

**ZADANIE 1.1: Nawożenie użytków rolnych**

**Działanie 2**

**Możliwości wprowadzenia w Polsce terminów, szczególnie wiosennego  
stosowania na gruntach ornych nawozów zawierających azot w  
zmieniających się warunkach klimatycznych**

**Raport końcowy**

Autorzy:

Dr Katarzyna Żyłowska  
Dr Rafał Pudełko  
Mgr Tomasz Żyłowski  
Dr hab. Andrzej Doroszewski, prof. IUNG-PIB  
Prof. dr hab. Anna Podleśna  
Dr hab. Jerzy Grabiński, prof. IUNG-PIB  
Dr Tamara Jadczyzyn

Puławy 2021

## Spis treści

|  |    |
|--|----|
| 1. Warunki umożliwiające rozpoczęcie nawożenia wczesną wiosną .....  | 3  |
| 2. Analiza warunków pogodowych pozwalających na rozpoczęcie nawożenia azotem (z wielolecia 1971 - 2020)..... | 7  |
| 3. Analiza scenariuszy klimatycznych na kolejną dekadę .....   | 24 |
| 4. Założenia architektury systemu monitoringu.....   | 28 |
| Źródła danych.....   | 28 |
| Algorytmy modelowania warunków umożliwiających rozpoczęcie zabiegów agrotechnicznych                         | 29 |
| Interfejs systemu monitoringu .....  | 29 |
| Miejsce monitoringu w strukturze Centrum Geomatyki .....   | 29 |
| 5. Wycena kosztów prowadzenia systemu monitoringu .....  | 30 |
| 6. Propozycja zmian legislacyjnych umożliwiająca wdrożenie systemu monitoringu .....                         | 31 |

## 1. Warunki umożliwiające rozpoczęcie nawożenia wczesną wiosną

(przegląd publikacji, zaleceń, aktów prawnych)

### Nawożenie azotem

Program działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu, przyjęty rozporządzeniem Rady Ministrów (Dz.U. z 2020 poz. 243), obowiązujący od dnia 15 lutego 2020 roku obliguje wszystkich rolników, którzy prowadzą produkcję rolną oraz działalność, w ramach której są przechowywane nawozy do gospodarowania w sposób zapobiegający zanieczyszczaniu wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych i ograniczający takie zanieczyszczenie.

Rolnicze wykorzystanie nawozów jest zabronione: na glebach zamrzniętych, zalanych wodą, nasyconych wodą lub pokrytych śniegiem, przy czym za zamrzniętą uznaje się glebę, która rozmarza co najmniej powierzchniowo w ciągu dnia. Również wysiew nawozu w czasie deszczu jest niewskazany. Nawóz wysiany na zamrzniętą glebę lub na okrywą śnieżną jest narażony na rozpuszczenie w topniejącej wodzie, a w konsekwencji na spłynięcie z pola.

Okresy, kiedy można stosować nawozy na gruntach ornych są ściśle określone. Zabronione jest stosowanie nawozów na gruntach rolnych w terminach innych niż wskazane w tabeli 1.

Tabela 1. Terminy stosowania nawozów

| Rodzaj gruntów  | Rodzaj nawozów                                     |                           |
|---|--|---------------------------|
|   | Nawozy azotowe mineralne i nawozy naturalne płynne | Nawozy naturalne stałe    |
| Grunty orne   | 1 marca – 20 października                          | 1 marca – 31 października |
| Grunty orne na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 2 do Programu | 1 marca – 15 października                          |                           |
| Grunty orne na terenie gmin objętych wykazem stanowiącym załącznik nr 3 do Programu | 1 marca – 25 października                          |                           |
| Uprawy trwałe   | 1 marca – 31 października                          | 1 marca – 30 listopada    |
| Uprawy wieloletnie  |  |                           |
| Trwałe użytki zielone   |  |                           |

Do wczesno wiosennego nawożenia azotem zaleca się formę amidową azotu zawartą a w moczniku, która działa osłonowo w tym okresie wegetacji.

### Nawożenie fosforem

Ponieważ fosfor najlepiej jest pobierany z warstwy gleby 10-40 cm więc powinno się go stosować pod pług (aby utrzymać tę głębokość). Z tego względu fosfor stosuje się, na ogół, jesienią przed orką przedzimową. Tylko rośliny wieloletnie zaleca się nawozić fosforem pogłównie, wczesną wiosną przed ruszeniem wegetacji, najlepiej podczas uprawek pielęgnacyjnych aby wymieszać nawóz z wierzchnią warstwą gleby. Zdarza się, że dawki fosforu i potasu zastosowane jesienią były zbyt niskie wówczas nawożenie tymi składnikami należy uzupełnić wczesną wiosną. Przyjmuje się, że nawozy te powinny czekać na nasiona/roślinę ponieważ są niezbędne od pierwszych etapów wzrostu i rozwoju. Jednak wczesno wiosenne stosowanie nawozów fosforowych wymaga uwzględnienia warunków w jakich jest sprawnie pobierany i w jak największym stopniu wykorzystany przez rośliny uprawne.

- Jednym z ważniejszych czynników fizycznych w procesie pobierania fosforu przez rośliny jest temperatura. Niska temperatura gleby i powietrza, która często utrzymuje się w Polsce późną jesienią i wczesną wiosną, zmniejsza dostępność fosforu dla roślin. Jest to jedna z przyczyn zaburzeń w pobieraniu tego składnika wczesną wiosną, nawet w stanowiskach zasobnych. Już spadek do 12°C spowalnia jego pobieranie o 80% a w temperaturze poniżej 10-12°C pojawiają się poważne zaburzenia w jego przyswajalności. W pozostałych okresach, powyżej granicznej temperatury fosfor jest w roztworze glebowym stale uzupełniany z puli fosforu przyswajalnego i rośliny mogą go pobierać. Jeśli niska temperatura utrzymuje się dłużej to zazwyczaj skutkuje pojawieniem się na roślinach wizualnych objawów deficytu. Deficyt fosforu jest rozpoznawany po spowolnionym wzroście i słabo wykształconym systemie korzeniowym. Równocześnie na starszych liściach pojawiają się purpurowe lub czerwono-fioletowe przebarwienia. Problem ten wynika z: 1) mniejszej aktywności mikroorganizmów biorących udział w udostępnianiu fosforu dla roślin, 2) zwolnionego metabolizmu roślin, 3) mniejszej rozpuszczalności mineralnych związków fosforu oraz wzrostu lepkości roztworu glebowego powodujący zmniejszenie ilości jonów fosforu mających styczność z powierzchnią korzeni. Z badań wynika, że wzrost temperatury gleby o 1°C powoduje wzrost ilości fosforu w roztworze glebowym o 1-2%.

- Drugim czynnikiem wpływającym na pobieranie fosforu przez rośliny jest wilgotność gleby, bowiem zarówno nadmiar jak i niedobór wody powoduje zmniejszenie pobierania tego składnika. Nadmiar wody w glebie powoduje wypieranie tlenu z przestrzeni glebowych przez co pobieranie fosforu ulega zmniejszeniu. Z kolei zmniejszenie uwilgotnienia gleby powoduje wzrost ilości powietrza wypełniającego pory przez co ruch niewielkiej ilości wody jest utrudniony. Ponadto w sytuacji deficytu wody rośliny nie mają dostatecznej ilości wody

niezbędnej dla wzrostu i wytwarzania korzeni, przez co powierzchnia chłonna korzeni zmniejsza się. W ostatnich latach obserwuje się w Polsce zmienne warunki wilgotnościowe wczesną wiosną związane z ustępującą zimą. Jeśli zima była śnieżna to topniejący śnieg spowoduje zalanie gleby wodą, jeśli zaś bezśnieżna to już na starcie wiosennym roślinom kiełkującym lub/i wznawiającym rozwój po zimie brakuje wody.

### **Nawożenie potasem**

W warunkach przeciętnych na glebach lekkich całkowitą dawkę potasu, zarówno pod zasiewy jesienne, jak również pod rośliny jare powinno się podzielić pomiędzy jesień, a wiosnę (kilkanaście dni przed uprawą) w stosunku 2/3:1/3. Na glebach ciężkich z kolei całą planowaną dawkę potasu warto zastosować jesienią. Takie działanie pozwala na zapewnienie optymalnego poziomu nawożenia roślin, a oziminy do dobrego przygotowania się do spoczynku zimowego. Jesienne nawożenie gleb potasem pozwala na przemieszczanie się pierwiastka w glebie, skąd roślina może go pobierać swobodnie i długotrwale z głębszych warstw profilu glebowego.

Największe zapotrzebowanie na potas mają rośliny, które dopiero zaczynają proces wegetacji. Dobrą praktyką jest zatem stosowanie nawozów potasowych bardzo wczesną wiosną. Zaleca się nawet rozpocząć stosowanie nawozów azotowych jeszcze przed rozpoczęciem okresu wegetacyjnego, gdy okresy rozmarzania i zamarzania ziemi następują cyklicznie. Nie należy jednak stosować nawozów potasowych, gdy na ziemi jeszcze zalega warstwa śniegu. Dopiero wtedy, gdy śnieg zniknie z powierzchni można rozpocząć nawożenie, korzystając z wahań temperatury, które przy nawożeniu potasem są bardzo korzystne. Rozmarzająca i zamarzająca gleba sprzyja temu, że nawozy potasowe dobrze się rozpuszczają i mogą wnikać w głębsze warstwy gleby, co dobrze wpływa na wykorzystanie nawozów przez rośliny. Nieco inną taktykę nawożenia należy stosować na ziemiach lekkich. W tym przypadku zbyt wczesne nawożenie potasem może zmniejszać szanse roślin na pobranie składników odżywczych z gleby, gdyż wnika one zbyt głęboko i rozwijające się rośliny nie będą miały możliwości z nich skorzystać. Na takich glebach lepiej poczekać i rozpocząć nawożenie tuż przed okresem wegetacyjnym. Czas nawożenia potasem ma ogromne znaczenie, gdyż potas dostaje się do rośliny prawie wyłącznie za pośrednictwem korzeni. Nieco inaczej należy postępować, gdy mamy do czynienia ze zbożami ozimymi. W ich przypadku najważniejsze jest nawożenie jesienne, jeszcze przed siewem. Dzięki temu, gdy rośliny zaczynają kiełkować mają dostęp do odpowiedniej ilości potasu. Jest to ogromnie istotne, gdyż rośliny te muszą być odporne na mrozy, a zawartość potasu w ich komórkach utrudnia zamarzanie znajdującej się w

nich wody, co korzystnie wpływa na ich zdolność do przetrwania ostrych mrozów i dużych wahań temperatury, z którymi mamy do czynienia na przedwiośniu.

Nawozy potasowe zatem można stosować nie tylko jesienią, ale również w późniejszym czasie (okres późnojesienny, zimowy oraz wczesnowiosenny), pod warunkiem, że są zachowane zasady dobrej praktyki rolniczej. W tym celu warto wykorzystać przygruntowe przymrozki.

Jednym z czynników ograniczających pobieranie i wykorzystanie potasu przez rośliny jest niedobór wody. Wiosną, kiedy jeszcze nie ma liści, bądź rozwinęły się dopiero pączki, a ich transpiracja jest bardzo słaba, pobieranie i transport wody przez roślinę wraz z rozpuszczonymi jonami odbywa się jedynie lub głównie dzięki mechanizmowi aktywnemu, który tłoczy wodę w górę rośliny. Miejscem działania mechanizmu aktywnego pobierania i transportu wody jest korzeń. Jeśli w glebie występuje niedobór wody ilość roztworu glebowego maleje i składniki pokarmowe nie są transportowane do rośliny.

### **Literatura**

Dibb D.W., Fixen P.E., Murphy L.S.: Balanced fertilization with particular reference to phosphates: interaction of phosphorus with other inputs and management practices. Fertilizer Research, 1990, 26: 29-52.

<https://nawozy.grupaazoty.com/pl/bazawiedzy/vademecum/29.html>

Grzebisz W., Potarzycki J.: Czynniki kształtujące pobieranie fosforu przez roślinę. J. Element., 2003, 8(3) Suppl.: 47-59.

<https://farmer/produkcja-roslinna/rosliny-oleiste/jesienne-spadki-temperatur-hamuja-pobieranie-fosforu,60953.html>

Podleśna A. Czynniki kształtujące pobieranie i wykorzystanie fosforu przez rośliny oraz jego straty z gleb uprawnych. Studia i Raporty IUNG-PIB. 59(13): 59-76.

Rutkowska A. Środowiskowe skutki niezrównoważonego nawożenia azotem i potasem. Studia i Raporty IUNG-PIB. 53(7): 25-37.

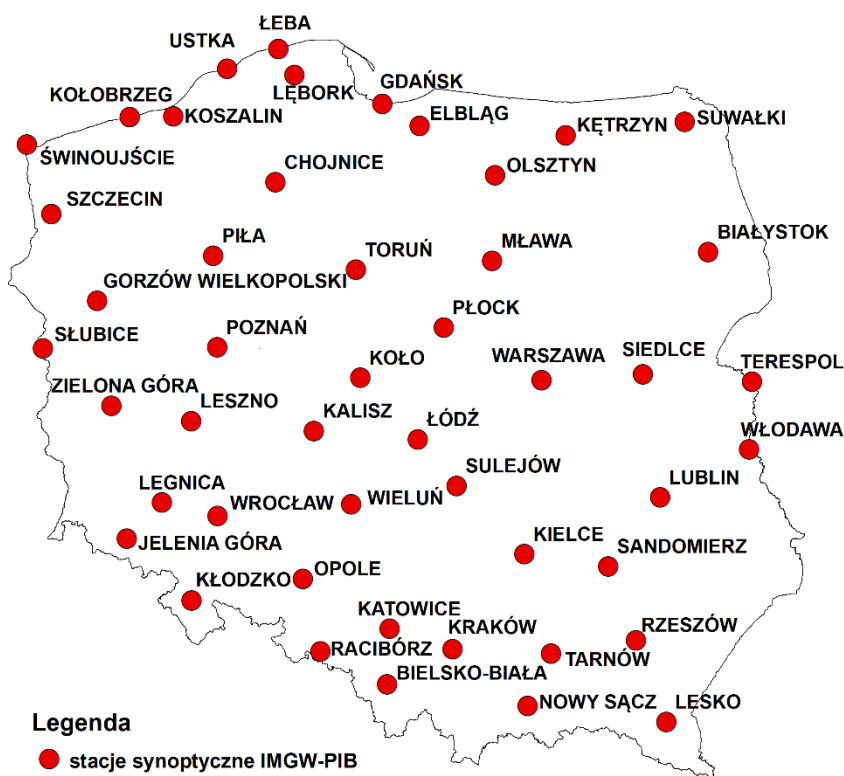
Ustawa z dnia 10 lipca 2007 r. o nawozach i nawożeniu. Dz.U.2021.76 t.j.

Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 r. w sprawie przyjęcia "Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu". Dz.U. z 2020 poz. 243.

## 2. Analiza warunków pogodowych pozwalających na rozpoczęcie nawożenia azotem (z wielolecia 1971 - 2020)

Analizę warunków pogodowych przeprowadzono przy użyciu dobowych danych meteorologicznych publikowanych przez Instytut Meteorologii i Gospodarki Wodnej – Państwowy Instytut Badawczy na stronie internetowej: <https://danepubliczne.imgw.pl>. Na podstawie zgromadzonych danych przygotowano bazę danych dla 48 stacji synoptycznych rozmieszczonych na obszarze Polski (Rys. 1) dla okresu 1971 - 2020. Na potrzeby wyznaczenia daty rozpoczęcia nawożenia azotowego na polach opracowano bazę danych w której zgromadzono następujące elementy:

- maksymalna temperatura dobowa
- minimalna temperatura dobowa
- średnia temperatura dobowa
- temperatura minimalna przy gruncie
- wysokość pokrywy śnieżnej.



Rysunek 1. Stacje synoptyczne IMGW-PIB.

Na wstępnym etapie opracowania bazy danych usunięto z niej stacje meteorologiczne, które nie dysponowały ciągiem danych w latach 1971 – 2020. W oparciu o powstałą bazę zostały prowadzone analizy z wykorzystaniem różnych parametrów meteorologicznych mające na celu wyznaczenie terminu wczesnego nawożenia azotem.

W pierwszym etapie wykorzystano do analiz średnią dobową temperaturę powietrza. Jest to wskaźnik który jest dostępny dla wszystkich stacji meteorologicznych. Na podstawie tego wskaźnika wyznaczono dla poszczególnej stacji dla każdego roku datę przejścia średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 0°C, 3°C i 5°C w latach 1971 – 2020. Jako kryterium wyznaczenia tych dat przyjęto, że przez co najmniej 5 kolejnych dni średnia dobową temperatura powietrza była większa lub równa od zadanej wartości. W analizach nie uwzględniono danych ze stycznia, ponieważ po pierwszych ciepłych dniach tego miesiąca temperatura ponownie spada i ulegają zmianie warunki termiczne.

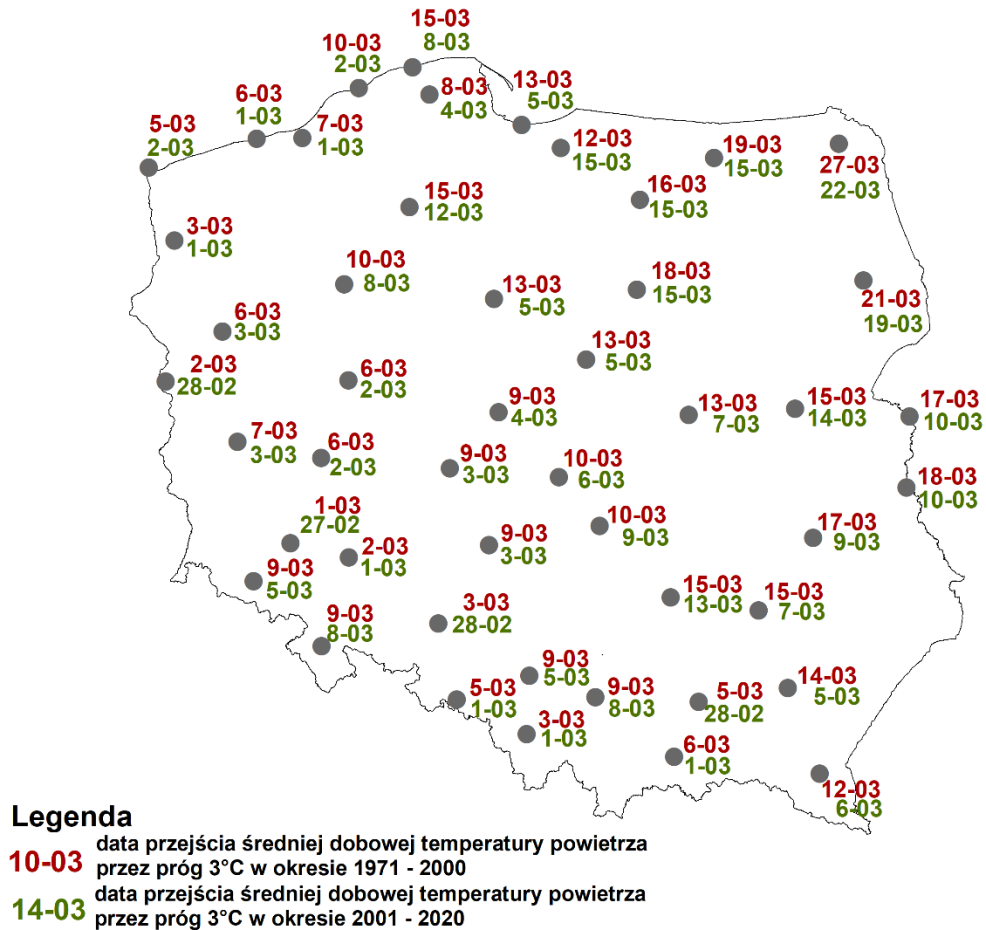
Wczesnowiosenne stosowanie nawozów azotowych mineralnych oraz płynnych i stałych nawozów naturalnych możliwe jest w przypadku gdy gleba nie jest zamrznięta ani pokryta śniegiem oraz w przypadku gdy grunty nie są zalane ani nasycone wodą. Do tej pory termin początku stosowania nawożenia azotowego to 1 marca (poszukać jaka to dokładnie ustawa). W 2020 roku zgodnie z Rozporządzeniem Rady Ministrów z dnia 12 lutego 2020 roku w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” data ta została zmieniona na 15 luty ale tylko dla jednego 2020 roku.

Sprawdzenie czy kryteria dotyczące zamrznięcia gleby zostały spełnione możliwe jest przy wykorzystaniu wskaźników temperaturowych. W agrometeorologii przejście średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C (2,5°C) wyznacza rozpoczęcie okresu gospodarczego, rozpoczęcia prac polowych. Przekroczenie progu 5°C jest to rozpoczęcie okresu wegetacyjnego dla roślin. Tak więc przejście średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C może być wskaźnikiem, że gleba nie jest zamrznięta oraz nie znajduje się na niej pokrywa śnieżna.

Analizując daty przejścia średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C widać wyraźnie, że w ostatnich latach, 2001 – 2020, ten próg termiczny jest osiągnięty kilka dni wcześniej niż w wieloletnim okresie 1971 – 2000 (Rys. 2). Obecnie w zachodniej części kraju próg ten jest osiągnięty w trzeciej dekadzie lutego (Słubice 28 luty, Legnica 27 luty), zaś we wschodniej w pierwszej i drugiej dekadzie marca (Lublin 9 marzec, Sandomierz 7 marzec). Wyjątkiem są obszary położone w Polsce północno-wschodniej gdzie średnia dobową temperatura powietrza przechodzi przez 3°C w trzeciej dekadzie marca, na stacji w Suwałkach jest to 22 marzec. W



porównaniu do wielolecia 1971 – 2000 jest to przyśpieszenie o 5 dni, co w przypadku pojedynczego roku może mieć duże znaczenie dla różnych zabiegów agrotechnicznych wykonywanych na polach. Należy pamiętać, że wyniki zaprezentowane na rysunku 2 są średnią dla poszczególnego wielolecia. W ciągu pojedynczych lat data przejścia przez próg termiczny może być wcześniejsza lub późniejsza od tej średniej, co zostało przedstawione na rysunku 3.



Rysunek 2. Średnia data przejścia temperatury przez próg 3°C na wybranych stacjach w latach 1971-2000 oraz 2001-2020.

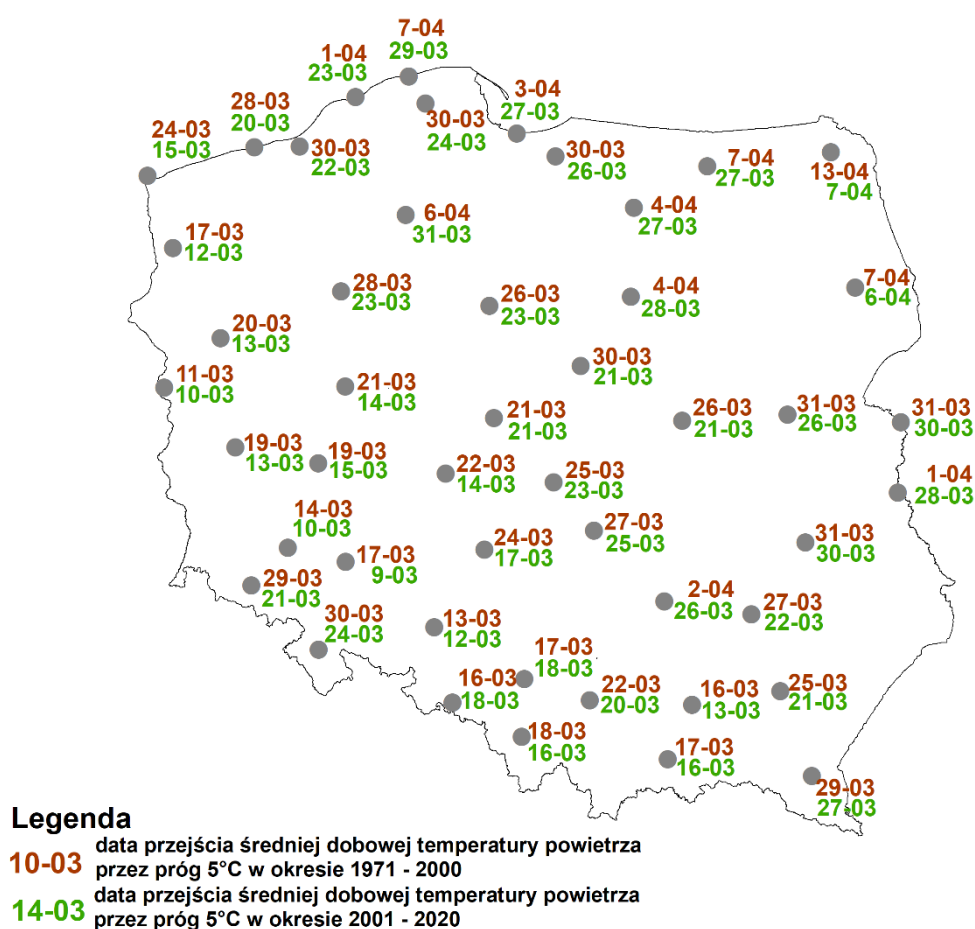


Rysunek 3. Data przejście temperatury przez próg 3°C w latach 2001 – 2020 dla wybranych stacji synoptycznych.

Na rysunku 3 widać, że przyspieszenie daty przekroczenia progu 3°C przyspieszyło po 2006 roku. Od 2001 do 2006 roku próg 3°C osiągniany był między 60 a 90 dniem roku, zaś od 2007 między 30 a 60 dniem roku. Różnice pomiędzy poszczególnymi latami są duże i mogą dochodzić na jednej stacji do około 60 dni. W 2002 roku kiedy to mieliśmy do czynienia z ciepłą zimą średnia dobowa temperatura powietrza przekroczyła próg 3°C już w pierwszych dniach lutego. W kolejnym roku, 2003, nastąpiło to dopiero 27-28 marca (87, 88 dzień roku) w Suwałkach, Włodawie i Wrocławiu i 12 marca (72 dzień roku) w Poznaniu.

Ważne jest tu także zróżnicowanie regionalne, np. w Suwałkach (północno-wschodnia część kraju) przejście przez próg 3°C nastąpiło 37 dni później niż w Poznaniu (zachodnia część kraju) w 2017 roku i było to odpowiednio 30 marzec i 22 luty. Natomiast w roku 2013 zarówno w Suwałkach jak i Poznaniu próg ten został osiągnięty wyjątkowo późno i było to odpowiednio 110 (19 kwietnia) i 104 (13 kwietnia) kolejny dzień roku. W 2013 roku różnica pomiędzy tymi stacjami wyniosła tylko 6 dni. W 2020 roku przekroczenie tego progu na stacji w Poznaniu i Wrocławiu było 45 dnia roku, tj. 14 lutego, natomiast we Włodawie było to już 7 dni później, 21 lutego, a w Suwałkach 21 później, tj. 66 dnia roku (5 marzec).

Analizując przejścia średniej dobowej temperatury przez próg 5°C mamy podobną sytuację jak w przypadku przekroczenia progu 3°C. W wielolecia 1971 – 2000 przejście średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 5°C, a zatem rozpoczęcie okresu wegetacyjnego średnio dla Polski następowało 27 marca. Najwcześniej okres wegetacyjny rozpoczynał się na zachodzie kraju (Rys. 4). Na stacji w Szczecinie było to 17 marca, w Gorzowie Wielkopolskim 20 marca, Zielona Góra, Leszno 19 marca a w Słubicach nawet 11 marca. Na wschodzie Polski okres wegetacyjny rozpoczynał się w ostatnich dniach marca a w Polsce północno-wschodniej na początku kwietnia. Na stacji w Olsztynie, Mławie 4 kwietnia, Kętrzynie i Białymstoku 7 kwietnia a w Suwałkach 13 kwietnia.

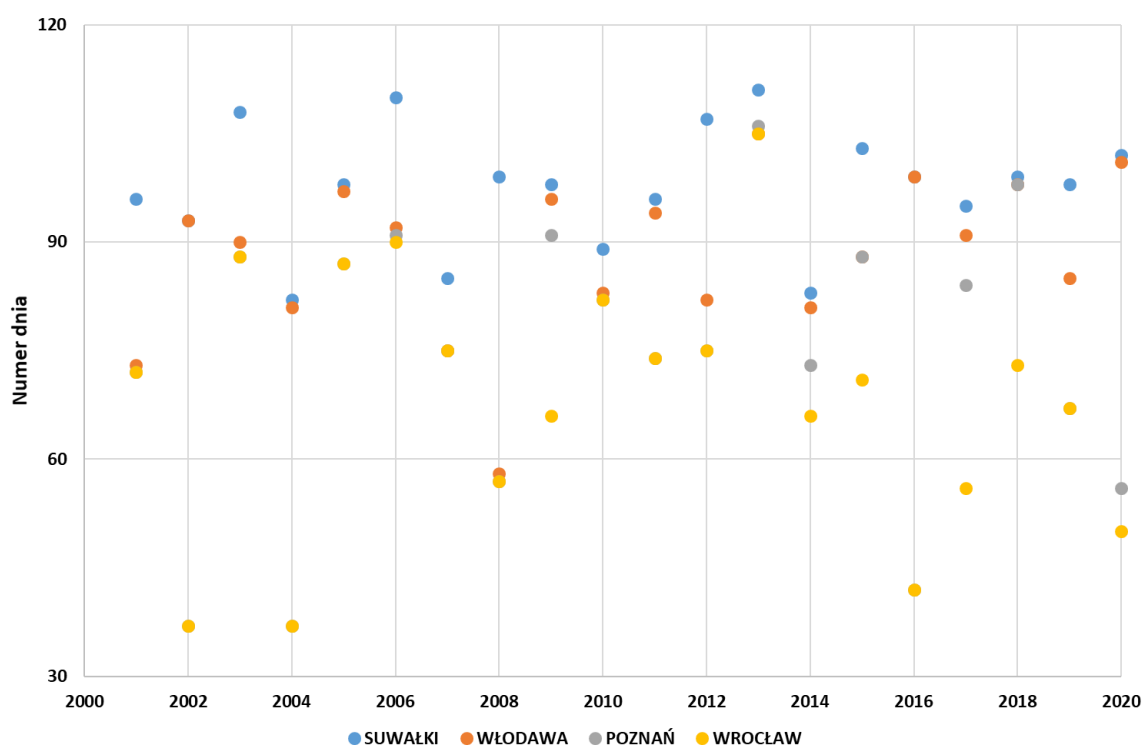


Rysunek 4. Średnia data przejście temperatury przez próg 5°C na wybranych stacjach w latach 1971-2000 oraz 2001-2020.

W wieloleciu 2001 – 2020 nastąpiło przyśpieszenie rozpoczęcia okresu wegetacyjnego, średnio w Polsce o 5 dni i średnia temperatura dobowa przechodziła przez próg 5°C już 22 marca. Podobnie jak w poprzednim wielolecia najwcześniej próg ten był przekraczany na

zachodzie kraju, 10-13 marca a najpóźniej na wschodzie: 28 marca we Włodawie, 30 marca w Terespolu oraz północnym-wschodzie: Białystok 6 kwietnia a Suwałki 7 kwietnia.

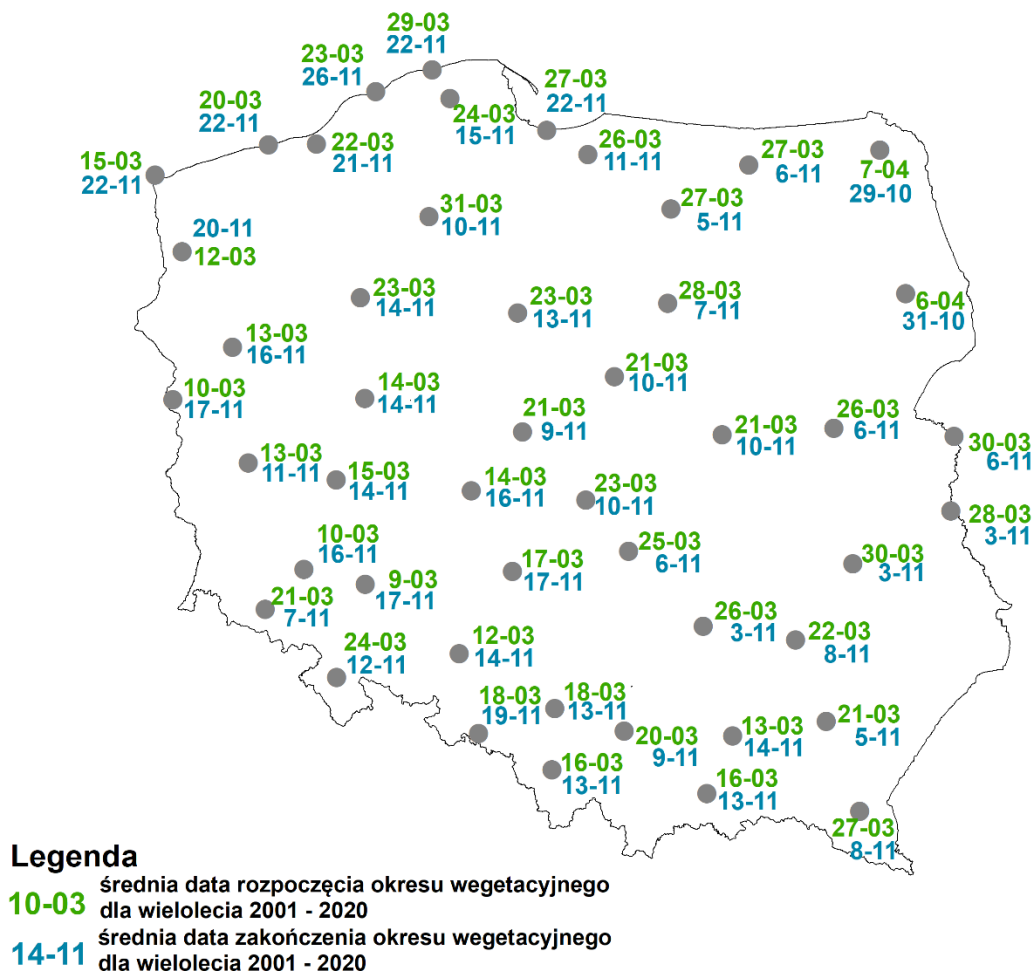
Należy pamiętać, że 22 marca to średnia data przejścia temperatury przez próg 5°C dla Polski. Na poszczególnych stacjach próg ten jest osiągany wcześniej lub później w zależności od położenia i roku (Rys. 5). Z przedstawionych na rysunku 5 danych, że na stacjach w zachodniej Polsce w pojedynczych latach okres wegetacyjny może rozpoczynać się nawet w lutym. Analizując ostatnie 20 lat widzimy, że taka sytuacja miała miejsce zarówno na początku jak i na końcu analizowanego wielolecia. Różnica rozpoczęcia okresu wegetacyjnego w okresie 2001 – 2020 na zachodzie Polski dochodzi do ponad 60 dni. W Poznaniu próg 5°C został przekroczony 6 lutego 2002 i 2004 roku (57 dzień roku) natomiast w 2013 roku nastąpiło to dopiero 15 kwietnia (106 dzień roku). Różnica rozpoczęcia okresu wegetacyjnego dla Poznania to aż 69 dni. Na stacji w Suwałkach ta różnica jest mniejsza i wynosi 29 dni. Najwcześniej okres wegetacyjny rozpoczął się tam w 2004 roku – 22 marca (82 dzień roku) a najpóźniej w 2013 i było to 20 kwietnia (111 dzień roku).



Rysunek 5. Data przejście temperatury przez próg 5°C w latach 2001 – 2020 dla wybranych stacji synoptycznych.

Na rysunku 6 przedstawiono średni termin rozpoczęcia i zakończenia okresu wegetacyjnego dla wielolecia 2001 – 2020. Średnia długość okresu wegetacyjnego w Polsce wynosi 236 dni i w porównaniu do wielolecia 1971 – 2000 jest dłuższa o 10 dni. Najdłuższy okres wegetacyjny jest na zachodzie kraju i wynosi ponad 250 dni (Legnica 252 dni, Słubice 253 dni, Szczecin 254 dni, Świnoujście 252 dni, Wrocław 255 dni). Przesuwając się na wschód kraju okres wegetacyjny ulega skróceniu i w Suwałkach wynosi 207 dni a w Białymstoku 209 dni. Różnica pomiędzy stacją z najdłuższym okresem wegetacyjnym (Wrocław 255 dni) a najkrótszym (207 dni) wynosi 48 dni. Analizując długość okresu wegetacyjnego w poszczególnych latach różnice w jego długości są jeszcze większe. W 2002 oraz 2016 roku różnica pomiędzy Wrocławiem a Suwałkami wynosiła 82 dni a w 2015 77dni. Oczywiście zdarzają się też lata w których ta różnica jest bardzo małą i wynosi jedynie 8 dni, jak to miało miejsce w 2013 roku.

Średnia data zakończenia okresu wegetacyjnego w Polsce to 12 listopad. W północno-zachodnich rejonach jest to nawet 3 dekada listopada, a w północno-wschodniej Polsce zakończenie tego okresu następuje w ostatnich dniach października.



Rysunek 6. Średnia data rozpoczęcia i zakończenia okresu wegetacyjnego dla wybranych stacji w wieloleciu 2001-2020.

Przejęcie temperatury przez próg 0°C charakteryzuje się mniejszą zmiennością niż przejście przez próg 3°C i 5°C. Średnia data dla Polski dla wielolecia 2001 - 2020 przejścia temperatury przez 0°C to 19 luty (50 dzień roku). W porównaniu do wielolecia 1971 – 2000 jest to tylko 1 dzień wcześniej. Analizując dane dla poszczególnych lat w wieloleciu 2001 - 2020 przejścia temperatury przez próg 0°C dla wybranych stacji (Rys. 7) możemy zaobserwować wcześniejsze przekroczenie tego progu na stacjach wschodniej Polski. Po 2010 roku na stacjach w Suwałkach i Włodawie próg 0°C osiągany był wcześniej średnio 10 dni w porównaniu do lat 2001 -2010 natomiast w Poznaniu i Wrocławiu różnica ta wynosi tylko 5 dni.



Rysunek 7. Średnia data przejście temperatury przez próg 0°C w latach 2001 – 2020 dla wybranych stacji synoptycznych.

Z przeprowadzonych analiz wynika, że przejścia temperatury przez różne progi termiczne ważne dla rolnictwa obecnie (wielolecia 2001 – 2020) następuje szybciej niż w wieloleciu 1971 – 2000. Wszystkie tzw. normy klimatyczne opracowane przed 2000 rokiem obecnie są już nie aktualne i należy je zaktualizować. Wszystkie zalecenia dla rolników opracowane w oparciu o dane meteorologiczne z przed 2000 roku także należy opracować na nowo. Obecnie mamy do czynienia z dużym zróżnicowaniem warunków meteorologicznych z roku na rok jak również regionalnie w Polsce. Opracowanie wskaźników, zaleceń dla praktyki rolniczej powinno jak najbardziej uwzględniać to zróżnicowanie.

Ważne jest także, że oprócz przyspieszenia przejścia temperatury przez progi termiczne na początku roku następuje także ich opóźnienie w końcowych miesiącach roku. Wydłużeniu ulegają okresy gospodarczy oraz wegetacyjny a także okres ze średnią temperaturą powietrza powyżej 0°C. Należałoby zatem przemyśleć czy oprócz zmiany terminów początku nawożenia nawozami azotowymi nie należy opóźnić terminu końcowego tego typu nawożenia.

Na podstawie przeprowadzonych analiz można stwierdzić, że termin początku stosowania nawozów azotowych mineralnych oraz płynnych i stałych nawozów naturalnych może być wyznaczany jako data przejścia średniej dobowej temperatury powietrza przez próg 3°C. Jednocześnie termin ten nie może być wyznaczony jako jeden dla całego kraju a regionalnie na

podstawie danych z najbliższej dostępnej stacji meteorologicznej. Średnia dobową temperaturę powietrza jest to element mierzony na wszystkich stacjach synoptycznych i klimatycznych IMGW-PIB oraz na stacjach meteorologicznych zarządzanych przez ODR, powiaty czy też gminy. Opracowanie wskaźnika na szeroko dostępnych danych umożliwi jak najbardziej regionalne dopasowanie terminu do lokalnych warunków pogodowych.

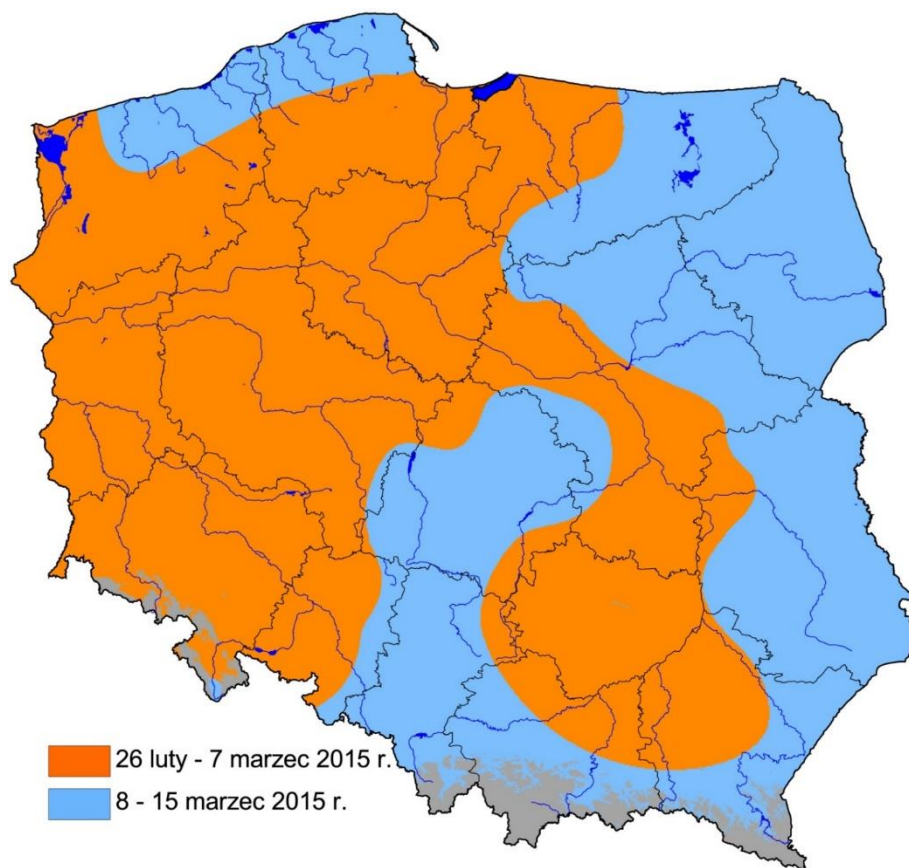
### **Zmiany terminu obowiązywania przymrozków wiosennych dopuszczających rozpoczęcie nawożenia gruntów rolnych**

Data dotychczas obowiązującą o dopuszczalności rozpoczęcia nawożenia gruntów rolnych określona w „Programie działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” jest 1 marca (Dz. U. poz. 243, 2020).

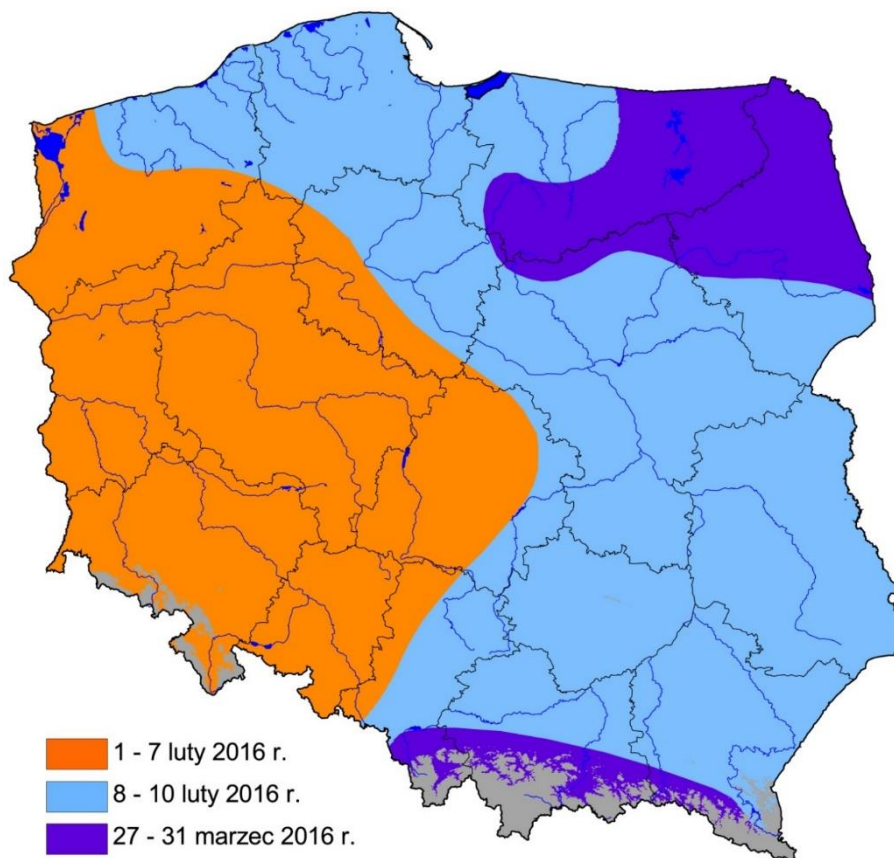
W ostatnim 30-leciu (1989-2019) początek okresu wegetacyjnego (temperatura powietrza 5°C na wysokości 2 metry nad powierzchnią gruntu) w Polsce rozpoczynał się dopiero 21 marca a kończył 1 kwietnia.

Z uwagi na dużą zmienność warunków pogodowych, uwarunkowanych znacznym ociepleniem klimatu, zwłaszcza w ostatnich latach, w Instytucie Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa – Państwowym Instytucie Badawczym (IUNG-PIB) w Puławach zbadano w jakim terminie w ostatnich latach występuje temperatura powietrza 5°C. Temperaturę tę wyznaczono jako 3 kolejne dni z temperaturą 5°C lub wyższą, po którym wystąpił okres z temperaturą nie mniejszą niż -2°C przez dwa kolejne dni. Na podstawie tych założeń wykonano mapy prezentujące przebieg izolinii 5°C w sześciu latach: 2015, 2016, 2017, 2018, 2019 oraz 2020 roku (ryc. 8-13).

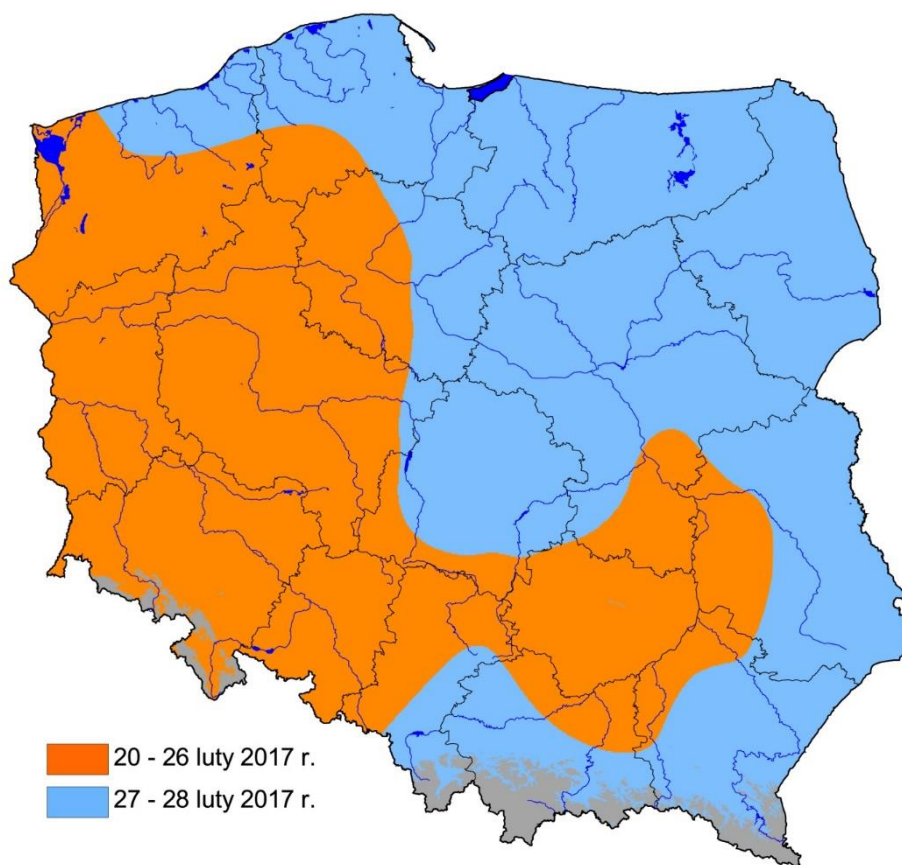




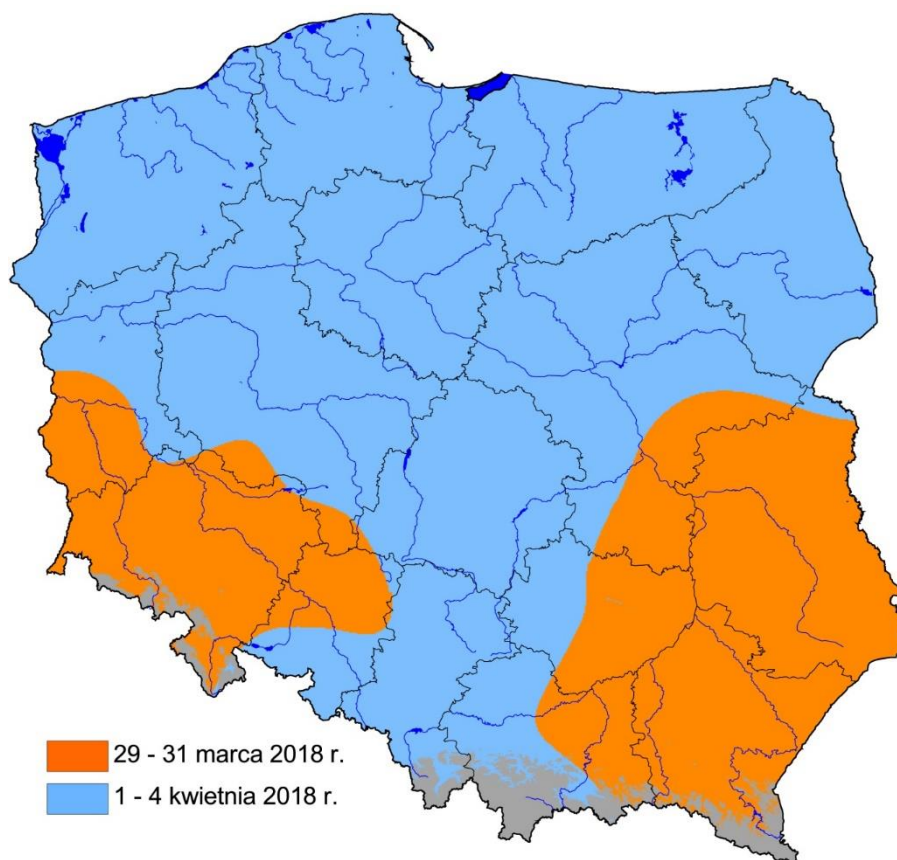
Rysunek 8. Początek okresu wegetacyjnego w 2015 roku (temperatura 5°C)



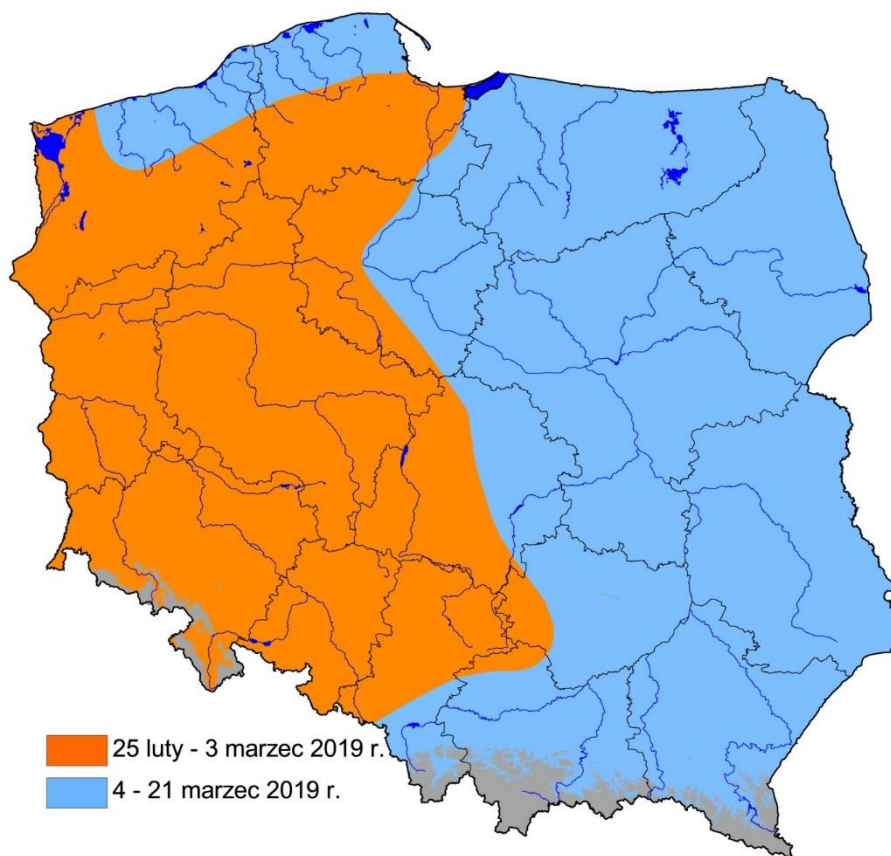
Rysunek 9. Początek okresu wegetacyjnego w 2016 roku (temperatura 5°C)



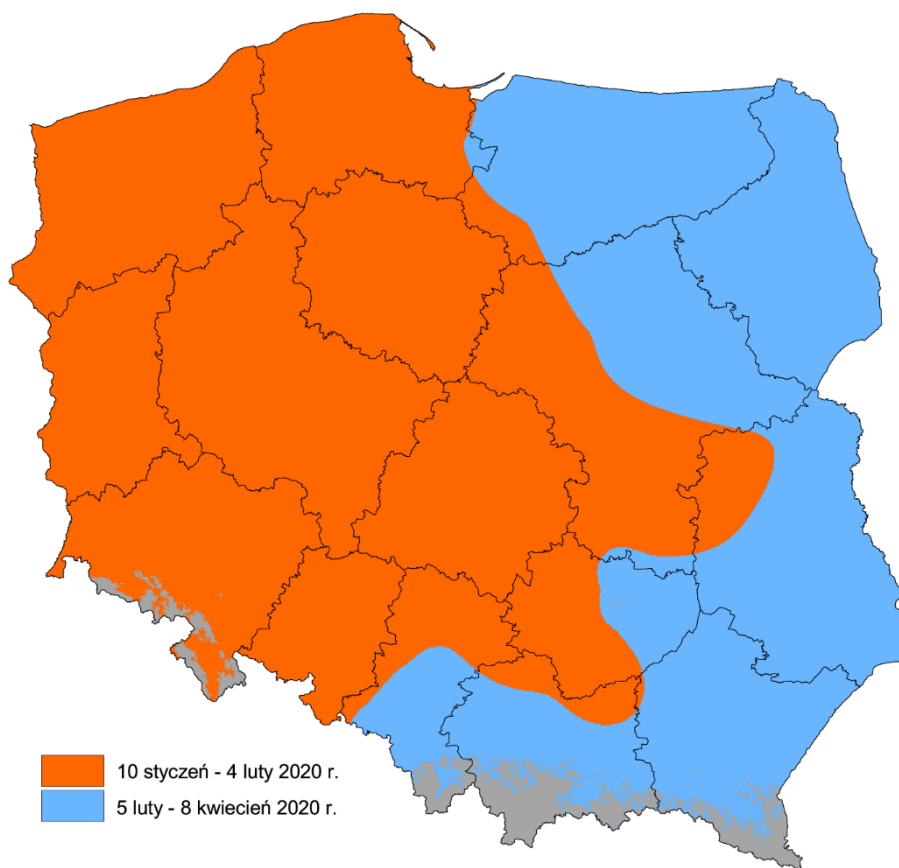
Rysunek 10. Początek okresu wegetacyjnego w 2017 roku (temperatura 5°C)



Rysunek 11. Początek okresu wegetacyjnego w 2018 roku (temperatura 5°C)



Rysunek 12. Początek okresu wegetacyjnego w 2019 roku (temperatura 5°C)



Rysunek 13. Początek okresu wegetacyjnego w 2020 roku (temperatura 5°C)

Na sześć rozpatrywanych lat, datę wystąpienia temperatury powietrza 5°C w pięciu latach 2015, 2016, 2017, 2019 oraz 2020 na terenie **Polski notowano w lutym**.

**W zachodnich obszarach kraju wystąpienie początku okresu wegetacyjnego notowano:**

- w 2015 roku - od 26 lutego do 7 marca,
- w 2016 roku – od 1 lutego do 7 lutego,
- w 2017 roku – od 20 lutego do 26 lutego,
- w 2019 roku – od 25 lutego do 3 marca,
- w 2020 roku – od 10 stycznia do 4 lutego.

**Natomiast we wschodnich terenach kraju początek okresu wegetacyjnego notowano:**

- w 2015 roku – od 8 marca do 15 marca,
- w 2016 roku – od 8 lutego do 10 lutego (a w pln.-wsch. rejonach nawet 27 marca),
- w 2017 roku – od 27 lutego do 29 lutego,
- w 2019 roku – od 4 marca do 21 marca,
- w 2020 roku – od 5 lutego do 8 kwietnia.

Należy zaznaczyć, że spośród sześciu rozpatrywanych lat (2015-2020), rok 2018 był skrajnie nietypowy, albowiem temperatura powietrza 5°C wystąpiła w całym kraju bardzo późno, dopiero pomiędzy 29 marcem a 4 kwietnia.

Według publikacji „**Zbiór zaleceń dobrej praktyki rolniczej**” (2019), mającej na celu ochronę wód przed zanieczyszczeniem azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych, zamieszczono informację: „**Nawozy nie mogą być stosowane, gdy gleba jest zamarznięta lub pokryta śniegiem. Nawet jeżeli nastąpi okresowe ocieplenie, ale gleba nie rozmarza co najmniej powierzchniowo należy wstrzymać się z aplikacją nawozów**”. W tabeli nr 13 tej publikacji termin stosowania nawozów na gruntach rolnych wyznaczono na dzień 1 marca z zastrzeżeniem „z uwagi na dużą zmienność warunków pogodowych w poszczególnych latach **dopuszcza się pewne odstępstwa w warunkach o których mowa w Tabeli 13**”.

Na podstawie wykreślonych map, oznaczających początek okresu wegetacyjnego (ryc. 1-6) oraz w oparciu o powyżej przedstawione zestawienia, IUNG-PIB stwierdza, że temperatura powietrza 5°C, **pozwała na rozpoczęcie wykonania zabiegów nawożenia:**

- ✓ w zachodnich rejonach kraju po 25 lutym,
- ✓ we wschodnich obszarach Polski czynności te można wykonywać po 8 marca.

Należy również zauważyć, że może wystąpić układ pogodowy, że po ciepłym okresie następuje znaczne ochłodzenie, jak miało to miejsce jesienią 2017 i zimą 2017/2018 roku. Jesień i początek zimy 2017/2018 były bardzo ciepłe, po czym nastąpiło znaczne ochłodzenie, ze średnią temperaturą od -6 do -2°C i w efekcie okres wegetacyjny rozpoczął się dopiero w pierwszych dniach kwietnia (ryc. 4). Należy także zauważyć, że jesień 2019 roku oraz zima 2019/2020 również były ciepłe. W niektórych regionach Polski zima 2019/2020 była najcieplejszą jako notowano w ostatnich 150 latach.

Jak wynika z analiz oraz obserwacji polowych, zwykle stan spoczynku zimowego bywa przerywany utrzymującymi się przez pewien okres dodatnimi temperaturami. Taka sytuacja miała miejsce jesienią 2019 roku i na początku zimy 2019/2020, kiedy w tym okresie utrzymywała się wysoka temperatura powodując, że oziminy (zboża i rzepak) nie weszły w stan głębokiego uspienia i rośliny były w stanie powolnej wegetacji. Zjawisko to nie jest korzystne, ponieważ wpływa na stopniowe wyczerpywanie się w roślinach substancji zapasowych i tym samym zmniejsza się zdolność roślin do szybkiego wejścia w okres intensywnego wzrostu i rozwoju w okresie wiosennym. Dalsza część okresu zimowego również była stosunkowo ciepła co mogło doprowadzić do dalszego osłabienia niektórych gatunków roślin. Podstawowym sposobem na wzmocnienie kondycji osłabionych roślin do intensywnego wzrostu i rozwoju po okresie zimowym, jest możliwie wczesne, zastosowanie pierwszej dawki azotu, najlepiej w czasie ruszania wegetacji. Ma to zasadnicze znaczenie dla dalszego prawidłowego wzrostu i rozwoju roślin. Brak odpowiedniej ilości łatwo dostępnego azotu w glebie w tym momencie może być bezpośrednią przyczyną nawet dużego obniżenia wielkości plonów.

Odpowiednie zaopatrzenie roślin w azot we wczesnych fazach rozwojowych ma kluczowe znaczenie dla dalszego rozwoju roślin i plonowania. Niedobór składników pokarmowych, a w szczególności azotu, w fazach juvenilnych nie może być rekompensowany późniejszym nawożeniem, kiedy rośliny przeszły już w kolejne fazy rozwojowe.

Wegetacja rzepaku trwa już w temp 0°C, jakkolwiek za początek wznowienia wegetacji przyjmuje się moment, gdy średnia dobowa temperatura wynosi 4°C i utrzymuje się przez kilka dni.

Rośliny rzepaku po zakończeniu okresu zimy muszą przejść regenerację części nadziemnej i korzeni, co wiąże się z koniecznością pobrania odpowiedniej ilości azotu. W tym czasie tworzą się podstawowe elementy struktury plonu rzepaku ozimego, wpływające na ostateczny plon nasion tj. obsada roślin na jednostce powierzchni, liczba rozgałęzień i liczba pąków kwiatowych. Deficyt azotu powoduje słabe wykształcanie lub opadanie już wytworzonych

liści, co skutkuje obniżeniem aktywności fotosyntetycznej i zmniejszeniem ilości wytworzonej masy roślin, a następnie plonu użytkowego.

Zalecenia agrotechniczne informują, że aby prawidłowo sterować rozwojem roślin i formowaniem plonu należy azot aplikować przed rozpoczęciem intensywnego wzrostu („azot powinien czekać na rzepak a nie rzepak na azot”). W praktyce najczęściej rzepak ozimy na wiosnę nawozi się azotem w dwóch dawkach w małych odstępach czasowych (od kilku dni do 2-4 tygodni).

Rośliny zbożowe wczesną wiosną są zwykle w fazie krzewienia. Niewystarczające zaopatrzenie roślin w składniki pokarmowe (przede wszystkim w azot) oraz wodę, ogranicza liczbę pędów produkcyjnych, co w rezultacie przekłada się na liczbę wytworzonych kłosów na jednostce powierzchni, a więc zmniejsza ich zwartość w łanie. W fazie tej powstają również zawiązki organów generatywnych (kłosy, kłoski, kwiatki), które decydują o liczbie ziaren w kłosie. Są one następnie kształtowane w fazie strzelania w źdźbło. Niewystarczające zaopatrzenie w wodę i składniki pokarmowe oraz słaba efektywność fotosyntezy w tym czasie mogą zmniejszyć liczbę płodnych kwiatków, a zatem i liczbę ziaren w kłosie.

Wegetacja roślin w zimie 2019/2020 nie została przerwana, rośliny zwiększały swoją masę pobierając niewielkie ilości azotu z gleby. W chwili wejścia roślin w okres intensywnego wzrostu, co nastąpiło z początkiem marca, należało zabezpieczyć dostateczną ilość dostępnego dla roślin azotu. Pobranie składnika przez rośliny zależy od uwilgotnienia gleby. Wraz o ociepleniem bardzo szczupłe zapasy wody glebowej odparują, co uniemożliwia pobieranie składników pokarmowych przez rośliny. Poza tym efektywność nawozów azotowych zastosowanych w warunkach deficytu wody jest znacznie niższa.

Z uwagi na warunki zmieniającego się klimatu i zagrożenia wynikające z pogłębiających się niedoborów wody w Polsce na wiosnę, pierwszą wiosenną dawkę azotu należy zastosować jak najwcześniej.

A zatem uzasadnione jest zniesienie zakazu stosowania nawozów azotowych przed 1 marca. Możliwość zastosowania azotu w drugiej połowie lutego zgłaszana jest przez właściwe jednostki na podstawie analizy sytuacji pogodowej, termin ten zależałby od rejonu kraju. Taka zmiana może mieć duże uzasadnienie, zwłaszcza dla najcieplejszych regionów Polski, a w szczególności w jej południowo-zachodnich rejonach. Jednakże należy zaznaczyć, że decyzja o zastosowaniu nawozów każdorazowo podejmowana jest przez producenta rolnego.

### **Wniosek**

Z uwagi na wczesne wystąpienie w ostatnich latach temperatury powietrza 5°C, oznaczającej rozpoczęcie okresu wegetacyjnego, **możliwe jest stosowanie nawożenia, w niektórych rejonach kraju już w terminie od 25 lutego.**

### **Literatura**

Dz. U. poz. 243 z dnia 14 lutego 2020 r. Rozp. Rady Min. z dnia 12 lutego 2020 w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu”.

Zbiór zaleceń dobrej praktyki rolniczej. 2019. Opracowanie IUNG-PIB Puławy, Ministerstwo Rolnictwa i Rozwoju Wsi oraz Ministerstwo Gospodarki Morskiej i Żeglugi Śródlądowej. Warszawa.

### 3. Analiza scenariuszy klimatycznych na kolejną dekadę

W poniższych analizach wykorzystano dane pochodzące z trzech scenariuszy klimatycznych:

1) **CNRM-CM5\_CCLM4-8-17 (Scenariusz 1)**: Regionalny dynamiczny model CCLM4-8-17 korzystający z warunków brzegowych i początkowych z globalnego modelu klimatu CNRM-CM5 - Scenariusz zakładający najmniejsze zmiany – dla scenariusza RCP4.5 dla okresu 2021-2050 w odniesieniu do okresu 1971-2000 scenariusz zakłada wzrost maksymalnej dobowej temperatury o  $0.6^{\circ}\text{C}$  i wzrost miesięcznej sumy opadów o 3%.

2) **EC-EARTH\_CCLM4-8-17 (Scenariusz 2)**: Regionalny dynamiczny model CCLM4-8-17 korzystający z warunków brzegowych i początkowych z globalnego modelu klimatu EC-EARTH - Scenariusz zakładający średnie zmiany - dla scenariusza RCP4.5 dla okresu 2021-2050 w odniesieniu do okresu 1971-2000 scenariusz zakłada wzrost maksymalnej dobowej temperatury o  $0.9^{\circ}\text{C}$  i wzrost miesięcznej sumy opadów o 5%.

3) **EC-EARTH\_KNMI-RACMO22E (Scenariusz 3)**: Regionalny dynamiczny model RACMO22E korzystający z warunków brzegowych i początkowych z globalnego modelu klimatu EC-EARTH – Scenariusz zakładający największe zmiany - dla scenariusza RCP4.5 dla okresu 2021-2050 w odniesieniu do okresu 1971-2000 scenariusz zakłada wzrost maksymalnej dobowej temperatury o  $1.3^{\circ}\text{C}$  i wzrost miesięcznej sumy opadów o 9%.

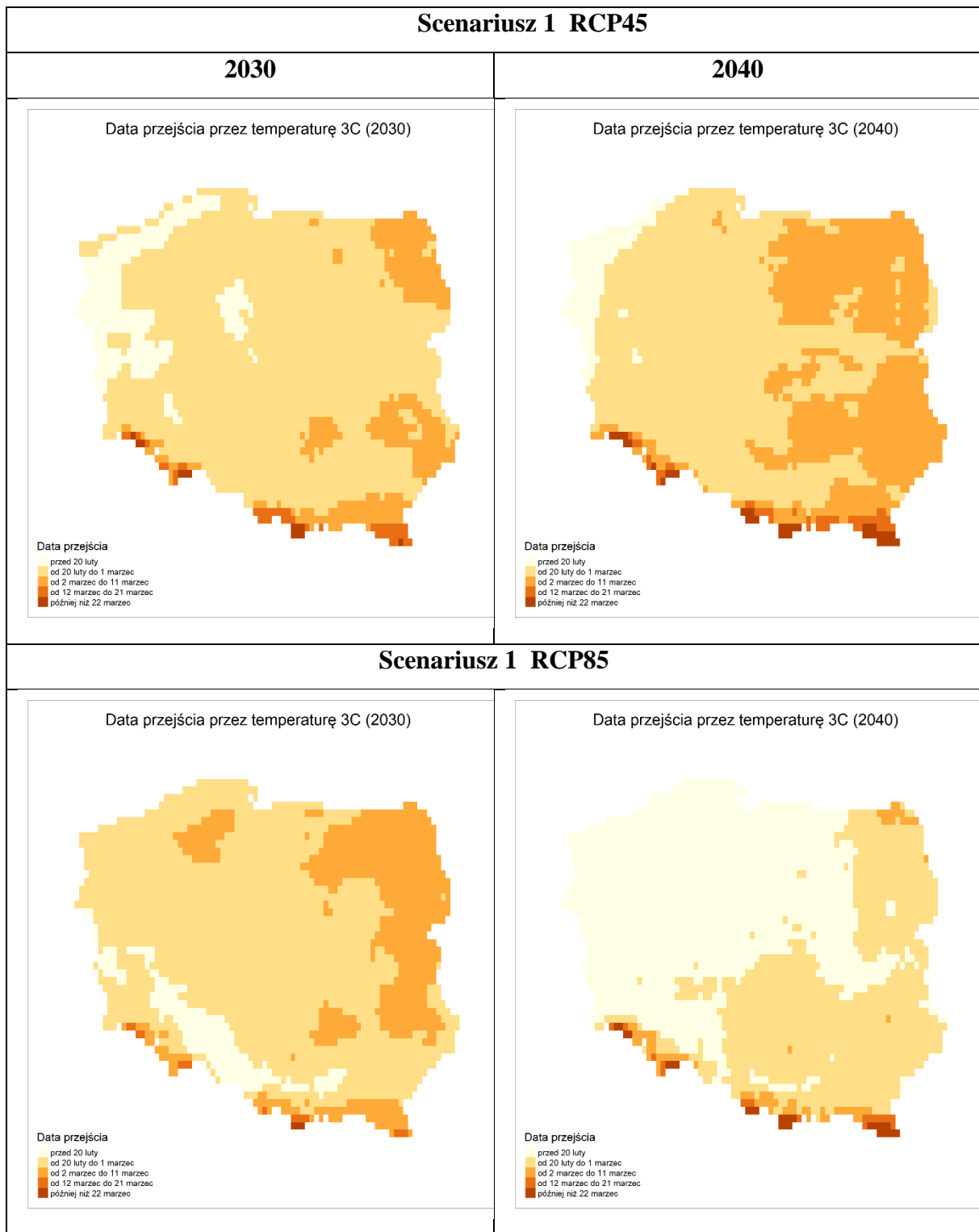
Wyniki dla każdego scenariusza ponadto przedstawione są dla dwóch różnych wielkości wzrostu wymuszenia radiacyjnego:

1) **RCP45**: to scenariusz wzrostu wymuszenia radiacyjnego o  $4,5 \text{ W m}^{-2}$ , który po osiągnięciu danej wartości wymuszenia radiacyjnego stabilizuje się pod koniec XXI wieku.

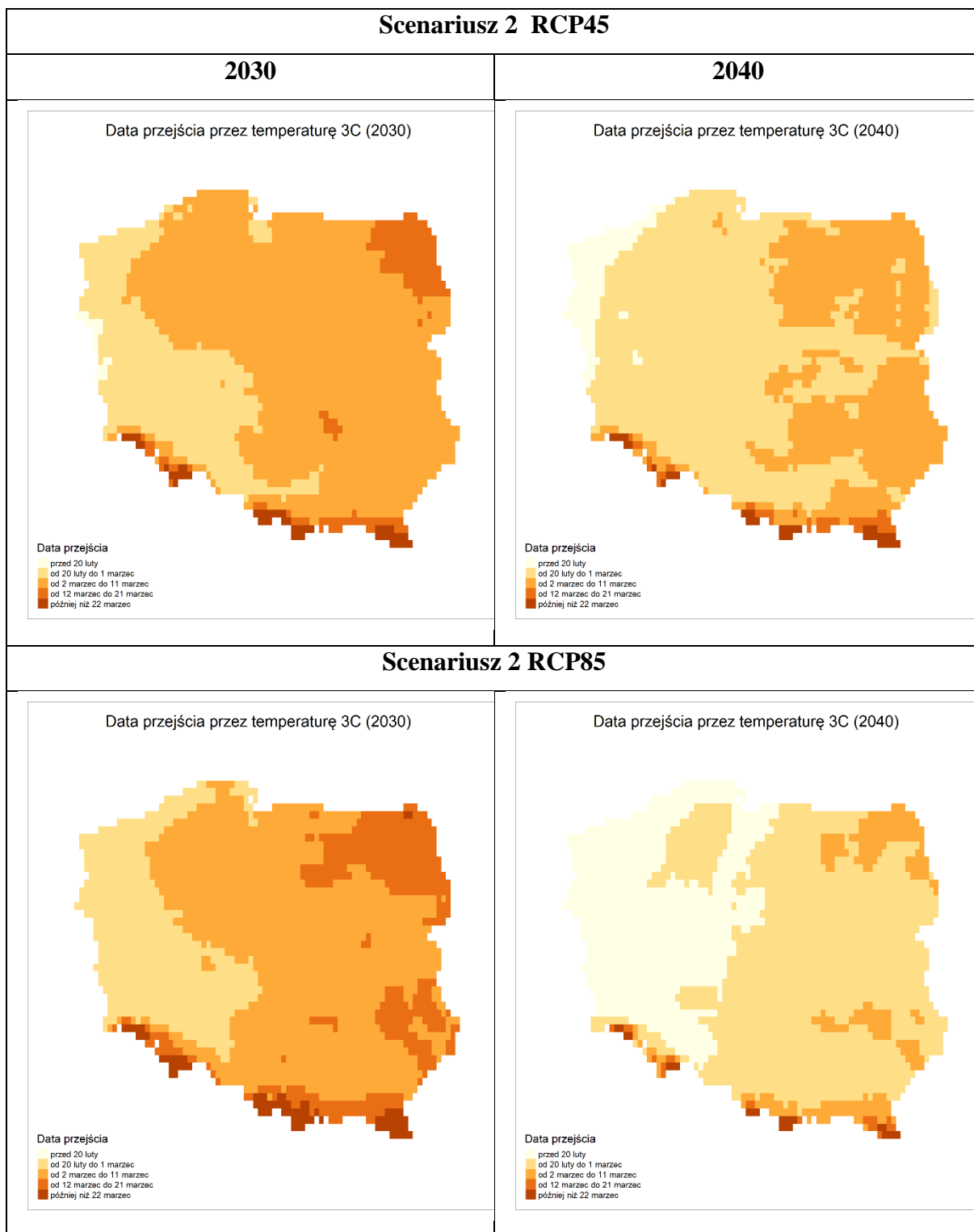
2) **RCP85**: reprezentuje bardzo wysoką emisję gazów cieplarnianych prowadzącą do wzrostu wymuszenia radiacyjnego o  $8,5 \text{ W m}^{-2}$ , które nadal będzie rosło po 2100 roku.

Na rysunku 14, 15 i 16 przedstawiono przejście temperatury przez próg  $3^{\circ}\text{C}$  w dwóch perspektywach czasowych: 2030 i 2040 roku dla trzech scenariuszy klimatycznych i dwóch wielkości wzrostu wymuszenia radiacyjnego.

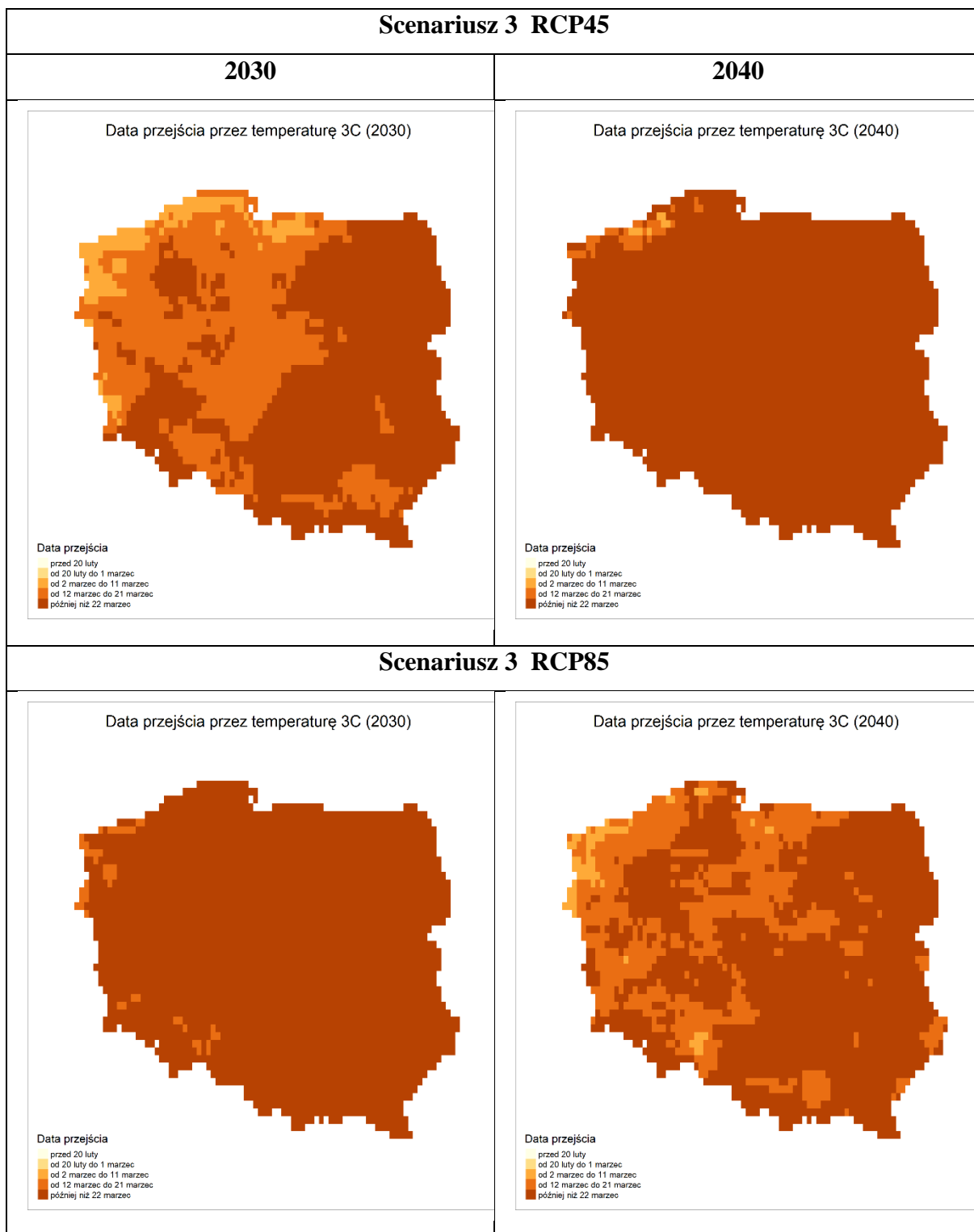




Rysunek 14. Średnia data przejścia temperatury przez próg 3°C w perspektywie 2030 i 2040 roku według Scenariusza 1.



Rysunek 15. Średnia data przejścia temperatury przez próg 3°C w perspektywie 2030 i 2040 roku według Scenariusza 2.



Rysunek 15. Średnia data przejścia temperatury przez próg 3°C w perspektywie 2030 i 2040 roku według Scenariusza 3.

#### 4. Założenia architektury systemu monitoringu

Poniżej opisane założenia architektury systemu odpowiadają sytuacji, w której MRiRW powierza Instytutowi prowadzenia tego typu serwisu w celu dostarczania informacji rolnikom o możliwych terminach rozpoczęcia nawożenia azotem wczesną wiosną.

Należy jednak zaznaczyć, że wdrożenie takiego systemu możliwe będzie po dokonaniu stosownych zmian w legislacji (propozycje zawarto w rozdziale 6) oraz przeznaczeniu pewnych nakładów inwestycyjnych na fizyczną budowę infrastruktury monitoringu oraz jego prowadzenie w kolejnych latach (patrz rozdział 5).

#### Źródła danych

##### **METEOROLOGICZE**

Jako źródła danych do systemu możemy wykorzystać dobowe dane meteorologiczne dotyczące średniej dobowej temperatury powietrza ze stacji synoptycznych i klimatycznych IMGW-PIB, stacji meteorologicznych IUNG-PIB, stacji meteorologicznych ODR. Dane te będą gromadzone w jednej wspólnej bazie danych, która będzie na bieżąco aktualizowana od 1 lutego 2022.

##### **TELEDETEKCJA SATELITARNA**

Do sprawdzenia czy na polach zalega pokrywa śnieżna można wykorzystać zobrazowania satelitarne. W tym celu obecnie dostępne są następujące niekomercyjne źródła danych:

##### **Satelity meteorologiczne o niskiej rozdzielczości przestrzennej**

##### Satelity meteorologiczne NASA/USGS

Moderate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS, pol.: spektrometr obrazujący średniej rozdzielczości) – wielospektralny skaner optyczno-mechaniczny satelitów Terra i Aqua. Rejestruje promieniowanie elektromagnetyczne w 36 kanałach obejmujących zakres 0,46-14,39  $\mu\text{m}$ . Dostarcza danych o rozdzielczości przestrzennej 0,25-1,00 km/piksel w nadirze. Ze względu na duże pole widzenia ( $110^\circ$ ) umożliwia uzyskanie danych dla całej planety dwa razy na dobę[1]

MODIS uchodzi za jeden z najważniejszych sensorów współczesnej teledetekcji satelitarnej. Opinię tę zawdzięcza wysokiej jakości danych: wysokiej rozdzielczości radiometrycznej i spektralnej, zaawansowanym systemom kalibracji radiometrycznej. Dodatkowo orbity satelitów Terra i Aqua są stabilizowane z dokładnością  $\pm 5-10$  minut[1], co pozwala na uzyskanie homogenicznych serii obserwacyjnych, kluczowych do badań

środowiska, a trudno osiągalnych za pomocą np. sensorów AVHRR. Obrazy z w/w sensora możliwe są do pozyskania w rozdzielczości 250 m dla kanałów czerwonego i podczerwonego, co sprzyja detekcji pokrywy śnieżnej. NASA dostarcza również gotowe mapy pokrywy śnieżnej jako produkt modelowany na podstawie danych sensora MODIS – MOD10 Snow Cover. Są to mapy o rozdzielczości 500m. generowane codziennie.

### **Satelity o wysokiej rozdzielczości przestrzennej**

Europejska Agencja Kosmiczna (ESA) udostępnia dane o rozdzielczości 10/20 m z sensorów wielospektralnych Sentinel-2 oraz obrazy radarowe Sentinel-1. Kompilacja danych z tych sensorów umożliwia precyzyjne kartowanie pokrywy śnieżnej z rozdzielczością czasową do 6 dni.

### **Algorytmy modelowania warunków umożliwiających rozpoczęcie zabiegów agrotechnicznych**

- Zakłada się kompilacje modelu opartego na danych meteorologicznych i teledetekcji z użyciem obrazów Sentinel-1 i sentinel-2.
- Model pokrywy śnieżnej i temperatury gruntu powinien być generowany codziennie
- Możliwości technologiczne pozwalają na wskazywanie działek rolnych/ewidencyjnych, które spełniają warunki wcześniejszego (niż 1 marca) nawożenia azotem.

### **Interfejs systemu monitoringu**

#### **WWW**

System monitoringu terminów wczesnej aplikacji nawozów azotowych udostępniony będzie na stronach internetowych IUNG-PIB. Dane prezentowane będą w formie map (geoportal) oraz w formie tabelarycznej (dla gmin lub obrębów).

#### **ALERT**

Zarejestrowani rolnicy będą otrzymywali alerty SMSem

### **Miejsce monitoringu w strukturze Centrum Geomatyki**

Budowa Centrum Geomatyki umożliwi realizację systemu monitoringu w ramach ogólnego systemu monitoringu rolniczej przestrzeni produkcyjnej, który ma stanowić podstawowe zadanie tego Centrum. Projekt docelowo ma być finansowany przez Krajowy Plan Odbudowy i Zwiększenia Odporności (KPO).

W wypadku włączenia monitoringu pokrywy śnieżnej i terminów rozpoczęcia nawożenia azotem w struktury Centrum Geomatyki istnieje możliwość wdrożenia tego systemu bez dodatkowych środków finansowania (ze strony MRiRW) - na infrastrukturę IT, monitoring w terenie oraz wszystkich tych kosztów, które opisane są w rozdziale 5.

## 5. Wycena kosztów prowadzenia systemu monitoringu

a. Nowe (jednorazowe) inwestycje w infrastrukturę (IT, sensory stacji meteo)

IT: sprzęt komputerowo-serwerowy – koszt ok. 550 000 zł.

W przypadku rozpoczęcia przez IUNG-PIB monitoringu zalań i podtopień na TUZ (zad. 2.0 Dotacji Celowej) – większość wydatków zostanie odniesionych do tego zadania i wówczas szacowane koszty mogą być zredukowane do ok. 100 000 zł

Sensory stacji meteo – czujniki temperatury gleby – ok. 50 szt. x 100 zł = 5000 zł brutto

b. Szacunkowa ocena kosztów utrzymania serwisu / rok

- Prace terenowe /konserwacja stacji, monitoring in-situ = 50 000 zł
- Koszty pracy: osobo godziny + koszty pośrednie = 100 000 zł
- Utrzymanie i konserwacja sprzętu IT = 25 000 zł
- Rozwój systemu: strategia nowych inwestycji = 20 000 zł

Uwaga – w przypadku równoczesnej budowy systemu monitoringu z budową Centrum Geomatyki – wszystkie koszty (do 2026 włącznie) sfinansowane będą mogły być w ramach Krajowego Planu Odbudowy.

## 6. Propozycja zmian legislacyjnych umożliwiająca wdrożenie systemu monitoringu

Terminy stosowania nawozów azotowych mineralnych, nawozów naturalnych płynnych oraz nawozów naturalnych stałych zostały określone w Rozporządzeniu Rady Ministrów z dnia 5 czerwca 2018 roku w sprawie przyjęcia „Programu działań mających na celu zmniejszenie zanieczyszczenia wód azotanami pochodzącymi ze źródeł rolniczych oraz zapobieganie dalszemu zanieczyszczeniu” (Dz. U. poz. 1339 z 2018 r.) jako stałe terminy (Tab. 1).

Tabela 1. Terminy stosowania nawozów (źródło: Dz. U. poz. 1339 z 2018 r.).

| <b>Rodzaj nawozów</b><br><b>Rodzaj gruntów</b>   | <b>Nawozy azotowe mineralne<br/>i<br/>nawozy naturalne płynne</b> | <b>Nawozy naturalne<br/>stałe</b> |
|--|---|-----------------------------------|
| <b>Grunty orne</b>   | 1 marca –<br>20 października                                      | 1 marca –<br>31 października      |
| <b>Grunty orne na terenie gmin<br/>objętych wykazem<br/>stanowiącym załącznik nr 2 do<br/>Programu</b> | 1 marca –<br>15 października                                      |                                   |
| <b>Grunty orne na terenie gmin<br/>objętych wykazem<br/>stanowiącym załącznik nr 3 do<br/>Programu</b> | 1 marca –<br>25 października                                      |                                   |
| <b>Uprawy trwale</b>   | 1 marca –<br>31 października                                      | 1 marca –<br>30 listopada         |
| <b>Uprawy wieloletnie</b>  |   |                                   |
| <b>Trwale użytki zielone</b>   |   |                                   |

Na podstawie przeprowadzonych analiz proponuje się aby terminy rozpoczęcia jak i zakończenia stosowania nawozów azotowych mineralnych oraz nawozów naturalnych stałych i płynnych wyznaczać na podstawie prowadzonego systemu monitoringu opartego o dane meteorologiczne oraz teledetekcyjne.