pri oceni razširjenosti uporabe drog ter zdravil, ki se zlorabljujejo



## Epidemiologija odpadnih vod

Analiza in kvantifikacija ostankov drog ali zdravil (biomarkerjev) v odpadni vodi, komplementarni pristop za ocenjevanje obremenitev z drogami v določenih populacijah

### *Prednosti*

- potencial za rutinsko spremljanje geografskih in časovnih trendov uživanja drog v realnem času
- detekcija (pojavnost) novih snovi
- „neinvaziven“ postopek
- „hiter“ rezultat

### *Omejitve*

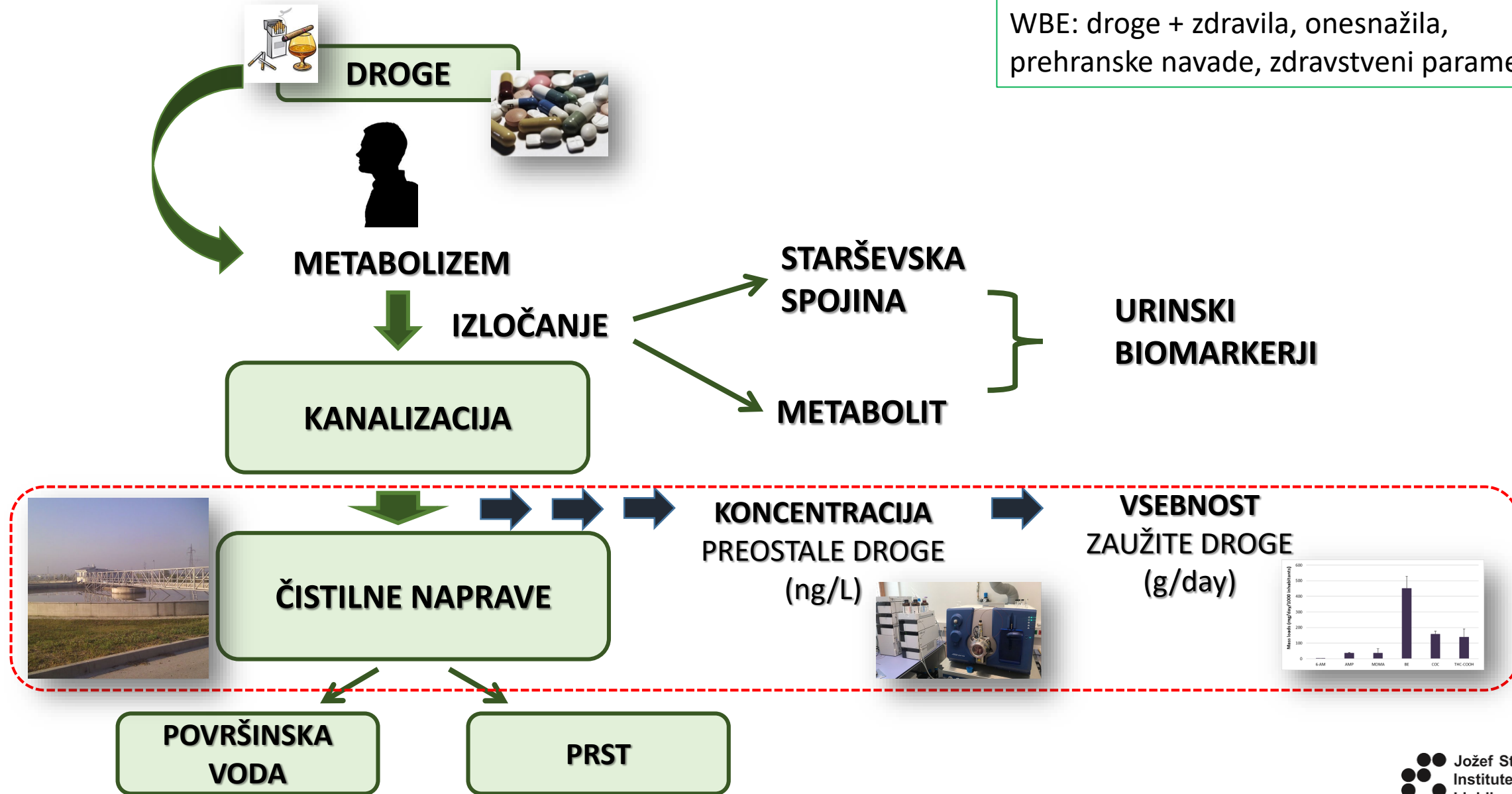
- ocena velikosti in značilnosti izpostavljene populacije
- izbor in stabilnost biomarkerjev
- kvantifikacija zaužitih količin drog/zdravil v določeni populacijski skupini







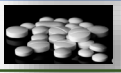






<https://www.youtube.com/watch?v=SbdiuEL2r4k>

# Kaj je epidemiologija odpadnih vod (WBE)?

WBE: droge + zdravila, onesnažila, prehranske navade, zdravstveni parametri....



# Kako določamo sledove preiskovanih spojin (t.j. biomarkerjev izbranih drog) v odpadnih vodah? 1. Izbor biomarkerjev

Droga		Izbrani biomarkerji
Alkohol		Etil sulfat (EtS)
Nikotin (Tobak)		Nikotin (NIC), kotinin (COT), trans-3'-hidroksikotinin (HCOT)
Morfin		Morfin (MOR)
Metadon		Metadon (MTHD), 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin (EDDP)
Kodein		Kodein (COD)
Kanabis (konoplja)		11-nor-9-karboksi-THC (THC-COOH)
Kokain		Kokain (COC), benzoilekgonin (BE), kokaetilen (COE)
Amfetamin		Amfetamin (AMP)
Metamfetamin		Methamfetamin (MAMP)
Ekstazi (MDMA)		3,4-metilendioksimetamfetamin (MDMA)
Heroin		6-acetilmorfin (6-AM)

16 izbranih biomarkerjev

# Kako določamo sledove preiskovanih spojin (t.j. biomarkerjev izbranih drog) v odpadnih vodah?

## 1. Biomarkerji prepovedanih drog (16)

## 2. Vzorčenje

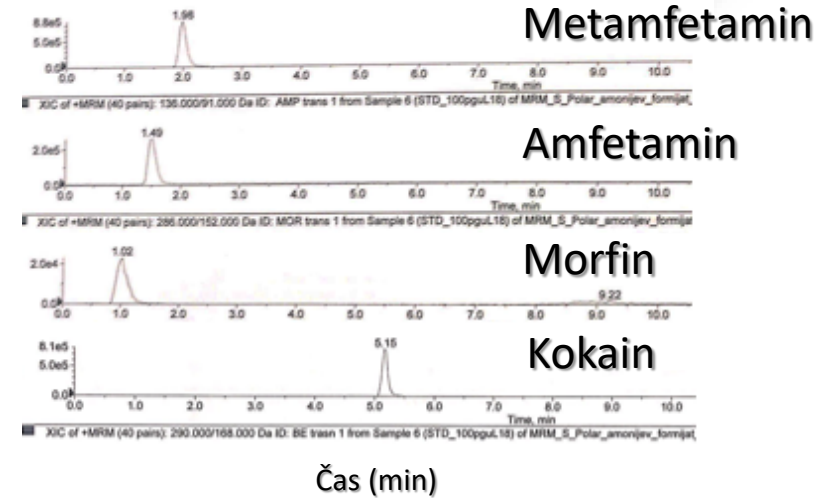
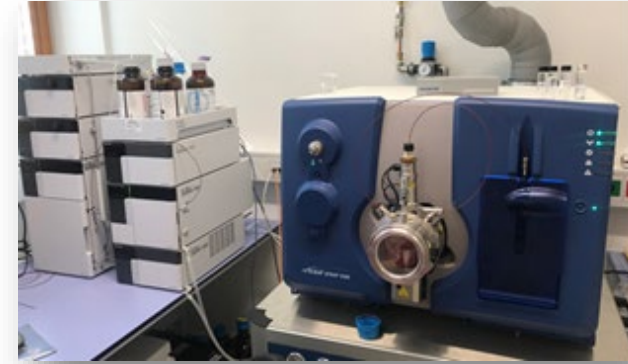


## 3. Ekstrakcija in koncentriranje



**SPE (ekstrakcija na trdni fazi)**

## 4. Ločba in analiza



**LC-MS/MS:** kromatogram izbranih urinskih biomarkerjev drog (standardne raztopine)

# Kako obdelamo podatke?

**PODATKI**  
(koncentracija tarčne spojine v odpadni vodi, ng/L)

Pretok ( $\text{m}^3/\text{day}$ )

**VSEBNOST TARČNE SPOJINE,**  
ki vstopi na ČN (g/dan)

Humani metabolizem  
korekcijski faktor ( $C_f$ )

**KOLIČINA PORABLJENE DROGE**  
populacije znotraj območja ČN

Ocena št.  
prebivalcev

**NORMALIZACIJA**  
količine droge na število prebivalcev  
(mg/dan/1000 prebivalcev)

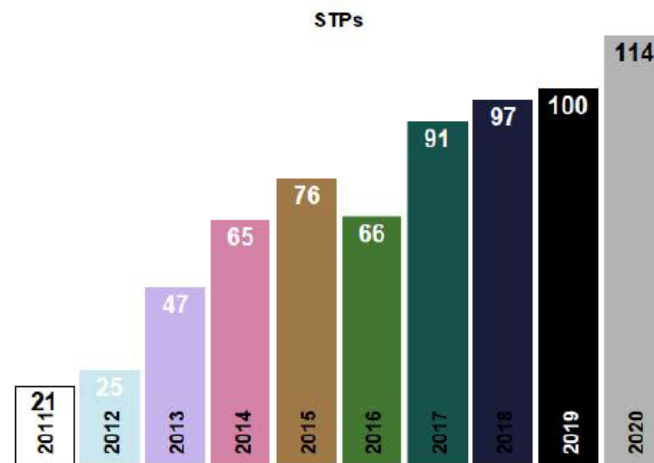
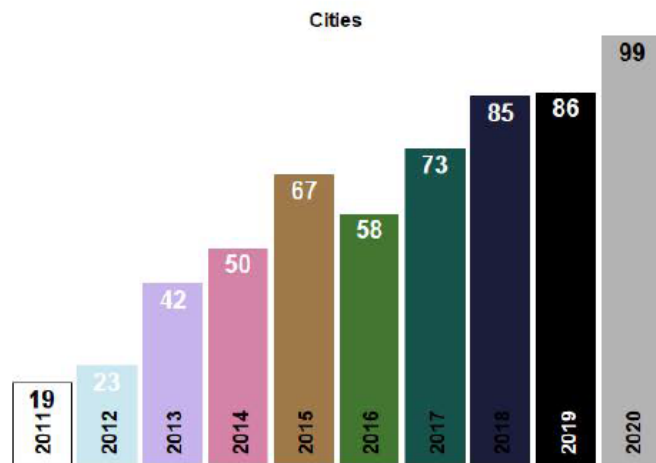
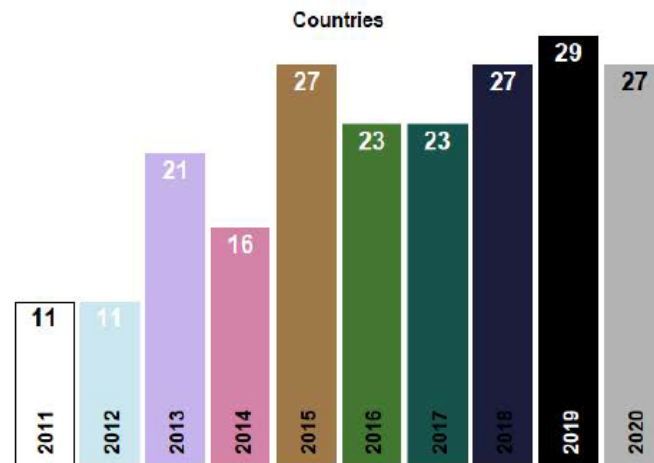
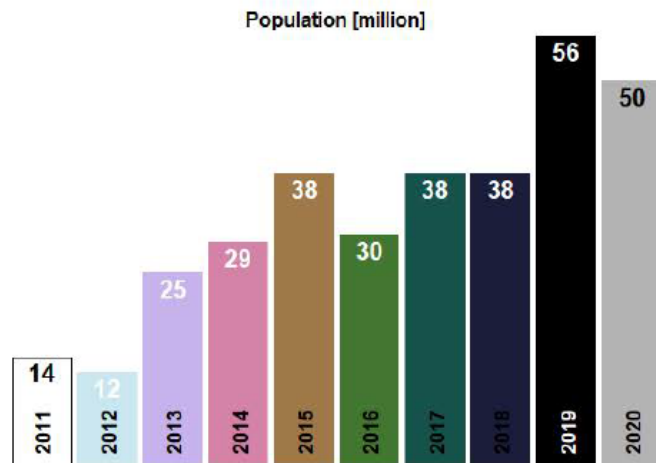
Povprečni  
odmerek

**KOLIČINA DROG**  
izražena v odmerkih/dan/1000 prebivalcev

## Prednosti WBE:

- ✓ „objektivnost“/nepristranskost
- ✓ „near-real-time“ ocena uporabe drog

# Primerjava z evropskimi/svetovnim mesti



## SCORE/EMCDDA

- od 2011 enkrat letno harmonizirano vzorčenje in analize na izbrane biomarkerje
- 2011 (19 mest) – 2020 (99 mest, 6 slovenskih)

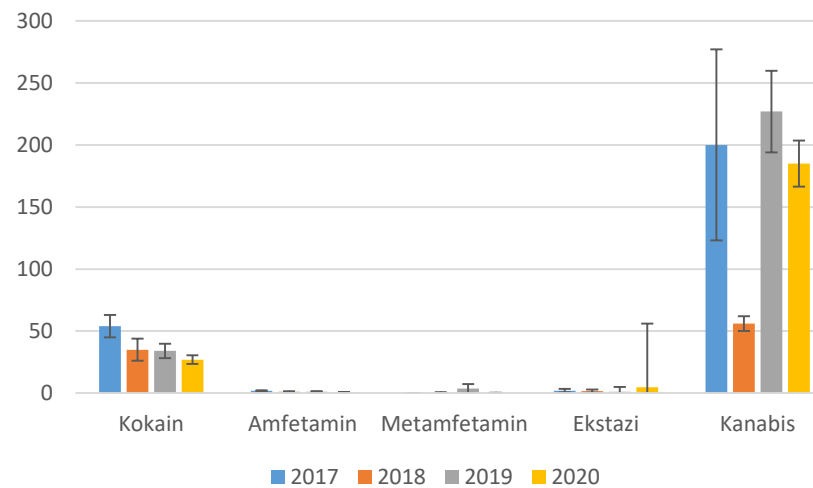


- za oceno časovnih in prostorskih trendov: najmanj 5 zaporednih meritev

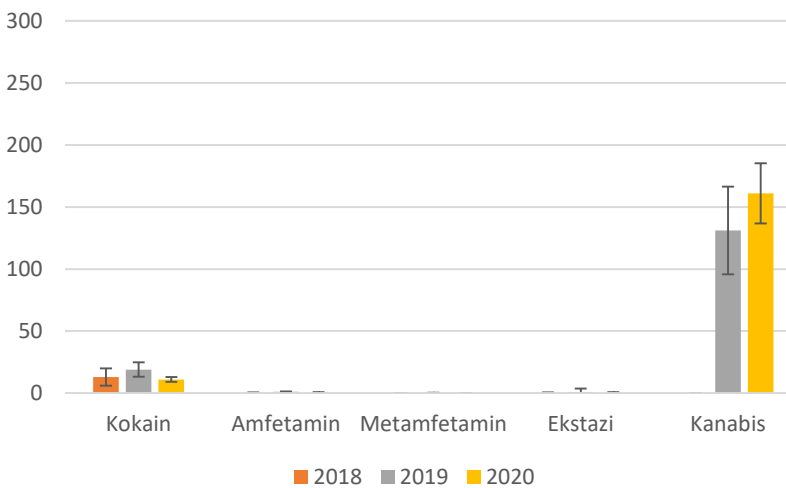
# Uporaba: stimulansi in THC

Uporaba [odmerek/dan/1000 prebivalcev]

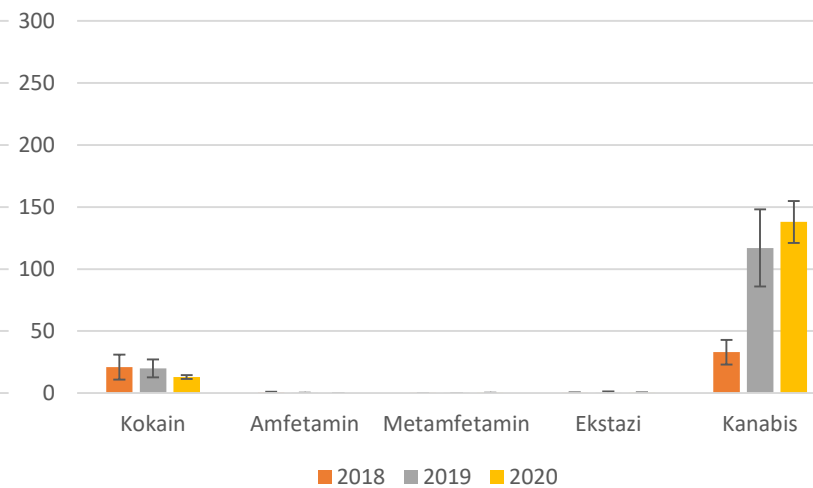
Ljubljana



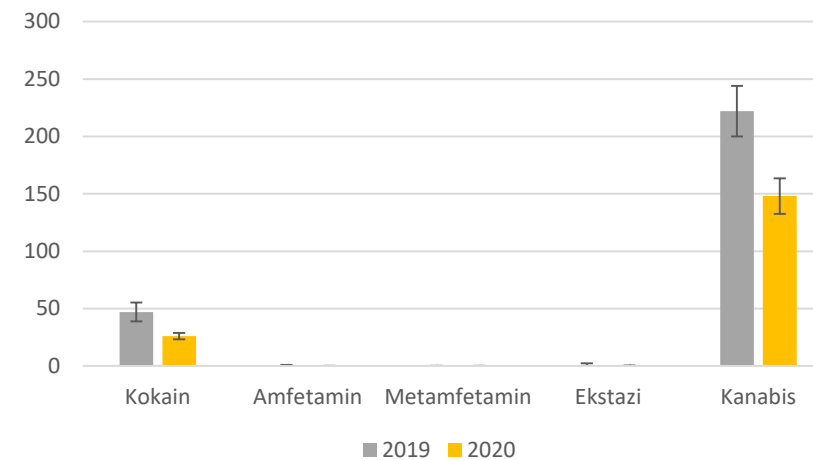
Maribor



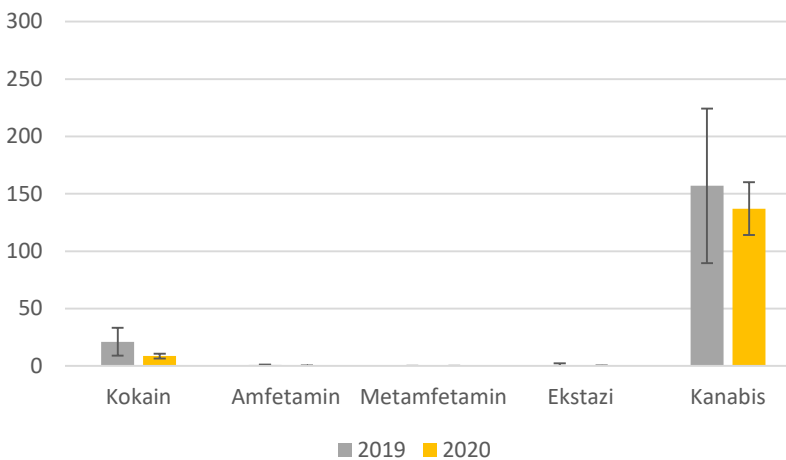
Domžale-Kamnik



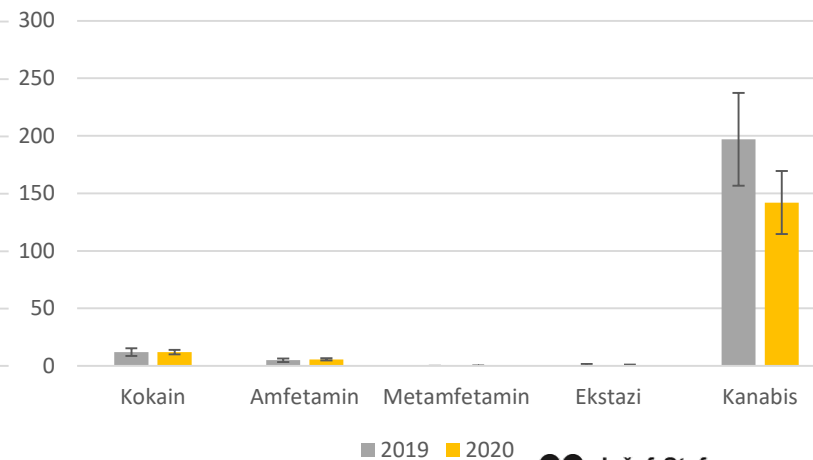
Koper



Novo mesto



Velenje





# Cilj raziskave....

Predhodno: WBE na neprečiščenih odpadnih vodah s komunalnih ČN (mesta, SCORE), zaporov, festivalov...

Z analizo odpadnih vod preučiti:

## 1. pojavnost drog v slovenskih izobraževalnih institucijah

→ dovoljene droge (nikotin in alkohol), zdravila, ki se lahko zlorablajo (morfin, kodein in metadon), prepovedane droge (kanabis, kokain, amfetamin, metamfetamin, ekstazi in heroin)

## 2. razlike glede na:

- a) raven izobraževanja (osnovna šola, srednja šola, visokošolske izobraževalne ustanove)
- b) geografsko lego (medobčinska primerjava)
- c) stopnjo urbanizacije (urbana in neurbana območja)

## 3. primerjati rezultate z razpoložljivimi podatki epidemioloških populacijskih študij

# Udeleženci raziskave

- **44 izobraževalnih ustanov:**

- **Raven izobraževanja:**

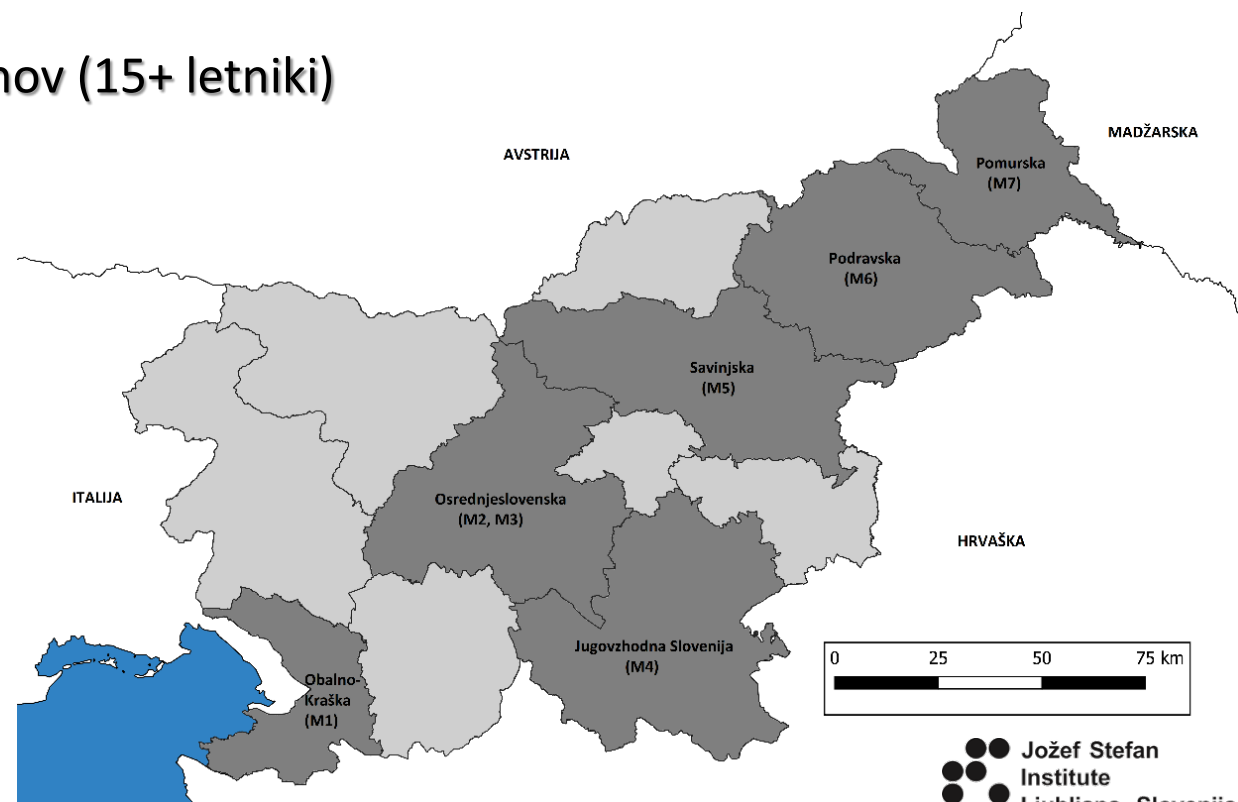
- 19 osnovnih šol (6–15 letniki)
- 10 srednjih šol (15–19 letniki: 4 gimnazije, 3 poklicne in strokovne srednješolske izobraževalne ustanove in 3 šole mešanih programov)
- 9 visokošolskih izobraževalnih ustanov (19+ letniki: 2 ustanovi za družboslovne vede in 7 za naravoslovne vede)
- 6 srednje- in višješolskih izobraževalnih ustanov (15+ letniki)

- **Geografska lega:**

- 7 občin (M1–7) iz 6 statističnih regij

- **Stopnja urbanizacije (glede na SURS):**

- 37 urbanih območij
- 7 neurbanih območij



# Udeleženci raziskave

- **44 izobraževalnih ustanov:**

- **Raven izobraževanja:**

- 19 osnovnih šol (6–15 letniki)
- 10 srednjih šol (15–19 letniki: 4 gimnazije, 3 poklicne in strokovne srednješolske izobraževalne ustanove in 3 šole mešanih programov)
- 9 visokošolskih izobraževalnih ustanov (19+ letniki: 2 ustanovi za družboslovne vede in 7 za naravoslovne vede)
- 6 srednje- in višješolskih izobraževalnih ustanov (15+ letniki)

- **Geografska lega:**

- 7 občin (M1–7) iz 6 statističnih regij

- **Stopnja urbanizacije (glede na SURS):**

- 37 urbanih območij
- 7 neurbanih območij

## Etika:

- Soglasje o sodelovanju
- Soglasje o anonimnosti



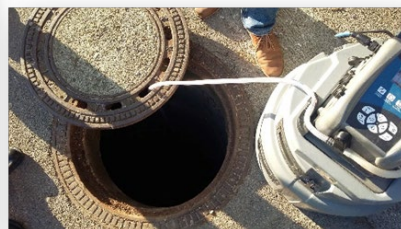


# Vzorčenje odpadne vode

- Preliminarna študija – določitev lokacije in metode vzorčenja:
  - Vzorčenje: izbrana izobraževalna ustanova, **PON-PET** (7-urni kompozitni vzorci – 100 mL/5 min, **v času pouka – 7:30–14:30**)
  - Analiza: ostanki nikotina, zdravil, ki se lahko zlorablajo in prepovedanih drog (15 analitov)
  - Rezultati:
    - V vseh vzorcih: ostanki nikotina, morfina in kodeina, THC-COOH, 6-acetilmorfin (<LOD samo v ponedeljek)
    - V vzorcih NI: metamfetamin, EDDP (sreda: metadon malo nad LOQ), kokaetilen
    - Benzoilekgonin (ponedeljek in petek), MDMA (ponedeljek) → značilen vzorec uporabe stimulansov med vikendom

# Vzorčenje odpadne vode

- Preliminarna študija – določitev lokacije in metode vzorčenja:
  - Vzorčenje: izbrana srednja šola, **PON-PET** (7-urni kompozitni vzorci – 100 mL/5 min, **v času pouka – 7:30–14:30**)
  - Analiza: ostanki nikotina, zdravil, ki se lahko zlorabljajo in prepovedanih drog (15 analitov)
  - Rezultati:
    - V vseh vzorcih: ostanki nikotina, morfina in kodeina, THC-COOH, 6-acetilmorfin (<LOD samo v ponedeljek)
    - V vzorcih NI: metamfetamin, EDDP (sreda: metadon malo nad LOQ), kokaetilen
    - Benzoilekgonin (ponedeljek in petek), MDMA (ponedeljek) → značilen vzorec uporabe stimulansov med vikendom



En vzorec na vzorčevalno mesto:  
**40 vzorcev odpadne vode**

**Vzorčenje:** sredina tedna (**TOR, SRE, ČET**) v času pouka, 7-urni kompozitni vzorec

**Časovni okvir vzorčenja:** zaključek akademskega leta 2018/2019 (testi, matura, izpiti)

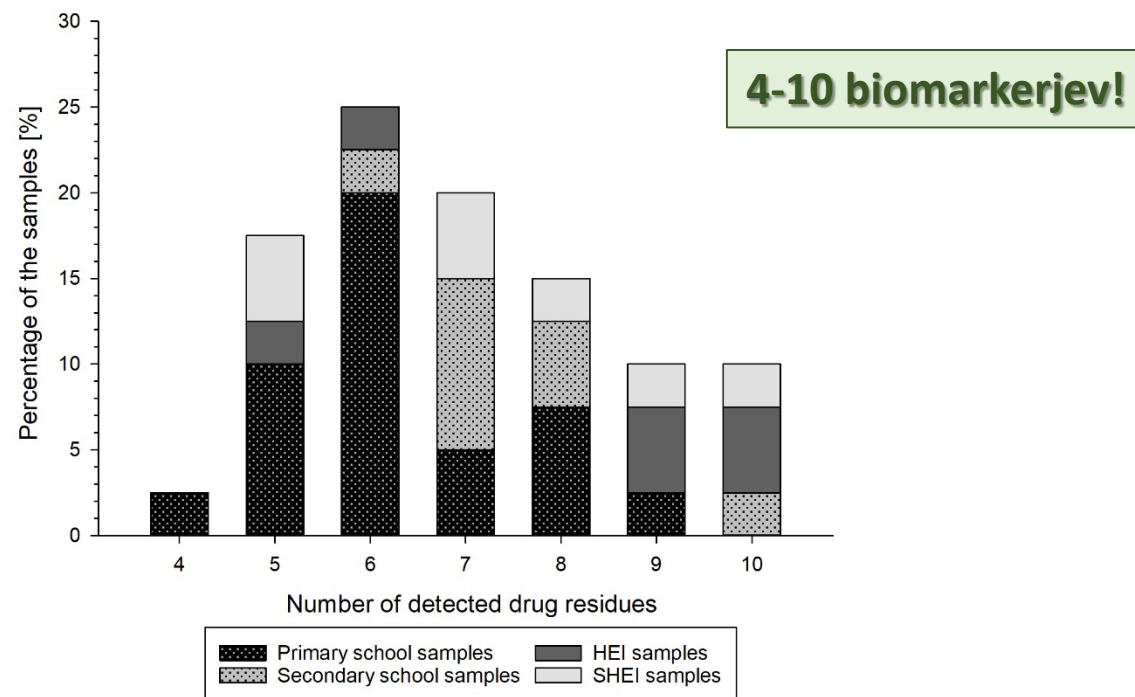
Nekateri vzorci vsebujejo odpadno vodo več kot ene izobraževalne institucije

# Rezultati: Splošne ugotovitve

## ✗ Kvantitativna ocena razširjenosti drog

- Vzočenje v časovno-proporcionalnem načinu (nizki in predvsem nekonstantni pretoki)
- Redčenje z odpadno vodo iz kuhinj, pralnic... in pomanjkljivost podatkov o pretokih

## ✓ DF („detection frequency“, pogostost pojavljanja, % vzorcev)

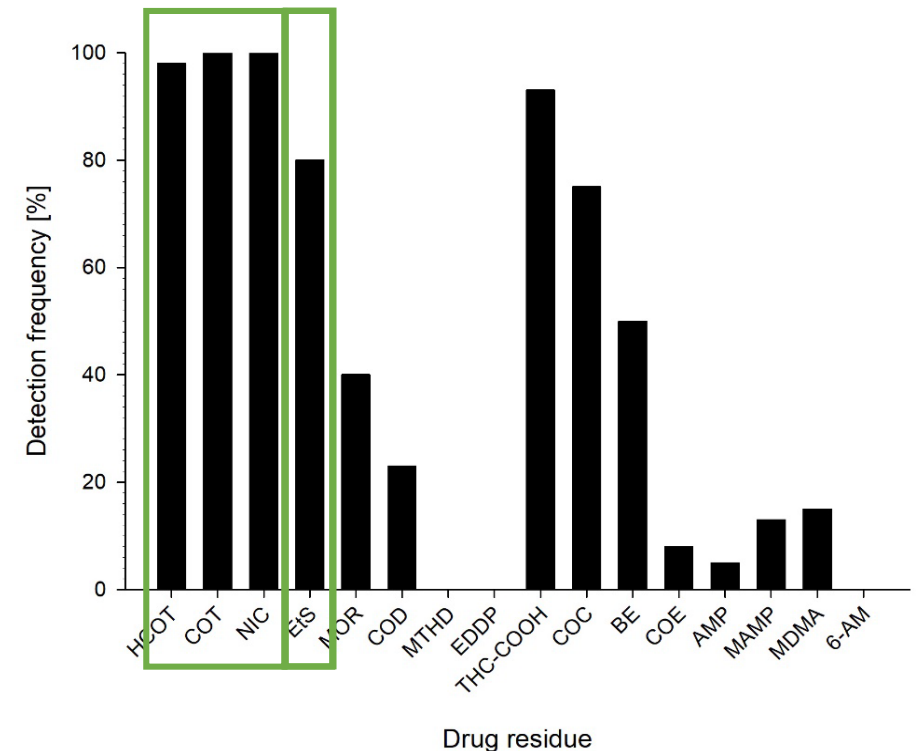


# Rezultati: Splošne ugotovitve

## ✓ DF („detection frequency“, pogostost pojavljanja, % vzorcev)

- Vzočenje v časovno-proporcionalnem načinu (nizki in predvsem nekonstantni pretoki)
- Redčenje z odpadno vodo iz kuhinj, pralnic... in pomanjkljivost podatkov o pretokih

Nikotin>Alkohol

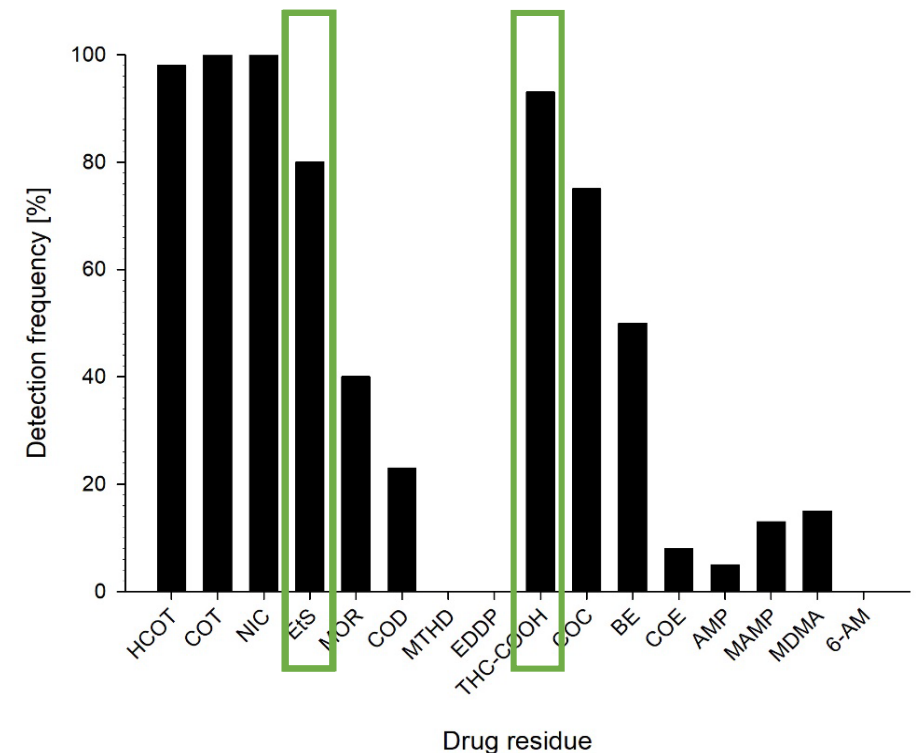


# Rezultati: Splošne ugotovitve

✓ DF („detection frequency“, pogostost pojavljanja, % vzorcev)

- Vzočenje v časovno-proporcionalnem načinu (nizki in predvsem nekonstantni pretoki)
- Redčenje z odpadno vodo iz kuhinj, pralnic... in pomanjkljivost podatkov o pretokih

THC-COOH vs. EtS: ni statistično pomembnih razlik v pojavnosti





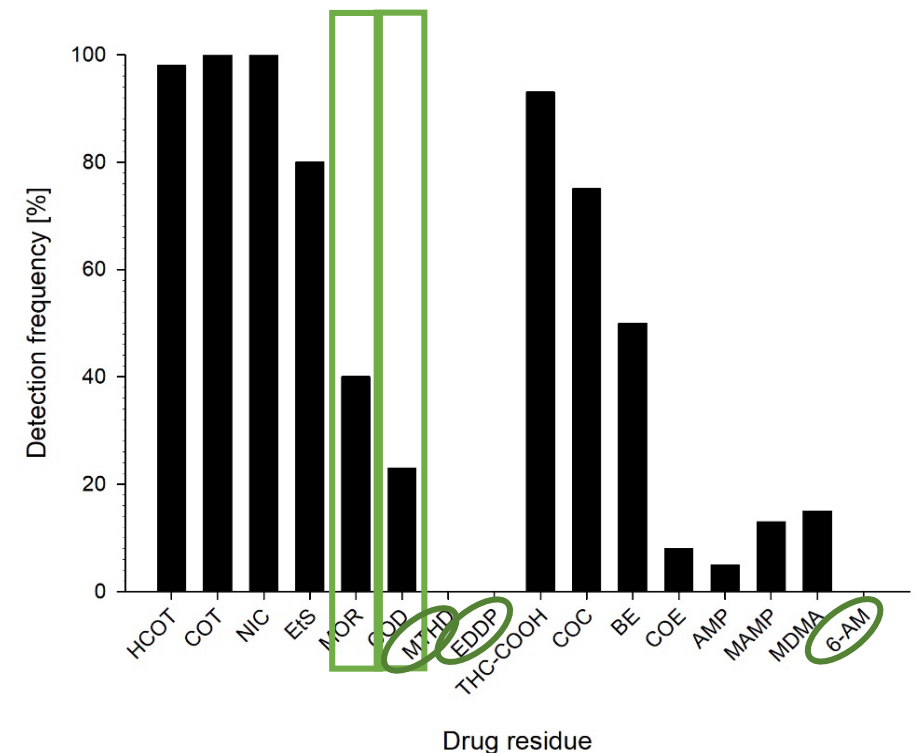
# Rezultati: Splošne ugotovitve

## ✓ DF („detection frequency“, pogostost pojavljanja, % vzorcev)

- Vzočenje v časovno-proporcionalnem načinu (nizki in predvsem nekonstantni pretoki)
- Redčenje z odpadno vodo iz kuhinj, pralnic... in pomanjkljivost podatkov o pretokih

**Morfin:** drugi najpogosteje predpisani opioid, drugi izvori (metabolizem COD, tvorba v odpadni vodi)

Biomarkerji **metadona** in **heroina** n.d.

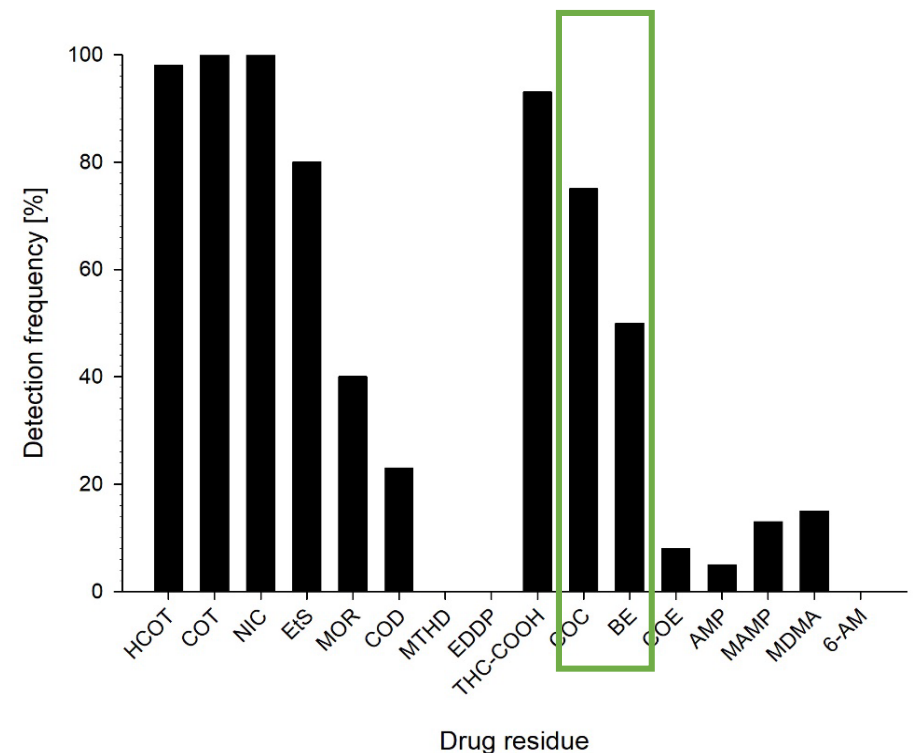


# Rezultati: Splošne ugotovitve

## ✓ DF („detection frequency“, pogostost pojavljanja, % vzorcev)

- Vzočenje v časovno-proporcionalnem načinu (nizki in predvsem nekonstantni pretoki)
- Redčenje z odpadno vodo iz kuhinj, pralnic... in pomanjkljivost podatkov o pretokih

Kokain



# Rezultati: Splošne ugotovitve

## ✓ DF („detection frequency“, pogostost pojavljanja, % vzorcev)

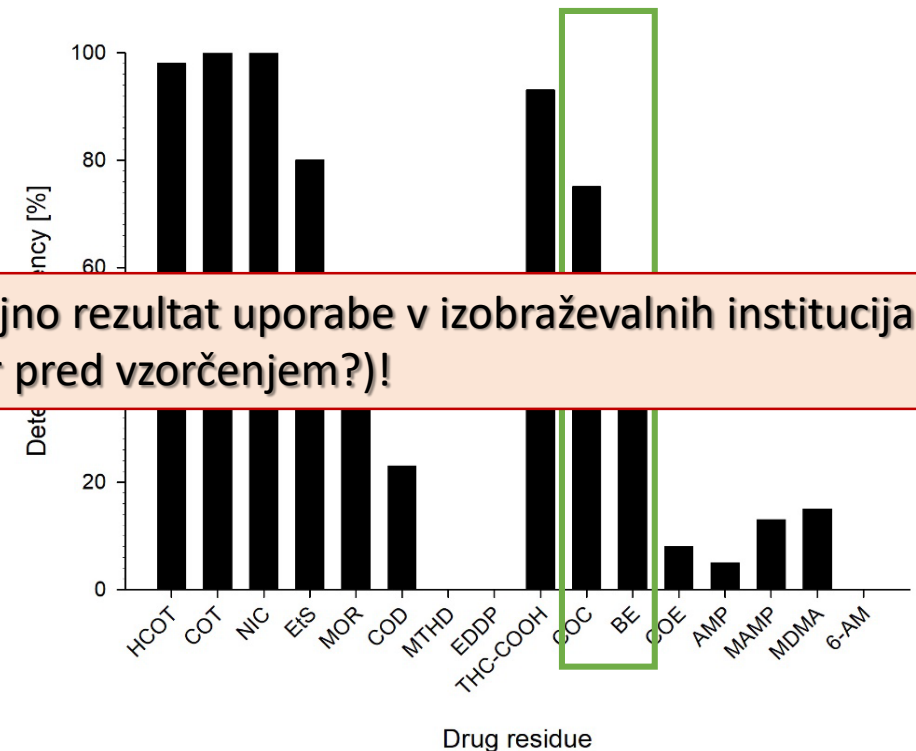
- Vzočenje v časovno-proporcionalnem načinu (nizki in predvsem nekonstantni pretoki)
- Redčenje z odpadno vodo iz kuhinj, pralnic... in pomanjkljivost podatkov o pretokih

## Nikotin>Alkohol

**Morfin:** drugi najpogosteje predpisani opioid, drugi izvori (metabolizem, formacija v odpadni vodi)

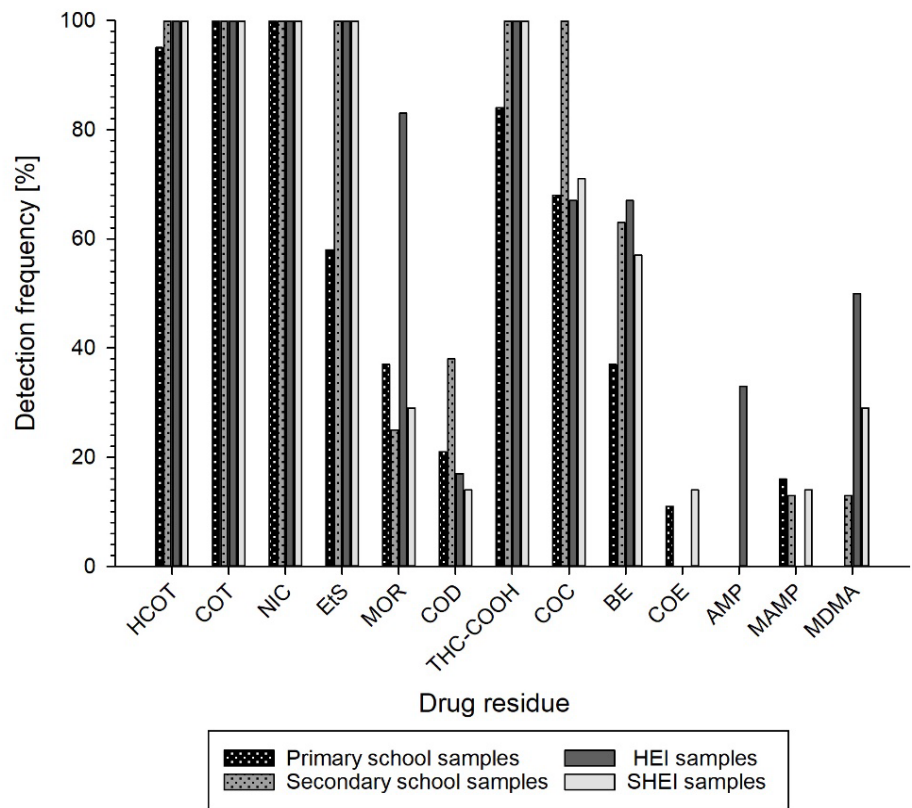
**THC-COOH vs EtS:** ni statistično pomembnih razlik

**Kokain**

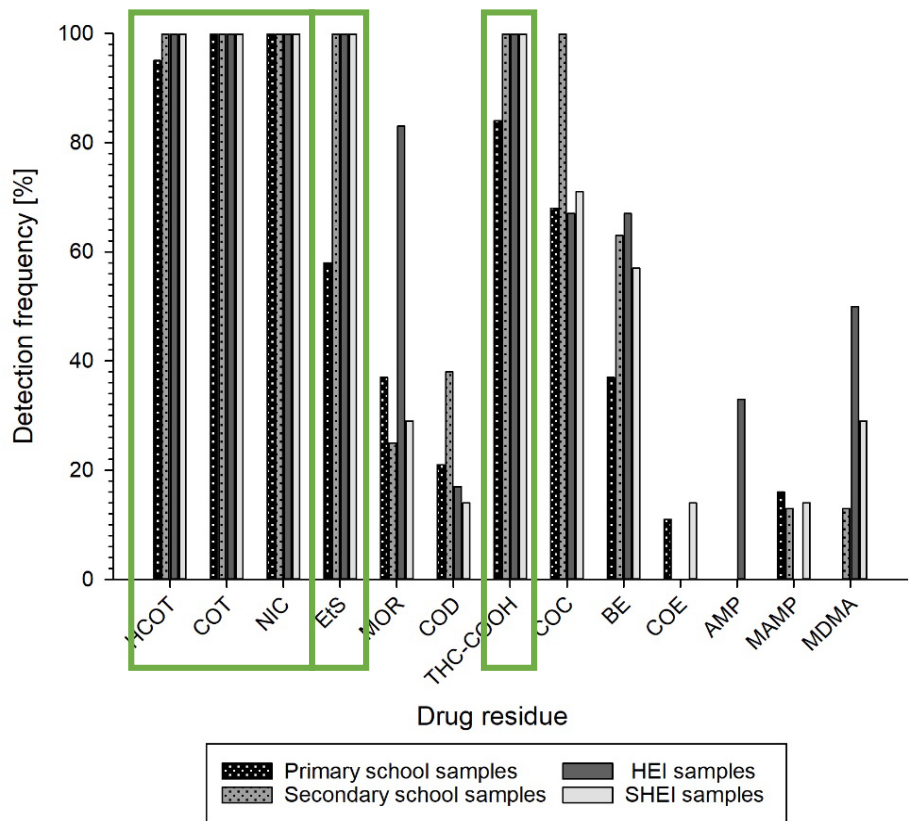


Ne nujno rezultat uporabe v izobraževalnih institucijah (večer pred vzorčenjem?)!

# Rezultati: Stopnja izobraževalne institucije

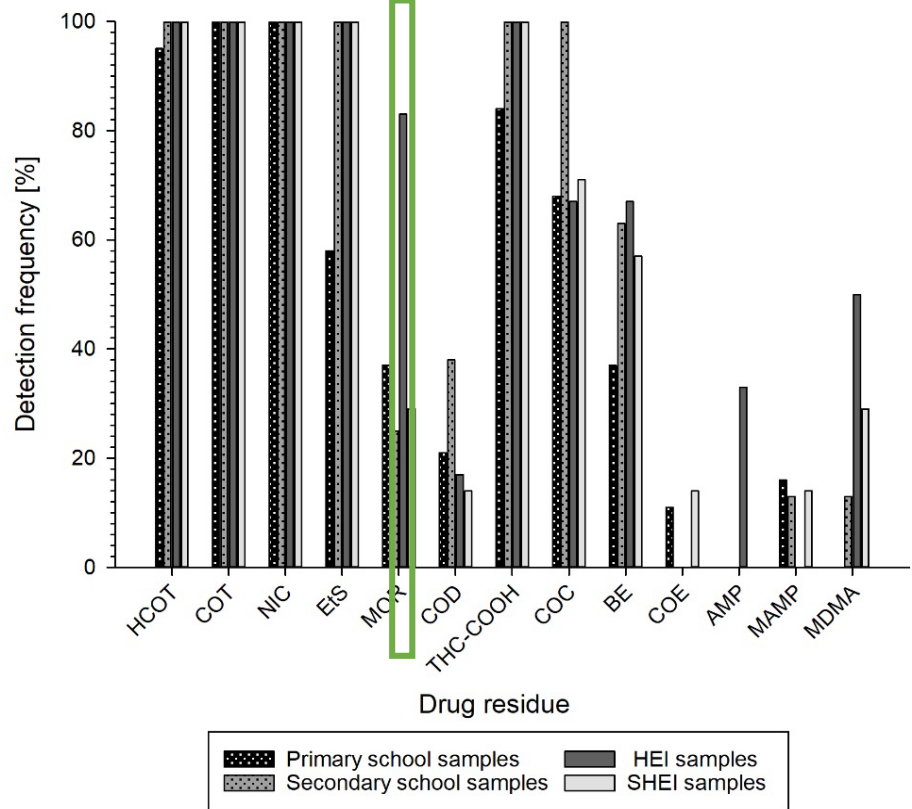


# Rezultati: Stopnja izobraževalne institucije



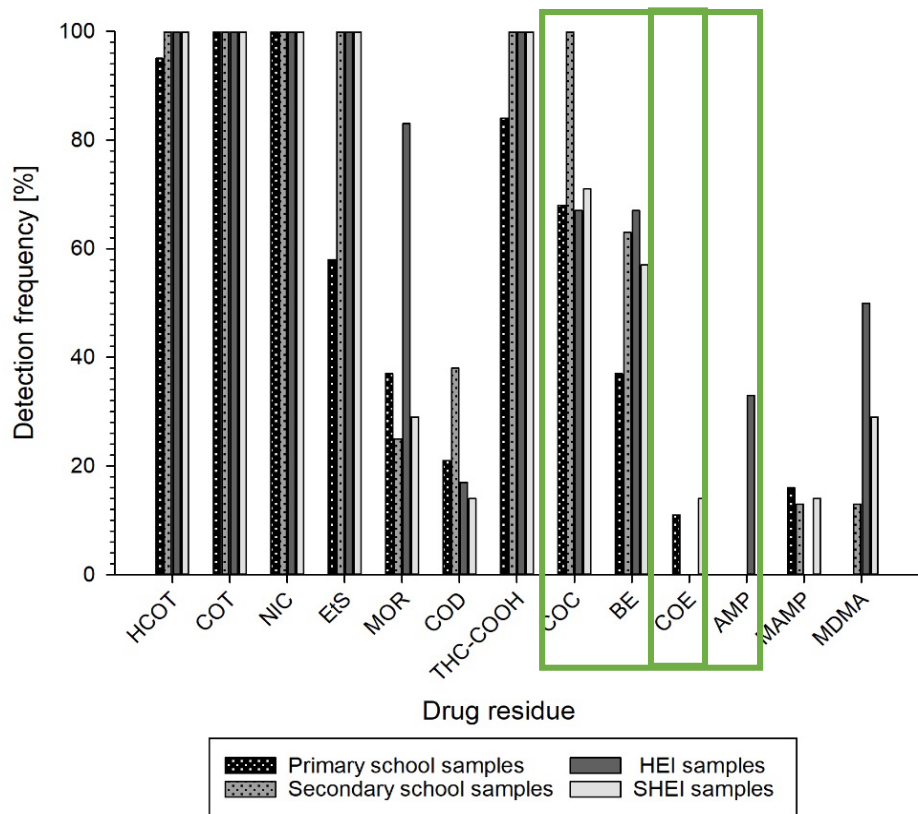
- Biomarkerji nikotina, alkohola in kanabisa:
  - Osnovne šole: nikotin>kanabis>alkohol
  - Ostale: nikotin=kanabis=alkohol

# Rezultati: Stopnja izobraževalne institucije



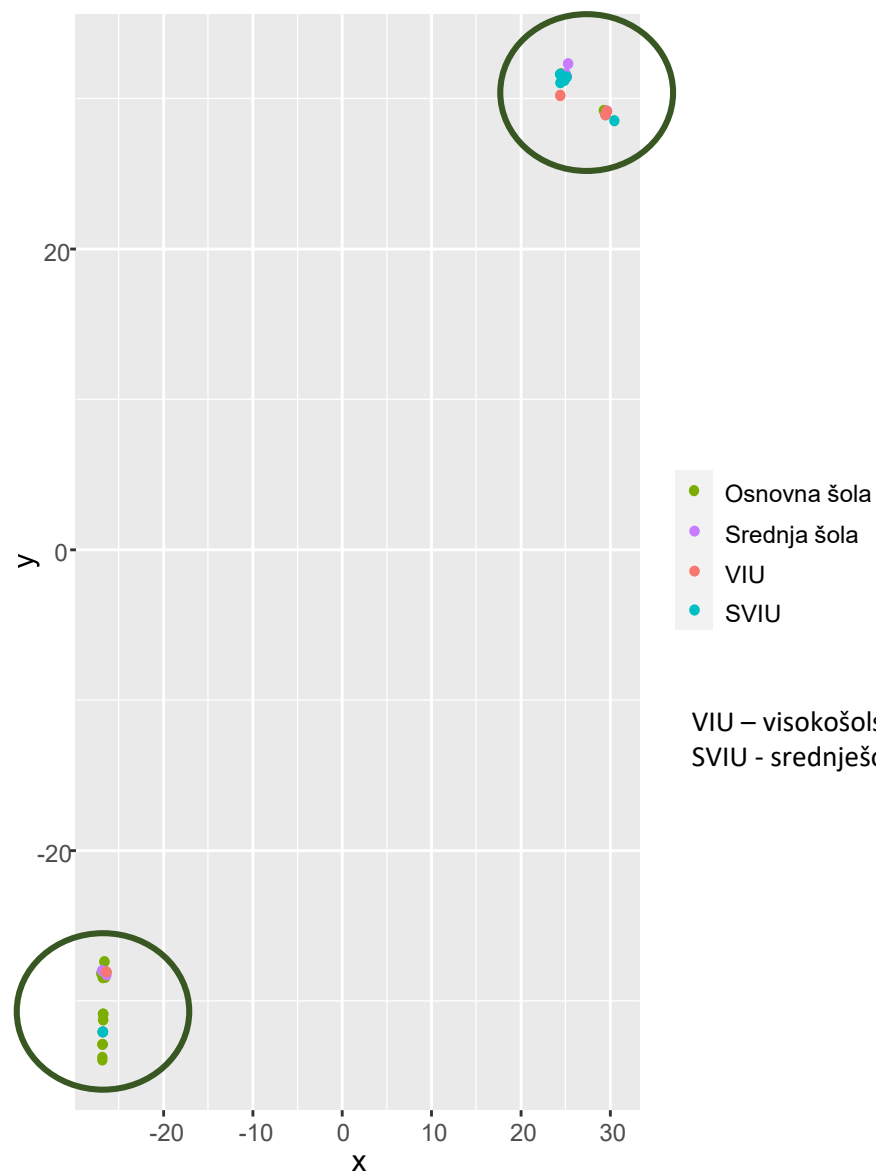
- Biomarkerji nikotina, alkohola in kanabisa:
  - Osnovne šole: nikotin>kanabis>alcohol
  - Ostale: nikotin=kanabis=alcohol
- Zdravila, ki se zlorabljaajo:
  - MOR v visokošolskih izobraževalnih institucijah (DF=83%)

# Rezultati: Stopnja izobraževalne institucije



- Biomarkerji nikotina, alkohola in kanabisa:
  - Osnovne šole: nikotin>kanabis>alcohol
  - Ostale: nikotin=kanabis=alcohol
- Zdravila, ki se zlorablajo:
  - MOR v visokošolskih izobraževalnih institucijah (DF=83%)
- Stimulansi:
  - Najbolj razširjen: kokain
  - So-uporaba kokaina in alkohola (COE): osnovne šole ter srednje in višješolske izobraževalne ustanove (SHEI)
  - AMP samo v vzorcih visokošolskih izobraževalnih ustanov

# Rezultati: Stopnja izobraževalne institucije



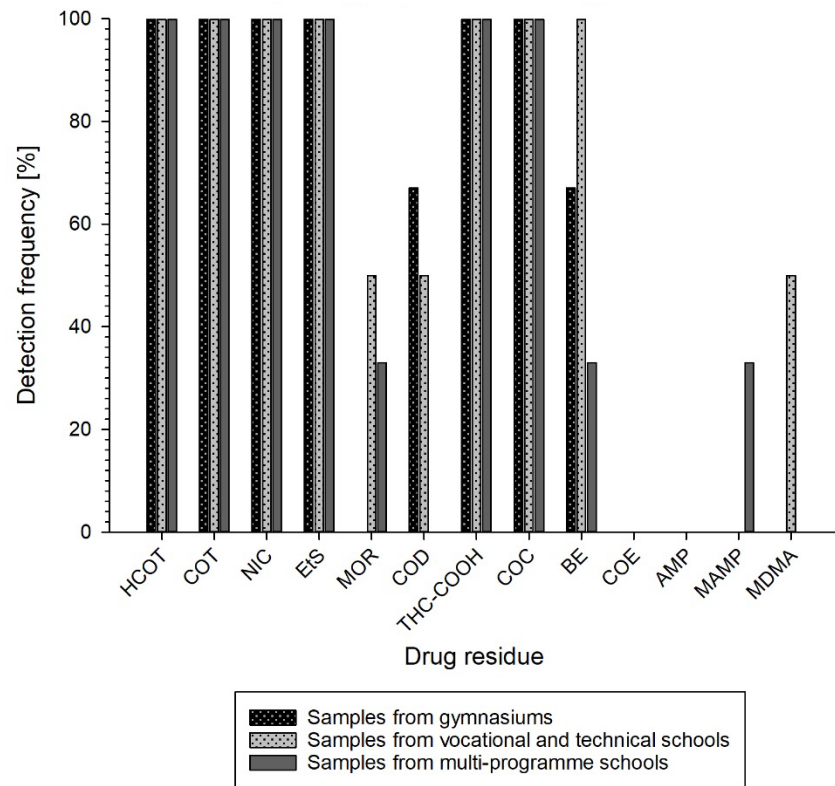
## Vizualizacija podatkov – 2D prostor:

- “t-distributed stochastic neighbour embedding (t-SNE)”
- Predvsem razlike med osnovnimi šolami in preostalimi izobraževalnimi institucijami

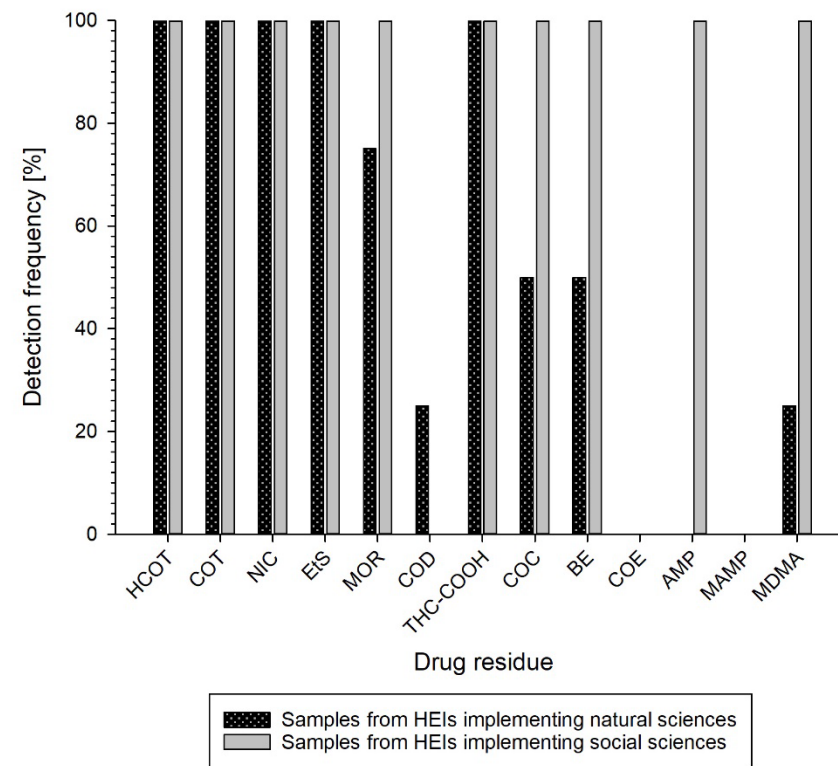


# Rezultati: Izobraževalne ustanove glede na vrsto izobraževalnega programa

## Vzorci srednjih šol (n=8)



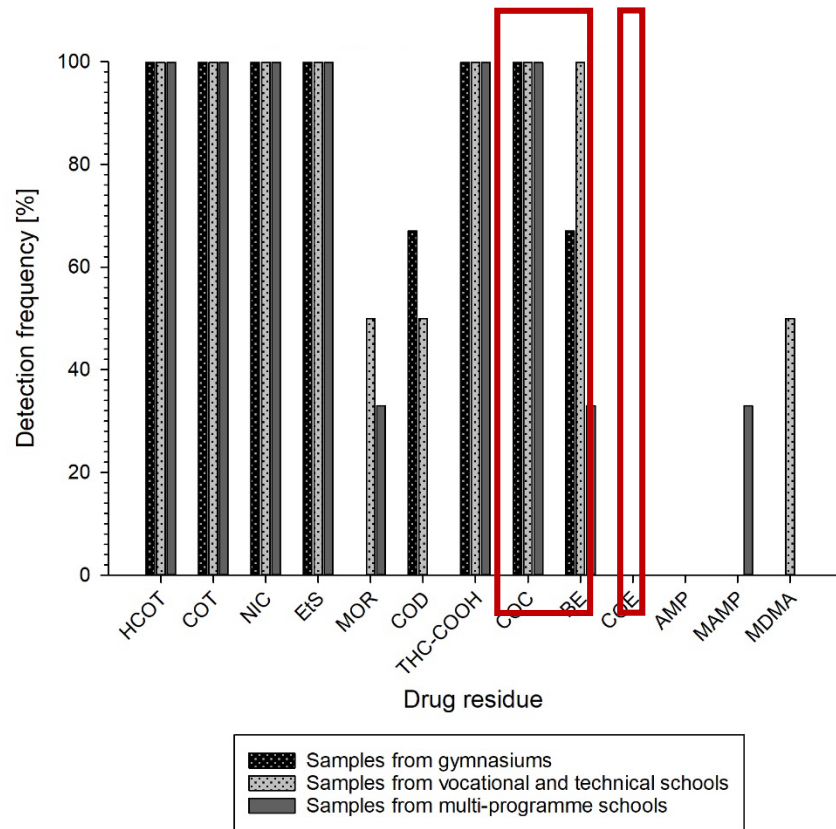
## Vzorci visokošolskih izobraževalnih ustanov (n=6)



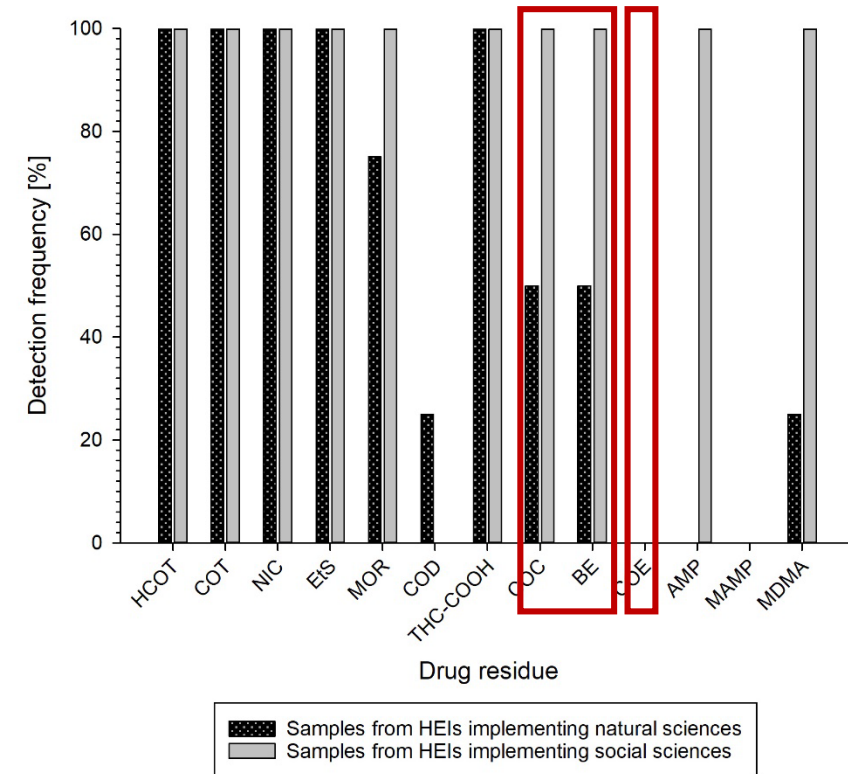
- Prisotne različne vrste drog z različno DF biomarkerjev → potrebno je večje število vzorcev

# Rezultati: Izobraževalne ustanove glede na izobraževalni program

## Vzorci srednjih šol (n=8)



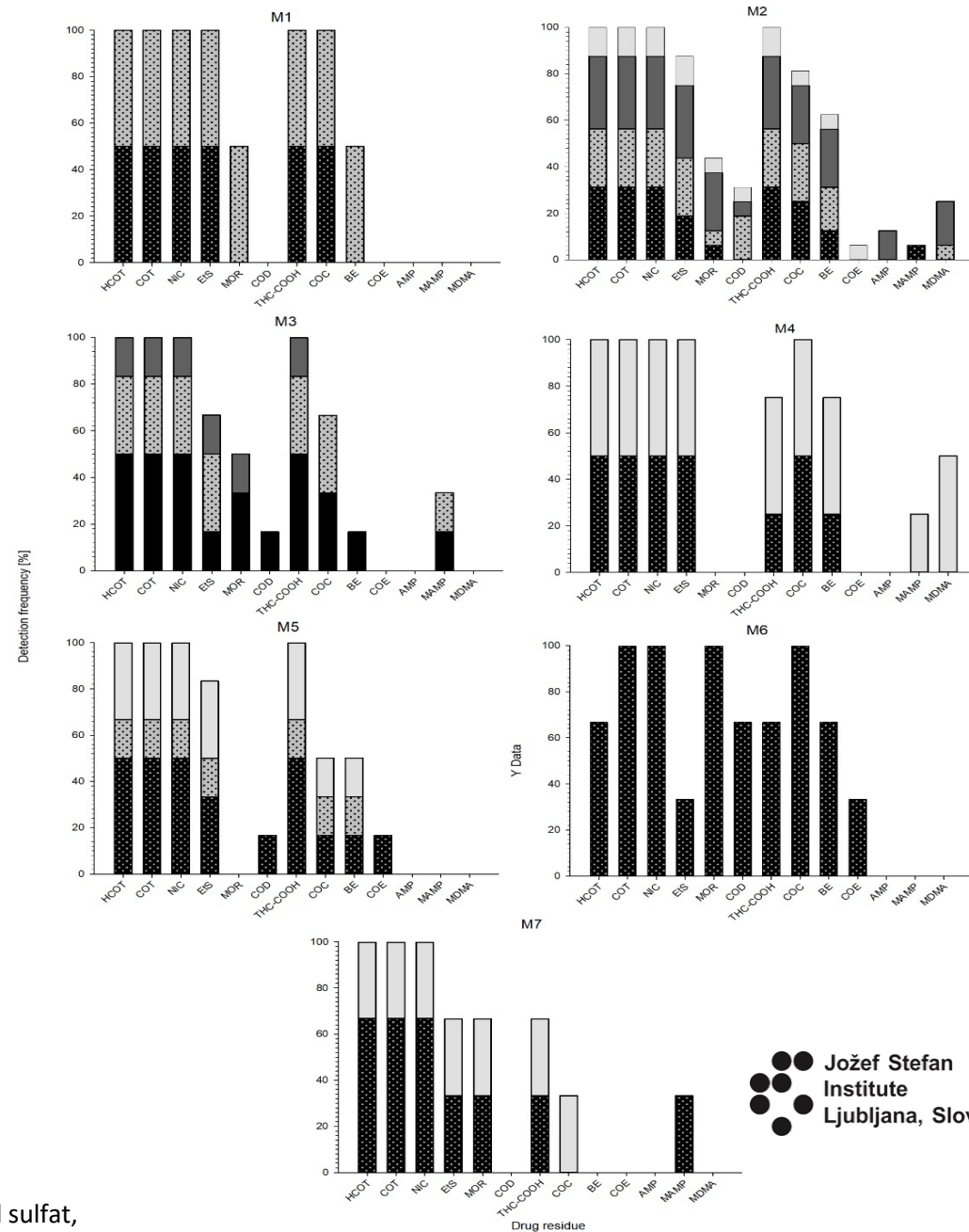
## Vzorci visokošolskih izobraževalnih ustanov (n=6)



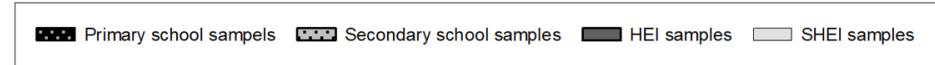
- Prisotne različne vrste drog z različno DF biomarkerjev → potrebno je večje število vzorcev
- Kokain in benzoilekgonin v 100% vzorcev, kokaetilen pa ni prisoten?

# Rezultati: Geografska lega

## (občine M1-M7)



Jožef Stefan  
Institute  
Ljubljana, Slovenija

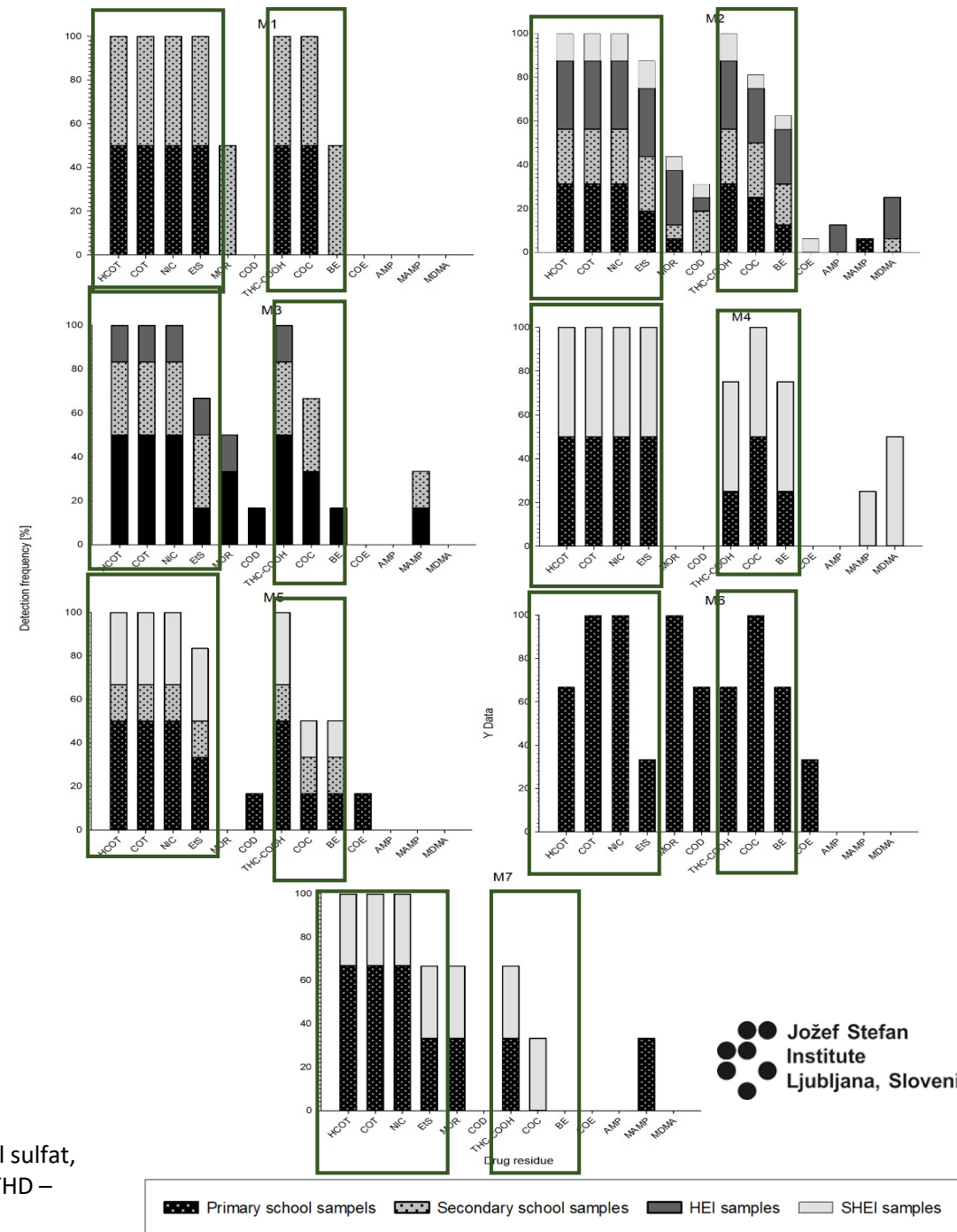


COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, Ets – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC– nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta$ 9-tetrahidrokanabinol

# Rezultati: Geografska lega

(občine M1-M7)

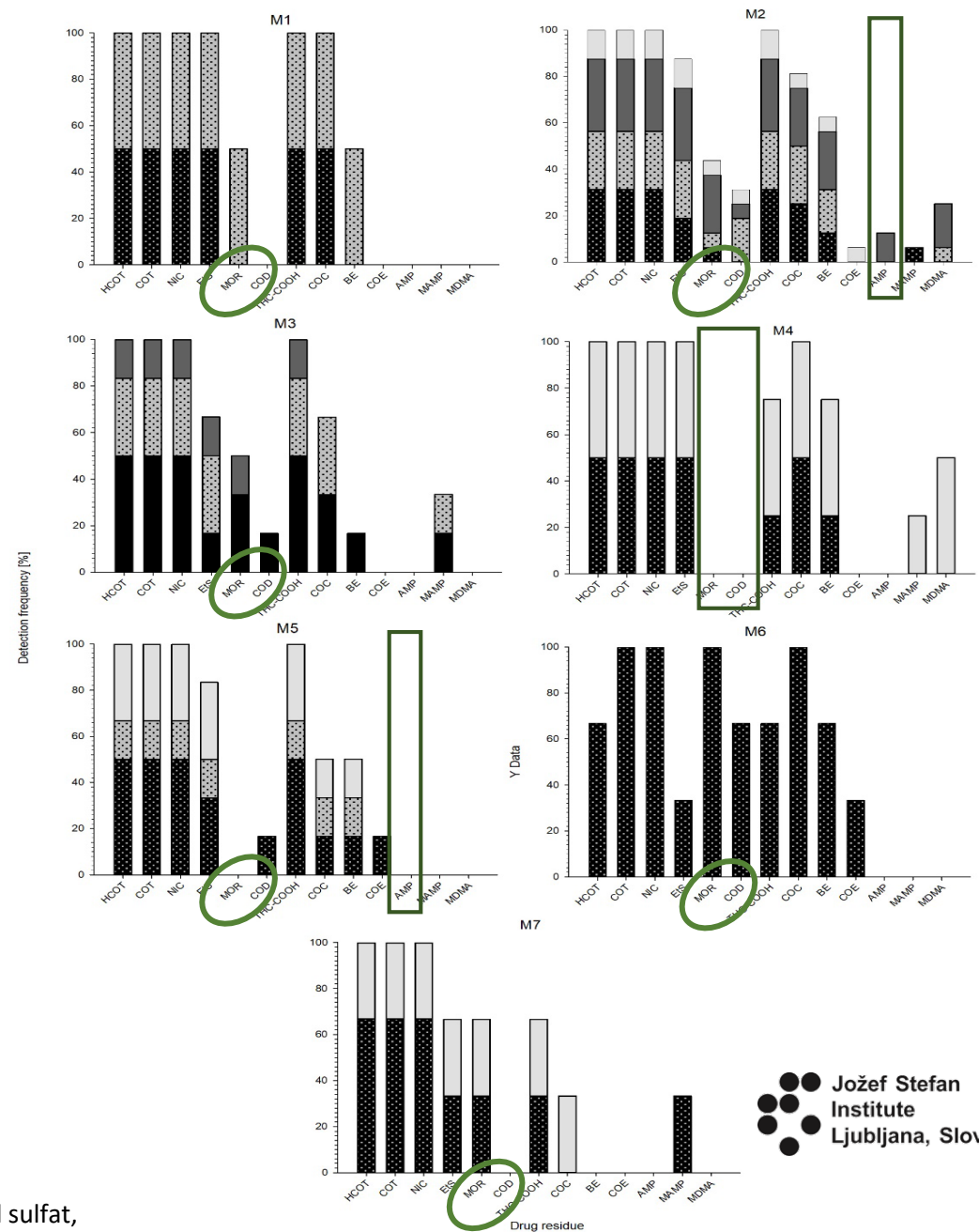
- VEDNO: nikotin, alkohol, kanabis, kokain (majhne razlika v DF)



# Rezultati: Geografska lega

## (občine M1-M7)

- VEDNO: nikotin, alkohol, kanabis, kokain)
- Ostalo: različne vrste drog
  - Vsaj eno zdravilo (MOR, COD), ki se zlorablja dol. v vsaki občini (izjema: M4)
  - AMP – samo v M2 (pričakovano)

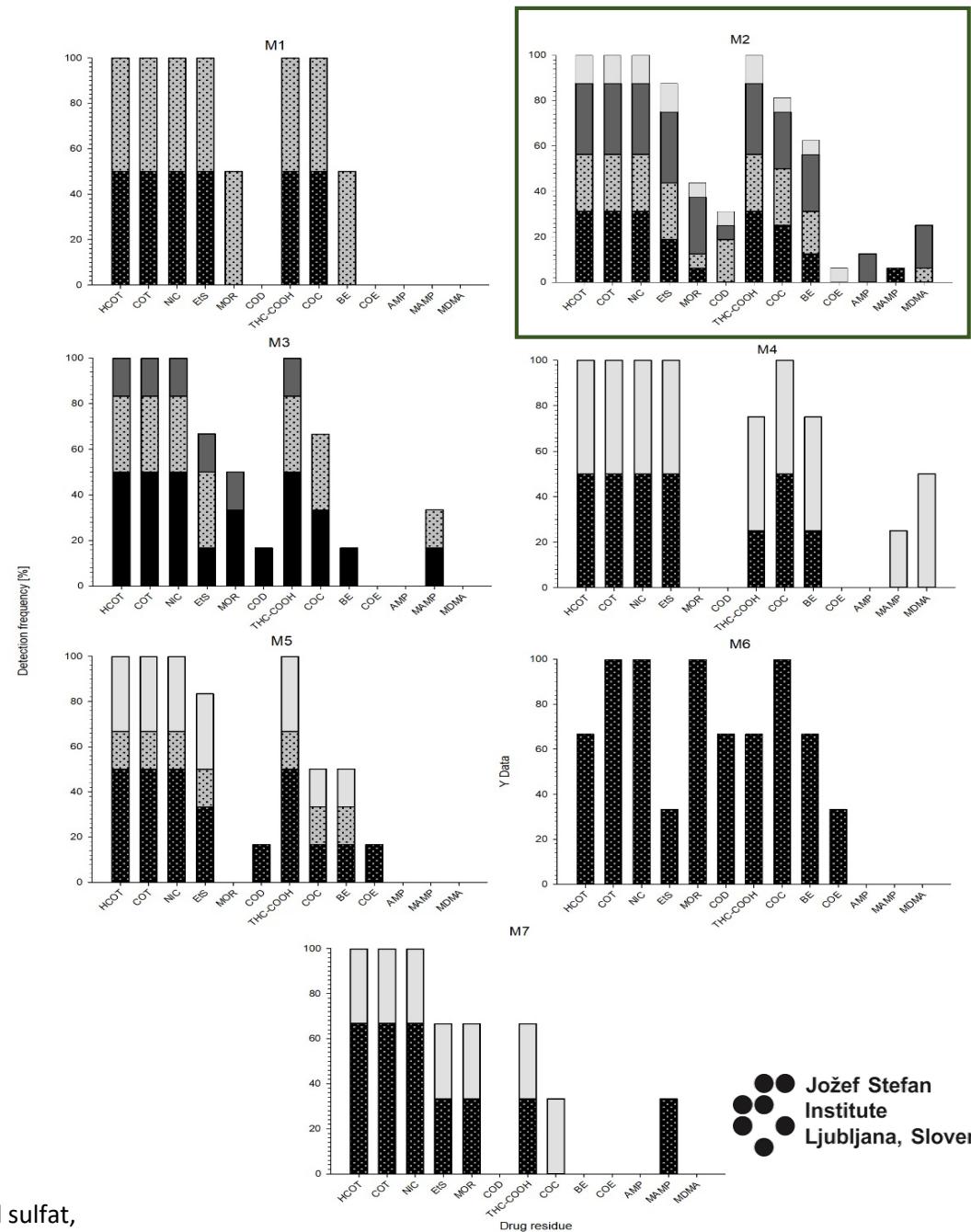



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, Ets – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksi-metamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC – nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta$ 9-tetrahidrokanabinol


# Rezultati: Geografska lega

## (občine M1-M7)

- Različne vrste drog (izjeme: nikotin, alkohol, kanabis and kokain)
  - Vsaj eno zdravilo, ki se lahko zlorabi v vsaki občini (izjema: M4)
  - AMP – samo v M2 (pričakovano)
- Vse droge vključene v raziskavo prisotne v M2, Ljubljana




**Jožef Stefan  
Institute  
Ljubljana, Slovenija**



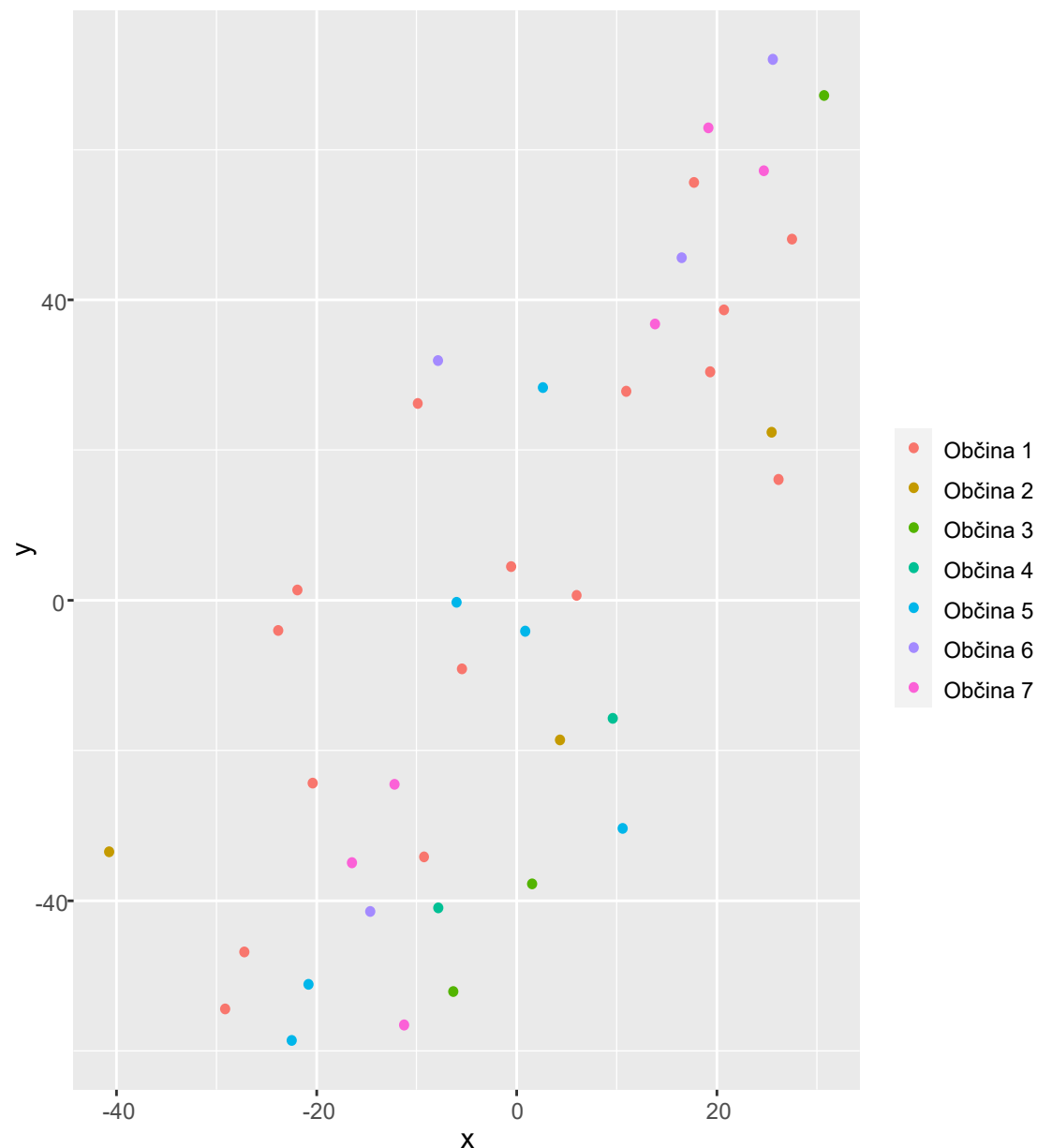
COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksi-metamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC – nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol



# Rezultati: Geografska lega

(občine M1-M7)

- Vizualizacija podatkov – 2D prostor:
  - “ t-distributed stochastic neighbour embedding (t-SNE)”
  - Ni „grupiranja“ podatkov (drugi pomembni faktorji, ne geografska lega)

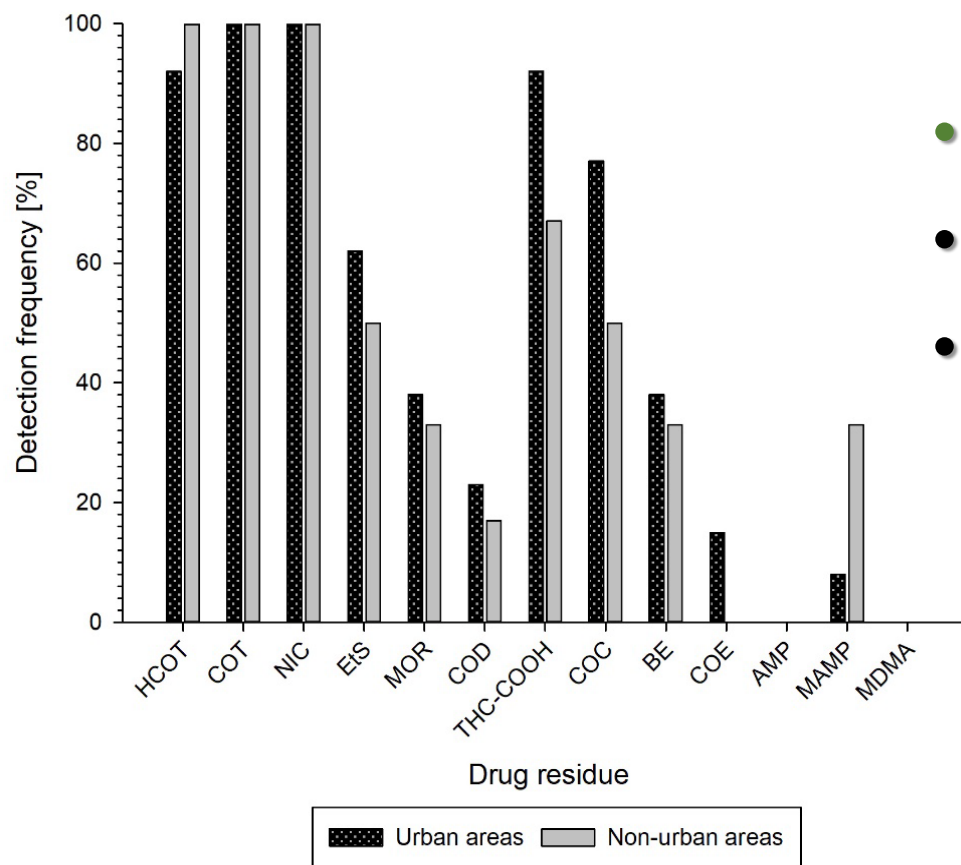


# Rezultati: Stopnja urbanizacije

Samo vzorci osnovnih šol

Urbana območja (n=13)

Neurbana območja (n=6)



- Minimalne razlike (COC vs. BE, COE)
- Neuravnotežen vzorec šol (13:6)
- Nizko število vzorcev

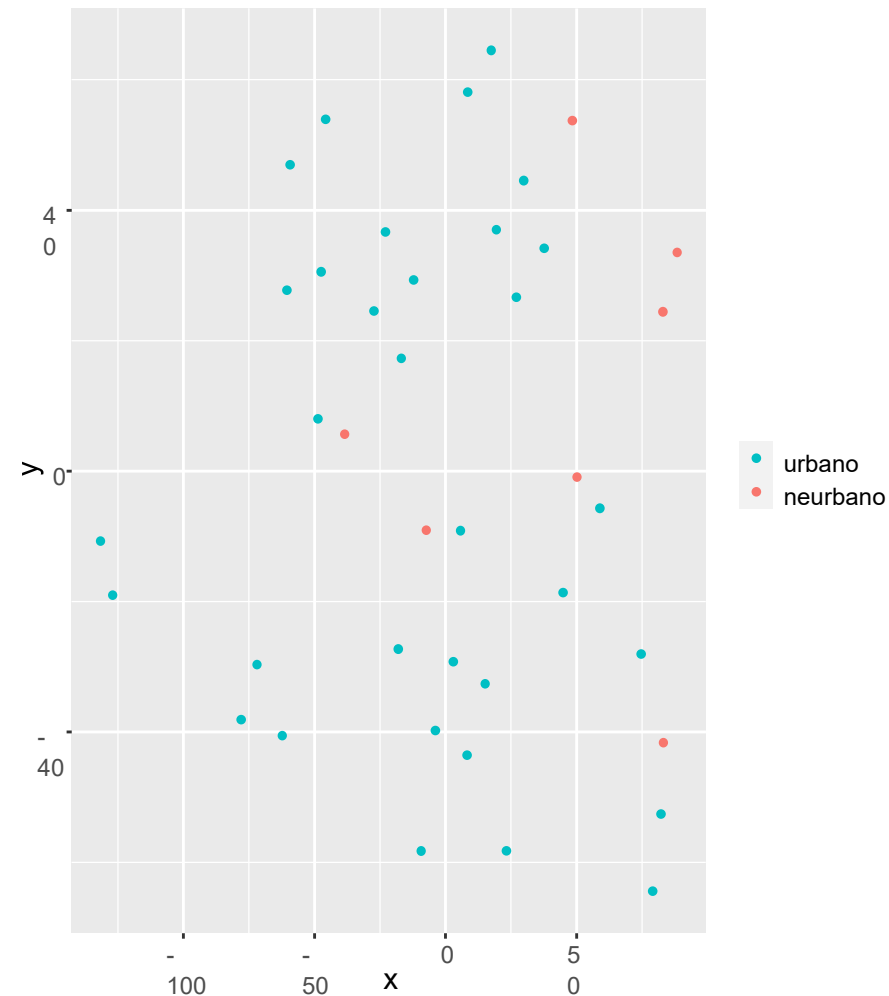
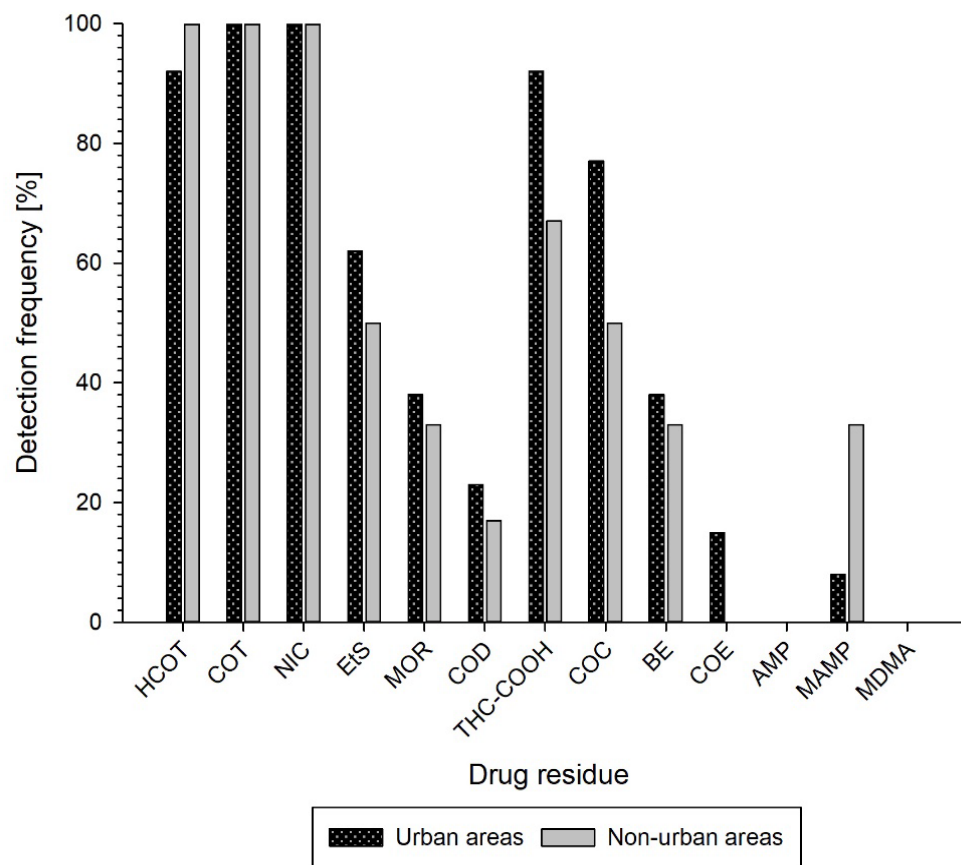


# Rezultati: Stopnja urbanizacije

Samo vzorci osnovnih šol

Urbana območja (n=13)

Neurbana območja (n=6)



## • Vizualizacija podatkov – 2D prostor:

- Ni „grupiranja“ podatkov
- Premalo vzorcev



# Primerjava WBE s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami

**Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?**

(učitelji/profesorji, podporno osebje, obiskovalci)

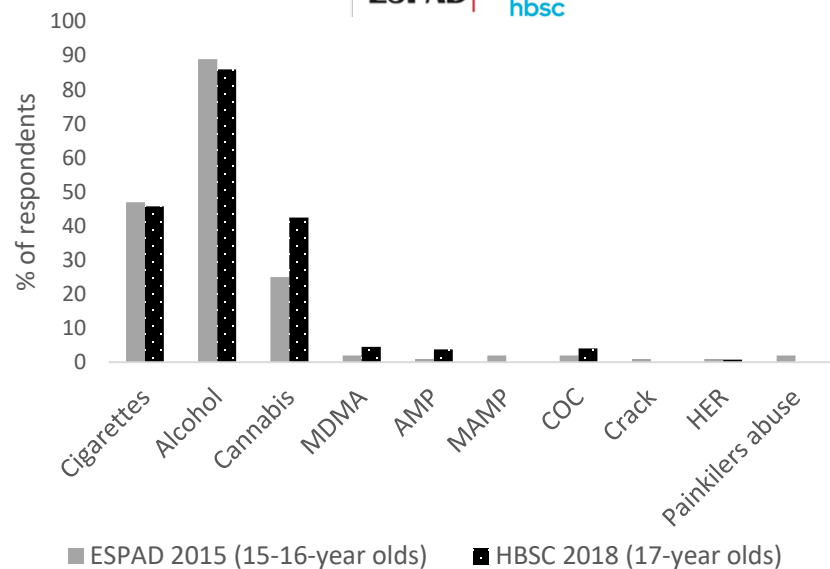


**IZOBRAŽEVALNE INSTITUCIJE NISO PROSTOR ZA DROGE!!!!!!**

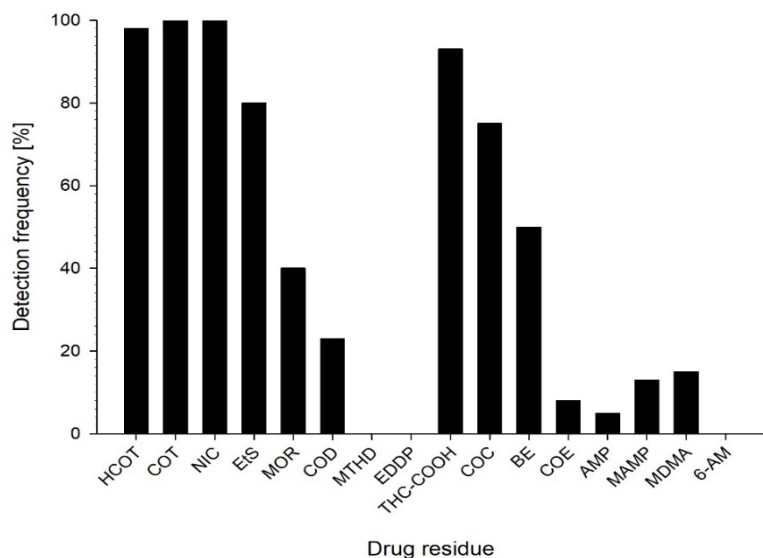
# Primerjava s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami



Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?

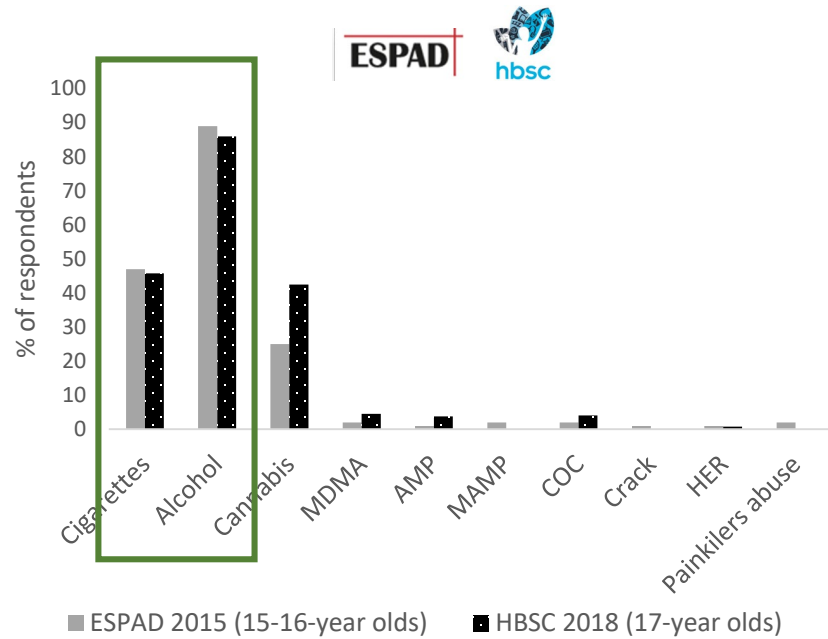


## Analiza odpadnih vod



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC – nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta$ 9-tetrahidrokanabinol

# Primerjava s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami

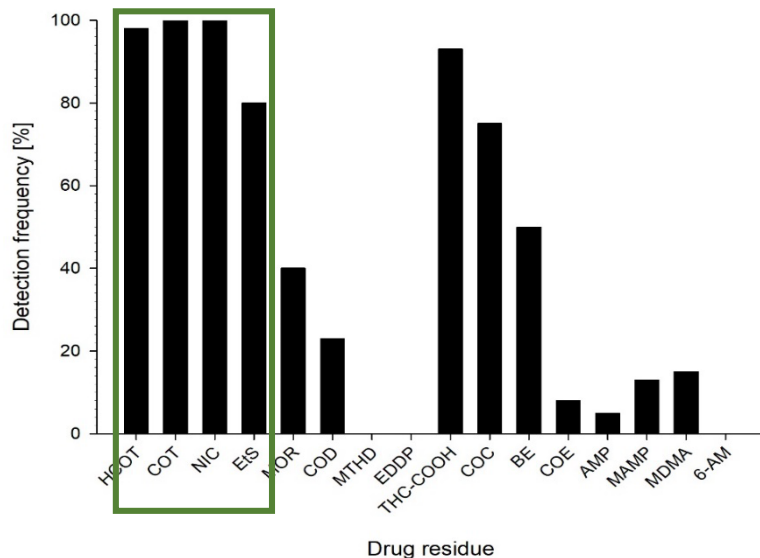


## Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?



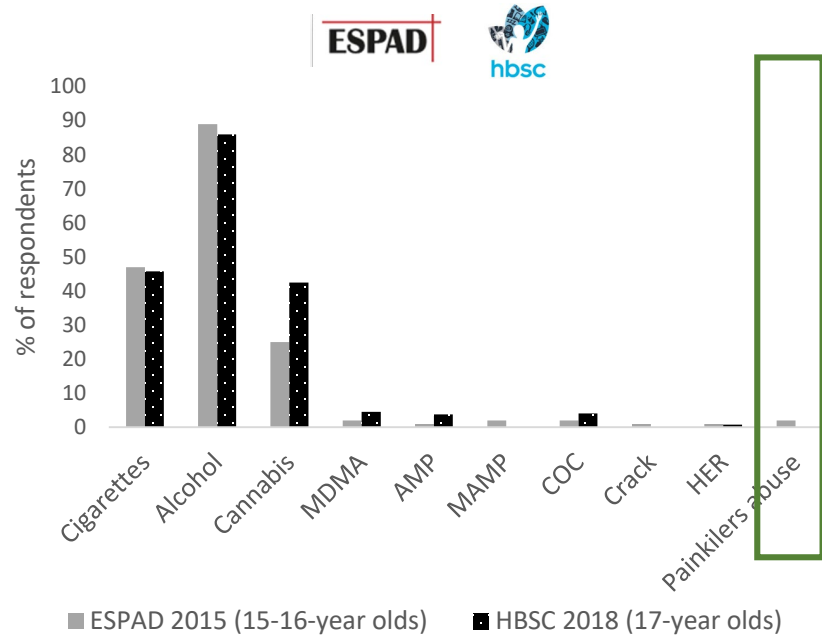
- Neskladja (ESPAD, HBSC vs analiza odpadnih vod):
  - **Nikotin vs. alkohol** (razlaga: dnevna vs. rekreativna uporaba, WBE ne zajema samo mladostnikov, narava vzorčenja: 7h, redčenje)

### WBE: Analiza odpadnih vod



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC– nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol

# Primerjava s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami

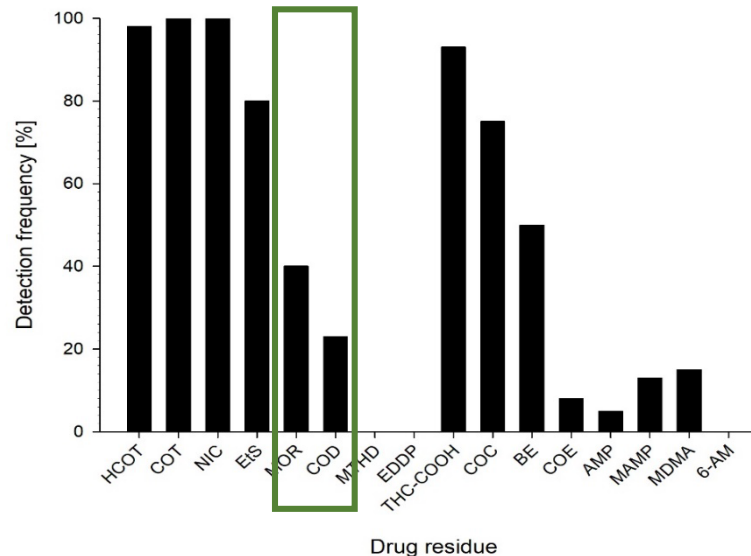


Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?



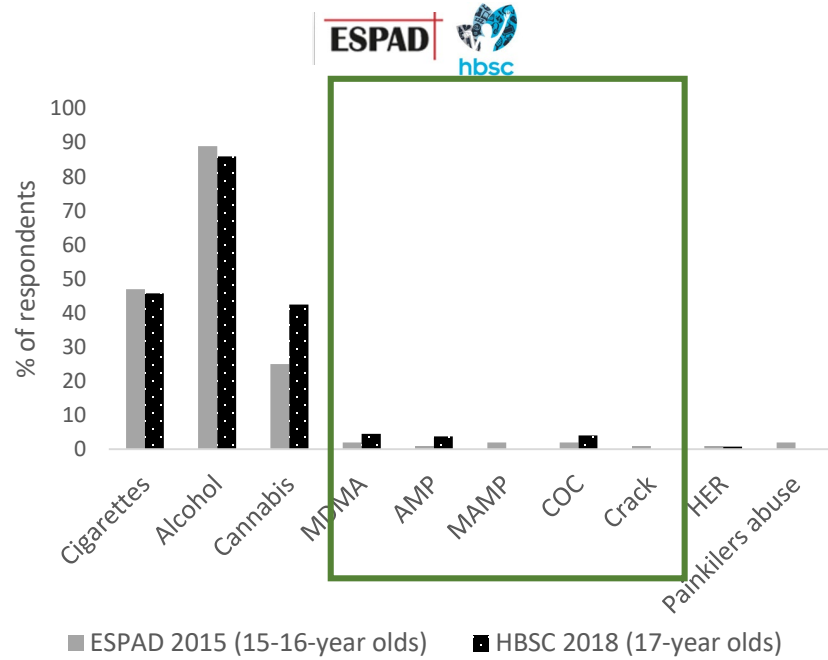
- Neskladja (ESPAD, HBSC vs analiza odpadnih vod):
  - **Nikotin vs. alkohol** (razlaga: dnevna vs. rekreativna uporaba, WBE ne zajema samo mladostnikov)
  - **Razširjenost MOR in COD** (uporaba v terapevtske namene, zdravila brez recepta)

## Analiza odpadnih vod



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC – nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol

# Primerjava s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami

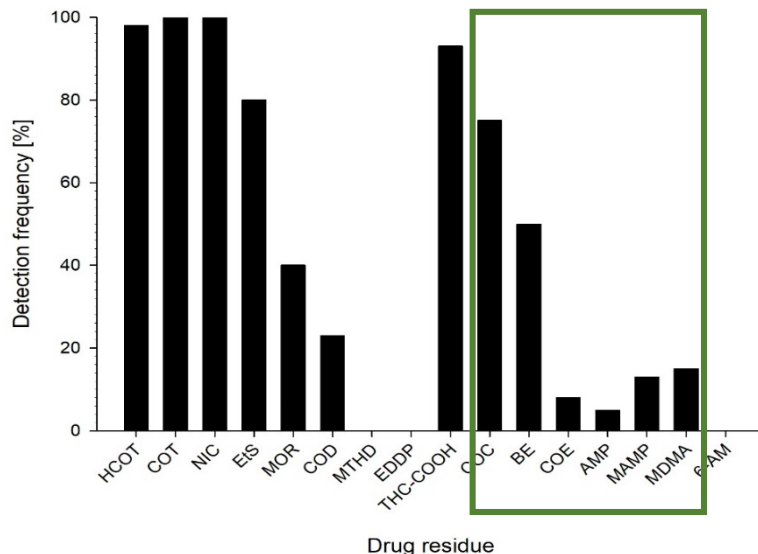


Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?



- Neskladja (ESPAD, HBSC vs analiza odpadnih vod):
  - **Nikotin vs. alkohol** (razlaga: dnevna vs rekreativna uporaba, WBE ne zajema samo mladostnikov)
  - **Razširjenost MOR in COD** (uporaba v terapevtske namene, zdravila brez recepta)
  - **Stimulansi** (ankete do 2018: enakomerna razširjenost, SCORE in ankete v zadnjih letih: visoka uporaba kokaina!)

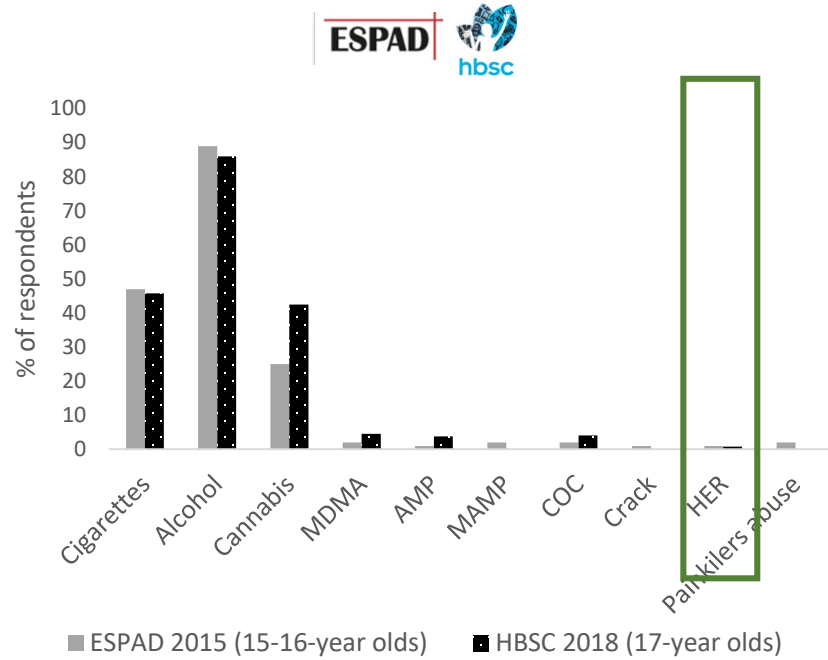
## Analiza odpadnih vod



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC– nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol



# Primerjava s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami



Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?



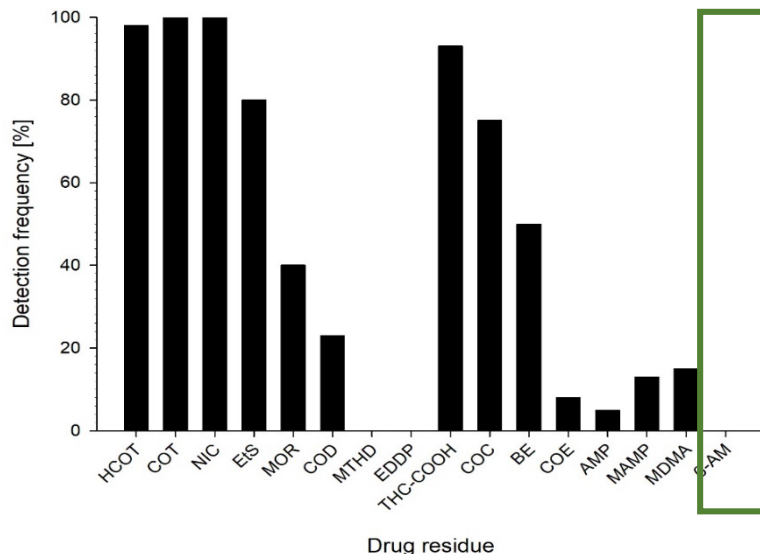
• Neskladja (ESPAD, HBSC vs analiza odpadnih vod):

- **Nikotin vs. alkohol** (razloga: dnevna vs rekreativna uporaba)
- **Razširjenost MOR in COD** (uporaba v terapevtske namene, zdravila brez recepta)
- **Stimulansi** (ankete do 2018: enakomerna razširjenost, SCORE in ankete v zadnjih letih: visoka uporaba kokaina!)



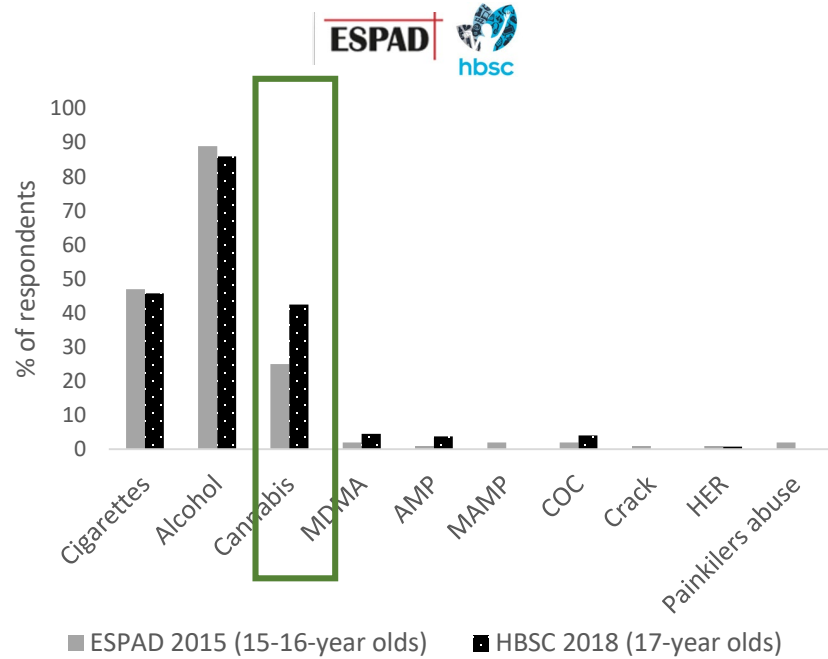
• **Heroin (WBE x, narava vzorčenja: redčitev)**

## Analiza odpadnih vod



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC – nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta^9$ -tetrahidrokanabinol

# Primerjava s populacijskimi epidemiološkimi raziskavami

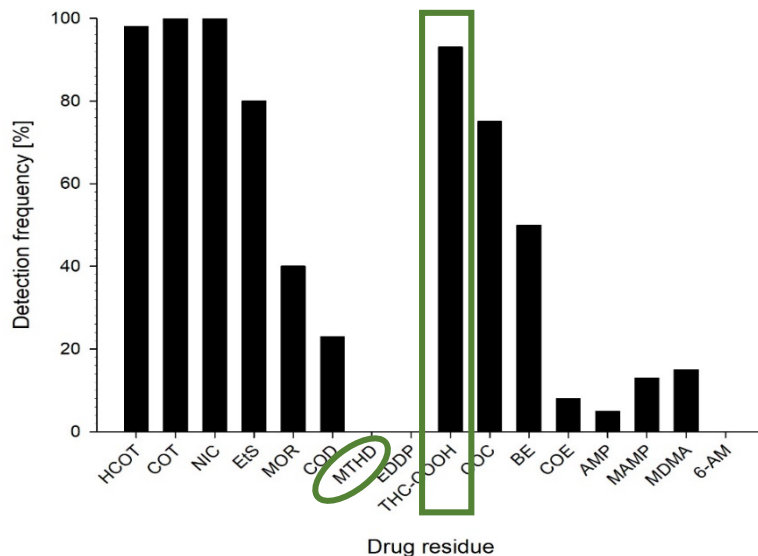


Ekstrapolacija na šolarje/dijake/študente?



- V skladu s študijami:
  - Prevladujejo **cigarete in alkohol**
  - **Kanabis** je najbolj razširjena nedovoljena droga
- **MTHD** ni prisoten (65% problematičnih uporabnikov opioidov starih: 31–40 let; 41.8% ljudi, ki zaključijo visoko izobraževanje starih: <25)
- Poraba **kokaina** v zadnjih letih raste!

## Analiza odpadnih vod



COC – kokain, COD – kodein, COE – kokaetilen, COT – kotinin, EDDP – 2-etiliden-1,5-dimetil-3,3-difenilpirolidin, EtS – etil sulfat, HCOT – trans-3'-hidroksikotinin, MAMP – metamfetamin, MDMA – 3,4-metilendioksimetamfetamin, MOR – morfin, MTHD – metadon, NIC – nikotin, THC-COOH – 11-nor-9-karboksi- $\Delta$ 9-tetrahidrokanabinol



# Zaključki

- WBE: Analiza odpadnih vod izobraževalnih institucij:



- Neinvaziven
- Objektivni? (časovni in geografski trendi)
- Pridobivanje podatkov v skoraj realnem času
- Podatki o prisotnosti drog v življenju mladostnikov



- Vzorčenje in kvantitativna ocena uporabe drog (nekonstantni pretoki, redčenje)
- Interpretacija rezultatov (ekstrapolacija na učence/dijake/štoludente)
- Zagotavljanje anonimnosti v majhnih mestih/regijah/državah

- Najvišja pojavnost v vzorcih: biomarkerji **nikotina, alkohola in kanabisa**
- Zdravila, ki se lahko zlorabljajo: **morfin, kodein**
- Najbolj razširjen stimulan: **kokain**
- Prisotne različne vrste drog z različno pojavnostjo biomarkerjev glede na raven izobraževanja, geografsko lego in stopnjo urbanizacije → **raven izobraževanja**
- WBE: Dodaten vpogled v izsledke o razširjenosti porabe drog = **komplementaren** pristop k epidemiološkim populacijskim raziskavam (!)

# Zaključki

- Analiza odpadnih vod izobraževalnih institucij:



- Neinvaziven
- Objektivni? (časovni in geografski trendi)
- Pridobivanje podatkov v skoraj realnem času
- Podatki o prisotnosti drog v življenju mladostnikov

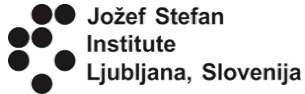


- Vzorčenje in kvantitativna ocena uporabe drog (nekonstantni pretoki, redčenje)
- Interpretacija rezultatov (ekstrapolacija na učence/dijake/študente)
- Zagotavljanje anonimnosti v majhnih mestih/regijah/državah

- Najvišja pojavnost v vzorcih: biomarkerji **nikotina, alkohola in kanabisa**
- Zdravila, ki se lahko zlorabljajo: **morfin, kodein**
- Najbolj razširjen stimulan: **kokain**
- Prisotne različne vrste drog z različno pojavnostjo biomarkerjev glede na raven izobraževanja, geografsko lego in stopnjo urbanizacije → **raven izobraževanja**
- Dodaten vpogled v izsledke epidemioloških populacijskih raziskav (**komplementarnost!**)

**Nadaljnje delo:** identifikacija psihoaktivnih snovi (tudi NPS) v istih vzorcih

# Ocena razširjenosti dovoljenih in prepovedanih drog ter zdravil, ki se zlorablja med mladostniki: analiza odpadnih vod vs. populacijske raziskave



Taja Verovšek, Ivona Krizman-Matasic, David Heath, Ester Heath



Andreja Drev, Ada Hočevar Grom, Urška Blaznik



Vlasta Kramarič Zidar, Vesna Mislej, Boštjan Mišmaš; Marjeta Stražar, Marjetka Levstek; Bernardka Cimrmančič, Simon Lukšič; Nataša Uranjek



L1-9191: [Prepovedane droge, alkohol in tobak: epidemiologija na osnovi odpadnih vod, uspešnost čiščenja in ranljivost vodnega sistema](#)

N1-0143: [Novi pristopi za oceno uporabe psihoaktivnih zdravilnih učinkovin in prepovedanih drog z analizo odpadnih vod](#)

P1-0143: [Kroženje snovi v okolju, snovna bilanca in modeliranje okoljskih procesov ter ocena tveganja](#)



- Objavljeno DANES!

# Science of the Total Environment

**ARTICLE IN PRESS**

STOTEN-150013; No of Pages 10 Science of the Total Environment xxx (xxxx) xxx

---

  
**ELSEVIER**

Contents lists available at ScienceDirect

**Science of the Total Environment**

journal homepage: [www.elsevier.com/locate/scitotenv](http://www.elsevier.com/locate/scitotenv)



## Investigation of drugs of abuse in educational institutions using wastewater analysis

Taja Verovšek<sup>a,b</sup>, Ivona Krizman-Matic<sup>c</sup>, David Heath<sup>a,b</sup>, Ester Heath<sup>a,b,\*</sup>

<sup>a</sup> *Žačef Stefan Institute, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenia*

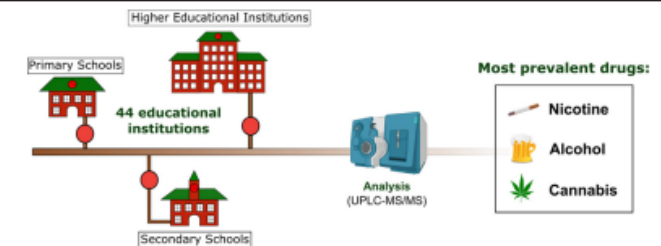
<sup>b</sup> *Žačef Stefan International Postgraduate School, Jamova 39, 1000 Ljubljana, Slovenia*

<sup>c</sup> *Division for Marine and Environmental Research, Rudjer Boskovic Institute, Bijenicka 54, 10000 Zagreb, Croatia*

### HIGHLIGHTS

- Drug prevalence in educational institutions was studied using wastewater analysis.
- Residues of drugs of abuse were present in all samples.
- Residues of nicotine, alcohol and cannabis were the most frequently detected.
- Educational level of the institute influenced consumption patterns the most.
- Drugs are present in young people's life in early stages of their education.

### GRAPHICAL ABSTRACT



### ARTICLE INFO

#### Article history:

Received 11 June 2021

Received in revised form 24 August 2021

Accepted 25 August 2021

Available online xxxxx

Editor: Adrian Covaci

#### Keywords:

Alcohol  
Tobacco  
Illicit drug  
Wastewater  
School  
University

### ABSTRACT

Wastewater analysis was used to investigate drug prevalence in primary and secondary schools and institutes of higher education located in urban and non-urban areas of six municipalities in Slovenia. Seven-hour composite raw wastewater samples from 44 educational institutions, including 19 primary schools (6–15 yrs.), ten secondary schools (15–19 yrs.), nine higher education institutions (19+ yrs.) and six mixed secondary and higher education institutions (15+ yrs.), were collected at the end of the 2018/2019 academic year. Metabolic residues of licit drugs (nicotine and alcohol), medications of abuse (morphine, codeine and methadone) and illicit drugs (cannabis, cocaine, amphetamine, methamphetamine, ecstasy and heroin) were targeted in the study. The analysis was carried out using solid-phase extraction and direct injection combined ultra-performance liquid chromatography-tandem mass spectrometry (UPLC-MS/MS). Biomarkers of nicotine, alcohol and cannabis intake were the most frequently detected, indicating a high prevalence of these drugs. Morphine and codeine were also detected, while among the stimulants, benzoylecgonine had the highest detection frequency. Drug differences were found between different levels of educational institution, geographic location (inter-municipality comparison) and degree of urbanization. However, t-distributed stochastic neighbour embedding (t-SNE) revealed that the level of educational institution was the main factor influencing the differences in drug prevalence. Although a good agreement between data from this study and other studies implementing wastewater analysis was observed, there was a discrepancy with Slovenian epidemiological survey data. Finally, despite certain drawbacks of the method, its application to detect drug residues in educational institutions provides a non-invasive insight into drug use trends.

Znanost  
na cesti

MESTNA  
knjižnica  
KRANJ



27. oktober 2021 ob 19:00

YouTube MKL

# Uporaba zaslonov pri otrocih in mladostnikih

Eva Vrščaj, UKC  
Mojca Delač, Radio Prvi



HRASTNIK 1860

ZRC SAZU

videolectures.net  
exchange ideas & share knowledge