


TAKING  
**COOPERATION**  
FORWARD

 Sanační technologie XXI  
Tábor, 23-25 května 2018

## **Amiiga - představení projektu a vybrané výsledky**

 Pavel Hrabák | Technická univerzita v Liberci | Institut pro nanomateriály, CxI

## AMIIGA

### INTEGRATED APPROACH TO MANAGEMENT OF GROUNDWATER QUALITY IN FUNCTIONAL URBAN AREAS

	2.959.471,74	Project budget in EUR
	2.444.589,52	ERDF funding in EUR
	01/09/2016 - 31/08/2019	Project duration

- 12 partnerů
- 10 asociovaných partnerů
- 6 zemí
- 7 pilotních lokalit

### Partneři:

- GIG Katowice
- Město Jaworzno
- Město Stuttgart
- Město Nový Bydžov
- Technická univerzita v Liberci
- Region Lombardie
- Polytechnika Miláno
- Město Parma
- Geologická služba Slovinsko
- Vodovody a kanalizace Lublaň
- Univerzita Záhřeb
- Vodovody Zadar



# AMIIGA - PILOTNÍ LOKALITY



1. Jaworzno
2. Nový Bydžov
3. Stuttgart
4. Milano
5. Ljubljana
6. Bocoanjac
7. Parma



# AMIIGA - PILOTNÍ LOKALITY

Pilotní lokality	Polutanty
Jaworzno	POPs pesticidy (HCH, DDT, endosulfan atd.), CIE, BTEX, kyanidy
Nový Bydžov	CIE
Stuttgart	CIE
Milano	CIE
Ljubljana	Cr, As, dusičnany, atrazin, amonné ionty
Bocanjac	Fekální znečištění, dusičnany, amonné ionty
Parma	CIE





## CÍLE

- Zlepšení kvality podzemní vody ve FUA
- Vypracování plánu managementu pilotních lokalit

## METODY

- Moderní metody průzkumu znečištění
- Moderní metody analýzy znečištění a horninového prostředí (CSIA, MBT, fytoscreening)
- Moderní metody modelování a GIS
- Kooperativní tvorba výstupů, workshopy



## CÍLE

- Zlepšení kvality podzemní vody ve FUA
- Vypracování plánu managementu pilotních lokalit

## METODY

- Moderní metody průzkumu znečištění
- Moderní metody analýzy znečištění a horninového prostředí (CSIA, MBT, **fyto-screening**)
- Moderní metody modelování a GIS
- Kooperativní tvorba výstupů, workshopy

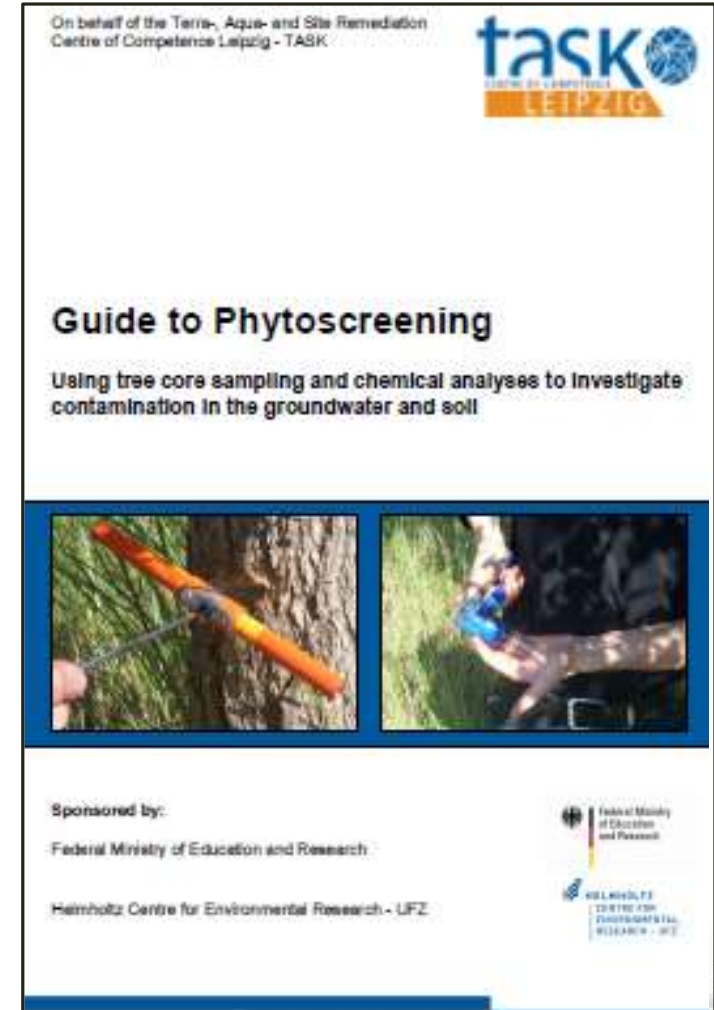


- Využitelnost na AMIIGA pilotní lokalitě Jaworzno?
- Zkušenosti s CIE
  - Sorek, A. et al, 2008. “Phytoscreening”: The Use of Trees for Discovering Subsurface Contamination by VOCs. Environ. Sci. Technol. 42, 536-542. doi:10.1021/es072014b
  - Limmer, M.A. et al, 2011. Phytoscreening for Chlorinated Solvents Using Rapid in Vitro SPME Sampling: Application to Urban Plume in Verl, Germany. Environ. Sci. Technol. 45, 8276-8282.
  - Limmer, M.A. et al, Burken, J.G., 2015. Phytoscreening with SPME: Variability Analysis. Int J Phytoremediation 17, 1115-1122.
  - Limmer, M.A., Burken, J.G., 2014. Plant Translocation of Organic Compounds: Molecular and Physicochemical Predictors. Environ. Sci. Technol. Lett. 1, 156-161.



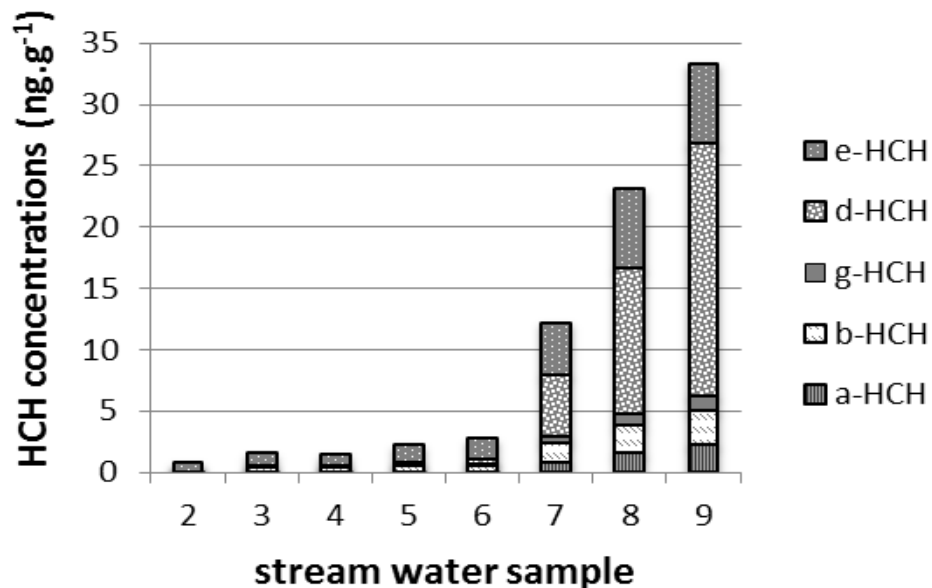
# FYTOSCREENING HCH - HISTORIE

- Zkušenosti s HCH jsou kontroverzní
  - Guide to Phytoscreening z roku 2011 tvrdí bez dalšího vysvětlení - že pro HCH je fyto-screening nevhodný  
ale
  - z lokality Hájek máme data dokládající přítomnost HCH v biomase náletových dřevin  
Inovativní sanační technologie: Antoš V., Hrabák P., Macháčková J., Šupíková I., Polách L., Černík M., Kvapil P., Akumulace hexachlorocyklohexanů v biomase *Alnus glutinosa*



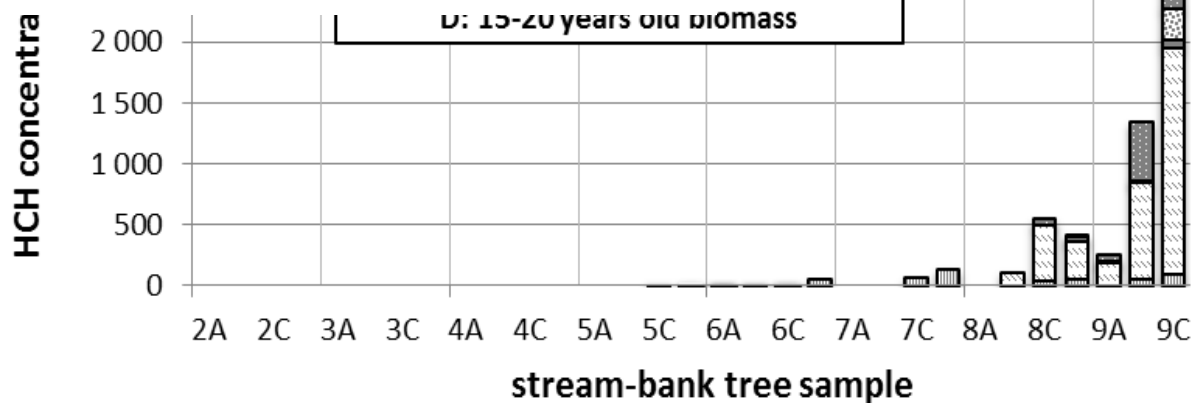


## HCH in Ostrovský stream

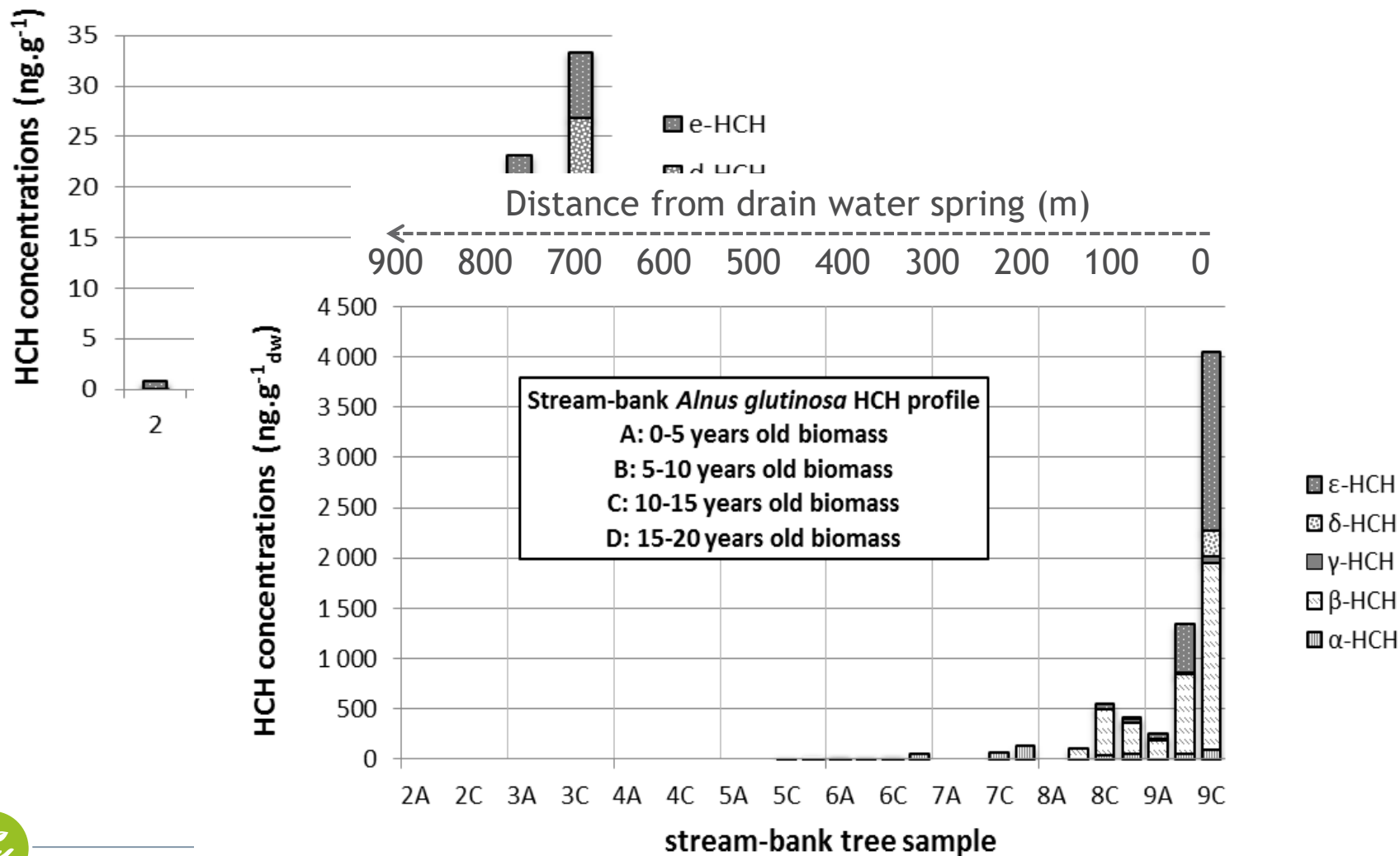


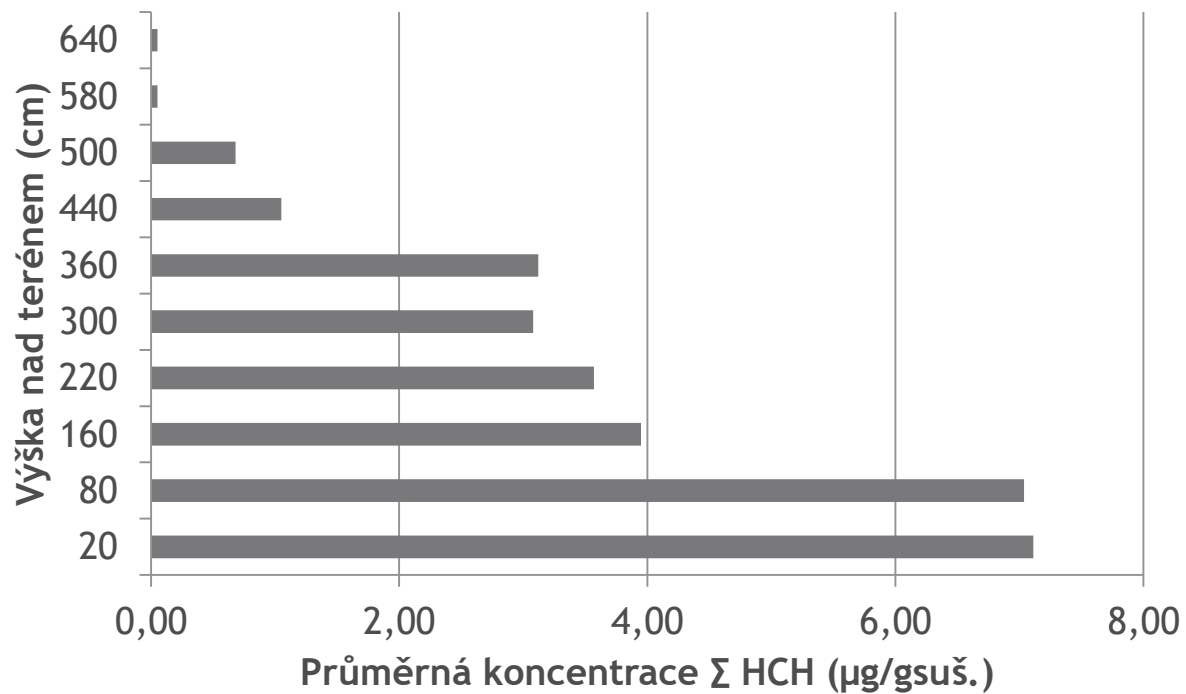
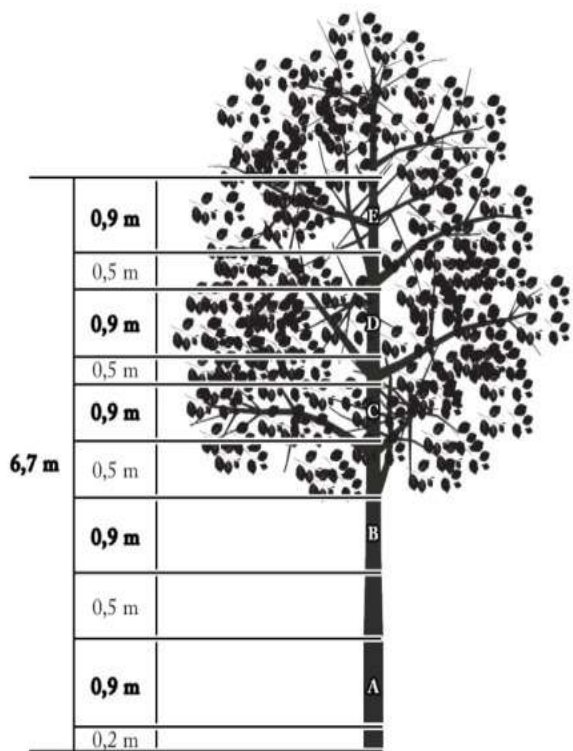
water spring (m)

00 300 200 100 0



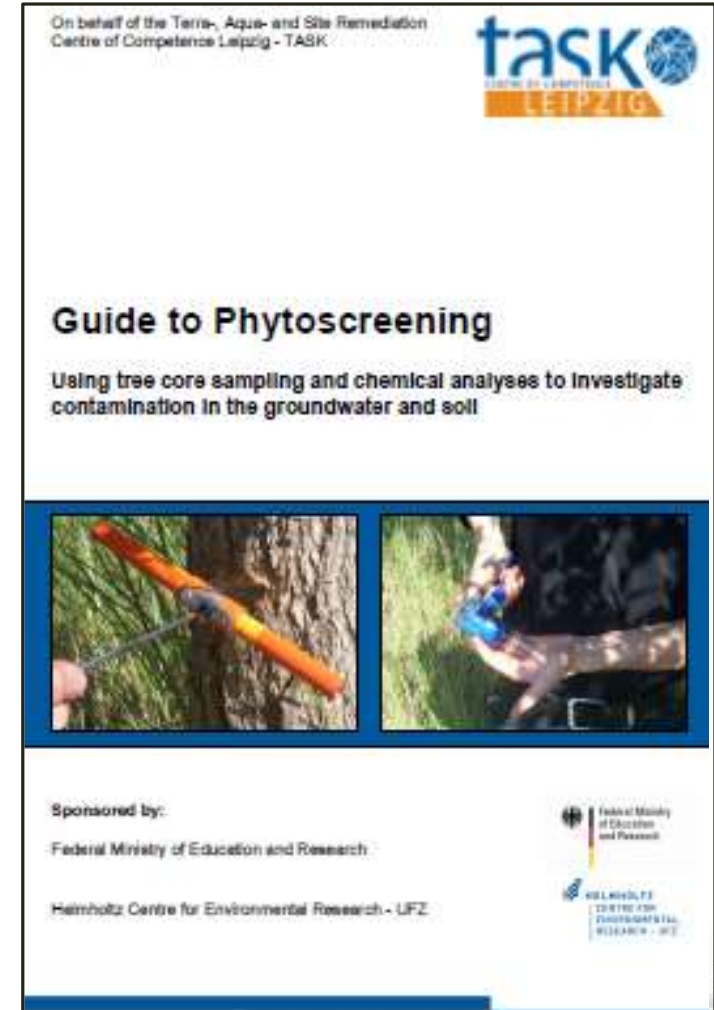
## HCH in Ostrovský stream





# FYTOSCREENING HCH - HISTORIE

- Zkušenosti s HCH jsou kontroverzní
  - Guide to Phytoscreening tvrdí bez dalšího vysvětlení - že pro HCH je phytoscreening nevhodný  
ale
  - z lokality Hájek máme data dokládající přítomnost HCH v biomase náletových dřevin  
Inovativní sanační technologie: Antoš V., Hrabák P., Macháčková J., Šupíková I., Polách L., Černík M., Kvapil P., Akumulace hexachlorocyklohexanů v biomase *Alnus glutinosa*
- keře HCH přijímají  
*Cytisus striatus*: Becerra-Castro, C. et al, 2013. Phytoremediation of hexachlorocyclohexane (HCH)-contaminated soils using *Cytisus striatus* and bacterial inoculants in soils with distinct organic matter content. *Environmental Pollution* 178, 202-210.  
*Cynara and Erica sp.*: Calvelo Pereira, R. et. all, 2008. Distribution pathways of hexachlorocyclohexane isomers in a soil-plant-air system. A case study with *Cynara scolymus* L. and *Erica sp.* plants grown in a contaminated site. *Environmental Pollution* 155, 350-358.

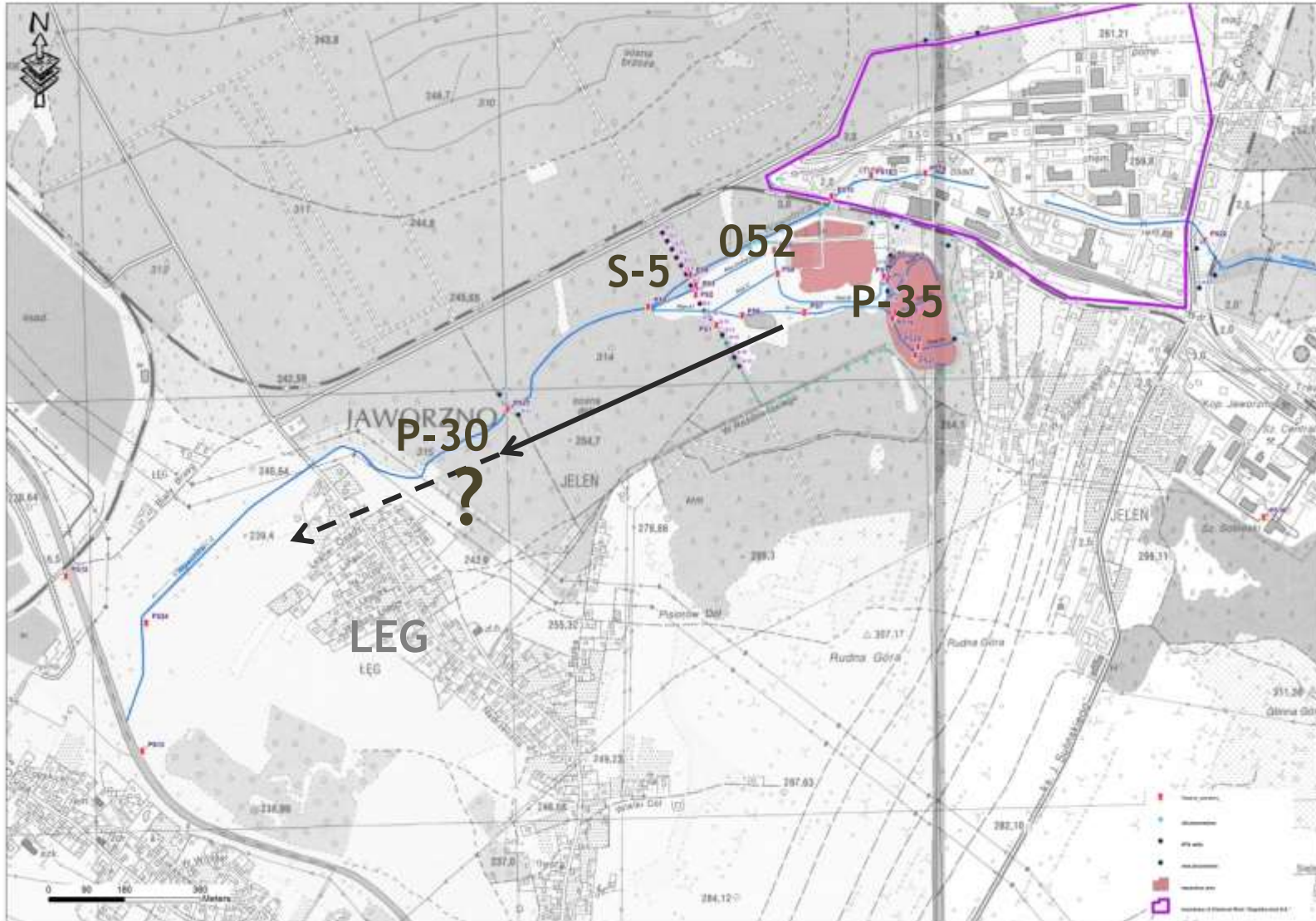


# STROMY PRO VYMEZENÍ KONT. MRAKŮ?

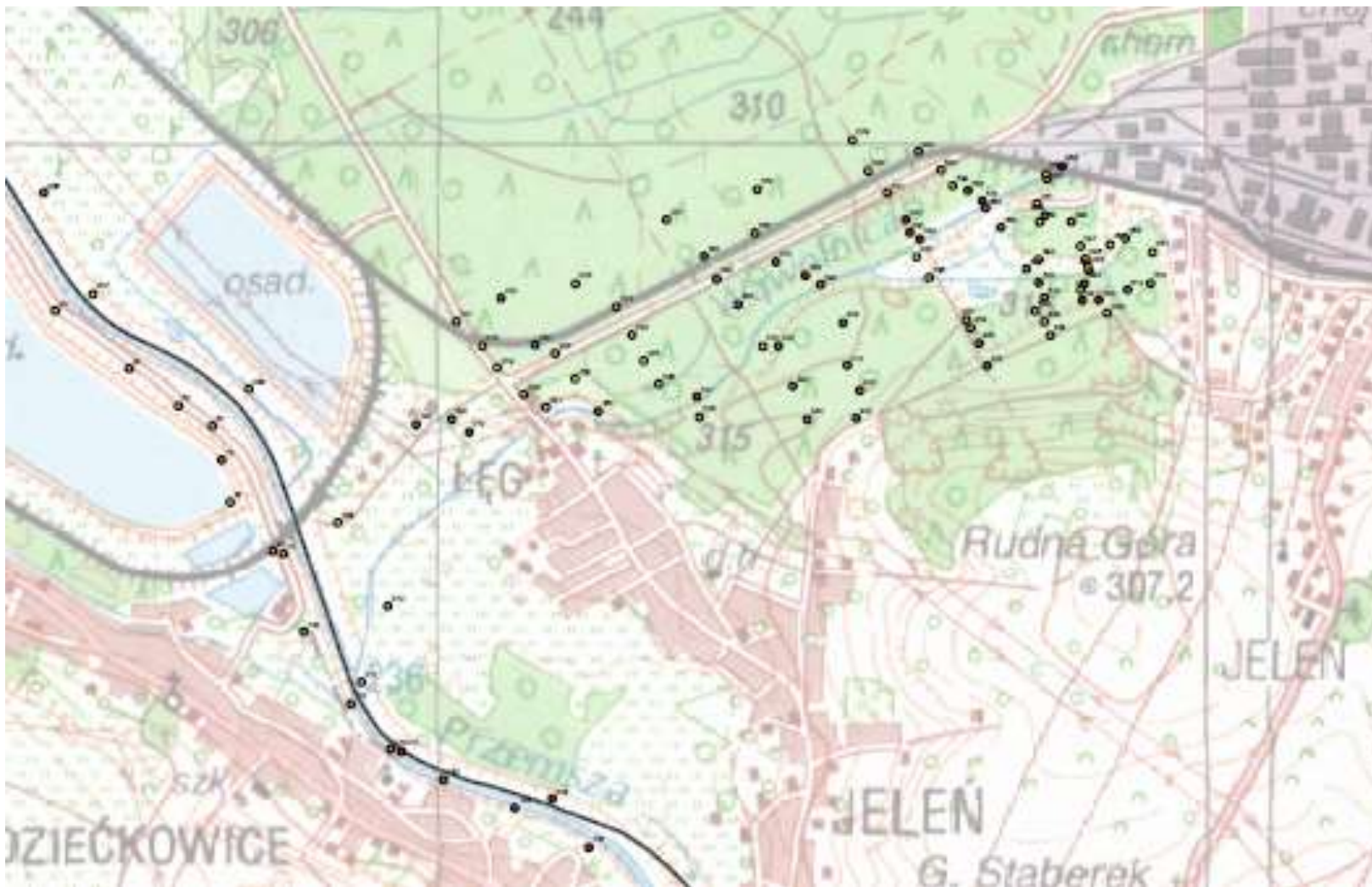




# EMPIRICKÉ OVĚŘENÍ - JAWORZNO



# EMPIRICKÉ OVĚŘENÍ - JAWORZNO



- Málo prozkoumané čelo kontaminačního mraku - mohou být zasaženy ovocné stromy v intravilánu obce Leg?
- Oproti lokalitě Hájek - plné zalesnění (i když druhově heterogenní)
- Niva řeky Wawolnice s minimální terénní členitostí
- 24 vzorků podzemní vody a 118 vzorků biomasy stromů, červen 2017
- Změna protokolu odběru vzorků biomasy:
  - Opuštění konceptu přírůstkového vrtáku
  - Aku vrtačky, mnoho baterií, mnoho vrtáků, box se suchým ledem
  - Odběr vzorku kůry (vrták  $\varnothing$  12 mm, 0,5 - 1 cm hluboko), poté ve stejném místě odběr vzorku dřeva (vrták  $\varnothing$  6 mm, 10 cm hluboko)
  - Měření obvodu stromů ve 130 cm nad terénem
  - Zaměření GPS souřadnic stromu
  - Označení stromů reflexní páskou (možnost opakování vzorkovacího eventů)
  - Fotodokumentace
  - 2x 3-členná vzorkařská skupina, 2 dny práce



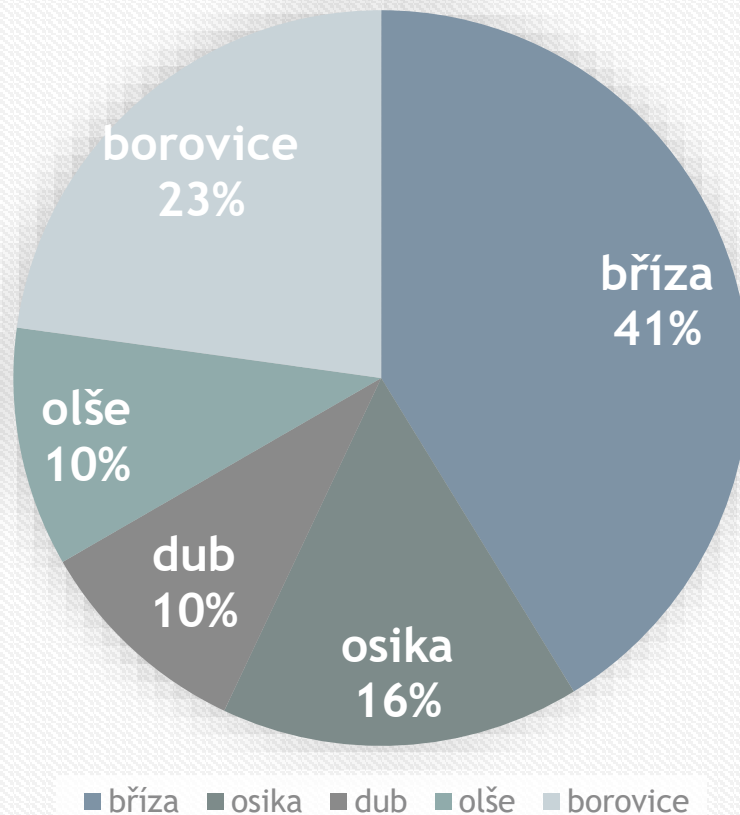


# EMPIRICKÉ OVĚŘENÍ - JAWORZNO



# DRUHOVÉ ZASTOUPENÍ

## Druhové zastoupení (97 % vzorků)



+ 1x jasan, 1x javor, 2x lípa





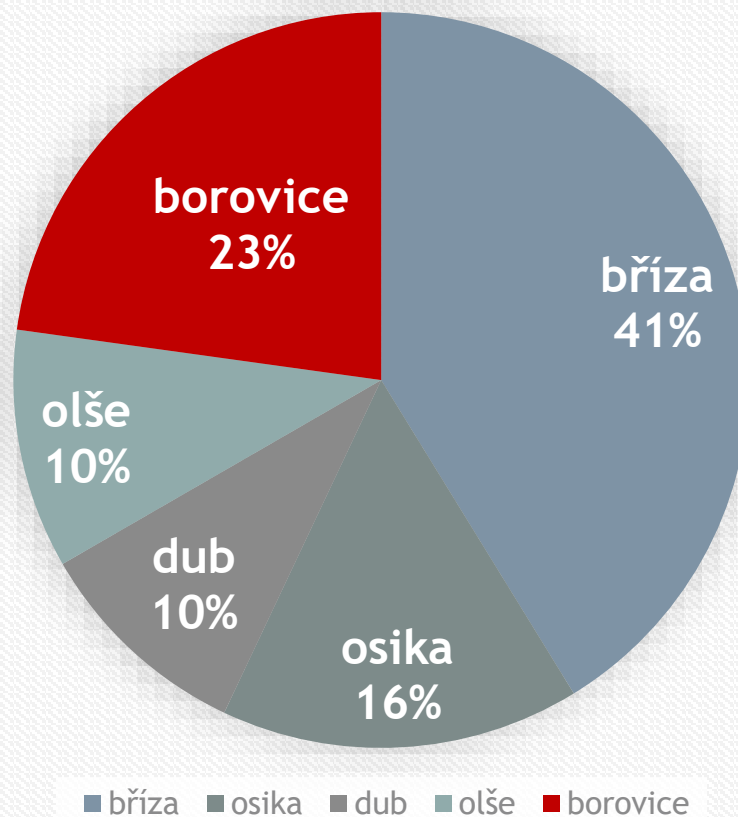
- Extrakce rozpouštědlem: aceton/hexan 1:1,  
10 ml + 1 g vzorku
- Třepání přes noc
- Oddělení rozpouštědla
- Vysušení rozpouštědla
- Přídavek interního standardu (deuterovaný  $\gamma$ -HCH a 2,3,5-triClB,  $^{13}\text{C}$  značený penta-CF)
- „Matrix matched“ kalibrace (biomasa referenčních, čistých stromů použita k získání matričně shodného rozpouštědla pro přípravu kalibračních roztoků)
- Nástřik do GC-MS/MS systému, 42 analytů (HCH, ClB, ClF)
- Limit kvantifikace 0,1 ng/g<sub>suš.</sub>



- V kůře stromů nalezeny jen nízké koncentrace HCH (max. 20 ng/g<sub>suš.</sub>), žádné ClB, žádné ClF - mechanismus příjmu HCH rostlinou musí být přes kořeny
- 51 % vzorků dřeva má sumu HCH <0,1 ng/g<sub>suš.</sub>
- Max. suma HCH ve vzorcích ze zdrojové zóny: 49 621 ng/g<sub>suš.</sub>
- Ve zdrojové zóně mají vzorky borovic řádově nižší obsahy HCH, než listnaté stromy (tisíce ng/g<sub>suš.</sub>) - asi jiný mechanismus příjmu HCH nebo jejich rychlejší transformace - pro vymezení mraku bude dobré použít jen listnáče
- I přesto jsou koncentrace v borovicích 1000x vyšší, než koncentrace pozad'ové (jednotky ng/g<sub>suš.</sub>)
- Jiné POPs ve stromech nenalezeny
- Probíhá statistické zpracování dat, interpolace dat z podzemní vody
- Jednoznačný závěr pro obytnou zónu nelze z dat udělat (raději ovzorkovat)



## Druhové zastoupení (97 % vzorků)



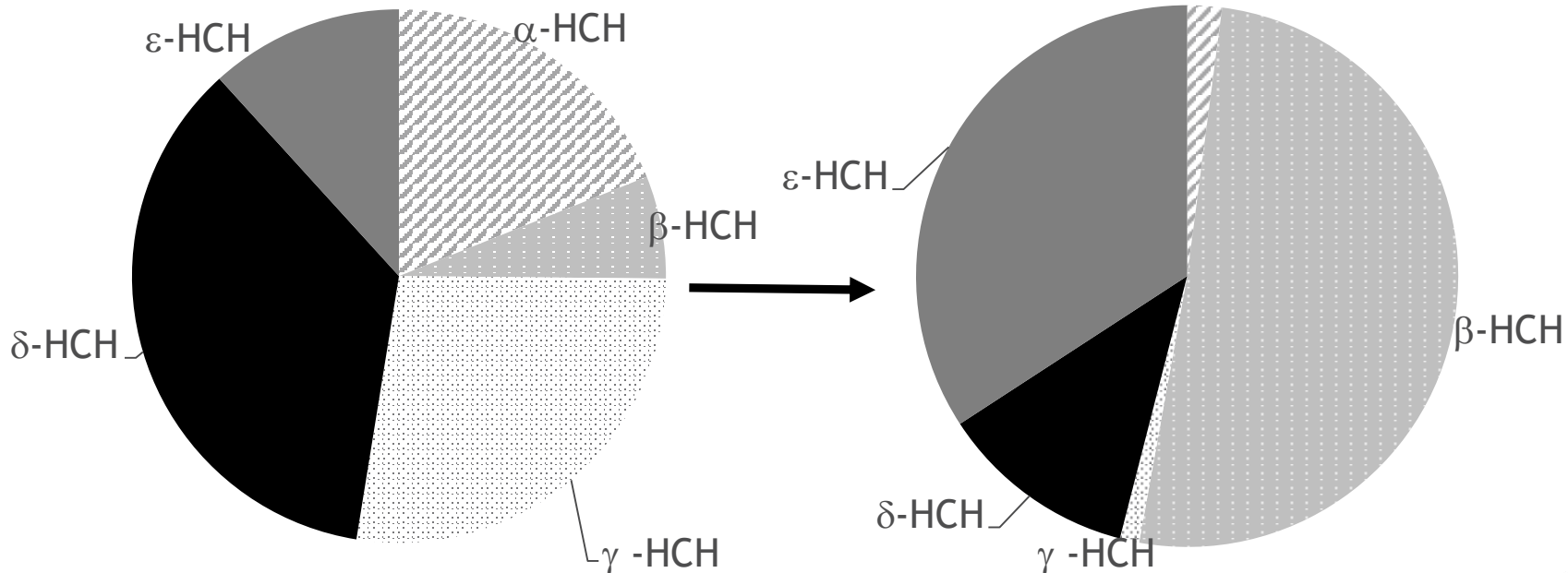
+ 1x jasan, 1x javor, 2x lípa



# IZOMERNÍ PROFILY HCH - JAWORZNO

Jaworzno groudwater (average sum 226 ng.g<sup>-1</sup> in total)

Jaworzno trees (average sum 6 449 ng.g<sup>-1</sup> in total)



# PRVNÍ VÝSLEDKY

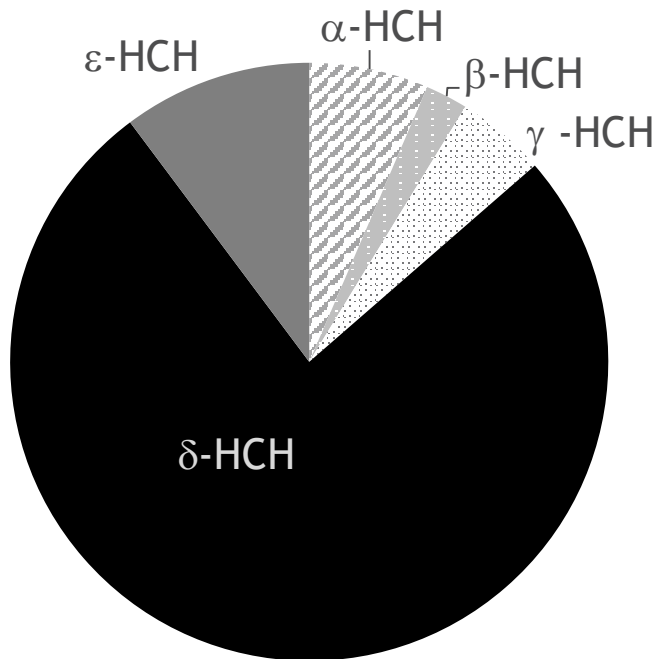
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	species	sample nr.:	tree circumfer ence	latitude N	longitude E	sample weight corrected (dry mass)	alfa-HCH	beta-HCH	gama-HCH	delta-HCH	epsilon-HCH	suma HCH
2							wood	wood	wood	wood	wood	wood
3			cm			gram	ng/Edw	ng/Edw	ng/Edw	ng/Edw	ng/Edw	ng/Edw
4	birch	001	103	N50°11'26"	E 19°12'33"	0,55	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
5	birch	002	167	N50°11'25"	E 19°12'33"	0,37	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
6	birch	003	98	N50°11'26"	E 19°12'32"	0,58	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
7	pine	004	94	N50°11'26.5"	E 19°12'32.04"	0,42	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
8	poplar	005	77	N50°11'25.3"	E 19°12'32.5"	0,40	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
9	pine	006	75	N50°11'16.6"	E 19°12'39.8"	0,38	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
10	birch	009	149	N50°10'50.9"	E 19°13'15.2"	0,34	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
11	poplar	010	56	N50°10'44.4"	E 19°13'21.2"	0,49	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
12	birch	011	64	N50°10'38.5"	E 19°13'18.0"	0,39	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
13	oak	014	116	N50°10'18.1"	E 19°13'57.2"	0,94	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
14	birch	015	115	N50°10'5.34"	E 19°14'4.4"	0,42	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
15	poplar	016	175	N50°9'45.1"	E 19°14'17.5"	0,25	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
16	birch	018	67	N50°11'4.6"	E 19°13'32.7"	0,59	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
17	birch	020	43	N50°11'0.8"	E 19°13'37.7"	0,36	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
18	birch	022	63	N50°11'7.6"	E 19°13'48.9"	0,39	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
19	birch	023	118	N50°11'9.4"	E 19°13'44.0"	0,63	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
20	birch	024	35	N50°11'5.4"	E 19°13'50.8"	0,29	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
21	birch	025	30	N50°11'3.4"	E 19°13'52.2"	0,25	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
22	birch	026	59	N50°11'1.6"	E 19°13'54.0"	0,51	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
23	birch	028	80	N50°10'59.0"	E 19°13'58.9"	0,28	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
24	birch	030	100	N50°11'18.1"	E 19°14'19.4"	0,37	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
25	alder	041	154	N50°11'8.0"	E 19°14'45.2"	0,46	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
26	birch	050	43	N50°11'14.1"	E 19°14'40.1"	0,31	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
27	birch	052	112	N50°11'17.4"	E 19°14'41.0"	0,56	236,29	35 146,44	220,51	522,74	13 495,34	49 621,32
28	birch	051	46	N50°11'15.5"	E 19°14'39.8"	0,39	81,70	22 226,68	20,52	48,61	961,10	23 338,61
29	birch	053	109	N50°11'17.8"	E 19°14'40.9"	0,55	98,87	18 120,72	32,99	65,51	201,03	18 519,12
30	poplar	046	76	N50°11'11.2"	E 19°14'45.6"	0,41	142,61	13 975,10	38,64	272,59	717,82	15 146,77
31	birch	049	44	N50°11'14.6"	E 19°14'40.7"	0,28	242,93	11 142,64	<0.1	74,33	3 117,97	14 577,87
32	birch	047	71	N50°11'12.2"	E 19°14'45"	0,30	200,64	6 860,50	73,50	103,43	5 214,56	12 452,63
33	poplar	048	60	N50°11'14.1"	E 19°14'43.9"	0,47	579,63	9 513,75	13,67	63,27	1 733,75	11 904,07
34	birch	037	81	N50°11'6.5"	E 19°14'31.2"	0,37	188,31	2 932,68	130,99	1 795,61	1 896,52	6 944,11
35	birch	055	53	N50°11'12.3"	E 19°14'48.6"	0,53	471,03	4 344,77	246,65	690,45	518,15	6 271,05
36	birch	056	55	N50°11'12.8"	E 19°14'50.4"	0,38	107,89	4 231,41	53,38	606,40	239,68	5 238,76
37	alder	054	87	N50°11'18.4"	E 19°14'42.8"	0,40	43,34	4 632,51	19,87	36,74	307,63	5 040,09
38	poplar	045	56	N50°11'10.6"	E 19°14'45.9"	0,24	44,78	4 159,18	15,78	180,20	198,09	4 598,03
39	alder	077	112	N50°11'0.6"	E 19°13'58.6"	0,47	122,82	3 101,00	51,98	190,28	1 065,01	4 531,08



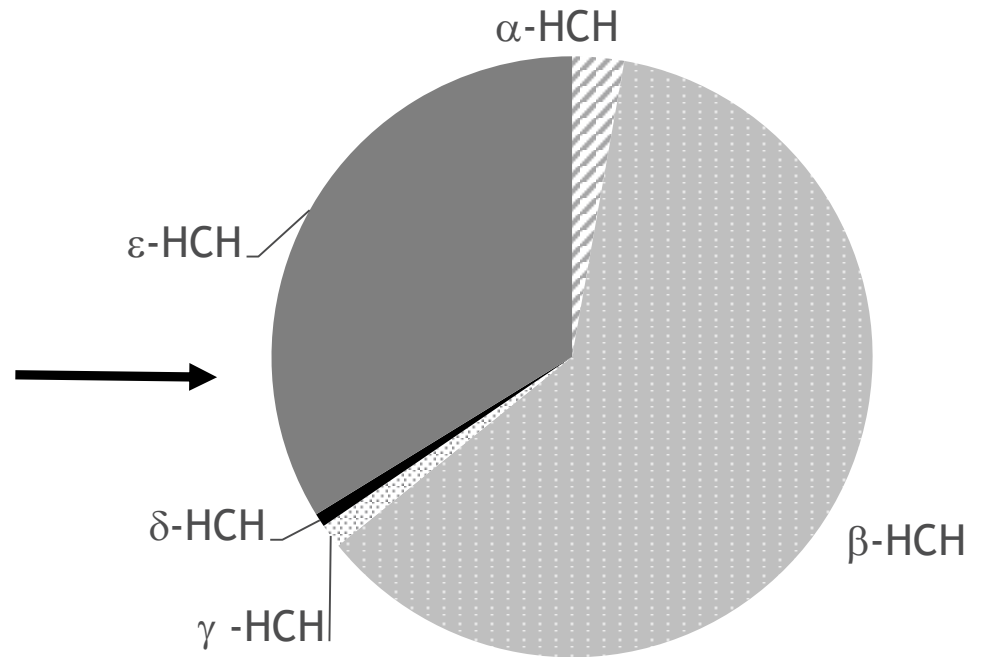


# IZOMERNÍ PROFIL HCH - HÁJEK

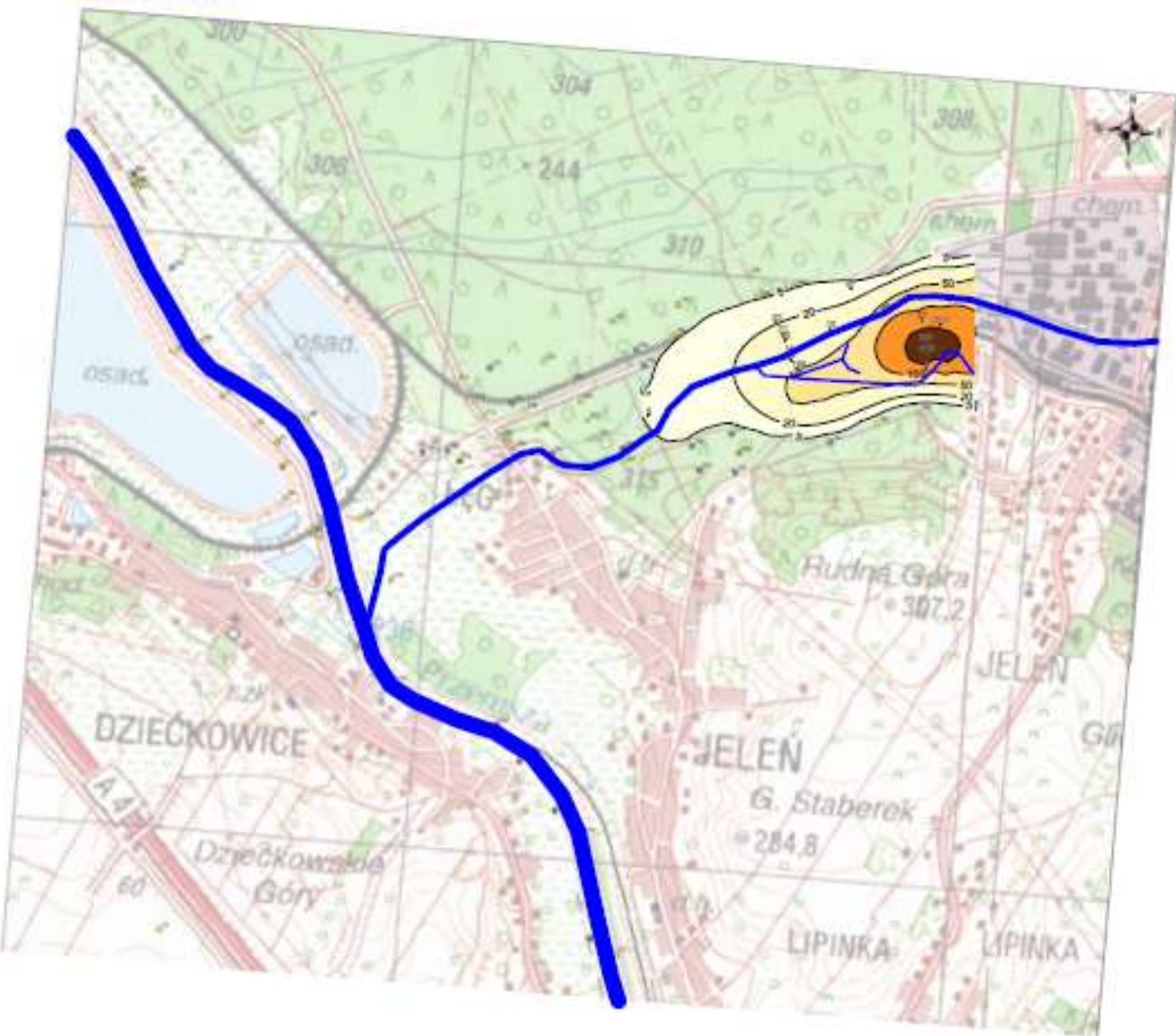
Hájek groundwater (110 ng.g<sup>-1</sup> HCH average sum)



Hájek trees (2.105 ng.g<sup>-1</sup> HCH average sum)



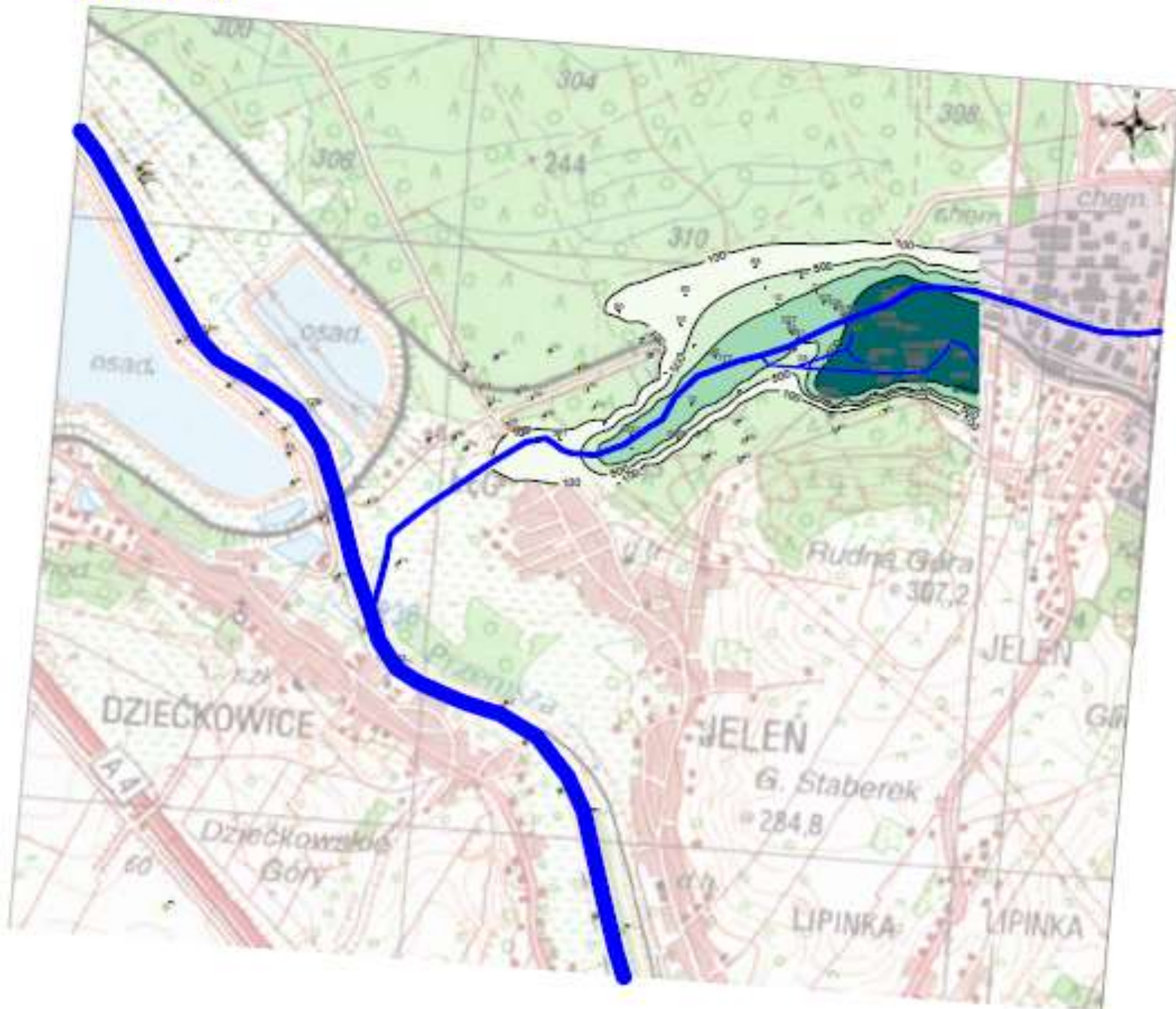
# Jaworzno



Sum of HCH in water (ug/l)



# Jaworzno







Hájek - 2017



Hájek - 2018



# PERSPEKTIVY

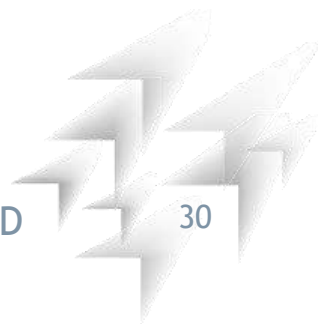


- Dokončit vyhodnocení dat - podobnost izomerních profilů - více různých zdrojů?
- Jaworzno - další vzorkovací kolo po roce - jen listnáče, více vzorků
- Jaworzno - odebrat i veteránské stromy, dendrochronologie
- Dodělat analýzy veteránských stromů z Hájku (olše, osika, bříza)
- Podat projekt na rozkrytí mechanismu příjmu a transformace HCH dřevinami (vliv symbiotických bakterií a mykorrhizních hub)
- Provést experimenty se semenáčky stromů, spikování rhizosféry individuálními izomery HCH, mezidruhové srovnání
- Rozklíčovat sezonalitu koncentrací HCH v dřevní biomase





- Projektu AMIIGA
- Kolegům z TUL
- Společnosti DIAMO
- Městu Jaworzno
- Vám za pozornost



# AMIIGA - KONTAKTY



Mgr. Pavel Hrabák  
Cxl, Technická univerzita v Liberci



[www.interreg-central.eu/amiiga](http://www.interreg-central.eu/amiiga)



[pavel.hrabak@tul.cz](mailto:pavel.hrabak@tul.cz)



774 844 038



[linkedin.com/company/amiigaproject](https://www.linkedin.com/company/amiigaproject)

