



*Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja
w Krakowie*

*Politechnika Krakowska
Politechnika w Zwoleniu*



**WYKORZYSTANIE KRAJOBRAZOWEGO
POTENCJAŁU HYDRYCZNEGO
DO OBLICZANIA MEDIANY PRZEPŁYWÓW
MAKSYMALNYCH ROCZNYCH
Z WIELOLECIA
W ZLEWNIACH GÓRNEJ WISŁY**

**Andrzej Wałęga, Dariusz Młyński, Jakub Wojkowski,
Artur Radecki-Pawlik, Tomáš Lepeška**

*Konferencja Naukowo-Techniczna „Hydrologia w zarządzaniu zasobami wodnymi”
Kraków, 24 września 2021 r.*

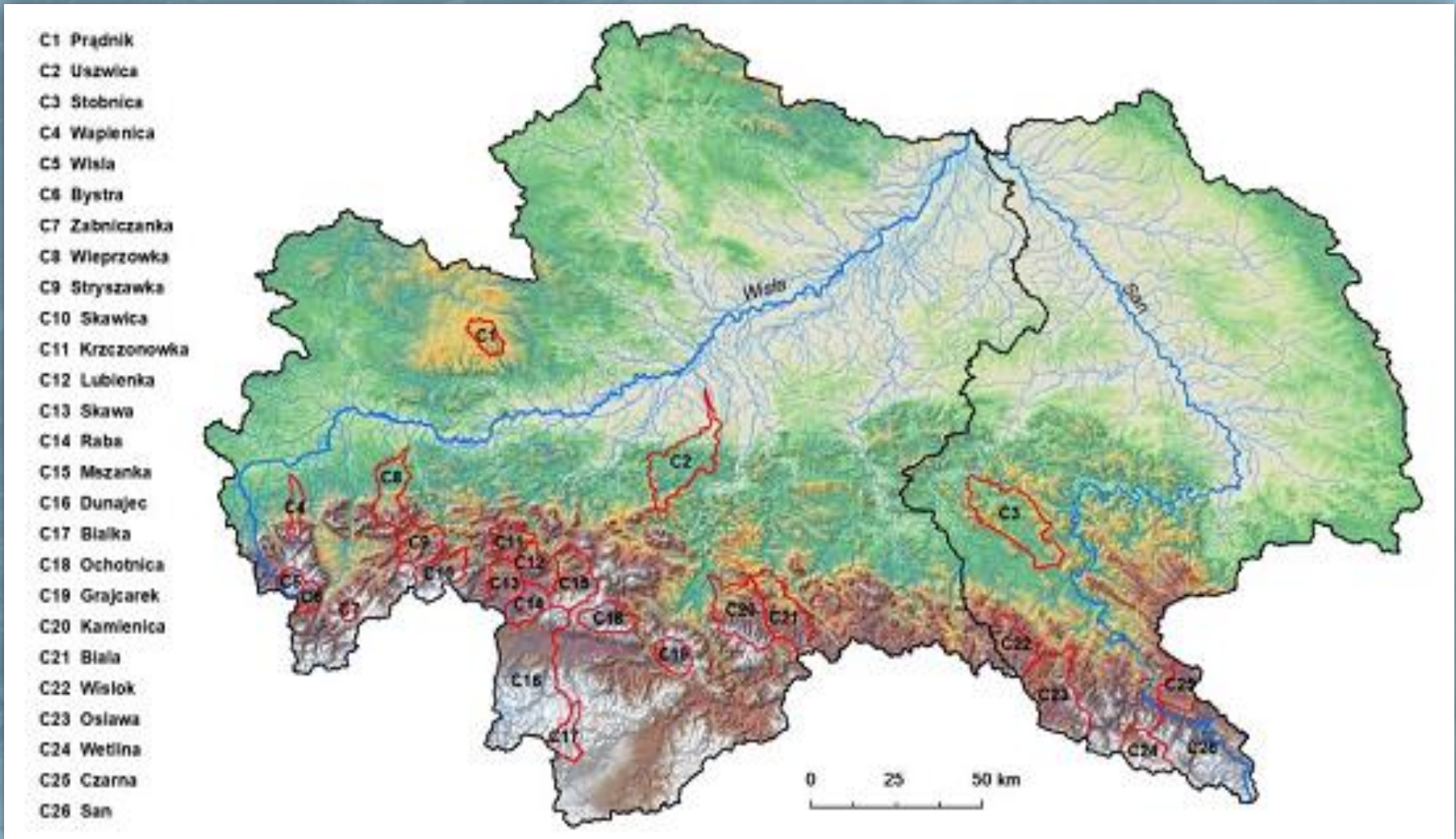
PLAN PREZENTACJI

- 1. Cel pracy**
- 2. Charakterystyka obszaru badań**
- 3. Metodyka badań**
- 4. Wyniki badań**
- 5. Podsumowanie**

CEL PRACY

- ❑ Szacowanie przepływów maksymalnych rocznych w zlewniach niekontrolowanych stanowi wciąż nierozwiązany problem we współczesnej hydrologii.
- ❑ Jednym ze źródeł niepewności w określaniu wielkości przepływów maksymalnych w zlewniach niekontrolowanych, za pomocą wzorów empirycznych, jest dobór predyktorów, które w sposób właściwy i kompleksowy opisują kluczowe procesy w zlewni wpływające na przepływu maksymalne.
- ❑ Celem pracy było opracowane równania empirycznego do obliczania mediany przepływów maksymalnych (Q_{MED}) w funkcji Landscape Hydric Potential *LHP* w zlewniach górnej Wisły.

CHARAKTERYSTYKA OBSZARU BADAŃ



Rys. 1. Lokalizacja zlewni badawczych

METODYKA BADAŃ

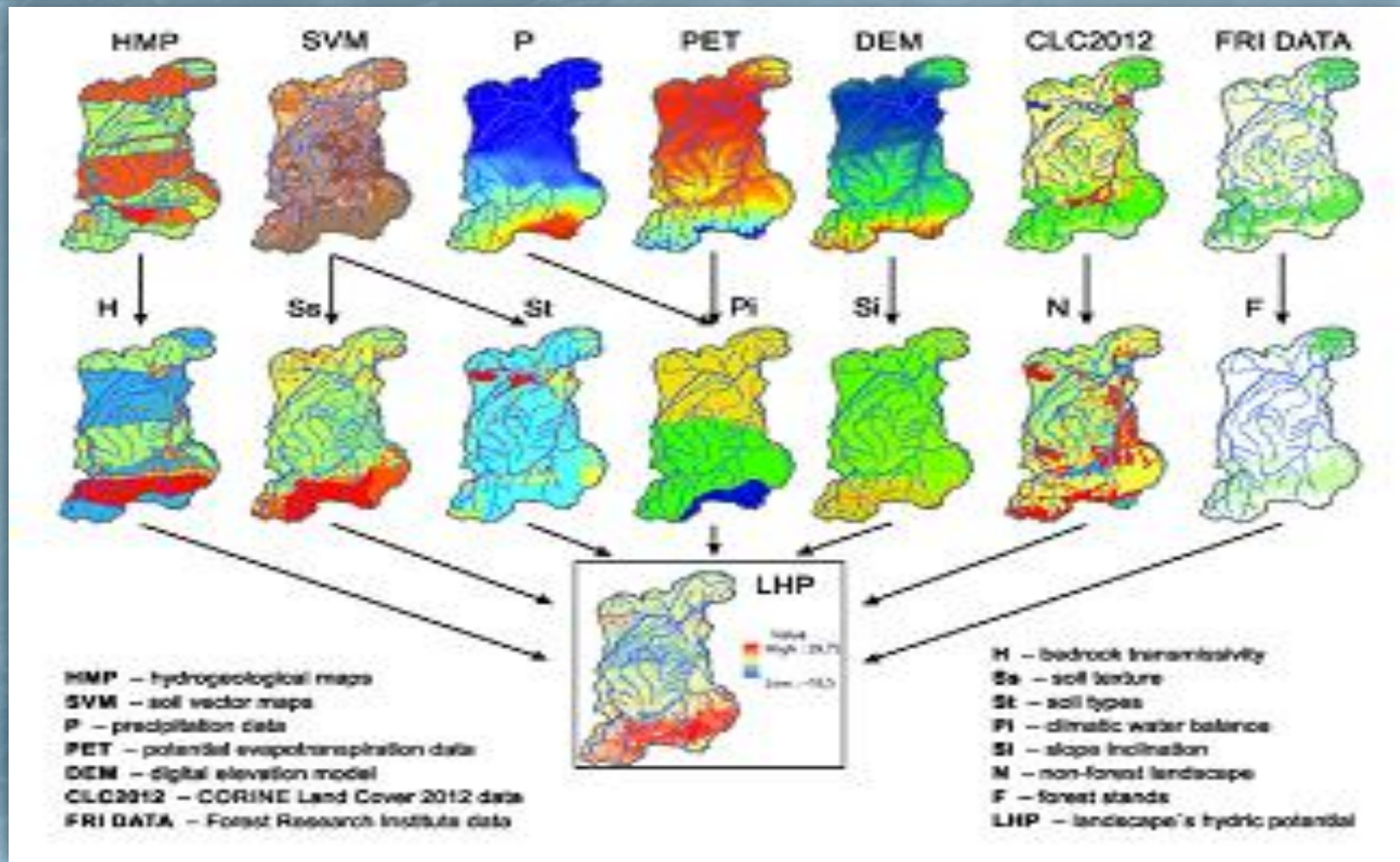
Potencjał hydryczny zlewni - nowa koncepcja wykorzystania praktycznego GIS i w zarządzaniu zasobami wodnymi. Określa zdolność ekosystemu do retencji opadów atmosferycznych, opóźniania odpływu oraz infiltracji wody do gleby:

$$LHP = 1.5H + 2.5St + 3Ss + 4Pi + 3Si + 3.5F + 2N$$

gdzie:

H - przewodność podłoża, *St* – typ gleby, *Ss* – uziarnienie gleby, *Pi* – klimatyczny bilans wodny, *Si* – spadek terenu, *F* – udział terenów leśnych, *N* - udział terenów nie pokrytych lasem.

METODYKA BADAŃ



Rys. 2. Schemat obliczania LHP

METODYKA BADAŃ

- ❑ Dane do analizy obejmujące opady i przepływy pochodziły z zasobów Instytutu Meteorologii i Gospodarki Wodnej Państwowego Instytutu Badawczego w Warszawie i obejmowały wielolecie 1971-2015.
- ❑ Powierzchnia zlewni A oraz LHP zostały wybrane do opracowania równania pozwalającego na obliczenia Q_{MED} .

METODYKA BADAŃ

Jakość modelu została określona za pomocą współczynnika Nasha-Sutcliffea:

$$EF = 1 - \frac{\sum_{i=1}^N (Q_{max_obs} - Q_{max_obl})^2}{\sum_{i=1}^N (Q_{max_obs} - \overline{Q_{max_obs}})^2}$$

gdzie:

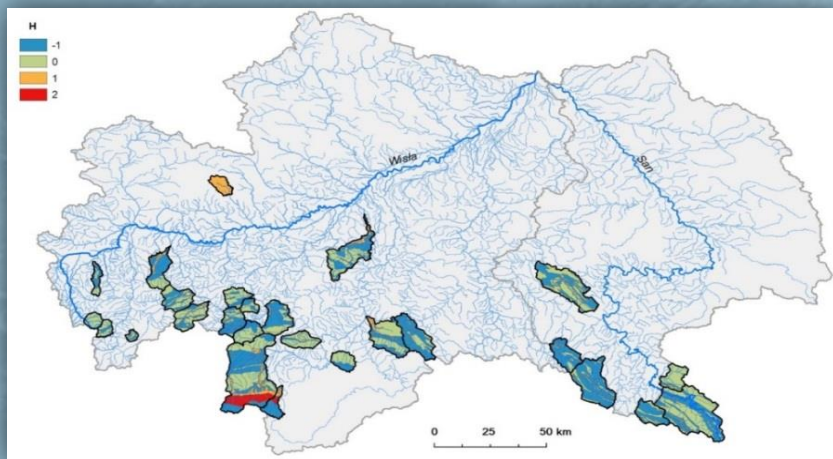
Q_{max_obs} – przepływ obserwowany (m^3/s); Q_{cal} – przepływ obliczony (m^3/s); $\overline{Q_{max_obs}}$ - średnia z przepływów obserwowanych (m^3/s).

WYNIKI BADAŃ

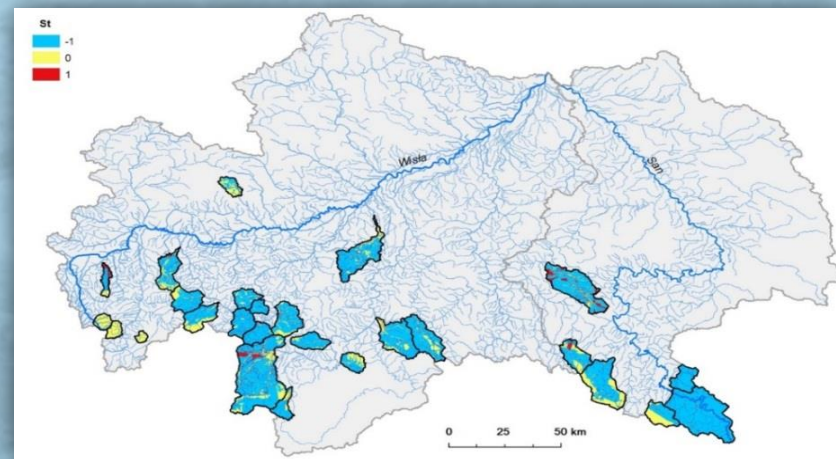
Tabela 1. Charakterystyka fizjograficzna zlewni badawczych

Catchment Code	River – Cross-Section	<i>A</i> (km ²)	<i>H</i> (–)	<i>St</i> (–)	<i>Ss</i> (–)	<i>Pi</i> (–)	<i>Si</i> (–)	<i>F</i> (–)	<i>N</i> (–)	<i>LHP</i> (–)	<i>Q_{MED}</i> (m ³ ·s ⁻¹)
C1	Prądnik – Ojców	67.5	0.7	-0.9	0.3	0.0	1.0	0.4	-1.3	1.2	1.2
C2	Uszwica – Borzęcin	268.5	-0.3	-0.7	0.6	0.0	1.6	0.5	-0.1	5.6	89.5
C3	Stobnica – Godowa	335.8	-0.4	-0.6	1.2	0.0	1.3	0.7	0.0	7.5	57.5
C4	Wapienica – Podkępie	52.7	-0.5	-0.2	1.6	0.5	1.3	0.6	-1.3	8.8	24.7
C5	Wisła – Wisła	53.4	0.0	0.0	2.9	1.0	0.7	1.1	0.6	20.1	23.4
C6	Bystra – Kamesznica	49.2	-0.2	0.0	2.3	0.9	0.8	0.7	0.8	16.5	10.7
C7	Żabniczanka – Żabnica	23.39	-0.4	0.0	1.5	1.0	0.6	1.1	0.7	15.2	8.6
C8	Wieprzówka – Rudze	151.8	-0.4	-0.6	0.2	0.2	1.4	0.5	-0.7	4.3	59.3
C9	Stryszawka – Sucha	140.0	-0.4	-0.8	-0.2	0.8	1.0	1.0	0.2	7.0	35.2
C10	Skawica – Skawica Dolna	143.8	-0.2	-0.6	-0.2	0.8	0.8	1.2	0.2	7.9	41.2
C11	Krzczonówka – Krzczonów	93.0	-0.3	-0.8	-0.4	0.2	1.1	0.9	-0.3	3.0	35.8
C12	Lubieńka – Lubień	48.1	-0.4	-0.9	-0.3	0.0	1.1	0.7	-0.1	1.8	12.8
C13	Skawa – Jordanów	123.7	-0.6	-0.9	-0.7	0.0	1.6	0.6	-0.3	1.2	26.5
C14	Raba – Rabka	102.0	-0.3	-0.9	-0.1	0.0	1.3	0.7	-0.5	2.2	23.2
C15	Mszanka – Mszana Dolna	174.0	-0.5	-0.7	-0.3	0.5	1.0	0.7	0.1	4.0	67.3
C16	Dunajec – Nowy Targ	685.1	0.0	-0.7	0.2	0.5	1.2	0.5	0.2	6.6	135.0
C17	Białka – Łysa Polana	78.0	-0.3	-0.8	2.5	1.4	0.1	0.5	-0.1	12.7	33.3
C18	Ochotnica – Tylmanowa	109.0	-0.1	-0.8	-0.1	0.0	0.6	1.1	0.4	3.9	18.5
C19	Grajcarek – Szczawnica	75.4	-0.3	-0.6	-0.4	0.0	0.6	1.3	0.3	3.7	15.3
C20	Kamienica – Nowy Sącz	237.7	-0.3	-0.8	-0.3	0.2	1.0	1.0	0.0	3.7	121.0
C21	Biała – Grybów	212.2	-0.8	-0.8	-0.6	0.0	1.2	0.9	0.2	2.3	77.0
C22	Wisłok – Puławy	143.6	-0.8	-0.6	1.1	0.5	1.1	1.3	0.4	11.7	53.3
C23	Oslawa – Szczawne	307.0	-0.8	-0.6	0.9	0.9	1.1	1.3	0.3	11.7	80.0
C24	Wetlina – Kalnica	131.2	-0.7	-0.5	1.2	1.0	0.8	1.6	0.2	13.3	45.9
C25	Czarna – Polana	113.8	-0.1	-1.0	0.9	1.0	1.2	1.3	0.5	13.2	26.8
C26	San – Zatwarnica	535.4	-0.4	-1.0	1.2	1.0	1.1	1.4	0.5	13.6	167.5

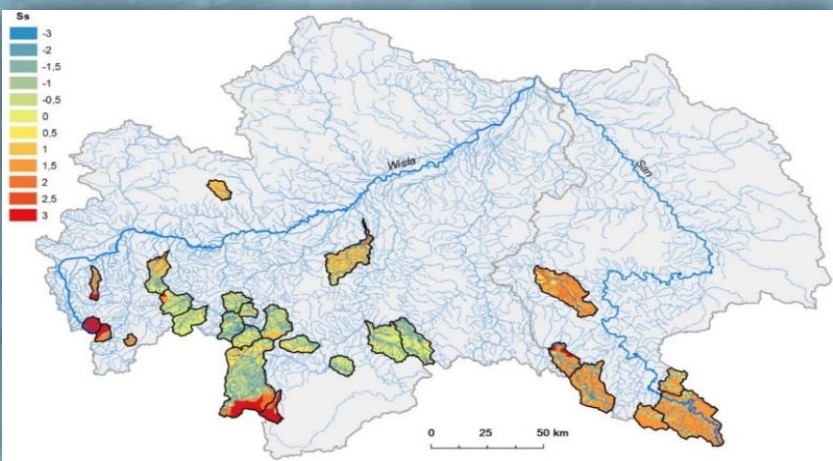
WYNIKI BADAŃ



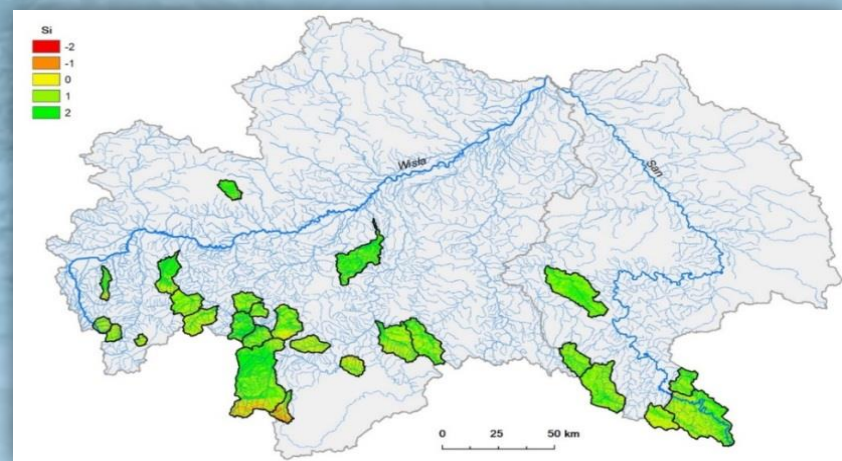
Rys. 3. Przewodność podłoża analizowanych zlewni



Rys. 4. Typy gleb w analizowanych zlewniach

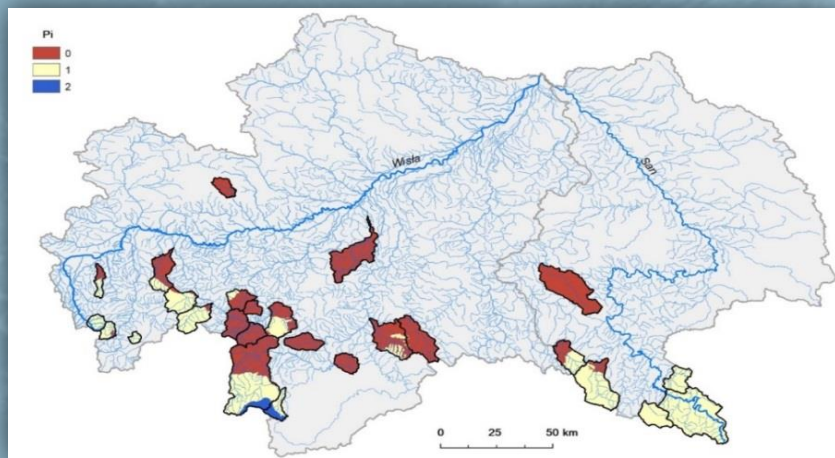


Rys. 5. Uziarnienie gleb w analizowanych zlewniach

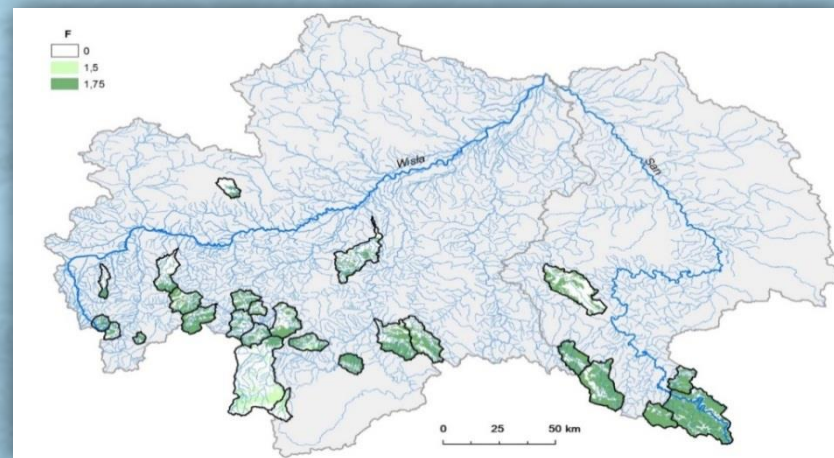


Rys. 6. Spadki analizowanych zlewni

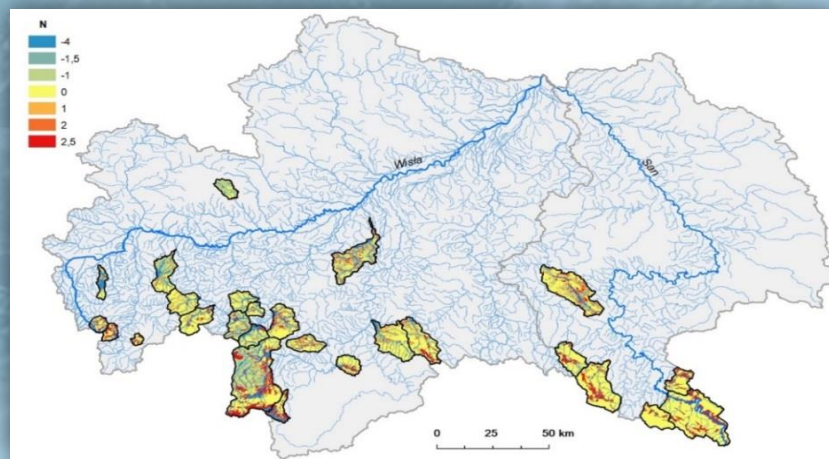
WYNIKI BADAŃ



Rys 7. Klimatyczny Bilans Wodny w analizowanych zlewniach

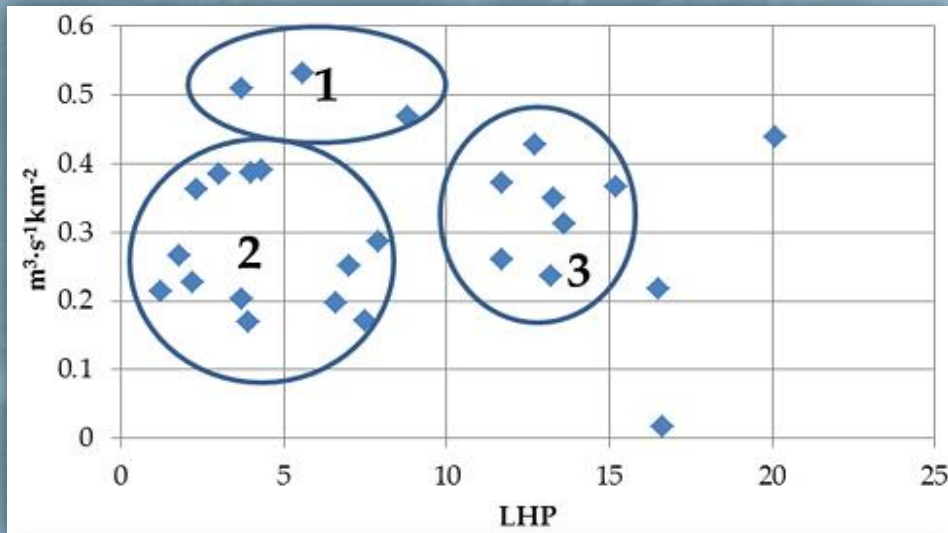


Rys. 8. Wskaźnik kondycji lasów w analizowanych zlewniach

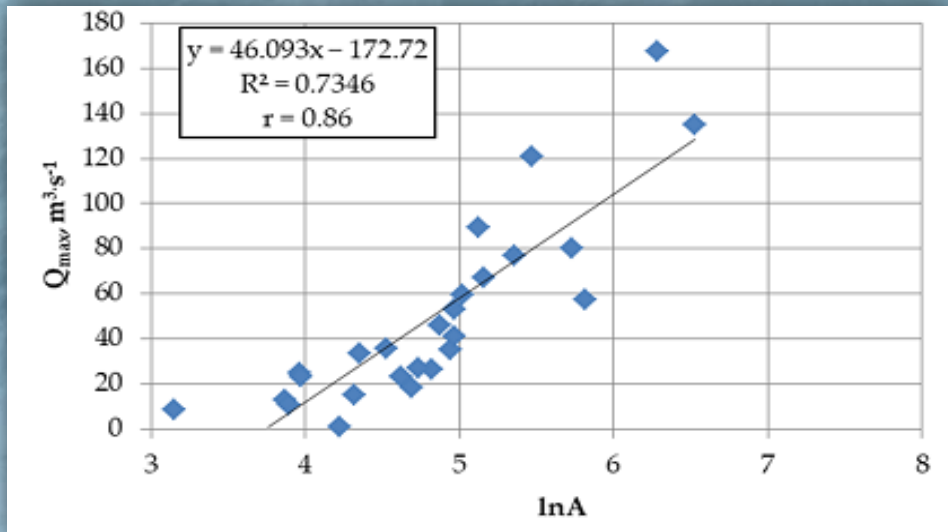


Rys. 9. Użytkowanie analizowanych zlewni

WYNIKI BADAŃ



Rys. 10. Zależność między LHP a odpływem jednostkowym dla przepływów maksymalnych w analizowanym obszarze



Rys. 11. Zależność między logarytmem powierzchni zlewni a odpływem jednostkowym dla przepływów maksymalnych w analizowanym obszarze

WYNIKI BADAŃ

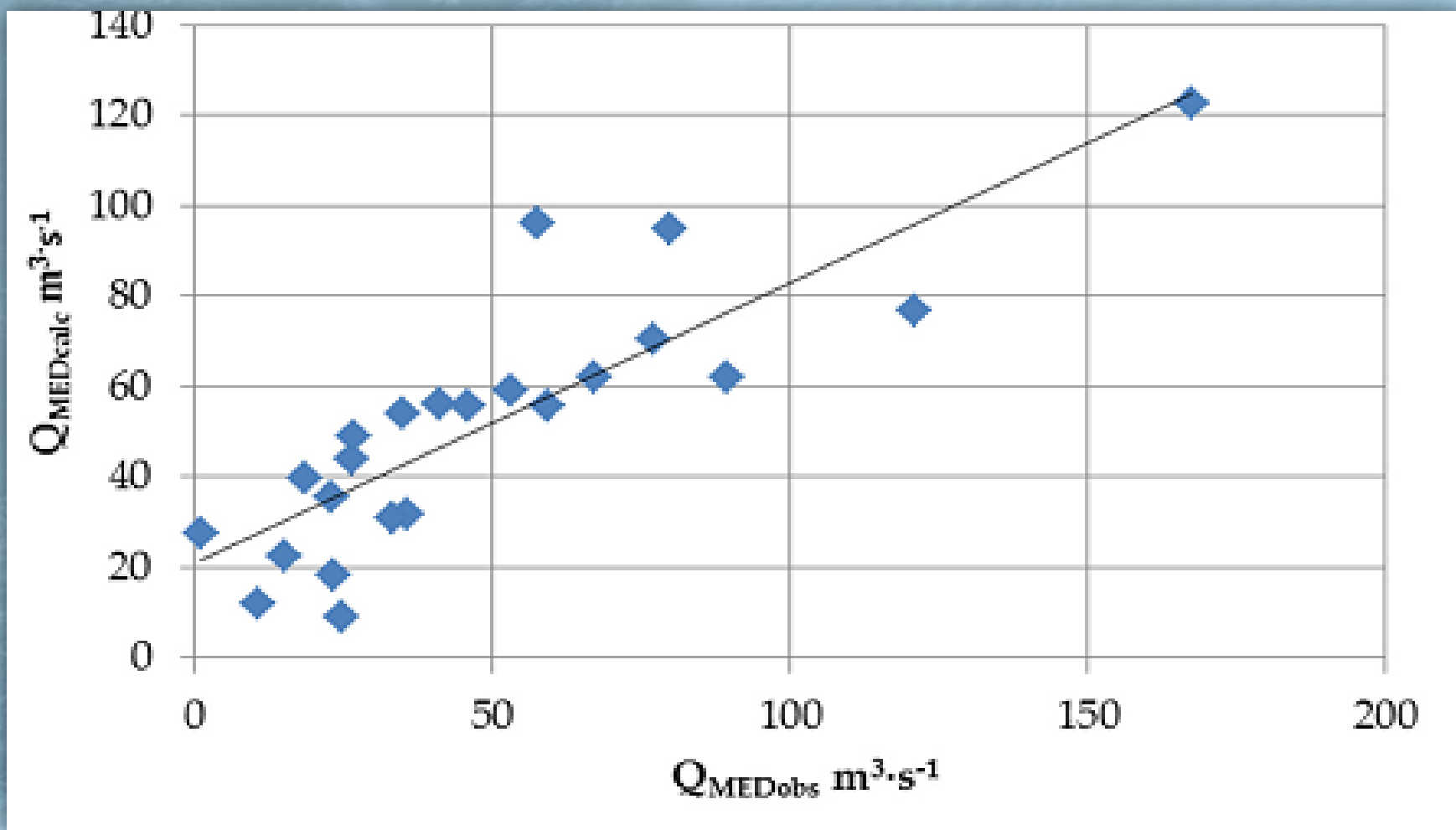
Tabela 2. Wyniki analizy regresji wielokrotnej opracowanego modelu empirycznego do szacowania Q_{MED}

Variable	F	p	b*	Standard Error of b*	b	Standard Error of b	t	p _i
a					-185.72	31.09	-5.97	0.000
lnA	33.434	0.000	0.883	0.109	47.46	5.87	8.09	0.000
LHP			0.100	0.109	0.761	0.83	0.92	0.367

Ostateczna postać opracowanego równania do obliczania Q_{MED} w analizowanym obszarze:

$$Q_{MED} = -185.72 + 47.46 \cdot \ln A + 0.761 \cdot LHP \text{ (m}^3 \cdot \text{s}^{-1}\text{)}$$

WYNIKI BADAŃ



Rys. 12. Zależność między obserwowanym a obliczonym Q_{MED} w zlewniach analizowanego obszaru: $R = 0,862$; $R^2 = 0,722$

PODSUMOWANIE

- ❑ LHP jest kompleksowym wskaźnikiem uwzględniającym kluczowe charakterystyki zlewni wpływające na zdolności retencyjne a do jego wyznaczania można wykorzystać techniki GIS.
- ❑ LHP może być wykorzystany jako jeden z predyktorów do obliczania Q_{MED} w zlewniach niekontrolowanych zlewni Górnej Wisły.
- ❑ Opracowane równanie empiryczne do szacowanie Q_{MED} uwzględnia w większym stopniu niż powszechnie stosowane metody, przestrzenne zróżnicowanie warunków hydrogeologicznych, glebowych, klimatycznych, topograficznych i pokrycia terenu.

PODSUMOWANIE

Wałęga A., Młyński D., Wojkowski J., Radecki-Pawlik A., Lepeška, T. 2020. New Empirical Model Using Landscape Hydric Potential Method to Estimate Median Peak Discharges in Mountain Ungauged Catchments. *Water*, 12, 1-18.



Article

New Empirical Model Using Landscape Hydric Potential Method to Estimate Median Peak Discharges in Mountain Ungauged Catchments

Andrzej Wałęga ^{1,*}, Dariusz Młyński ¹, Jakub Wojkowski ² Artur Radecki-Pawlik ³
and Tomáš Lepeška ⁴



*Uniwersytet Rolniczy im. Hugona Kołłątaja
w Krakowie*

*Politechnika Krakowska
Politechnika w Zvoleniu*



DZIĘKUJEMY ZA UWAGĘ

**Andrzej Wałęga, Dariusz Młyński, Jakub Wojkowski,
Artur Radecki-Pawlik, Tomáš Lepeška**

*Konferencja Naukowo-Techniczna „Hydrologia w zarządzaniu zasobami wodnymi”
Kraków, 24 września 2021 r.*