



## Ocena możliwości wykorzystania rezerw zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych do łagodzenia skutków suszy w rolnictwie



**Piotr Herbich**  
Państwowy Instytut Geologiczny-  
Państwowy Instytut Badawczy  
Państwowa Służba Hydrogeologiczna



# Działalność Państwowej Służby Hydrogeologicznej w latach 2015-2017 (finansowanej ze środków wypłacanych przez NFOŚiGW)

www.pgi.gov.pl

## Zadanie 36

**Określenie możliwości poboru wód podziemnych na cele nawodnień rolniczych oraz okresowego łagodzenia skutków suszy.**



### *Cel zadania:*

Opracowanie wskazań do racjonalnego i zrównoważonego wykorzystania rezerw dyspozycyjnych zasobów wód podziemnych do okresowych i intensywnych nawodnień, pokrywających niedobory wodne upraw rolniczych i zapobiegających spadkowi plonów, szczególnie w warunkach cyklicznie powtarzającej się głębokiej i długotrwałej suszy w sezonie wegetacyjnym.



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy



## Podstawy prawne wykorzystania zasobów wód podziemnych do nawodnień upraw rolnych w warunkach suszy

*Ustawa prawo wodne stanowi, że*

- zarządzanie zasobami wodnymi ma na celu m.in. ograniczenie skutków suszy poprzez zapewnienie wody na potrzeby rolnictwa w ramach przygotowania i wdrożenia planów przeciwdziałania skutkom suszy na obszarach dorzeczy i w regionach wodnych;
- w warunkach stanu klęski żywiołowej wywołanej suszą, dopuszczalne jest korzystanie z wód podziemnych w rozmiarze i czasie wynikającym z konieczności zwalczania zagrożenia dla utrzymania niezbędnego poziomu produkcji rolniczej;
- wykorzystanie zasobów wód podziemnych do nawodnień upraw rolniczych jest dopuszczalne i uzasadnione w warunkach istnienia odpowiednich rezerw zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych oraz braku możliwości poboru na potrzeby nawodnień odpowiednich ilości wód powierzchniowych w sposób ekonomicznie i technicznie uzasadniony.

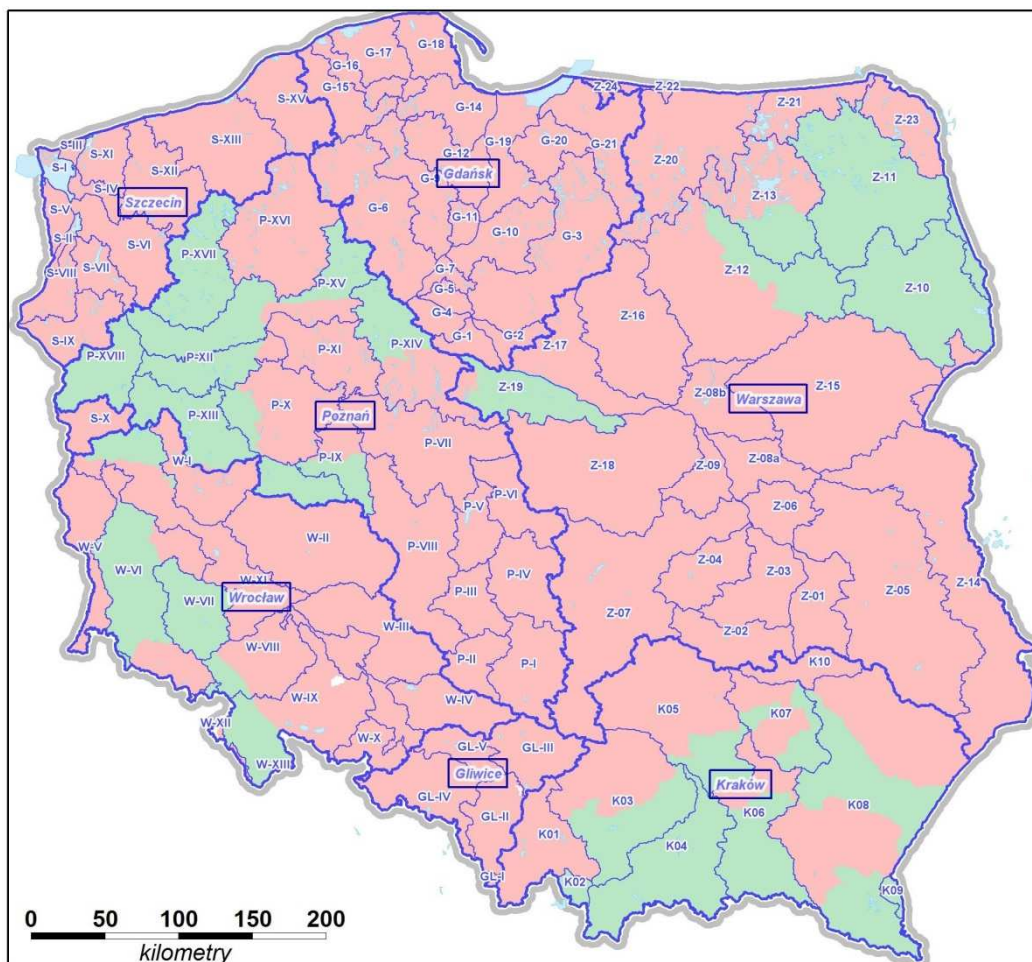
# Zasoby dyspozycyjne wód podziemnych (Rozp.MŚ1994-2016)



- ... zasoby wód podziemnych dostępne do zagospodarowania, stanowiące średnią z wielolecia wielkość całkowitego zasilania wód podziemnych określonego obszaru bilansowego (jednostki hydrogeologicznej, wytypowanej w celu ustalenia zasobów odnawialnych i zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych wraz z oceną stopnia ich zagospodarowania), ustalone z uwzględnieniem występującego w obszarze bilansowym przestrzennego różnicowania warunków zasilania, występowania, parametrów hydrogeologicznych i kontaktów hydraulicznych poziomów wodonośnych oraz przestrzennego rozkładu istniejącego użytkowania wód podziemnych, wyznaczone bez wskazywania szczegółowej lokalizacji i warunków techniczno-ekonomicznych ujmowania wód, z uwzględnieniem przestrzennego rozkładu środowiskowych i hydrogeologicznych ograniczeń dla stopnia zagospodarowania zasobów wód podziemnych w ekosystemach lądowych od nich zależnych. pomniejszone o średnią z wielolecia wielkość przepływu wód, tak aby nie dopuścić do
  - znacznego pogorszenia stanu wód powierzchniowych związanych z wodami podziemnymi,
  - powstania znaczących szkód w ekosystemach,
  - pogorszenia stanu chemicznego wód podziemnych.



# Stan udokumentowania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych

www.pgi.gov.pl



-  Obszary objęte dokumentacjami hydrogeologicznymi z ustaleniem zasobów dyspozycyjnych
-  Obszary objęte dokumentacjami hydrogeologicznymi - dokumentacje w trakcie realizacji \*

Źródło: PSH 2017

Realizacja projektu:

*„Wykonanie programów prac i dokumentacji hydrogeologicznych ustalających zasoby dyspozycyjne wód podziemnych dla potrzeb przeprowadzania bilansów wodno-gospodarczych oraz opracowania warunków korzystania z wód regionu wodnego i zlewni”.*

Generalny wykonawca projektu:

PIG – PIB na podstawie umowy z 25.07.2013r. z NFOŚiGW jako dotującym.

Kierownik projektu: E. Przytuła

**W 2019 r. zakończenie prac - cały obszar kraju zostaje objęty ustaleniem zasobów dyspozycyjnych w 104 obszarach bilansowych**

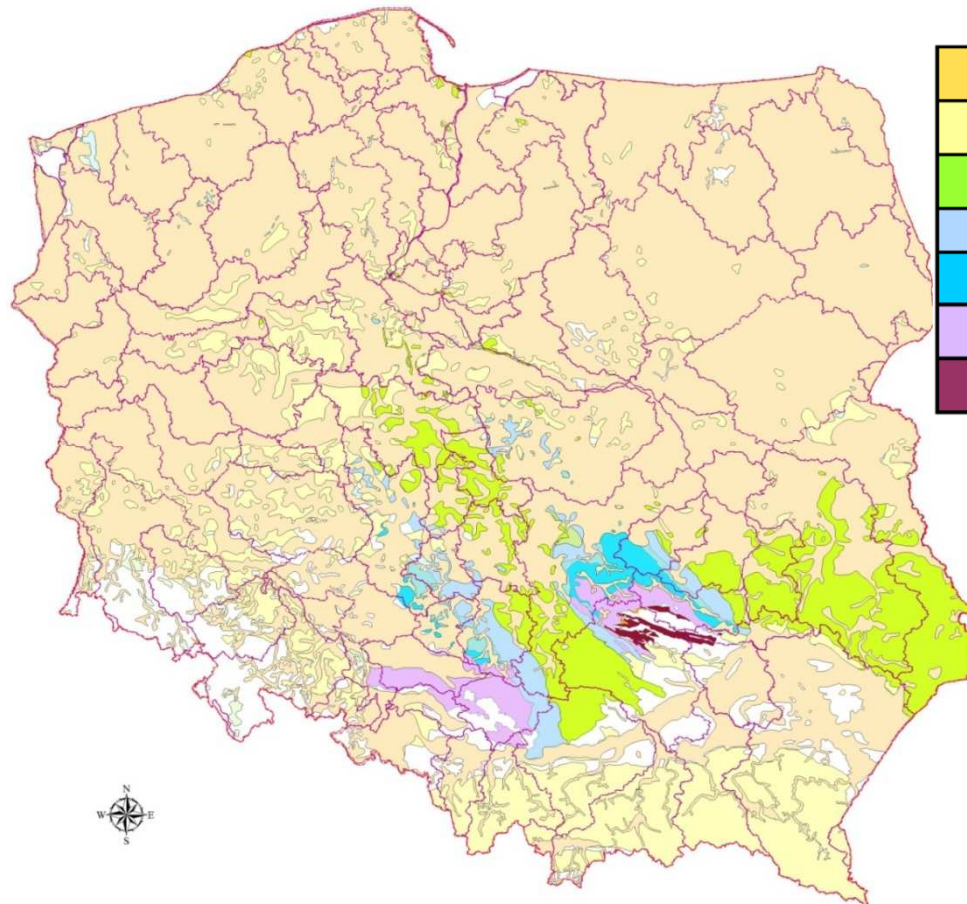


Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

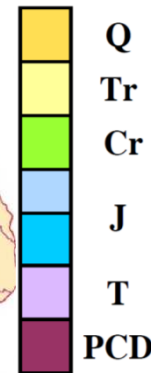


# Użytkowe poziomy wodonośny w Polsce

www.pgi.gov.pl



obszary bilasnowe



Użytkowe poziom wodonośny - zespół warstw zbudowanych z utworów wodoprzepuszczalnych o miąższości  $> 5\text{m}$  i własnościach umożliwiających eksploatację ujęć wód podziemnych z wydajnością studni  $> 5\text{m}^3/\text{godz.}$  i jakości wód nadającej się do prostego uzdatniania wodociągowego.

Obszary występowania pierwszych od powierzchni terenu użytkowych poziomów wodonośnych w utworach piętra:

Q- czwartorzędowego,  
Tr – trzeciorzędowego,  
Cr –kredowego, J-jurajskiego  
T-triasowego, P-permskiego  
C-karbońskiego, D-dewońskiego

# Hydrogeologiczny bilans wodnogospodarczy kraju

rezerwy zasobów dyspozycyjnych  
 $11 \text{ km}^3/\text{r} = 29 \text{ mln m}^3/\text{d}$

pobór z ujęć studziennych wodoc. kom.  
 $1,46 \text{ km}^3/\text{rok}$   
105 l/dobę·os.  
(71% zaopatrz. komunalnego)

pobór wód podziemnych  
 $2,78 \text{ km}^3/\text{rok}$   
= 20,6% zasobów dostępnych

pobór z ujęć studziennych przemysł.  
 $0,37 \text{ km}^3/\text{rok}$

odpływ podziemny do rzek  $\approx 27 \text{ km}^3/\text{rok}$   
49% odpływu całk.  
(SQ =  $54,8 \text{ km}^3/\text{rok}$ )

infiltracja opadów  
→ zasilanie wód podziemnych  
 $\approx 34 \text{ km}^3/\text{r}$   
(18% opadu śred.)

odwadnianie kopalń  
 $0,95 \text{ km}^3/\text{rok}$

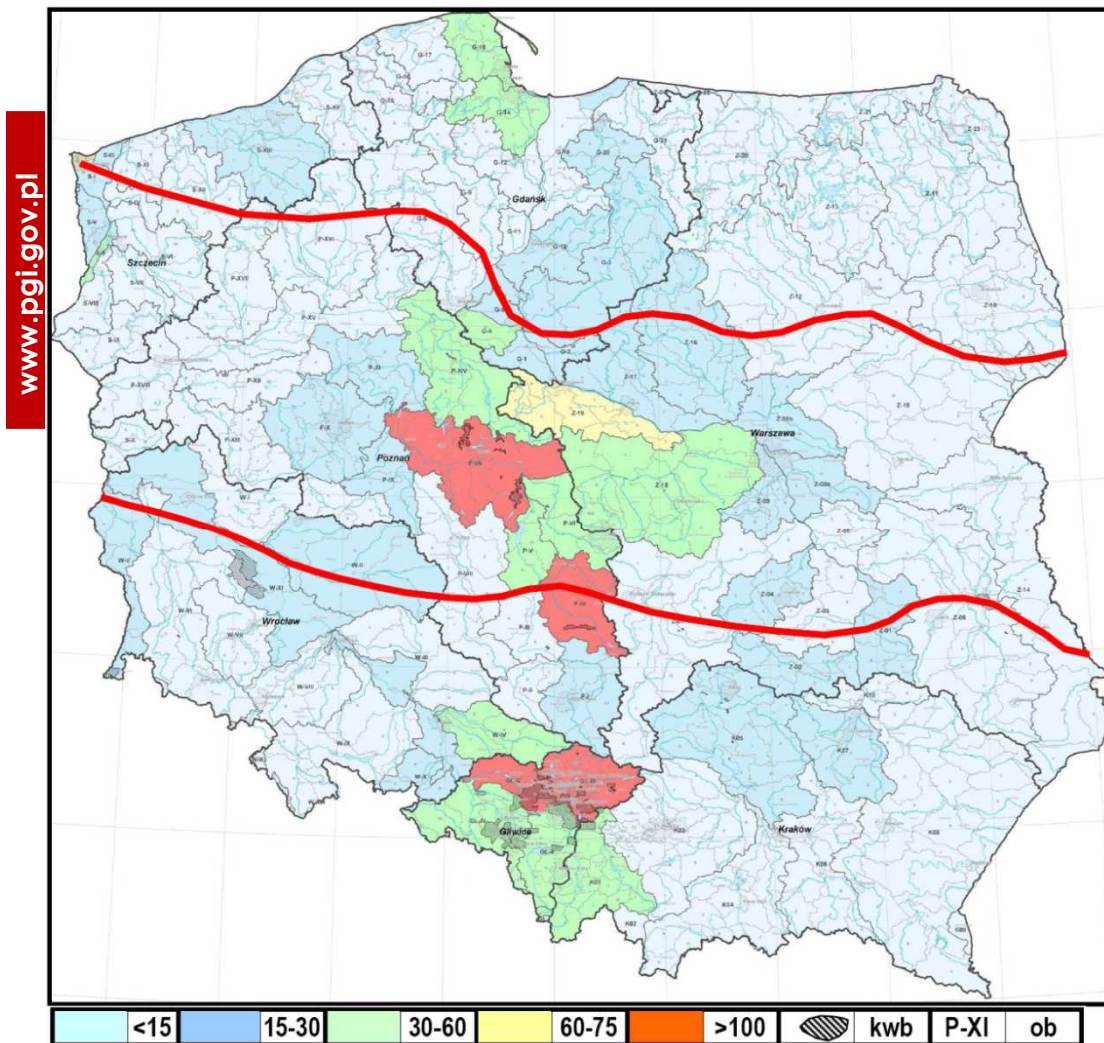
parowanie i wegetacja siedlisk podmokłych  
 $\approx 4 \text{ km}^3/\text{r}$

zasoby dyspozycyjne wód podziemnych:  
 $36,0 \text{ mln m}^3/\text{d}$   
 $13,5 \text{ km}^3/\text{r} \approx 1 \text{ m}^3/\text{os. dobę}$

zmagazynowane zasoby wód podz. w poziomach wodonośnych  
 $\approx 5 \text{ tys. km}^3$  (130 tys.  $\text{m}^3/\text{os.}$ )  
w tym  $\approx 1,5 \text{ tys. km}^3$  w strefie aktywnej wymiany (30-letni odpływ rzeczny)



# Położenie środkowopolskiego pasa suszy na tle mapy stopnia $W$ wykorzystania zasobów ZD dyspozycyjnych wód podziemnych



$W=U/ZD$  [%] – stosunek rejestrowanego poboru  $U$  z ujęć wód podziemnych i drenaży górniczych do ZD zasobów dyspozycyjnych w obszarach bilansowych

## Uwagi do interpretacji bilansu zasobów i poboru

- drenaż górniczy ujmuje dopływ z infiltracji opadów, zasobów statycznych, infiltracji z rzek i jezior a następnie zwraca go do rzek lub wód podziemnych (rekultywacja wodna odkrywek);
- pobór z dużych ujęć komunalnych obejmuje infiltrację wód powierzchniowych i zwraca ~75% jako oczyszczone ścieki do rzek

Środkowopolski pas suszy – obszar o niskich opadach i wysokim parowaniu (Wielkopolska, Kujawy, Mazowsze, Polesie)

Opracowanie: P. Herbich, G. Mordzonek, E. Przytuła, 2015 PSH



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy





# Definicja suszy rolniczej i niżówki hydrogeologicznej

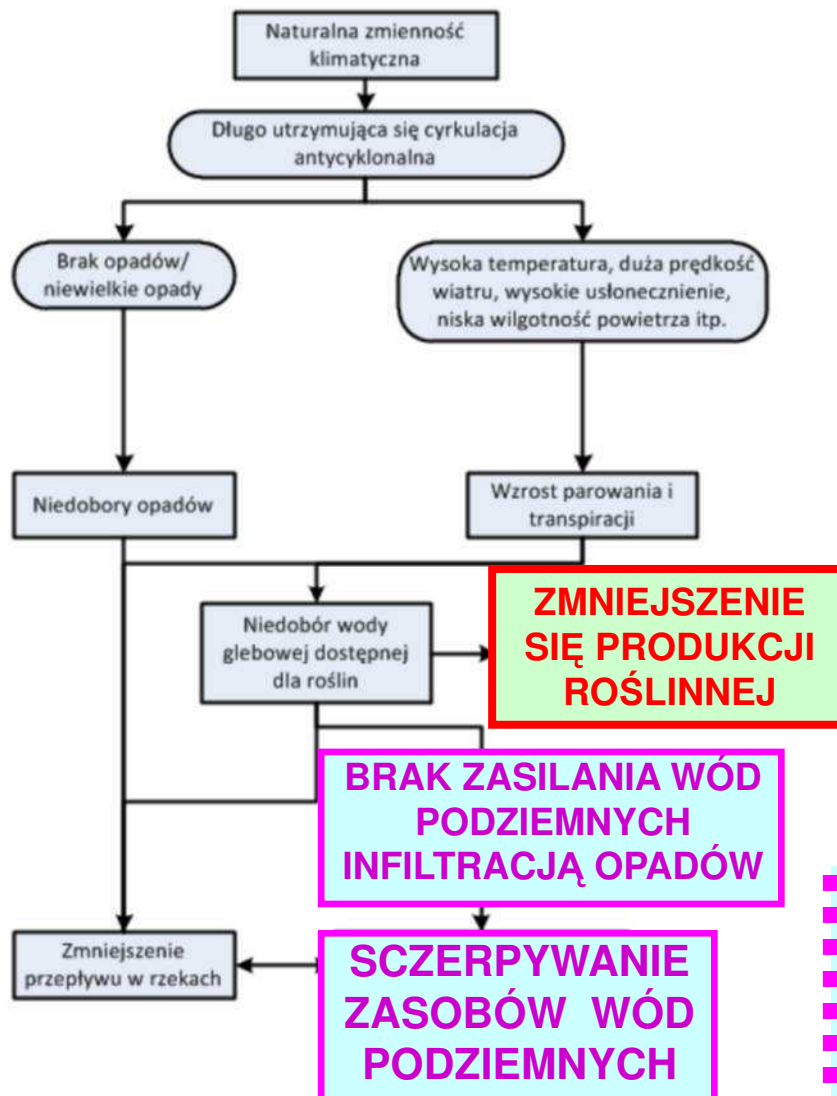
www.pgi.gov.pl

Sytuacja meteorologiczna

Susza meteorologiczna

Susza glebowa

Susza hydrologiczna



**Susza rolnicza – okres w którym wilgotność gleby jest niedostateczna do zaspokojenia potrzeb wodnych roślin uprawnych (wystąpienie niedoborów potrzeb wodnych na uprawach rolnych)**

**Niżówka hydrogeologiczna – stan niższy od średniego ze stanów niskich w cyklach lat suchych**

**OBNIŻANIE ZWIERCIADŁA WÓD GRUNTOWYCH**

**OBNIŻANIE CIŚNIENIA WÓD WGŁĘBNYCH**



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy



# Spadek zasobności i wysychanie płytkich studni gospodarskich ujmujących poziom wód gruntowych podczas suszy – sierpień 2015

www.pgi.gov.pl



położenie arkuszy Mapy Hydrogeologicznej Polski objętych rekonesansem	pomierzone studnie kopane		
	n	- w tym liczba studzien wyschniętych oraz zagrożonych <sup>1)</sup> wyschnięciem	% studzien wyschniętych i zagrożonych wyschnięciem
Pojezierze Zachodniopomorskie	41	10	24,4%
Mazury i Podlasie	146	64	43,8%
Niziny Dolnośląskie	30	15	50,0%
Wyżyny Środkowopolskie	102	30	29,4%
Zapadlisko Przedkarpackie	20	3	15,0%
<b>pojezierza i niziny</b>	<b>217</b>	<b>89</b>	<b>41,0%</b>
<b>wyżyny i zapadlisko</b>	<b>122</b>	<b>33</b>	<b>27,0%</b>
<b>ŁĄCZNIE</b>	<b>339</b>	<b>122</b>	<b>36,0%</b>

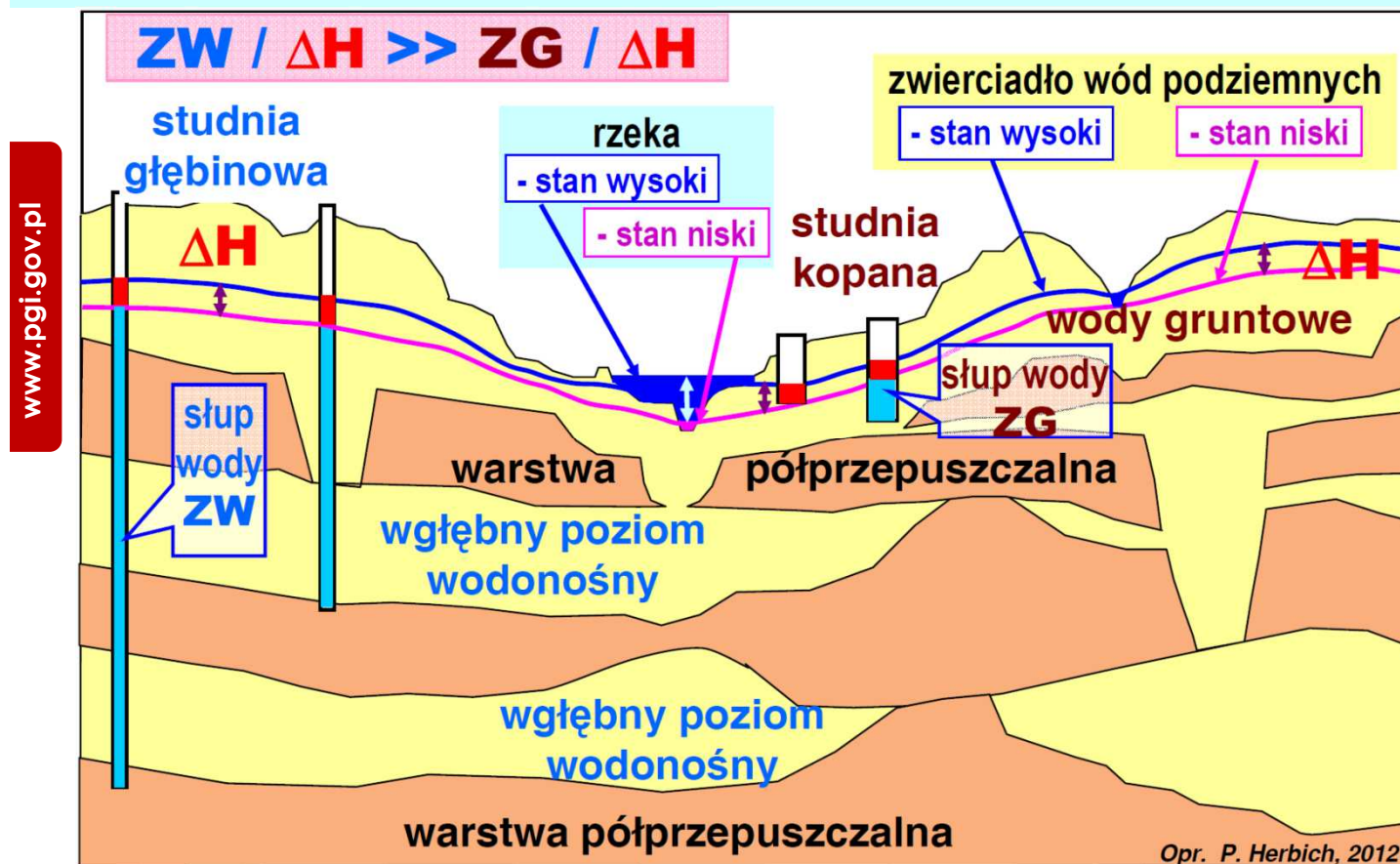
Piotr Herbich, PSH 2015



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy



# Porównanie wpływu spadku $\Delta H$ lustra wody na słup wody w studniach ujmujących płytkie poziomy gruntowe (ZG) i poziomy wgłębne (ZW)



**$\Delta H$**  - obniżenie zwierciadła wody w studni;

**Z** – słup wody w studni ujmującej:

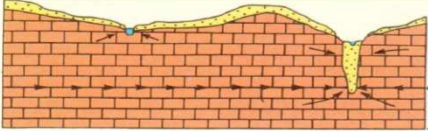
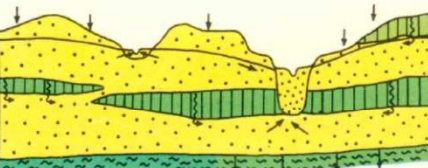
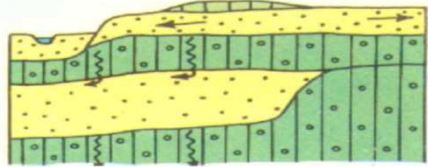
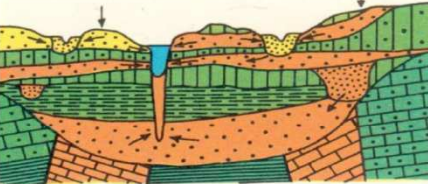
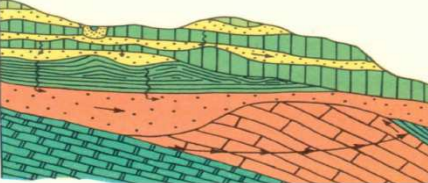
- **ZW** poziom wgłębny,
- **ZG** wody gruntowe;

W okresie suszy drastycznie maleje warstwa wody w rzekach i płytkich studniach kopanych (skrajnie aż do zaniku wody). Warunki eksploatacji studzien ujmujących poziomy wgłębne nie ulegają istotnym zmianom w okresie suszy.



# Czas [lata] pełnej reakcji na wymuszenie zewnętrzne układu krążenia jednostki bilansowej ustalania i wykorzystania zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych

www.pgi.gov.pl

Przykładowa charakterystyka systemu wodonośnego w zlewni		Czas opóźnienia TI – lata				
		<5	5–10	10-15	15-30	>30
	System jednopoziomowy, GUPW≈PPW, regionalnie ciągły, przewodność wysoka, warunki infiltracji dobre, kontakt z rzekami dobry					
	System GUPW = I lub II UPW, PPW=lub≠UPW, GUPW ciągły, przewodność wysoka, warunki infiltracji dobre, kontakt z rzekami zmienny					
	System dwupoziomowy, GUPW=II UPW, lokalnie nieciągły, przewodność wysoka, warunki infiltracji - pośrednie, kontakt z rzekami zmienny - pośredni					
	System wielopoziomowy, pozycja GUPW zmienna, lokalnie nieciągły, przewodność zmienna, infiltracja - pośrednia i ograniczona, kontakt z rzekami zmienny - pośredni					
	System wielopoziomowy, pozycja GUPW - głębna, regionalnie ciągły, przewodność wysoka, infiltracja ograniczona, kontakt z rzekami słaby					

Piotr Herbich, PSH 2015 ( wg J. Szymanki 1980, uzupełnione)



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy



# Podstawowe schematy hydrogeologicznych warunków poboru wód podziemnych studniami wierconymi

www.pgi.gov.pl

	<p>pierwszy poziom PPW = GUPW główny użytkowy podczas suszy brak infiltracji opadów do PPW niska odporność PPW na brak zasilania opadami spadek zwierciadła <math>\Delta H</math> = spadek retencji PPW wielkość poboru <math>Q</math> ze studni zależy od spadku <math>\Delta H</math> w PPW powodującego spadek retencji PPW</p>
	<p>pierwszy poziom PPW <math>\neq</math> GUPW główny użytkowy zasilanie GUPW pośrednie – przesączaniem z PPW przez utwory słaboprzepuszczalne USP średnia odporność GUPW na suszę i brak opadów spadek ciśnienia <math>\Delta H</math> = bez spadku retencji GUPW wielkość poboru <math>Q</math> ze studni w okresie suszy zależy od spadku ciśnienia <math>\Delta H</math> w GUPW</p>
	<p>pierwszy poziom PPW <math>\neq</math> GUPW główny użytkowy drugi użytkowy poziom wodonośny UPW – zasilany pośrednio przesączaniem z PPW zasilanie GUPW pośrednie – przesączaniem z UPW przez utwory słaboprzepuszczalne USP duża odporność GUPW na suszę i brak opadów spadek ciśnienia <math>\Delta H</math> = bez spadku retencji GUPW pobór <math>Q</math> ze studni praktycznie nie zależy od spadku <math>\Delta H</math> – możliwy jest intensywny pobór w okresie długotrwałej suszy</p>
	<p>pierwszy poziom – jedyny poziom wodonośny = GUPW - główny użytkowy poziom wód wgłębnych zasilanie GUPW dominujące z dopływu lateralnego i podrzędne - przesączaniem przez słaboprzepuszczalne utwory w nakładzie GUPW pełna odporność GUPW na suszę i brak opadów spadek ciśnienia <math>\Delta H</math> = bez spadku retencji GUPW wielkość poboru <math>Q</math> ze studni zależy w okresie braku opadów podczas długotrwałej suszy jest zależna od lateralnego zasilania GUPW</p>

**Charakterystyka hydrogeologiczna zasilania poziomów wodonośnych w okresie długotrwałej suszy i niżówki hydrogeologicznej.**

**Typ hydrodynamiczny poziomu**  
**S - swobodny**  
**NS - napięty/swobodny**  
**NP – napięty z przesączaniem**  
**NL – napięty z dopływem lateralnym**

**Wybór poziomu wodonośnego o optymalnych warunkach dla intensywnego okresowego poboru wód podziemnych na cele nawodnieniowe**  
**– typ NP - najkorzystniejszy**

Piotr Herbich, PSH 2015



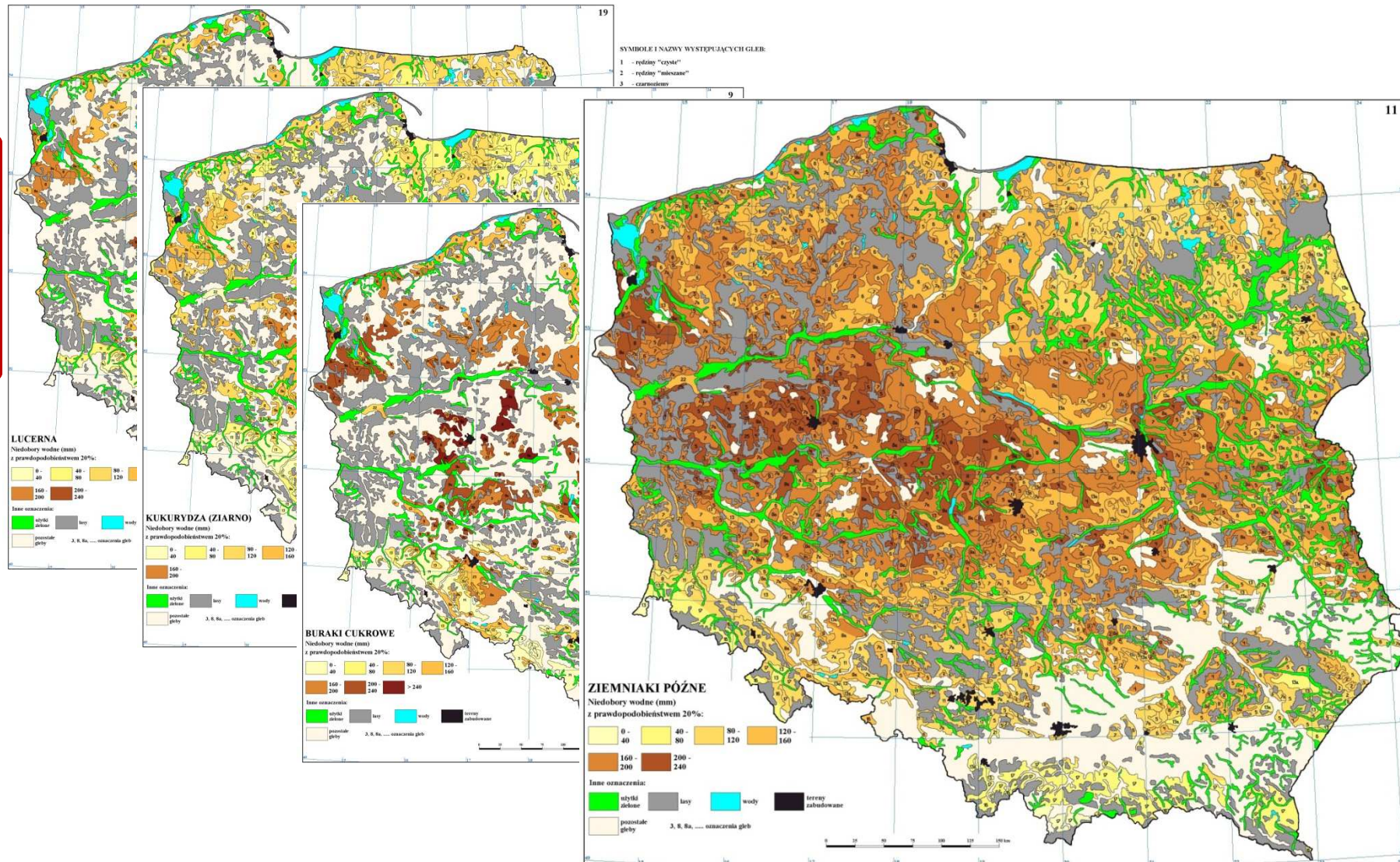
Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy





# Mapy niedoborów wodnych NW roślin uprawnych występujących raz na 5 lat

www.pgi.gov.pl



Źródło: Instytut Technologiczno – Przyrodniczy, Falenty



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

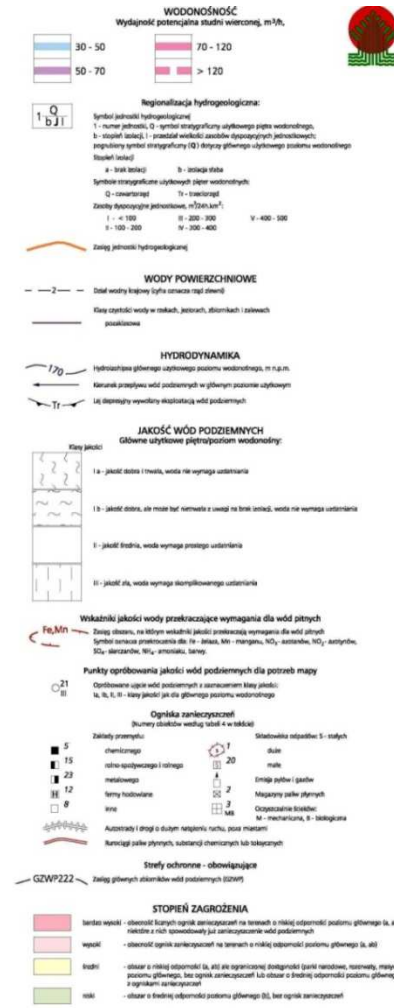
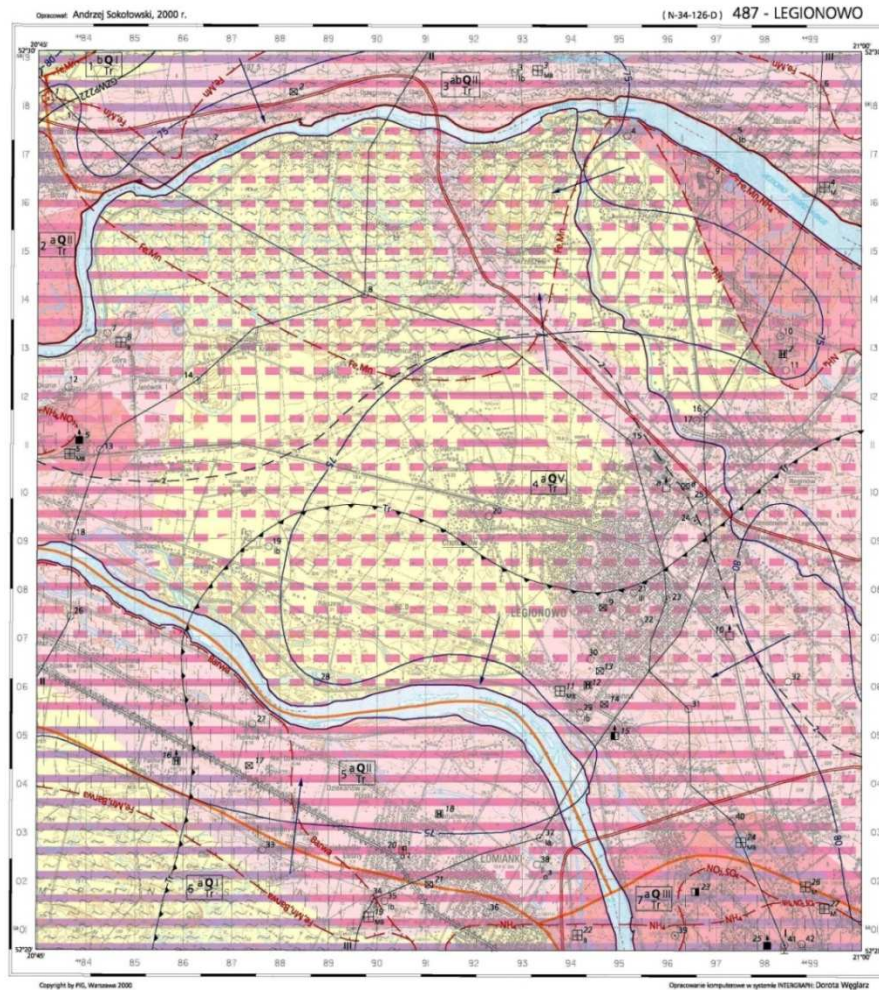




# Analiza możliwości ujmowania wód podziemnych na zaopatrzenie rolnictwa w wodę do nawodnień w okresach niedoborów i suszy

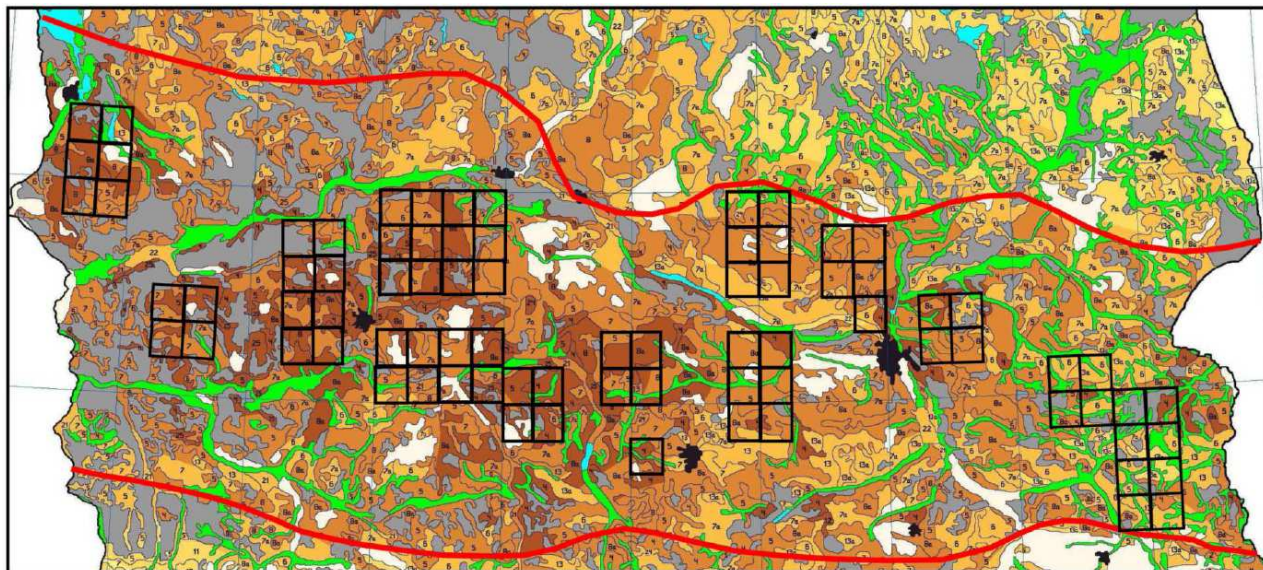
## Mapa Hydrogeologiczna Polski w skali 1:50 000 - Arkusz 487 Legionowo

www.pgi.gov.pl

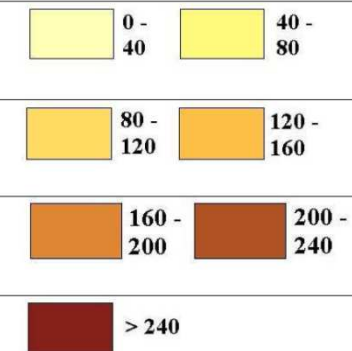


# Lokalizacja arkuszy Mapy Hydrogeologicznej Polski w skali 1:50 000, dla których przeprowadzono analizę warunków hydrogeologicznych poboru wód podziemnych ze studzien na potrzeby pokrycia niedoborów wodnych *NW* upraw ziemniaka późnego w okresie suszy o prawdopodobieństwie wystąpienia 20% (raz na 5 lat) w środkowopolskim pasie niskich opadów i głębokich susz hydrologicznych.

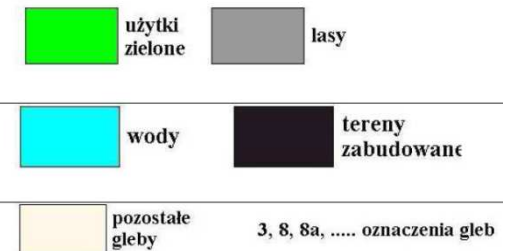
www.pgi.gov.pl



Niedobory wodne (mm)  
z prawdopodobieństwem



Inne oznaczenia:



**Czerwona linia oznacza północną i południową granicę środkowopolskiego pasa niskich opadów i głębokich susz hydrologicznych.**

Źródło dla mapy niedoborów wodnych upraw ziemniaka późnego: Atlas niedoborów wodnych roślin uprawnych i użytków zielonych w Polsce. ITP.

([http://www.itep.edu.pl/Wyswietlarka\\_map/Mapy\\_HTML/Mapy.htm](http://www.itep.edu.pl/Wyswietlarka_map/Mapy_HTML/Mapy.htm))

Źródło danych dla danych hydrogeologicznych: baza danych GIS MHP – PIG-PIB.

Piotr Herbich, PSH 2016



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

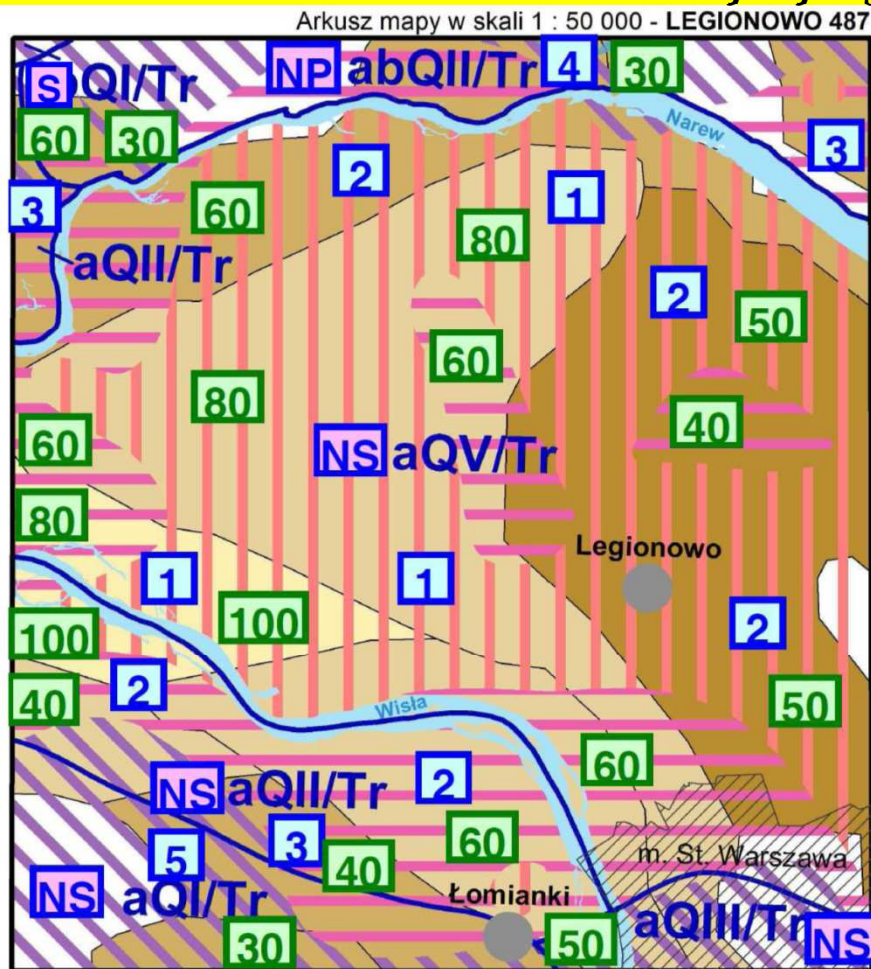




# Warunki hydrogeologiczne ujmowania wód podziemnych z użytkowych poziomów wodonośnych na łagodzenie skutków suszy

Warunki poboru wód podziemnych na obszarze arkusza MHP Legionowo do nawodnień upraw ziemniaka późnego pokrywających niedobory wodne w okresie suszy występującej raz na 5 lat

www.pgi.gov.pl



Wydajność potencjalna studni wierconej m<sup>3</sup>/h (wg MHP)



Zasięg jednostki hydrogeologicznej (wg MHP)

**bQI/Tr** Symbol jednostki hydrogeologicznej (wg MHP)

ZIEMNIAKI PÓŻNE

Niedobory wodne (mm) z prawdopodobieństwem 20% (wg ITP Falenty)



użytki zielone, lasy, tereny zabudowane

**S** Typ hydrodynamiczny GUPW: S – swobodny; NS – napięty / swobodny; NP napięty z przesączaniem; NL – napięty z dopływem lateralnym

**1** czas odbudowy retencji wód podziemnych w obszarze spływu do studni intensywnie eksploatowanej w okresie suszy [lata]

**50** powierzchnia upraw możliwa do nawodnienia przez 1 studnię o wydajności potencjalnej [ ha ]



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy





# Warunki odnawialności wód podziemnych ujmowanych do nawadniania upraw ziemniaka późnego w suszy o prawdopodobieństwie $p=20\%$

Powierzchnia PNS [ha] upraw rolnych nawadnianych przez 1 studnię typową o wydajności potencjalnej  $Q_{pot}$  [m<sup>3</sup>/godz.] w sezonie wegetacyjnym na pokrycie niedoboru wody NW [mm/sezon] podczas suszy o występującej raz na 5 lat).

W obliczeniach uwzględniano 10-cio godzinny czas trwania poboru  $Q_{pot}$  w ciągu doby na potrzeby nawadniania w sezonie wegetacyjnym.

NW	mm/sezon	220			
$Q_{pot}$	m <sup>3</sup> /godz.	40	60	80	120
PNS	ha	10	30	40	30
NW	mm/sezon	180			
$Q_{pot}$	m <sup>3</sup> /godz.	40	60	85	120
PNS	ha	20	30	40	60
NW	mm/sezon	140			
$Q_{pot}$	m <sup>3</sup> /godz.	40	60	85	120
PNS	ha	30	40	50	80
NW	mm/sezon	120			
$Q_{pot}$	m <sup>3</sup> /godz.	40	60	85	120
PNS	ha	30	50	60	90
NW	mm/sezon	100			
$Q_{pot}$	m <sup>3</sup> /godz.	40	60	85	120
PNS	ha	40	50	80	110
NW	mm/sezon	80			
$Q_{pot}$	m <sup>3</sup> /godz.	40	60	85	120
PNS	ha	50	70	100	140

Wartości czasu odbudowy stanu retencji TOR [lata] w poziomie wodonośnym o średniej wieloletniej odnawialności zasobów z modułem SZO [mm/r], ujętym przez studnię eksploatowaną na pokrycie niedoboru wody NW [mm/sezon] upraw rolnych w sezonie wegetacyjnym podczas suszy występującej raz na 5 lat ( $p=20\%$ ). Kolorem różowym zaznaczono czas odbudowy TOR  $\geq 5$  lat

NW	mm/sezon	220					
SZO	mm/r	20	40	50	60	90	120
TOR	lata	10	6	5	4	3	2
NW	mm/sezon	180					
SZO	mm/r	20	40	50	60	90	120
TOR	lata	9	5	4	3	2	1
NW	mm/sezon	140					
SZO	mm/r	20	40	50	60	90	120
TOR	lata	7	4	3	2	2	1
NW	mm/sezon	120					
SZO	mm/r	20	40	50	60	90	120
TOR	lata	6	3	2	2	1	1
NW	mm/sezon	100					
SZO	mm/r	20	40	50	60	90	120
TOR	lata	5	3	2	2	1	1
NW	mm/sezon	80					
SZO	mm/r	20	40	50	60	90	120
TOR	lata	4	2	2	1	1	1

# Warunki odnawialności wód podziemnych ujmowanych do nawadniania 10 ha upraw ziemniaka późnego w 5-letnim cyklu występowania okresów suszy

Powierzchnia obszaru POR [ha] odbudowy retencji w poziomie wodonośnym o zasobach odnawialnych z modułem SZO [mm/r] (pochodzących z infiltracji opadów i/lub przesiąkania z nadkładu - o natężeniu średnim wieloletnim), w warunkach nawodnień upraw ziemniaka późnego prowadzonych w sezonie wegetacyjnym na areale 10 ha, pokrywających niedobory wody NW na glebach typowych w 5-letnim cyklu hydrologicznym, obejmującym 1 rok skrajnie suchy (NWp20%), 2 lata przeciętnie suche (NWp50%) i 2 lata normalne (NW 0,3P50%).

Kolorem żółtym zaznaczono obszary 10 ha < POR < 20 ha, - różowym: POR > 20 ha

www.pgi.gov

Region	SZO = 50mm/r				SZO = 150mm/r			
	Typ gleby				Typ gleby			
	ciężka	średnia	lekka	b.lekka	ciężka	średnia	lekka	b.lekka
Zachodniopomorski	17,81	19,80	23,42	31,97	5,94	6,60	7,81	10,66
Pomorze	11,09	12,63	15,65	23,13	3,70	4,21	5,22	7,71
Warmińsko-mazurski	7,35	8,30	10,29	16,34	2,45	2,77	3,43	5,45
Podlasie	6,60	7,66	10,00	16,55	2,20	2,55	3,33	5,52
Kujawy	15,01	16,91	20,12	28,43	5,00	5,64	6,71	9,48
Ziemia Lubuska	18,37	20,26	23,57	31,39	6,12	6,75	7,86	10,46
Wielkopolska	20,43	22,34	25,72	33,62	6,81	7,45	8,57	11,21
Województwo łódzkie	14,28	16,06	19,40	27,80	4,76	5,35	6,47	9,27
Mazowsze	16,38	18,30	21,85	29,91	5,46	6,10	7,28	9,97
Polesie Lubelskie	9,66	11,38	14,63	22,72	3,22	3,79	4,88	7,57
Dolny Śląsk	11,91	13,58	16,82	24,65	3,97	4,53	5,61	8,22
Opolszczyzna	10,83	12,21	15,23	22,91	3,61	4,07	5,08	7,64
Małopolska	5,69	6,90	9,43	15,85	1,90	2,30	3,14	5,28
Podkarpacie	7,68	8,74	11,29	17,89	2,56	2,91	3,76	5,96

Piotr Herbich, PSH 2017



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy





# Wnioski

- Aktualny bilans wodnogospodarczy wód podziemnych kraju wykazuje niski stopień wykorzystania (ok. 20%) ich zasobów dyspozycyjnych oraz wysoki stopień zwrotu (ok. 75%) pobranych wód do systemu hydrologicznego.
- Znaczne i powszechnie występujące rezerwy zasobów dyspozycyjnych wód podziemnych w obszarze kraju mogą być podstawowym źródłem pokrycia niedoborów wodnych upraw rolnych, zwłaszcza w okresie suszy.
- Pobór wód podziemnych dla nawadniania upraw rolnych jest ekonomicznie i technicznie uzasadniony ze względu na powszechne występowanie użytkowych poziomów wodonośnych w obszarze kraju, co jest istotne zwłaszcza w warunkach braku dostępności do zasobów wód powierzchniowych w okresie głębokiej suszy.
- Stan retencji w poziomach wodonośnych okresowo obniżany w wyniku intensywnego i skoncentrowanego poboru wód podziemnych na cele nawodnieniowe podczas suszy jest odbudowywany zasilaniem infiltracją opadów i przesączaniem w latach o normalnej i wysokiej sumie opadów.
- Najkorzystniejsze warunki dla okresowego intensywnego poboru wód podziemnych do nawodnień rolnych w latach posusznych występują w wielopoziomowych systemach wodonośnych zasilanych przesączaniem oraz w poziomach o znacznej miąższości.







*Dziękuję za uwagę*

Vincent Van Gogh 1887 Pole pszenicy ze skowronkiem



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy







*Dziękuję za uwagę*

Vincent Van Gogh 1890 Pole pszenicy z krukami



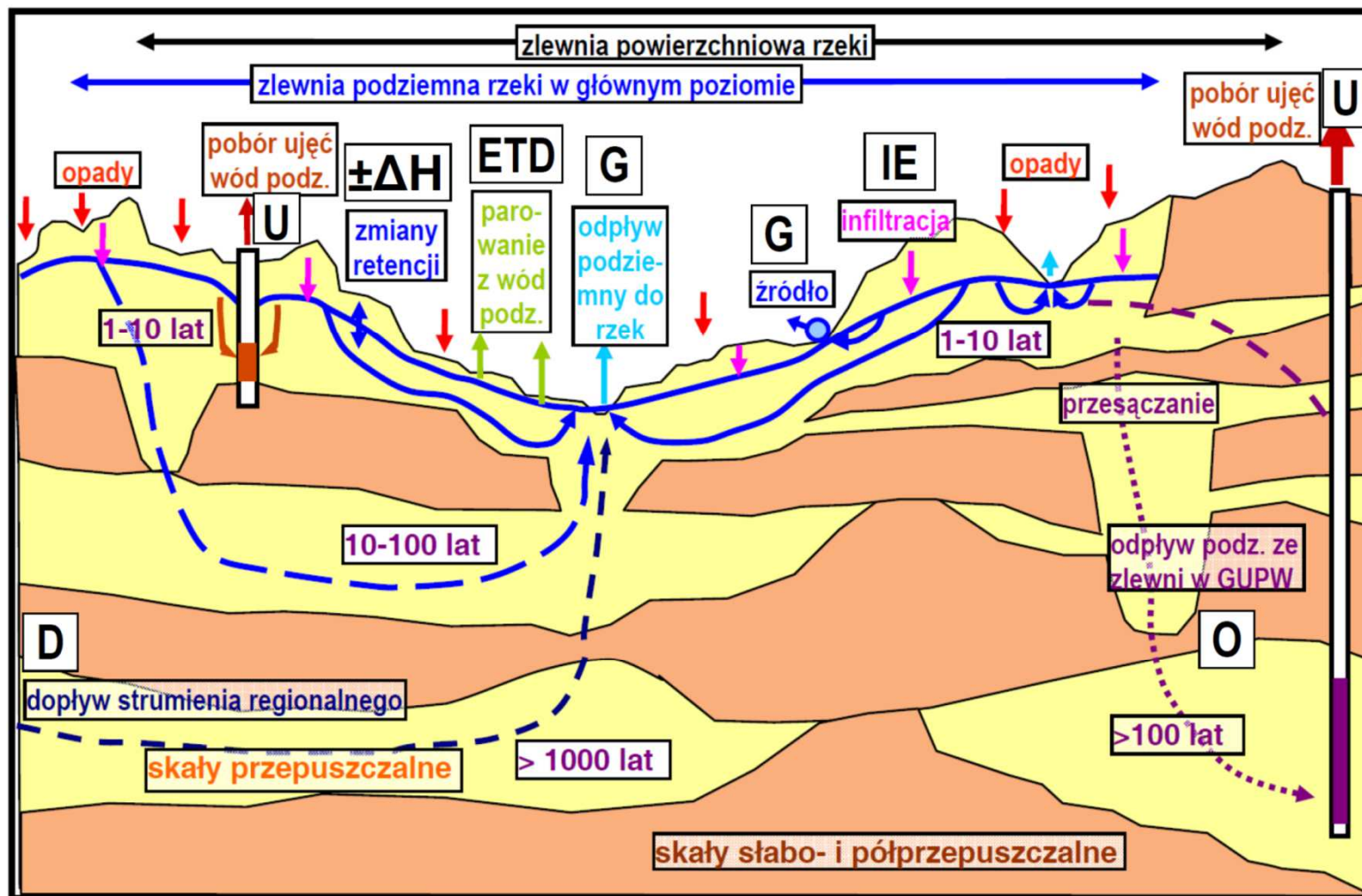
Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy





# Bilans hydrogeologiczny wód podziemnych systemu wodonośnego zlewni

www.pgi.gov.pl



$$IE = G + ETD + U \pm \Delta H + (O - D)$$



# Warunki hydrogeologiczne ujmowania wód podziemnych z użytkowych poziomów wodonośnych na łagodzenie skutków suszy

Warunki poboru wód podziemnych na obszarze arkusza MHP Legionowo do nawodnień upraw ziemniaka późnego pokrywających niedobory wodne w okresie suszy występującej raz na 5 lat

www.pgi.gov.pl

Wydajność potencjalna studni wierczonej m<sup>3</sup>/h (wg MHP)

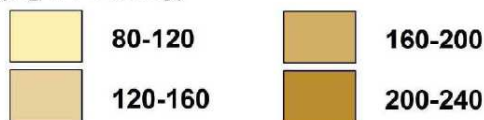



 Zasięg jednostki hydrogeologicznej (wg MHP)




bQI/Tr Symbol jednostki hydrogeologicznej (wg MHP)

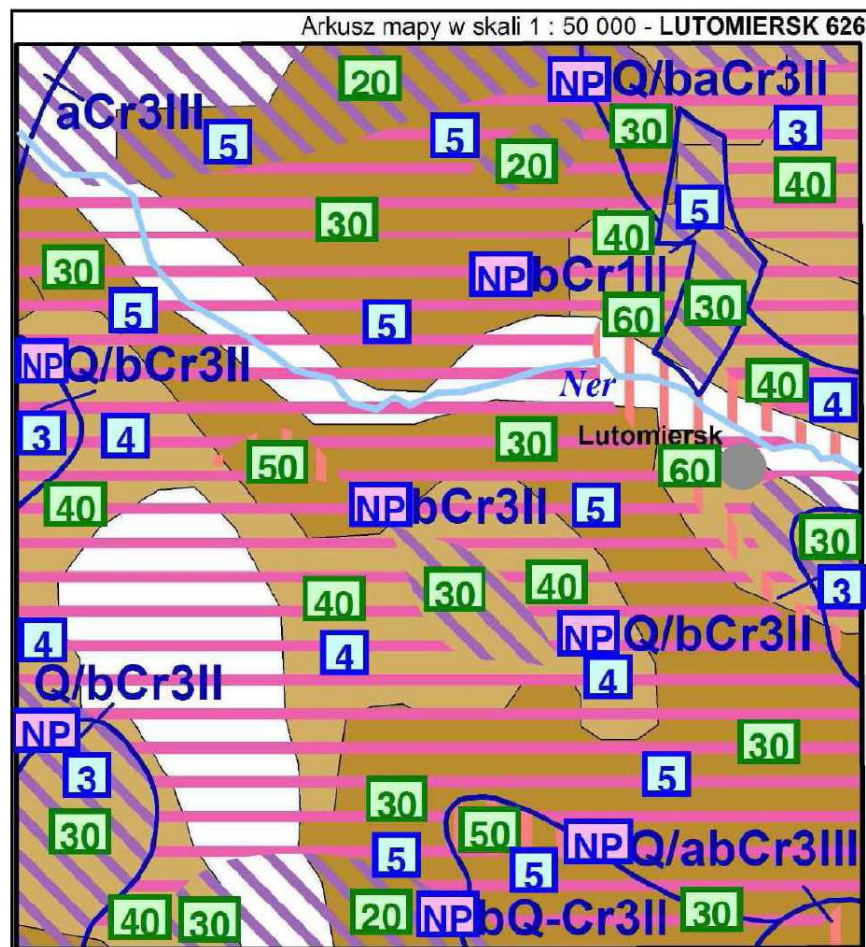
ZIEMNIAKI PÓŹNE

Niedobory wodne (mm) z prawdopodobieństwem 20% (wg ITP Falenty)



 użytki zielone, lasy, tereny zabudowane

-  Typ hydrodynamiczny GUPW: S – swobodny; NS – napięty / swobodny; NP napięty z przesączaniem; NL – napięty z dopływem lateralnym
-  czas odbudowy retencji wód podziemnych w obszarze spływu do studni intensywnie eksploatowanej w okresie suszy [lata]
-  powierzchnia upraw możliwa do nawodnienia przez 1 studnię o wydajności potencjalnej [ ha ]



Państwowy Instytut Geologiczny  
Państwowy Instytut Badawczy

