



Europejski Fundusz Rolny na rzecz Rozwoju Obszarów Wiejskich: Europa inwestująca w obszary wiejskie



SPOSOBY POPRAWY RETENCJI WODY W GLEBIE

SPIS TREŚCI



Zachodniopomorski Ośrodek Doradztwa Rolniczego w Barzkowicach

Barzkowice 2
73-134 Barzkowice
www.zodr.pl

Autor

Arkadiusz Semczyszak

Skład i druk

ZAPOL Sobczyk sp.k.
www.zapol.com.pl

Fotografie

autor: Arkadiusz Semczyszak (zdjęcia 18-24)
okładka: depositphotos.com

I. Diagnoza zmian opadów i długości oraz intensywności okresów posusznych w przyszłości	4
1. Czy czekają nas częstsze, dłuższe, intensywniejsze susze? ..	4
2. A jak będzie w województwie zachodniopomorskim i w kraju?	4
II. Jak zwiększyć retencję wody opadowej aby osiągnąć przyjęte cele?	18
1. Założenia ogólne	18
2. Retencja krajobrazowa	19
• Renaturyzacja	19
• Gabiony	20
• Powierzchnie użytkowe przepuszczalne dla wody	23
3. Nowe i na nowo odkrywane „stare” sposoby zwiększenia retencji w glebie użytkowanej rolniczo	26
• „Sadzenie” wody na polach uprawnych	26
• Ogrody „gofrowe”	27
• Technika Zai-Tassa	30
• FMNR	32
• Hügelkultur (Hügelbed)	34
• Terra Preta	37
• Próchnica czyli „Humus”	38
• Ogrody deszczowe	39
• Łąki kwietne	44

Projekt realizowany jest w ramach operacji „Tworzenie Lokalnych Partnerstw ds. Wody (LPW)” pn. „Racjonalne gospodarowanie zasobami wodnymi w warunkach zmieniającego się klimatu. Wsparcie dla tworzenia Lokalnych Partnerstw ds. Wody”. Operacja realizowana jest przez ZODR w Barzkowicach w ramach Planu Operacyjnego KSOW na lata 2022-2023 w zakresie SIR.

I. DIAGNOZA ZMIAN OPADÓW I DŁUGOŚCI ORAZ INTENSYWNOŚCI OKRESÓW POSUSZNYCH W PRZYSZŁOŚCI

1. CZY CZEKAJĄ NAS CZĘSTSZE, DŁUŻSZE, INTENSYWNIJSZE SUSZE?

...z powodu zmian klimatu Polskę czekają w nadchodzących latach coraz dłuższe okresy suszy. Jednocześnie wzrastać będzie częstotliwość występowania gwałtownych i bardzo intensywnych opadów, niosąc ze sobą zwiększone ryzyko powodzi. (Portal Samorządowy.pl)

Dla właściwego zaplanowania działań pro-retencyjnych, dobrania odpowiednich metod, konieczna jest znajomość prognozy zmian, których ewentualnym negatywnym efektem będziemy chcieli zapobiec.

Raport IPCC – Międzyrządowego Panelu ds. Zmian Klimatu (jest to agenda ONZ nagrodzona w 2007 r. pokojową nagrodą Nobla) przedstawia takie wnioski odnośnie tendencji zmian we frekwencji i intensywności suszy na świecie:

- istnieje niskie zaufanie do prawdziwości założenia o kontynuowaniu w przyszłości obserwowanej od lat 50. ubiegłego wieku, tendencji w skali globalnej dot. suszy lub warunków niedoborowych opadów, z powodu niedostatku bezpośrednich obserwacji, niepewności dot. wyboru miejsca i metody pomiarów oraz niespójności geograficznych w tendencjach (stąd duża niepewność co do przewidywanych w wyniku ocieplenia zmian w dostępności wody);
- nie mamy także pewności przypisując zmiany globalne we frekwencji i intensywności suszy od połowy XX wieku ludzkiemu wpływowi, a to z powodu niepewności co do jakości obserwacji, także trudności w odróżnieniu zmienności w skali dekadowej od trendów długoterminowych.

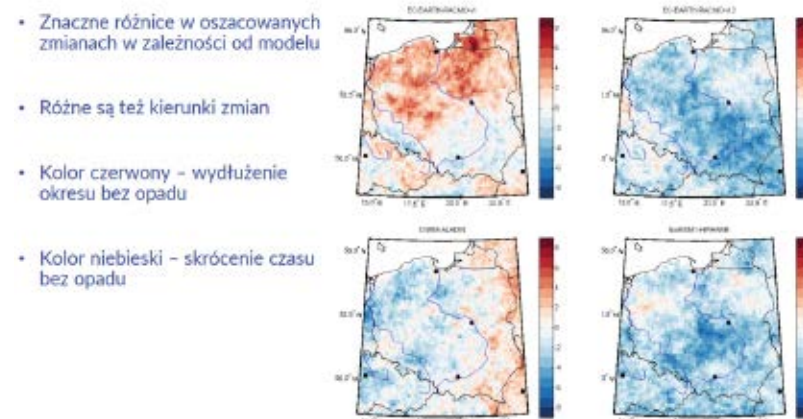
W podsumowaniu tabelarycznym raport IPCC (str. 5, tab. SPM.1) reasumuje podobnie: „Wzrost intensywności i/lub długości trwania susz – szacowanie wkładu antropogenicznego w zaobserwowane zmiany: niski stopień pewności”. Prawdopodobieństwo zaś dalszych istotnych negatywnych zmian (wzrost intensywności i frekwencji suszy) w I połowie XXI wieku szacowane jest jako niskie, a w drugiej połowie XXI wieku - średnie.

2. A JAK BĘDZIE W WOJEWÓDZTWIE ZACHODNIOPOMORSKIM I W KRAJU?

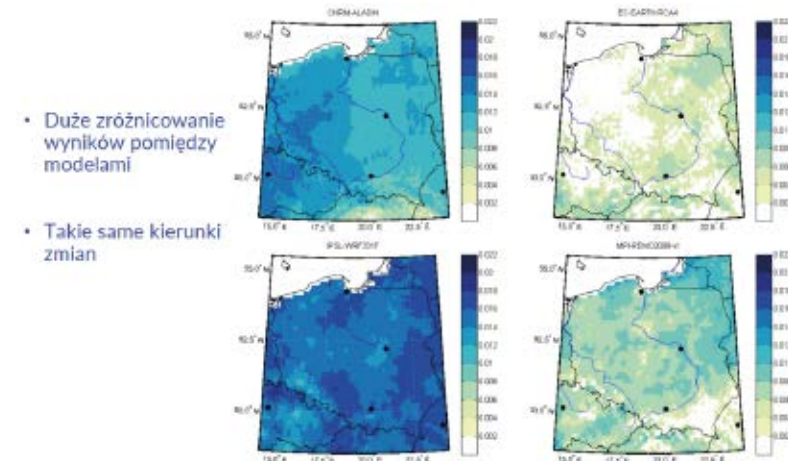
Według analizy z 2010 r. E. Kalbarczyk, R. Kalbarczyk: „Ocena warunków opadowych w polskiej strefie Pobrzeży Południowobałtyckich”, obserwacji ze stacji meteorologicznych naszego wybrzeża w latach 1963-2007, porównując pierwsze 22 lata i ostatnie ich 23 lata, stwierdzono istotny wieloletni trend wyraźnego zmniejszania się frekwencji ekstremalnych warunków pogodowych, głównie opadowych, zarówno suszy, jak i nadmiernie wilgotnych – podtopień i powodzi. Szczególnie uległa zmniejszeniu w latach 1985-2007, w porównaniu z okresem wcześniejszym, liczba sezonów ekstremalnie suchych oraz bardzo suchych. (...)

CZY TE TRENDY BĘDĄ KONTYNUOWANE W PRZYSZŁOŚCI?

Podczas konferencji ogólnopolskiej: Zmiany klimatu a zagrożenie suszą w Polsce. Stop suszy! Warszawa, 22 marca 2019 r., zauważono w referacie profesor M. Osuch, dla Polski: „Znaczne różnice w oszacowanych zmianach w zależności od modelu”.



Rys. 1. Zmiany czasu trwania najdłuższego okresu bez opadu w wyniku ocieplenia
źródło: http://wide-vision.pl/wp-content/uploads/2019/03/7_Stop-Suszy_ZMIANY-KLIMATU_MOsuch_22-03-19.pdf

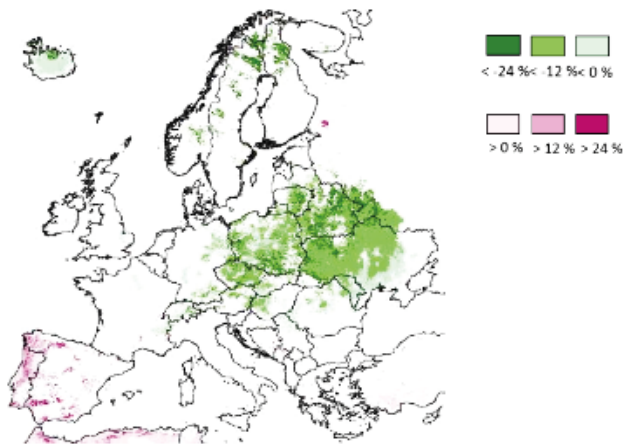


Rys. 2. Tendencje zmian SPI12
źródło: http://wide-vision.pl/wp-content/uploads/2019/03/7_Stop-Suszy_ZMIANY-KLIMATU_MOsuch_22-03-19.pdf

W podsumowaniu i wnioskach dla okresu 1971-2100 stwierdzono, że do końca naszego wieku nastąpi: „...wzrost liczby dni z opadem, wzrost intensywności opadu, zwiększenie liczby dni z opadem większym niż 10, 20 i 30 mm/dobę – poprawę warunków wilgotnościowych (pozytywne trendy SPI12 czyli standardowego wskaźnika opadów rocznie), mniej susz spowodowanych deficytem opadu”. Niestety wzrosnąć mają głównie opady w chłodnej porze roku, zmaleć w letniej, choć wnioski raportu IPCC dla naszej części Europy są odwrotne: wg nich mają wzrosnąć opady w lecie. Opady te jednak mają być głównie pochodzenia burzowego, gwałtowne, stąd ulegnie zwiększeniu bezproduktywny spływ powierzchniowy: **woda opadowa ma trafiać w większej części niż obecnie, bezpośrednio do cieków wodnych z pominięciem gleby.**

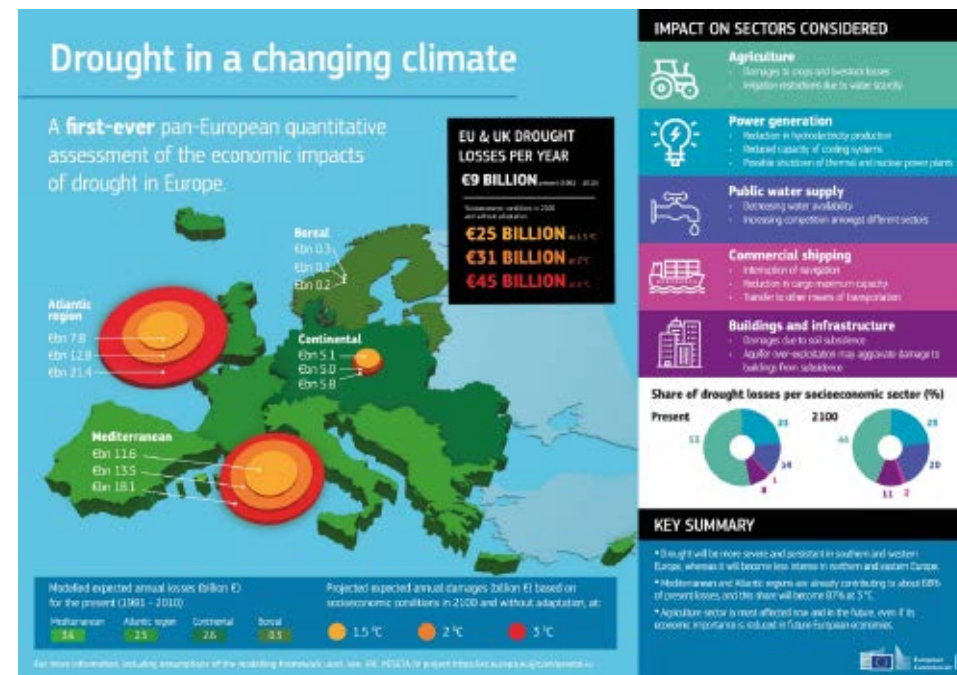
Według projektu KLIMADA: „Na większości obszaru Polski nastąpiła zmiana struktury opadów polegająca na zdecydowanym wzroście liczby dni z opadem dobowym o dużym natężeniu”. „Zaznaczyła się tendencja wzrostowa sum opadów maksymalnych pięciodobowych (do 15 mm/5 dni na dekadę) na wybrzeżu (od Szczecina i Świnoujścia do Helu). Jednocześnie badania wykazują, że zanikają tzw. opady ciągłe i małe (< 1,0 mm), że wydłużyły się okresy bezopadowe (susze) – nawet do 5 dni/dekadę, przy jednoczesnym wzroście liczby dni z opadem > 10 mm/dobę”.

Istotne wnioski odnośnie wpływu obecnego ocieplenia na susze, można także znaleźć w raporcie Komisji Europejskiej, opracowaniu naukowym dotyczącym wpływu ocieplenia na gospodarkę i na rolnictwo europejskie. Uzyskano je w projekcie unijnym JRC PESETA III. Przy przyjęciu tzw. scenariusza 2°C GWL (poziomu globalnego ocieplenia), tj. przy założeniu, że średnia temperatura na świecie w latach 2025-2055 będzie o 2°C wyższa niż w okresie przedindustrialnym, wg ww. raportu **ryzyko suszy glebowej wzrośnie w tym okresie na zachodzie regionu Morza Śródziemnego, a zostanie zmniejszone w Europie Środkowej i Wschodniej.**



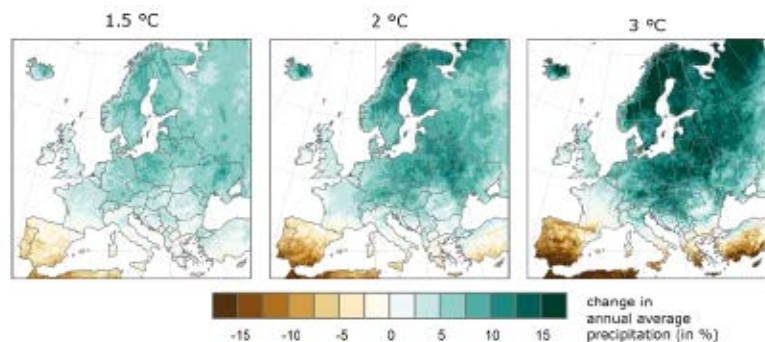
Rys. 3. Ryzyko wzrostu lub spadku zagrożenia suszą (scenariusz 2°C). Zaznaczono na zielono obszary gdzie w wyniku ocieplenia w latach 2025-2055 spadnie ryzyko suszy, a na fioletowo gdzie ono wzrośnie.
źródło: Ciscar J.C., et al., 2018

Ponadto, wg raportu, ocieplenie poprzez zwiększenie sum temperatur efektywnych, skróci okresy wegetacji roślin uprawnych. To z kolei zmniejszy zależność ich plonowania od optymalnego uwilgotnienia gleby przez cały sezon wegetacyjny. Najsilniej dodatnio ma podzielać przyszłe ocieplenie na rolnictwo 3 krajów unijnych: Holandii, Polski i Cypru. W Europie jedynie takie regiony jak Andaluzja, Estremadura i Algarve (Hiszpania), mają być istotnie podatne na konsekwencje związane ze wzrostem ryzyka suszy w perspektywie czasowej 2025-2055.



Rys. 4. Zmiany wielkości strat powstałych w wyniku suszy w Europie, w reakcji na różne poziomy globalnego ocieplenia. Źródło: JRC PESETA IV, final report, 2020.
<https://ec.europa.eu/jrc/sites/jrcsh/files/infographic-peseta-drought.jpg>

Według kolejnego raportu JRC PESETA IV (maj/czerwiec 2020): „Warunki suszy staną się mniej ekstremalne w Europie borealnej [Pn.] i kontynentalnej [czyli m.in. i u nas]”.



Rys. 5. Zmiany średnich sum opadów rocznych w różnych scenariuszach ocieplenia (o 1,5 st., 2 st. i 3 st.)

źródło: JRC PESETA IV, final report 2020

https://www.researchgate.net/profile/Alessandro_Dosio/publication/341370876/figure/fig2/AS:891002659274758@1589442996746/Changes-from-reference-1981-2010-in-annual-average-temperature-top-panels-and.jpg

„Wraz z globalnym ociepleniem w Europie tylko w rejonach śródziemnomorskich i atlantyckich susze będą występować częściej, trwać dłużej i nasilać się”. Z kolei u nas ilość opadów wzrośnie – miejscami nawet ponad 15% do 2100 r. (Rys. 5). Jednocześnie ma spaść na obszarze naszej części Europy, ewapotranspiracja - parowanie z roślin i gleby, ponieważ w wyniku wzrostu ilości opadów poprawi się pokrycie gleb roślinnością. A to spowoduje, mniejszą i występującą z opóźnieniem reakcją na stres cieplny w porównaniu z powierzchnią całkowicie bez roślinności lub pokrytą nią w małym stopniu.

Tak w 2019 r. pisał o tym wraz z licznym międzynarodowym zespołem uczonych wybitny badacz klimatu Fredrik Ch. Ljungqvist: „Widzimy, iż trend poprawy uwilgotnienia w północnej Europie [także zatem i w Polsce, w tym bowiem ujęciu Europę podzielono tylko na dwie części – północną i południową] i jednocześnie wysuszenia w południowej Europie, który wystąpił w XX wieku, nie jest czymś wyjątkowym.” Na tle bowiem susz ostatnich wieków opisanych w OWDA (Atlasie Dawnych Susz na Świecie) **ostatnie dziesięciolecie** w porze letniej, są **wyjątkowo mokre** w północnej i środkowej oraz suche w południowej Europie. Autorzy pracy dodają: „Stwierdzono, że niedawne redukcje wilgoci w glebie, wynikające z niedoborów opadów, powodują niedobory ewapotranspiracji [tj. parowania całkowitego z gleby i roślin] związane z istotnymi negatywnymi skutkami dla wegetacji, ale **tylko w suchszym klimacie południowej Europy**, podczas gdy w stosunkowo jednak wilgotnym klimacie Europy Środkowej i Północnej, ewapotranspiracja i kondycja roślinności pozostają w dużej mierze niezmienną” ponieważ tutaj „susze glebowe są nieomal wyłącznie indukowane przez opady poniżej normy, a nie przez zwiększone parowanie w wyniku ocieplenia.”.. Ponadto zwracają oni uwagę na fakt, że: „Na północ od basenu Morza Śródziemnego zmniejszone opady mogą mieć pozytywny wpływ na wegetację roślin, ponieważ zwykle wiąże się to ze zwiększonym promieniowaniem słonecznym.” Co jest u nas szczególnie istotne wiosną i jesienią. „Współmienność między temperaturą, a wilgotnością gleby w symulacjach modelowych jest zatem [w tych częściach Europy]

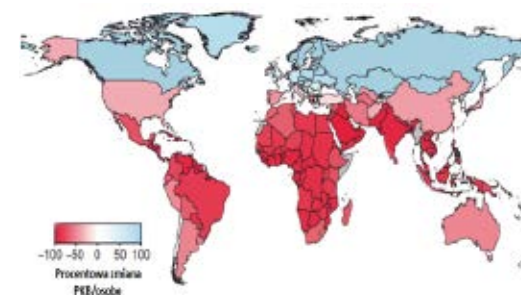
przeszacowana, co sugeruje możliwe również **przeszacowanie tutaj ryzyka związanego z suszą w przyszłości**”. Rozumowanie bowiem, szczególnie odnośnie parowania, że: rosnące temperatury – ocieplenie, to postępująca przewaga parowania nad opadami, ma tę wadę, że nie uwzględnia dostatecznie podziału wody związanej z glebą, na tzw. „niebieską” (tj. będącą bezpośrednio w glebie) i wodę „zieloną” czyli „uwieczoną” w części podziemnej i nadziemnej roślin (Orth R., & Destouni G., 2018.). A jest to o tyle istotne, że im więcej w systemie gleba-roślina jest wody „zielonej”, to tym bardziej będzie opóźniony (i mniejszy) odpływ wody z gleby – zwiększeniu ulegnie retencja glebowa. „Zwiększony odpływ wody w reakcji na stres cieplny, występuje tutaj [woda zielona] bowiem z opóźnieniem nawet **kilku miesięcy**, licząc od początku zaistnienia stresowej sytuacji” (patrz też rozdział niżej: „Łąki kwietne”).



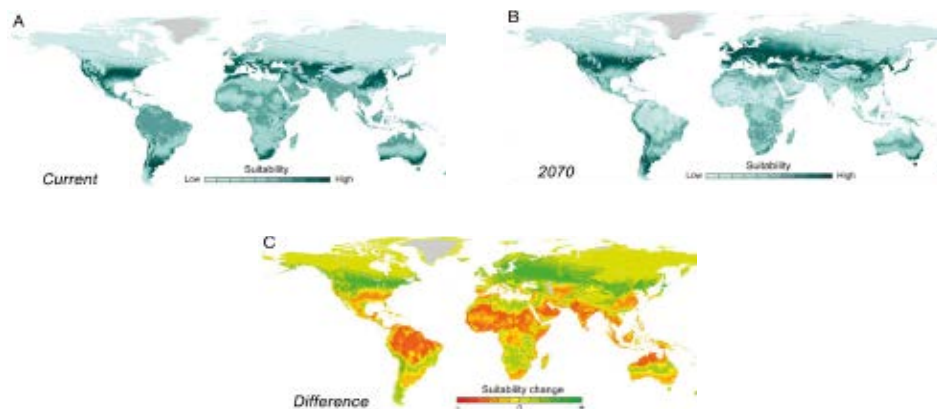
Fot. 1. Charakterystyczną dla szkód suszowych jest bardzo ostra – kontrastowa, granica między zdrową a obumarłą tkanką (źródło: northtexasrees.net)

<https://northtexasrees.net/wp-content/uploads/2019/06/image3.jpg>

Ocieplenie najprawdopodobniej znacząco zwiększy magazynowanie „zielonej” wody w roślinach w naszych szerokościach geograficznych. Wzrost sumy temperatur efektywnych zwiększy bowiem masę roślin. Według jednej z najnowszych prac w wyniku ocieplenia i wzrostu stężenia atm. CO₂: „Szacuje się, że globalna naziemna produkcja pierwotna brutto (GPP) - tempo wiązania węgla w wyniku fotosyntezy, wzrosła od 1900 r. o 31 ± 5%”. „Wartość ta jest prawie dwa razy wyższa niż dotychczasowe szacunki 17 ± 4%”. (Haverd V., et al. 2020). Ogólnie dla Europy – jej obszarów w naszej szerokości geograficznej, postępujące ocieplenie najprawdopodobniej poprawi także i inne warunki bytowania.



Rys. 6. Procentowe zmiany Produktu Krajowego Brutto na świecie prognozowane w wyniku globalnego ocieplenia klimatu (http://naukaoklimacie.pl/cdn/upload/56ee8403d66c4_procentowe-zmiany-pkb-w-roznych-krajach-w-scenariuszu-biznes-jak-zwykle.png)



Rys. 7. Przewidywane przesunięcia geograficzne optymalnej niszy bytowania człowieka. Zmiany w przydatności („suitability”) do zamieszkania miejsc na Ziemi. Obszary ciemniejsze dla A. - current = obecnie i B. w 2070., oraz zielone - C. - różnica między stanem obecnym a prognozowanym w 2070.; to te bardziej przydatne do zamieszkania przez ludzi w wyniku ocieplenia średnio o 2°C do 2070 roku
źródło: Future of the human climate niche, Xu i inni, 2020

<https://www.pnas.org/content/pnas/117/21/11350/F4.large.jpg?width=800&height=600&carousel=1>

Jednak autorzy raportu JRC PESETA III niestety zaznaczają, że m.in. Polska, leży na przeciwnym końcu – niż kraje śródziemnomorskie, tzw. osi adaptacji do warunków negatywnych ocieplenia, w tym ewentualnych długotrwale posusznych, ponieważ **nasz kraj, tak jak i inne kraje Europy środkowowschodniej, są najslabiej w Europie przygotowane na kłęski elementarne, również „suszowe” scenariusze.** Brak jest bowiem u nas odpowiedniej infrastruktury, jak i w wystarczającej liczby programów adaptacyjnych. W przeliczeniu na 1 mieszkańca Polski przypada bowiem tylko około 1600 m3 wody rocznie, przy średniej europejskiej ponad 4000 m3. Poziom zaś retencji wody w Polsce wynosi zaledwie około 6,5%, wobec 45% (!) w najbardziej zagrożonych suszą regionach Hiszpanii (Andaluzji – zwłaszcza w Almerii, i Estremadurze). W naszym regionie jest to jeszcze mniej: 1,5–3,5%. Cel dla Polski to zwiększenie retencji do minimum 15%, a dla naszego województwa to zatrzymanie w zbiornikach retencyjnych i glebie, „choć” 5% odpływu średniorocznego „do morza”.

Teraz mamy wzrost frekwencji okresów suszy – posusznych. Do bowiem lat 80. ubiegłego wieku intensywne susze obejmujące większość powierzchni kraju, występowały w Polsce przeciętnie co 5 lat, a obecnie są notowane średnio już co 2 lata!

Skąd zatem są te częstsze dzisiaj susze, skoro wg najnowszych naukowych raportów IPCC i Unii Europejskiej, trudno je, przynajmniej na tą chwilę ze średnim lub dużym poziomem zaufania – prawdopodobieństwa, powiązać z globalnym ociepleniem?

Raport specjalny IPCC z 2018 r., dotyczący ekstremów pogodowo-klimatycznych, stwierdza, że w ostatnim tysiącleciu „...susze w Europie były znacznie bardziej głębokie, dłuższe i intensywne, niż miało to miejsce w drugiej połowie XX i na początku XXI w. (...)”. Według opracowania IMGW (posucha.imgw.pl) najczęściej ekstremalnych susz o zasięgu krajowym wystąpiło u nas w okresie od 1480 do 1780 r. Był to okres bardzo chłodny zwany małą epoką lodowcową (LIA – skrót angielski). W następujących półwieczach było ich:

- 1551–1600 – zanotowano w tym czasie 20 okresów suszy w tym 7 bardzo ciężkich – długich, 10 ciężkich,
- 1651–1700 – było wtedy 9 susz ciężkich i aż 10 najwyższej klasy: b. ciężkich.

Największą jednak pięciodekadową liczbę nie tylko tych najcięższych ale różnie nasilonych „susz” (w sumie aż 30!), zanotowano w półwieczu **1801–1850**. Średnio **wówczas warunki posuszne – suszę, mieliśmy prawie co 1,5 roku!** Bardziej suchą dekadę niż tą co mamy teraz, odnotowaliśmy także i w czasach nam dużo bliższych, tj. w: końcu lat 40. i w latach 50. ubiegłego wieku. Suszę hydrologiczną, a więc „silniejszą” bardziej głęboką niż ta rolnicza, mieliśmy wówczas (lokalnie lub w całym kraju wystąpiły tzw. lata „niżówkowe”- „niżówka” to niski stan rzeki) w większości regionów lub (zdecydowanie częściej!) na terenie całego kraju. Występowały one prawie corocznie w latach od 1947 aż do 1961 r. W jednej z najnowszych publikacji, gdzie współautorem jest znany polski klimatolog prof. Zbigniew Ustrnul, dotyczącej susz, jest interesujące zdanie pokazujące jak trzeba być ostrożnym formułując wnioski właśnie dotyczące stopnia nasilenia suszy: „Trendy suszowe obliczone w latach 1951–2015 są podobne pod względem kierunku, ale generalnie **wyraźnie słabsze** niż w o dziesięć lat krótszym okresie 1961–2015, ponieważ lata 50. były bardzo suchą dekadą w Europie Środkowej”.

Okres	Lata niżówkowe									
988-1500	988	1121	1332	1376	1455	1457	1459	1461	1463	1469
	1471	1472	1473	1479	1494	1500				
1501-1600	1516	1530	1531	1532	1534	1536	1538	1540	1545	1551
	1552	1553	1559	1561	1567	1575	1580	1584	1590	
1601-1700	1648	1652	1653	1661	1665	1666	1668	1678	1679	1680
	1681	1682	1684	1686	1690	1693	1696			
1701-1800	1702	1706	1707	1708	1715	1718	1719	1733	1739	1740
	1742	1745	1748	1749	1775	1783	1790	1794	1797	1800
1801-1900	1802	1807	1811	1817	1818	1821	1822	1832	1826	1827
	1828	1830	1831	1833	1834	1835	1841	1842	1846	1847
	1848	1853	1855	1862	1863	1874	1876	1889	1892	1893
	1895	1898	1899							
1901-2000	1901	1904	1911	1913	1920	1921	1925	1928	1929	1930
	1934	1943	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954
	1959	1961	1963	1964	1969	1970	1983	1985	1989	1990
	1992	1993	1994							
2001-2015	2002	2003	2005	2006	2008	2012	2015			

Tabela 1. Zestawienie susz hydrologicznych (niżówek) na obszarze Polski w XX i XXI wieku. Czarnym obramowaniem zaznaczono najdłuższy ciąg lat z suszą w tak zdefiniowanym – weryfikowanym okresie.

Kolor żółty zaznacza lata ze zjawiskiem niżówki występującym na całym obszarze kraju.

źródło: <https://www.ekologia.pl/wywiady/susze-w-polsce-pojawiaja-sie-coraz-czesciej-wywiad-z-dr-inz-ewa-kaznowska,20758.html>

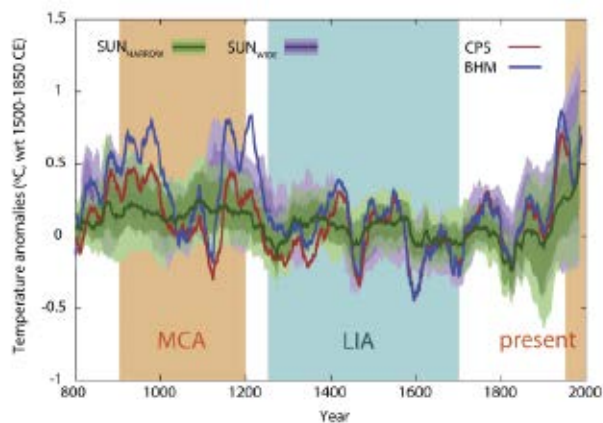
Opisy historycznych susz, które wystąpiły u nas stosunkowo przecież niedawno, bo w ostatnim tysiącleciu w okresie trwania LIA, zaskakują swoją grozą:

- lato **1473 r.** – „upał i brak wody do tego stopnia, że miejsca, w których zawsze była woda, wszędzie wysychały, a główne polskie rzeki można było przekroczyć wszędzie” - tak Jan Długosz opisuje tą największą naszą „megasuszę” w „Rocznikach, czyli kronikach sławnego Królestwa Polskiego”.
- w **1540 r.**, w czasie tej tzw. wielkiej posuchy od św. Jana (24 czerwca) przez **6 miesięcy** nie padał deszcz, wyschły prawie wszystkie rzeki na Dolnym Śląsku, nawet Odrę przechodzono suchą stopą,
- w **1590 r.**, tutaj deszcz nie padał (bez kilkunastu dni) przez prawie **10 (dziesięć!) miesięcy** (dokładny zapis to: „nie padało przez 38 tygodni”), wyschły całkowicie: Bóbr, Kwisa, Kaczawa, Widawa, Oława i inne mniejsze rzeki,
- w **1599 r.** – jedynie Bóbr nie wyschł całkowicie,
- w **XVII wieku**, wówczas wystąpiły aż 23 lata wielkich susz odnotowanych w kronikach, szczególnie katastrofalna była prawie czteroletnia susza 1679–82.

W 2020 r. opublikowana została praca, w której prof. Rajmund Przybylak stwierdza, że: „od połowy XV do końca XVIII w. na ziemiach dzisiejszej Polski wystąpiło ponad 100 susz. Wśród nich było 17 zdarzeń szczególnie katastrofalnych, określanymi mianem „megasuszy”. Te wyżej wspomniane zdarzenia „mega-posuszne” już nie wystąpiły w XIX, XX, XXI w., z dniem dzisiejszym włącznie.

W wywiadzie z 2015 r. dr inż. Ewa Kaznowska mówi o tym tak: „Susza nie jest zdarzeniem epizodycznym. Susze, podobnie jak i powodzie to cecha klimatu Polski, a susze, takie jak tegoroczna [tutaj chodzi o tą z 2015 r.], zdarzały się w bliskiej jak i dalekiej przeszłości, kiedy to wysychały źródła, a największe rzeki były tak płytkie, jak mogliśmy to niedawno obserwować”.

DLACZEGO BYŁY ONE, TE SUSZE, TAK „MEGA” CZĘSTE I „MEGA” INTENSYWNE W DAWNYCH WIEKACH W PORÓWNANIU Z OBECNYMI CZASAMI?



Rys. 8. Zmiany letnich temperatur powietrza w Europie. MCA – średniowieczna (ciepła) anomalia klimatyczna, LIA – mała epoka lodowcowa, present – teraźniejszość. Zaznaczono na czarno lata z „megasuszami” oraz na niebiesko z „megapowodziami”. źródło: European summer temperatures since Romantimes, Luterbacher J., et al 2016.

Jak widać na rysunku 8, lata występowania „megasusz” pokrywają się z Małą Epoką Lodowcową, zwłaszcza okresami silnych i gwałtownych ochłodzeń. Ochłodzenia te sprzyjały bowiem pogodzie „antycyklonicznej” – wyżowej. A taka słoneczna, bezchmurna aura powodowała, że znacząco wydłużały się okresy bezdeszczowe lub skąpe w opady.



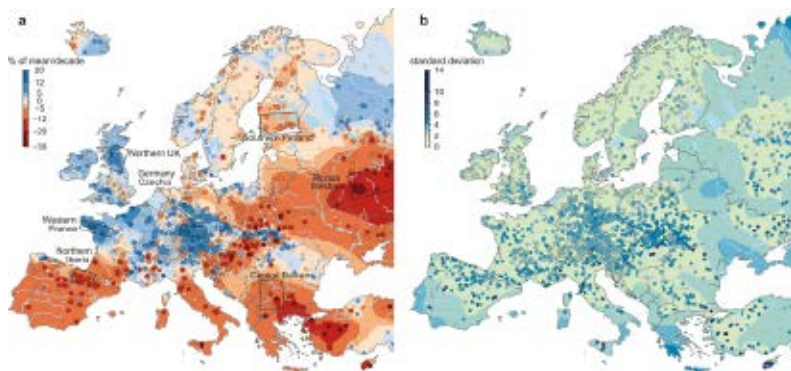
Fot. 2. Poziomy wody w czasie powodzi z 1608 i 1997 r. w Złotoryi na Dolnym Śląsku (ten pierwszy „historyczny” poziom zasięgu powodzi z 1608 r., upamiętniono tablicą na młynie – na zdjęciu jest to biały, trzypiętrowy budynek). źródło: Polska-org.pl, Panoramy Złotoryji. https://polska-org.pl/foto/5454/Panoramy_Zlotoryja_Zlotoryja_5454767.jpg



Rys. 9. Tak wyglądała „mega” powódź na Dolnym Śląsku w czasach małej epoki lodowcowej (LIA) źródło: Susze i powodzie, Pawłowski R., 2018. <https://lh3.googleusercontent.com/proxy/5jZivSDPAY8w-gTRRnhsTBtCYLay9yCbWU6UbuXU-OCikK-yvYcXyM0-8ntSVkiYtMBKKG8eFA5QYusPFZ8I33JzoXgYDI0Jf4LygekglRliqKVPWjTT-3-HTr8AVeTQ234oCP7rw>

Warto dodać, że LIA to także rekordowe powodzie na naszych ziemiach. Np. największa powódź rzeczywiście „milenijna” – 1608 roku na Dolnym Śląsku, to efekt ekstremalnie nawalnych opadów, obecnie trwających zwykle maks. kilka godzin, a w LIA bez praktycznie jakiegokolwiek przerwy, aż 9 dni! Była to powódź, tak jak i ta jedynie nieco mniejsza z 1702 r., znacznie większa, niż wielkie powodzie „tysiąclecia” z 1997 czy 2010 roku (fot. 2 i rys. 9).

Jednak w niektórych regionach kraju, między innymi w naszym województwie, i obecnie rośnie zagrożenie powodziowe.



Rys. 10. Obserwowany trend zagrożenia powodzią w Europie w latach 1960–2010. W Polsce widać wzrost zagrożenia powodziowego (kolor niebieski) w woj. zachodniopomorskim, pomorskim i warmińsko-mazurskim.

źródło: Blöschl G., et al., 2019., Changing climate both increases and decreases European river floods.

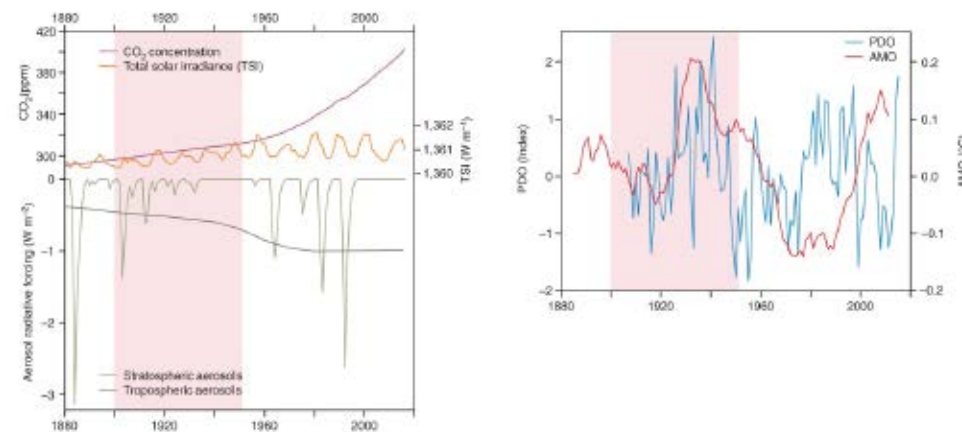
PUSTYNNIENIE I STEPOWIENIE

Naukowcy z Uniwersytetu Przyrodniczego w Poznaniu opublikowali w 2012 r. ponad 380 stron analiz pod znamionym tytułem: „Mit stepowienia Wielkopolski w świetle wieloletnich badań obiegu wody”, wskazując na równoważące się w dłuższej perspektywie czasowej, bez trendowe, przynajmniej do teraz, cykliczne zmiany okresów stepowienia i aforestacji (odtworzenia lasów). Obecnie mamy do czynienia na większości obszarów Polski ze zjawiskami przeciwnymi do stepowienia i pustynnienia, to jest z wypieraniem reliktowych stepów i pustyń przez lasy. 33 stepowe, dawniej pustynniejące rezerваты, są na dzisiaj w wyniku głównie poprawy uwilgotnienia, a dalej zaprzestania gospodarki pastwiskowo-łąkowej, skrajnie zagrożone aforestacją – powrotem zalesienia.

Obecnie to owszem najprawdopodobniej człowiek głównie przyczynił się do wzrostu frekwencji intensywnych susz. Otóż po silnym emitowaniu zanieczyszczeń przemysłowych w latach od 50. do 70. ubiegłego wieku, w latach 1982–2009. zwłaszcza w Europie zabrano się za oczyszczanie z nich powietrza, to jest głównie z pyłów i aerozoli przemysłowych. W wyniku tych działań więcej promieni słonecznych zaczęło docierać do powierzchni Europy. To usuwanie zanieczyszczeń powietrza wtórnie zmniejszyło również zachmurzenie. Spadła bowiem ilość antropogenicznego pochodzenia, zwłaszcza siarkowych, jąder kondensacji tworzących krople deszczu – chmury. W efekcie tego na obszarze całej Europy znacznie zwiększyła się istotnie ilość promieniowania słonecznego bezpośrednio docierającego do

ziemi. Reasumując, aerozole siarkowe wpływając na zachmurzenie, mają istotny, zwykle niedoceniany wpływ na susze - są często główną „praprzyczyną” okresów posusznych. Np. w pracy: Strong Influence of Aerosol Reductions on Future Heatwaves (Silny wpływ redukcji aerozoli na przyszłe fale upałów), zauważono, że „redukcję emisji aerozoli wywołują znacznie silniejszą reakcją wskaźników fali upałów w stosunku do reakcji na wzrost emisji gazów cieplarnianych. Silniejsza reakcja na aerozole wiąże się z interakcjami aerozole-zachmurzenie, które są wciąż słabo poznane i w stopniu ograniczonym uwzględniane”. „Wzrost ilości aerozoli siarczanowych chłodzi powierzchnię ziemi - dalej atmosferę, a tym samym powoduje poprzez spadek ewapotranspiracji, zmniejszenie wielkości opadów - z silniejszym działaniem na te ekstremalne niż na przeciętne opady” (Sillmann A., et al., 2019). Nordling K., et al. 2019., zatem konstatują, że najprawdopodobniej to: „zmiany w antropogenicznych aerozolach dominowały w całkowitej zmienności opadów dla okresu od epoki przedindustrialnej aż do współczesności.”

Drugą natomiast znaczącą obecnie przyczyną zmian we frekwencji i intensywności okresów suszy, może być (patrz raport specjalny IPCC, 2018.) naturalna periodyczna – okresowa, zmienność klimatu. Zwłaszcza wieloletnia oscylacja atlantycka (AMO) ma duży nie tylko regionalny, ale praktycznie kontynentalny (nawet i globalny) wpływ na zmiany klimatyczno-pogodowe. A jeden pełny cykl oscylacji atlantyckiej trwa najczęściej około 60–70 lat. Jeżeli więc dodamy te 60-70 lat do wyżej wspomnianych wyjątkowo suchych lat 50. ubiegłego wieku, to. To otrzymamy nasze dzisiejsze suche lata pierwszej i drugiej dekady XXI wieku. Oba okresy posuszne, dzisiejszy i z lat 40. i 50., były – są zresztą silnie skorelowane z fazami dwóch największych na świecie oscylacji klimatycznych: nie tylko wyżej wspomnianej atlantyckiej (szczególnie), ale i, co ciekawe, dość odległej od nas, pacyficznej PDO (rys. 11); oraz dodatkowo z fazami kilku oscylacji związanych z Arktyką.



Rys. 11. Zmiany w czynnikach zewnętrznych wpływających na klimat, w okresie wczesnego ocieplenia dwudziestego wieku - ETCW (na wykresie zaznaczono go na różowo), i dzisiaj.

źródło: Hegerl et. al., 2018.

<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6033150/bin/WCC-9-na-g001.jpg>

Pierwszy z wyżej wymienionych okresów suchych miał miejsce w I połowie ubiegłego wieku, w czasie tzw. wczesnego ocieplenia dwudziestego wieku (ETCW) – u nas pod jego koniec. W ETCW wystąpiły podobne zmienności pogodowe i klimatyczne, w tym taka sama frekwencja i stopnie natężenia suszy, jak dzisiaj. Jak widać na rysunku 11 nieomal takie same jak obecnie, były w ETCW nie tylko fazy oscylacji AMO i PDO, ale także i poziomy atmosferycznych stężeń aerozolowych – bardzo niskie. „Koniec ETCW naznaczony jest warunkami silnie posuszonymi w Europie Środkowej i Południowej”. „lata suszy (zwłaszcza 1945 i 1947 r.) miały duży wpływ na Niemcy i sąsiadujące z nimi kraje europejskie. Susze te pokrywały się ze szczytem w pozytywnej fazie AMO.” „Symulacje odtwarzają również tendencję do zmniejszania się opadów w południowo-środkowej Europie i zwiększonej częstotliwości letnich sytuacji dominacji układów wysokiego ciśnienia w latach 40. XX wieku”. „Europa Środkowa była wówczas istotnie częściej pod wpływem pogody wyżowej, co doprowadziło do wielu letnich fal upałów, takich jak rekordowa fala upałów z 1947 r”. (Hegerl et. al., 2018).

Obecne susze mają zatem swoje źródło przede wszystkim w naturalnej, cyklicznej zmienności klimatu – pogody, oraz zmniejszenia się natężenia tak naturalnych jak i naszego antropogenicznego pochodzenia, zanieczyszczeń powietrza, szczególnie aerozoli siarkowych.

Z naturalnych czynników susze obecnie mogą być jeszcze intensyfikowane przez ewolucję harmoniczną – „starzenie się” jezior polodowcowych, także izostyczne (polodowcowe) podnoszenie się tarczy bałtyckiej, powodujące istotne zmniejszanie się zasobów wodnych morza bałtyckiego. Są bowiem miejsca, gdzie Bałtyk wypiętrzył się już przez okres trwania tego zjawiska, nawet o ponad 250 m!

Do tego należy dodać inne niż aerozole czynniki antropogeniczne. Są to: nieumiejętne gospodarowanie zasobami wody przez nasze rolnictwo i przemysł, ich eutrofizację nawozami, także problemy związane z „magazynowaniem” – retencją wód opadowych. Złóżka budowane w nieodpowiednich miejscach dużych zbiorników retencyjnych, może regionalnie zmienić i to nawet skrajnie, cyrkulację powietrza, doprowadzając do intensyfikacji zjawisk ekstremalnych, także typu susze i/ lub zwiększenia częstości trudnych do zagospodarowania – retencjonowania, krótkotrwałych, obfitych, deszczy nawalnych. Mimo jednak faktu, że nie są one – susze ostatnich lat, tak głębokie jak te z XV–XIII wieku, to „Brak katastrofalnych susz w ostatnich dwóch stuleciach sprawił, że część z nas nie traktuje tego zagrożenia z należytą powagą. Powtórzenie sytuacji megasuszy, których przykłady dostarczają nam źródła historyczne, wiązałyby się zapewne z wielkim kryzysem gospodarczym”, konstatują w swym raporcie „Sucha Polska” z kolei wrocławscy naukowcy.

WNIOSKI KOŃCOWE

1. Prognozowany wg najnowszych prac naukowych i raportów ONZ – IPCC oraz UE – PESETA; w ciągu najbliższych kilku dekad wpływ obecnego ocieplenia na opady w Polsce, będzie ze średnim i dużym poziomem zaufania – prawdopodobieństwa, jeszcze najprawdopodobniej zbyt słaby, aby mieć istotne znaczenie dla uwilgotnienia gleby w najbliższych 2–3 dziesięcioleciach.
2. Obecne ekstremalne susze są zjawiskiem głównie okresowym, cyklicznym spowodowanym przez naturalną zmienność klimatycznych oscylacji wieloletnich, i naturalną oraz antropogeniczną zmienność koncentracji zanieczyszczeń siarkowych – aerozoli, w atmosferze. Dlatego analiza obecnych susz, bez uwzględnienia kontekstu historycznego i prognozowanych na następne dekady XXI wieku zmian w opadach, nie może stanowić podstawy do tworzenia projektów mających na celu wzrost retencji wód opadowych, szczególnie dla tzw. dużej – „zbiornikowej” retencji.

3. Dalszy, bezprecedensowy w ostatnich co najmniej kilku stuleciach, spadek tak koncentracji antropogenicznych, jak i wulkanicznych aerozoli siarkowych w cieplej porze roku, obok globalnego ocieplenia, może istotnie zintensyfikować występowanie zjawisk pogodowych ekstremalnych, w tym suszy.
4. Ze względu na rosnące zagrożenie powodziowe, szczególnie na północy woj. zachodniopomorskiego, wszelkie działania mające na celu poprawę retencji w naszym regionie, powinny być również dostosowane do przeciwdziałania zagrożeniom powodziowym.

PODSTAWOWE PUBLIKACJE ŹRÓDŁOWE:

1. Blöschl G., 2019., Changing climate both increases and decreases European river floods,
2. Ciscar J.C., et al., 2018., Climate impacts in Europe: final report of the JRC PESETA III project,
3. Ciscar J.C., et al., 2020., JRC PESETA IV, final report 2020.,
4. Drabiński A., L. Radczuk, K. Nyc, M. Mokwa i inni, 2006., Program małej retencji wodnej w województwie dolnośląskim,
5. Haverd V., et al. 2020., Higher than expected CO₂ fertilization inferred from leaf to global observations,
6. Hegerl G.C., et. al., 2018., The early 20th century warming: Anomalies, causes, and consequences,
7. Hong X. et al., 2017., Amplified summer warming in Europe–West Asia and Northeast Asia after the mid-1990s,
8. Ilnicki P. i inni, 2012., Mit stepowienia Wielkopolski. W świetle wieloletnich badań obiegu wody,
9. IPCC raporty: V raport, Podsumowanie dla decydentów, 2013., Raport specjalny. 2018.,
10. KLIMADA projekt, 2013., Zmiany klimatu w Polsce. Tendencje zmian klimatu,
11. Koźmiński Cz., Michalska, B., Czarnecka, M., 2012., Klimat województwa zachodniopomorskiego,
12. Ljungqvist, F.C., et al., 2019., Summer temperature and drought co-variability across Europe since 850 CE,
13. Nordling K., et al. 2019., Role of climate model dynamics in estimated climate responses to anthropogenic aerosols,
14. Orth R., & Destouni G., 2018., Drought reduces blue-water fluxes more strongly than green-water fluxes in Europe,
15. Osuch M., 2019., Zmiany klimatu a zagrożenie suszą w Polsce, Konferencja: Stop Suszy, Warszawa, 22.03.2019.,
16. Progностyczno-Operacyjny System Udostępniania Charakterystyk Suszy. Posucha. Susze historyczne. (posucha.imgw.pl),
17. Przybylak, R., 2016., Poland's Climate in the Last Millennium,
18. Sillmann A., et al., 2019., Extreme wet and dry conditions affected differently by greenhouse gases and aerosols,
19. „Sucha Polska” Opracowanie naukowców Uniwersytetu Wrocławskiego, 30 kwiecień (22 czerwiec – modyfikacja) 2020.,
20. Susze w Polsce pojawiają się coraz częściej, wywiad z dr inż. Ewą Kaznowską (Ekologia.pl, 2015.),
21. Twelve centuries of European summer droughts, Eurek Alert, News Release 5-Aug-2019.,
22. Ustrnul Z. i inni, 2019., Assessing seasonal drought variations and trends over Central Europe,
23. Zhao A., et al., 2019., Strong Influence of Aerosol Reductions on Future Heatwaves.

II. JAK ZWIĘKSZYĆ RETENCJĘ WODY OPADOWEJ ABY OSIĄGNĄĆ PRZYJĘTE CELE?

1. ZAŁOŻENIA OGÓLNE

Polska jak i inne kraje Europy środkowej, została zaliczona w III raporcie PSETA, do grupy krajów, gdzie najbardziej się opłaca inwestowanie w retencję wody w ekosystemach w tym szczególnie rolniczych, tak w części ożywionej jak i nieożywionej – tutaj głównie w glebie. Retencja techniczna polegająca na budowie sieci redystrybucyjnej (w tym i nawadniającej) oraz spiętrzeń, dużych i małych zbiorników retencyjnych; powinna być wg raportu, u nas jedynie instrumentem pomocniczym. Podstawowym jest i ma być ona - retencja techniczna, jedynie w rejonie śródziemnomorskim. Zbiorniki i spiętrzenia widziane są bowiem w naszych szerokościach geograficznych, raczej jako zabezpieczenie przed powodzią i podtopieniami oraz źródło wody pitnej i gospodarczej, głównie dla terenów zurbanizowanych. Tak w wyżej już cytowanym raporcie „Sucha Polska”, oceniają wrocławscy naukowcy – praktycy, ignorowanie tych zaleceń opartych o wieloletnie studia i badania naukowe: „Niestety w pierwszej kolejności podejmuje się działania, które nazwać trzeba doraźnymi. Rolnicy ratują wydajność plonów, tworząc systemy nawadniające i wierząc studnie głębinowe”. „Poprawie obecnej sytuacji służyć ma opracowywany przez Wody Polskie „Plan przeciwdziałania skutkom suszy na obszarach dorzecza”. Pozostaje wierzyć, że zaproponowane rozwiązania nie będą polegały na odświeżeniu przestarzałych projektów zabudowy hydrotechnicznej rzek, na które nie znaleziono pieniędzy w poprzednich latach, ale będą rekomendować rozwiązania nowoczesne, łącznie z przebudową lub **rozbiórką** [!] istniejącej infrastruktury szkodliwej z punktu widzenia aktualnych potrzeb gospodarki wodnej”. (...)

Gleba ma w naszej części Europy niewątpliwie **największy potencjał retencyjny** – stwierdzają autorzy raportów Komisji UE. Możemy go wykorzystać niższym nakładem środków, niż budując kosztowną, techniczną infrastrukturę retencyjną. Największe możliwości zwiększenia dostępności wody dla roślin także nie są i w nawadnianiu (te szacuje się na najwyżej 25% całości), a właśnie w glebie (tutaj jest to aż 75%!). Musimy tylko poprawić jej – gleby, strukturę i (szczególnie) **zwiększyć w niej zawartość próchnicy**, bo... każde „...**dotatkowe 0,5% glebowej próchnicy może odpowiadać za nawet 30–40% wzrostu pojemności wodnej gleby!**”

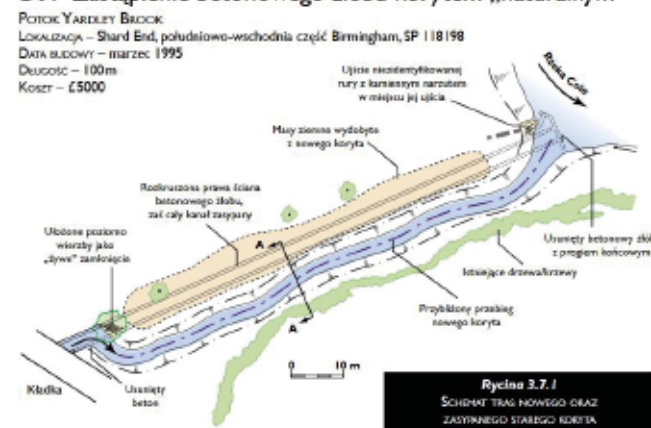
Owszem w naszym regionie Europy znane były i są powszechnie stosowane, różne sposoby poprawiające zawartość kwasów humusowych w glebie. Mają one jednak swoje ograniczenia i to stąd nie trafiły do wystarczająco szerokiej praktyki. Nie potrafiły zatem doprowadzić do znaczącego wzrostu humusu – a co za tym idzie i retencji wody w glebie. Celem tej publikacji jest więc przedstawienie w zarysie, nowych - często „starych”, ale u nas nieznanymi, dla nas więc nowych, pomysłów. Rozwiązania sprawdzonych może nie konieczne (jeszcze) w naszej strefie klimatycznej, ale... Ale zawsze o zweryfikowanej skuteczności przy istotnie większym niż u nas, zagrożeniu suszą i realnym pustynnieniem. Jeśli nawet nie będą zatem mogły być u nas zastosowane one w formie obecnie używanej – działającej w innym regionie świata, to mogą – ich wiodące pomysły – idee, po „twórczym” przetworzeniu, i dla nas być użyteczne.

2. RETENCJA KRAJOBRAZOWA

RENATURYZACJA

Pamiętajmy też, że inne niż nastawione głównie na wzrost zawartości humusu, metody powodujące wzrost retencji, także powodują z reguły pewien, zwykle istotny wzrost zawartości próchnicy w glebie. Szczególnie **retencja krajobrazowa**. Jest ona co prawda nie tak kosztochłonna, jak budowa dużych obiektów hydrotechnicznych, ale i tutaj, chociażby koszty renaturyzacji rzek (przywrócenia im meandryzacji) itp., są znaczne. Renaturyzacja cieków odbywa się bowiem poprzez odbudowę naturalnego kształtu cieku, jego biegu (przywracanie meandrowania), odrestaurowanie różnorodności biologicznej poprzez tworzenie nowych nasadzeń wewnątrz i przy cieku, rozbiórkę obiektów hydrotechnicznych zwłaszcza zniszczonych w znacznym stopniu, zasypywanie zbędnych rowów melioracyjnych, budowa nie przepustów, a **tworzenie brodów**, przebudowa już istniejących przepustów na mostki, **budowa przetamowań ziemnych**, czy **grodzy wodnych**. Głównie jest to zatem zamiana w projektach infrastruktury technicznej wymagającej kontroli, napraw i stałej obsługi; na użycie takiej z materiałów naturalnych, praktycznie bezobsługowej, jedynie z rzadka poprawianej, naprawianej czy konserwowanej.

3.7 Zastąpienie betonowego żłobu korytem „naturalnym”



Rys. 12. Przykład renaturyzacji „bezobsługowej” potoku miejskiego
 źródło: Przyjazne naturze kształtowanie rzek i potoków – praktyczny podręcznik,
 Polska Zielona Sieć, Wrocław-Kraków 2006.

W przypadku renaturyzacji terenów podmokłych możemy jeszcze zbierać wody poopadowe do tzw. „suchych” stawów (suchych, bo po za okresami opadów najczęściej są one pozbawione wody), mogących jako zbiorniki tzw. boczne, być podłączone do rowów melioracyjnych. Często warto je utworzyć także na byłych stawach hodowlanych. Nasze działania powinny tutaj spowodować opóźnianie i **ograniczenie** odpływu, np. poprzez spiętrzenie wody w rowach, czy w jeziorkach, oczkach wodnych i podobnych do suchych stawów obniżeniach – naturalnych zagłębieniach terenu; z których woda jest odprowadzana rowami z przetamowaniami ziemnymi, ale nie piętrzoną jazami, mnicami, betonowo-stalowymi groblami etc.

CO W TEN SPOSÓB OSIĄGNIEMY?

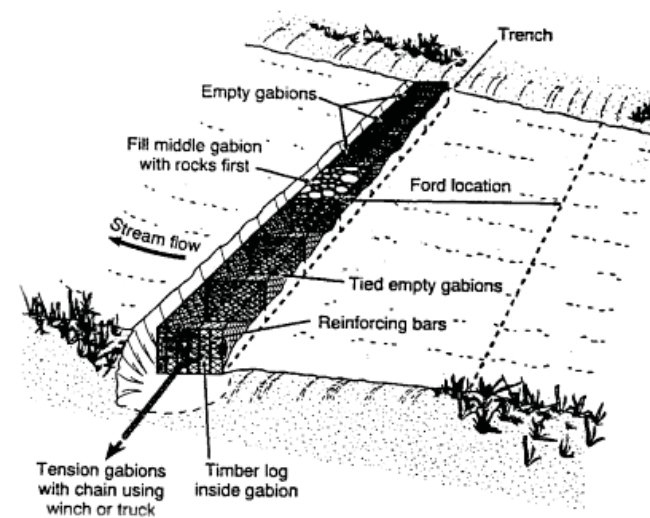
„Dobrze zachowane (lub skutecznie odtworzone) ekosystemy wodno-błotne o naturalnym charakterze są najlepszym miejscem retencionowania wody w krajobrazie. Szczególnie dotyczy to torfowisk, które zatrzymują niemal tyle samo wody, co jezioro o analogicznej objętości, a mają znacznie lepsze niż zbiornik wodny właściwości, jeżeli chodzi o skuteczność retencji”. bowiem „...**żywe torfowisko wysokie w upalny dzień traci przez parowanie znacznie mniej wody na jednostkę powierzchni, niż zbiornik z otwartym lustrem wody**”. (za: Mała Retencja. Wytyczne do realizacji małej retencji na nizinach, 2008). Także w glebach terenów renaturyzowanych mokradła, miejsc podmokłych w okolicach cieków, wyraźnie wzrosła ilość materii organicznej z czasem ulegającej akumulacji w glebie jako **humus – próchnica oraz torf**.

W prezentacji Instytutu Technologiczno-Przyrodniczego w Falentach, dotyczącej retencji wody, są jednak wymienione i wady powyższych rozwiązań „przywracających naturze” istniejącą infrastrukturę wodną, w tym bagienną, które zawsze, podejmując decyzje o renaturyzacji, trzeba brać pod uwagę. I tak odtworzone strefy podmokłe wzdłuż cieków i wokół zbiorników wodnych zmniejszają powierzchnię pól i użytków zielonych. Tworzenie zbiorników w systemach drenarskich może doprowadzić do okresowego lub nawet stałego nadmiernego uwodnienia pól, beztlenowego ogłębienia (redukcji – zmniejszenia dostępności makro i mikroelementów) oraz murszenia materii organicznej, przez co gleba pochłaniać będzie mniej wody. Budowa mikrozbiorników tymczasowo zatrzymujących wodę typu np. suchych stawów na rowach melioracyjnych, też może spowodować nadmierne uwilgotnienie gleby i nieuzasadnioną ekonomicznie utratę powierzchni uprawnych, doprowadzić do zniszczenia cennych ekosystemów – ich zamiany na mniej wartościowe.

Reasumując, **przedsięwzięcia źle zaprojektowane**, albo zaprojektowane bez wystarczającego starannej analizy uwarunkowań środowiskowych, **mogą dać przeciwny od zamierzonego skutek**. Szczególnie niebezpieczne jest pogorszenie warunków wodnych ekosystemów wodno-błotnych przyległych do obiektu małej retencji. Związane jest to np. z sytuacjami, gdy projektuje się budowę progów lub zastawki, ale jednocześnie oczyszczenie i konserwację zarośniętych dotychczas rowów odwadniających. Uzyskanie „efektu retencyjnego” w jednym miejscu wiąże się w ten sposób z ograniczeniem retencji gruntowej w innym miejscu. Dlatego obecnie uważa się, że preferować należy w projektach budowlę: **obiekty ziemne i ziemno-kamienne** - łatwiej je bowiem użytkować, konserwować - często są praktycznie bezobsługowe, czy w końcu: zmodernizować, niż budowlę hydrotechniczne drewniane z cegły, betonu, czy stali. Także łatwiej wówczas będzie naprawić popełnione błędy, i nie będzie to wtedy aż tak kosztowne. Zatem w miejsce progów piętrzących, jazów, grobli, przepustów piętrzących, mnichów, preferujemy **rozlewiska, brody, przetamowania**, ziemne lub kamienne **grodze wodne** - konstrukcje właśnie, co warto jeszcze raz zaznaczyć, nie wymagające często bardzo kosztownej i wymagającej stałej konserwacji, infrastruktury obsługującej.

GABIONY

Jak Państwo zauważyli powyżej, aż trzykrotnie wspomniano **przetamowania ziemne**, jako podstawowe rozwiązania w przyjaznych środowisku sposobach renaturyzacji. Do ich konstrukcji jak i innych obiektów ziemno-kamiennych, co raz częściej używa się gabionów. Umożliwiają bowiem one przepływ przez nie wody (także i jej wsiąkanie), co ważne przy utracie nadmiaru energii kinetycznej pochłanianej właśnie przez „uwięzione” konstrukcyjnie w stalowej najczęściej sieci, kamienie będące głównym elementem gabionów. Jest to niezwykle istotne dla ograniczenia spływu powierzchniowego mającego miejsce przy wystąpieniu opadów nawaalnych.



Rys. 13. Gabiony doskonale nadają się do konstrukcji przetamowań ziemnych w formie brodów i/ lub przepustów spowalniających odpływ wody.
źródło: USA, Nowy Jork, podręcznik małej retencji.

Gabiony wynaleziono we Włoszech w XIX w. Na terenie włoskiego Piemontu powódzie często niszczyły nawet betonowe mosty. Stąd to tam właśnie powstała „ugruntowana” – dopracowana później na całym już świecie w XX w., koncepcja **gabionu** – przepuszczającego – w formie spowolnionego przesiąku, wodę nawet rwącego powodziowego nurtu.

Podstawowe zalety używania gabionów są następujące:

- Elastyczność - konstrukcja gabionowa może tolerować nawet intensywny ruch piasy i transportowy, działanie wody powodziowych i nawet gwałtowne przemieszczanie się koryta.
- Wymagają one jedynie prostego przygotowania podłoża, ponieważ podłoże musi być tutaj tylko płaskie!
- Umieszczanie ręczne elementów konstrukcji, zamiast tylko przy użyciu sprzętu zmechanizowanego, jest też tutaj możliwe, chociaż maszyny zawsze będą lepszym rozwiązaniem.
- Samo już wykonanie konstrukcji gabionowej nie wymaga wykwalifikowanej siły roboczej.
- Są one wygodne w transporcie, ponieważ są dostarczane jako płasko złożone w skompresowane pakiety, a są otwierane i zapełniane kamieniami dopiero na miejscu.
- Jako kamieni do ich wypełnienia można użyć lokalnych materiałów. W większości stosowane w praktyce gabiony są bowiem właśnie wypełnione kamieniem, który w wielu przypadkach można pozyskać lokalnie lub sprowadzić co najwyżej z niewielkiej odległości.
- Struktura gabionowa jest przepuszczalna, chociaż w razie potrzeby można ją uszczelnić za pomocą mieszanki glinek i/ lub nawet odpowiednią folią z tworzywa sztucznego, tworząc w ten sposób, gdy to jest potrzebne, również ściankę boczną lub zapórę o niskiej przepuszczalności lub całkowicie szczelną.



Fot. 3. Płynąca woda lepiej wytraca energię na dnie potoku, czy strumienia górskiego pokrytego gabionem, wyraźnie zmniejsza się w ten sposób zagrożenie powodziowe, a zwiększa przesiąk dogłębowy – retencja wody (źródło: www.ecogabion.co.za)
<https://www.ecogabion.co.za/resources/gabion-g.JPG>



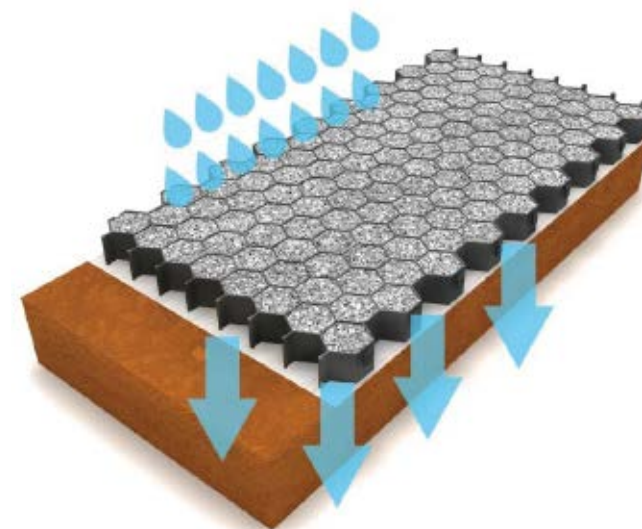
Fot. 4. A to Państwo poznajecie?
źródło: Jedna Ziemia.pl

Energia wody w gabionach rozkładana jest w porównaniu z litą budowlą np. murem, na ogromną powierzchnię kamieni, pomagając chronić narażone na abrazję brzozy, klify, wydmy (tutaj – fot. 4, ruiny kościoła w Trzęsaczu).

POWIERZCHNIE UŻYTKOWE PRZEPUSZCZALNE DLA WODY

Na terenach zurbanizowanych możemy również znacznie zwiększyć retencję wody w glebie rezygnując ze stosowania wszędzie gdzie się tylko da, szczelnego, szczególnie betonowego pokrycia ziemi np. kostką cementową. ...Czyli zastosować twórczo zasady „**Water Sensitive Urban Design**” (Projektowania terenów zurbanizowanych „wrażliwych” na wodę). Twórcą tego ruchu stał się **Brad Lancaster**, Amerykanin który w swoim miejskim ogrodzie zaczął testować działania pro-retencyjne, kierując tam deszczówkę uliczną. Do swoich pomysłów przekonał on „miliony” mieszkańców, którzy zaczęli twórczo interpretując, stosować u siebie, zapożyczać jego rozwiązania – te, które się u niego najbardziej sprawdziły. Niektóre ich pomysły na walkę z „betonozą” miejską, były jednak niezgodne z prawem, np. **rozbijanie wysokich krawężników**. Władze jednak zaakceptowały nawet i te „przestępstwa” pro-retencyjne, kiedy zauważyły jak szybko dzielnica po dzielnicy pokrywały się bujną roślinnością, praktycznie bez jakiegokolwiek potrzeby drogiego przecież nawadniania. Działania B. Lancastera i jego naśladowców, zyskały na trwale akces lokalnych władz wspomagających je nie tylko finansowo ale same biorąc w nich udział. Metodę tej miejskiej retencji wody nazwano **Plant the Rain** (czyli po polsku: **zasadź deszczu**), zwracając uwagę na główne korzyści z jej stosowania: ograniczenie bezproduktywnego spływu powierzchniowego i intensyfikowanie zazielenienia przestrzeni zurbanizowanych, poprawiające miejski mikroklimat, a co za tym idzie mające dobroczynny wpływ na zdrowie mieszkańców.

Bardzo obecnie pomagają w realizacji Plant the Rain, Core Gravel – panele typu plaster miodu wypełnione żwirem lub grysem. To nowa technologia, której głównym zadaniem jest zwiększenie retencji wody opadowej – właśnie „zasadzenie deszczu” (ale i śniegu, kiedy ten stopnieje), wpisująca się w projektowanie „wrażliwe” na wodę. Jest to metoda zastępowania chodników, płytek parkingowych, wylewek betonowych itp., na znacznych powierzchniach miejskich, tzw. rdzeniami żwirowymi („coregravel”, co dało nazwę firmie je produkującej: „coregravel” – wszystkie zdjęcia poniżej pochodzą z jej materiałów reklamowo-marketingowych). Jest to stosowanie tam gdzie się tylko da, unieruchomionego na stałe żwiru umieszczonego w panelach przypominających plaster miodu. Taka nawierzchnia jest niemal w **100% przepuszczalna dla wody!**



Rys. 14. Zasada działania rdzeni żwirowych



Fot. 5. Tak to wygląda przed wypełnieniem żwirem



Fot. 6. Tak zamieniamy technologię nieprzepuszczalną dla wody, betonową (before) na przepuszczalną żwirową, pro-retencyjną (after)



Fot. 7 i 8. Technologia rzdzeni żwirowych nie utrudnia ruchu, nawet w szpilkach



Fot. 9. Jest odpowiednia do pokrywania również bardzo dużych powierzchni



Fot. 10. Powszechnie używana na kontynencie amerykańskim, jest również wszechobecna w dużych miastach stosowana głównie do zastępowania betonowych chodników

Jak pisze polski dystrybutor i oferent tej technologii: „Panele rdzeniowe – żwir lub grys w tzw. plastrach miodu – coregravel, to ekotechnika w Polsce jeszcze praktycznie nieznaną, hobbistyczną, a na świecie wiodącą wśród najnowszych rozwiązań utwardzających”. „Przez swoją strukturę i niedużą wielkość oczek Coregravel całkowicie rozwiązuje problemy z powstawaniem kolein w naturalnych nawierzchniach żwirowych i grysowych, efekt „miękkiego żwiru”. „Nawierzchnia żwirowa coregravel to tak zwana czysta nawierzchnia(...),

czyszczenie naszej nawierzchni składa się tylko z opłukania kruszywa, a błoto, ziemia czy inny niechciany brud przenika przez jego porowatą strukturę”. Do tego producenci podkreślają, że brak jest potrzeby zliczania metrów powierzchni użytkowej do opodatkowania za odprowadzanie deszczówki.

FOUNDATION	COST	STRENGTH	ECO-FRIENDLY	MAINTENANCE	ACCESSIBILITY
CORE	\$	✓	🌿🌿🌿	🔧	♿
CONCRETE	\$\$\$	✓	✗	🔧🔧	♿
ASPHALT	\$\$\$	✓	✗	🔧🔧🔧	♿
LOOSE GRAVEL	\$	✗	✗	🔧🔧	✗

Tabela 2. Ocena różnych technologii pokrycia powierzchni zurbanizowanych: core – rdzeniowej (techniką rdzeni zwirowych), concrete – betonem (kostką brukową), asphalt – asfaltem (asphalt) i loose gravel – żwirem luzem; pod względem kosztów (cost), wytrzymałości (strength), przyjazności dla środowiska (eco-friendly), kosztów konserwacji i naprawy (maintenance) oraz dostępności – przystępność dla niepełnosprawnych (accessibility).

3. NOWE I NA NOWO ODKRYWANE „STARE” SPOSOBY ZWIĘKSZENIA RETENCJI W GLEBIE UŻYTKOWANEJ ROLNICZO

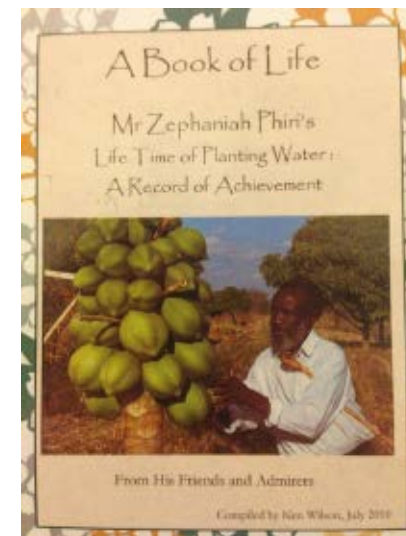
Dotychczas stosowane i zalecane w Polsce sposoby zwiększania retencji w glebach rolniczych, jak wyżej wspomniano, nie dały do tej pory zadowalających rezultatów. Proponowano bowiem głównie zmianę sposobu uprawy, mniej zabiegów mechanicznych czy chemicznych, przyorwanie resztek poźniowych, głównie słomy – często z dodatkiem preparatów przyspieszających rozkład obornika, kompostów, stosowanie różnego rodzaju preparatów humusowych uzyskiwanych z kopalnej próchnicy – leonardytu, węgla brunatnego, odpadów organicznych czy z odchodów dżdżownic kalifornijskich etc., także stosowanie hydrożeli magazynujących wodę. Również zalecano wapnowanie, które poprzez wpływ na uzyskanie przez glebę struktury gruzełkowej zwiększa jej pojemność wodną.

Skoro obecne zalecenia nie spełniają swojej roli w pełni, to może jednak warto przyjrzeć się jak na świecie inni radzą sobie z deficytem wody glebowej?

„SADZENIE” WODY NA POLACH UPRAWNYCH

Światowym twórcą i propagatorem zasad „sadzenia deszczu – wody”, pionierem w ich opracowywaniu i wprowadzeniu do praktyki rolniczej (głównie), pierwszych najprostszych do tego celu dążących rozwiązań (inspirujących m.in. autorów powyżej zaprezentowanych technologii: gabionowej i rdzeni zwirowych), był **Mr. Zephaniah Phiri Maseko** (1927–2015).

Był to prosty rolnik, który „na początek” w Zimbabwie zaczął obsadzać krzewami i drzewami zdegradowane i pustynniejące powierzchnie pozostałe po wycięciu słynnych tamtejszych nadrzecznych lasów galeriowych. Uzupełniał te „odtworzenie lasu” prymitywną wydawałoby się „infrastrukturą” retencyjno-nawadniającą, kopiąc zwykłe doły i dołki, i (czasami) wypełniając je piaskiem. W ten nieskomplikowany sposób jak to nazywał: „zapraszał” wodę – do dołek oczywiście, do których dodał system rowków (też często z piaskiem) rozprowadzający zgromadzoną w dołkach wodę deszczową. Zaczął od swego ogrodu z czasem jednak, przez lata swej działalności, zrewitalizował w ten sposób w całej Afryce ogromne obszary zdegradowane rolniczo – całe systemy rzeczne. Efekty jego pracy były wielokrotnie większe niż obecnie w Polsce stosowanych pro-retencyjnych metod uprawy gleby. Opisał on swoje „zestawienie osiągnięć” - trzeba przyznać, że naprawdę wielkich, w książce „Life Time of Planting Water. A Record of Achievement. („Czas życia posadzonej wody. Zestawienie osiągnięć”, 2010).



Fot. 11. Książka Zephaniaha Phiri opisująca fundamentalne zasady „sadzenia wody”

Jak piszą jego biografowie, głównie: „proponował modernizację technicznych rozwiązań, które gromadziły wodę, w tym budowę tak zwanych „piaskowników” i „centrum migracyjnego wody”, w którym „witał” wodę. Opracowane przez niego techniki zbierania wody przekształcały półpustynne działki w istne „rajske ogrody”. „Był, a właściwie JEST, innowatorem z/ i dla małych gospodarstw, który nauczył nas „łączyć wodę i glebę”, „sadzić wodę” razem z roślinami – wtedy, gdy i je sadzimy.” „W latach 70. został aresztowany przez władze za śmiałość kwestionowania przepisów zabraniających uprawiania mokradeł. Ostatecznie pozwolono mu je uprawiać po tym, jak władze zdały sobie sprawę, że jego praktyki rolnicze są zrównoważone, zwiększające a nie zmniejszające obszar z optymalnym uwodnieniem. Praktyki te obejmowały bowiem także i tutaj, budowę niezwykle skutecznych jego pomysłu konstrukcji ziemnych, oczywiście głównie dołów z piaskiem zbierających wodę”.

OGRODY „GOFROWE”

Jednym z historycznych, to jest od setek lat stosowanych, wzbudzących ostatnio duże zainteresowanie, sposobów na poprawę wilgotności gleby, jest retencjonowanie wody za pomocą tzw. ogrodów gofrowych. Do stosunkowo niedawnych czasów zajmowały one rozległe obszary w Nowym Meksyku w USA, a zostały wymyślone przez zamieszkujący tam lud Zuni. W pewnej części są one nadal używane i dzisiaj, jako w pełni ekologiczny sposób oszczędzania wody. Pierwsze doniesienia o sieci tych niezwykłych ogrodów, ukazały się w prasie w 1873 roku. Po przejściu Nowego Meksyku przez USA w 1883 r., stworzono dla

ludu Zuni rezerwat, dając im w ten sposób prawa własności do stworzonego przez nich systemu ogrodów waflowych – „gofrowych”. Tereny te do czasu przybycia Zuni 3 tys. lat temu, nie były w ogóle uprawiane właśnie ze względu na ekstremalnie suchy półpustyński i pustyński klimat, a co za tym idzie silnie ujemny bilans wodny gleby. Dlatego też, jak napisano w jednym z artykułów: „Permanentne warunki suszy, gorący, suchy, często wietrzny klimat, wymagał twórczej (...) reakcji ludu Zuni”.

Zuni, eksperymentując przez kilka wieków, wypracowali coraz doskonalsze założenia projektowe dla ogrodów „gofrowych”. Ostatecznie ogród taki - kwatery go tworzące o powierzchni do kilkudziesięciu metrów kwadratowych (z reguły mniejszej), jest siecią zwykle kwadratów, rzadziej prostokątów, otoczonych glinianym lub z suszonych cegieł, murem, który wznosi się 30-50 cm nad ziemią. Na tak przygotowanym – przypominającym wafel gofrowy, „uprawionym” polu, dodatkowo często ściółkowanym żwirem (co przypomina techniki „piaskowników” stosowane przez Zephaniaha Phiri) zasiewa się lub sadi rośliny uprawne. Ten zabieg ma umożliwić przesiąk zatrzymanej w „gofrze” wody opadowej (lub dostarczanej z rzeki systemami irygacyjnymi) do głębszych warstw gleby. W przeciwieństwie bowiem do tego, co się powszechnie uważa, mulcz żwirowy jest bardzo korzystny dla roślin, a odbite od niego ciepło słoneczne w postaci promieniowania, nie stanowi tutaj problemu, szczególnie jeśli sadzenie i siewy roślin wykonuje się jesienią i wiosną.

Najważniejsze w tej technice jest to, że nawet niski murek istotnie zwiększa cieniowanie, które zawsze ogranicza parowanie. Po drugie stawiając murki nie tyle wyhamowuje się wiatr, co „puszcza” się go swobodnie górą. To także znacznie zmniejsza parowanie. W sumie zatem, tj. razem z cieniowaniem, daje to istotne – nawet o 70–90% (!), **zmniejszone parowanie z gleby**. Dodajmy, że tak osiągnięty wzrost wilgotności gleby, spowalnia również rozkład próchnicy -humusu, oraz mineralizację obornika i kompostowanych resztek. Ze względu na te „rewolucyjne” wręcz efekty, warto więc wykorzystać choćby charakterystyczną dla tej technologii samą ideę „cieniowania” gleby i w naszych programach proreprentacyjnych.

Stosując ogrody gofrowe na kilku tysiącach hektarów ziemi, lud Zuni zapewnił sobie w ten sposób nie tylko samowystarczalność żywnościową, ale i spore nadwyżki plonów. Zwłaszcza dotyczyło to warzyw, szczególnie wymagających dobrze uwilgotnionej gleby, które sprzedawano także i białym osadnikom.

Owszem zarzuca się litym murkom stosowanym w tej technice, że te gorzej od porowatych, rozpraszają siłę wiatru. Wiatr „przeskakując” nad taką lity ścianą, zawirowując razem z porwanymi ziarenkami piasku, miał też w ten sposób uderzać silnie w górną część roślin uprawnych i powodować ich uszkodzenia. Jednak z reguły te wietrzne wiry nie mają na tyle energii, aby rzeczywiście unieść piasek. Niosą one bowiem tylko drobne pyły, w tym i takie „pożyteczne” bo zawierające próchnicę. Pyły te, osadzając się w glinianym „gofrze”, zwiększają wydatnie żyzność gleby i co za tym idzie, jej zdolność do retencji wody.

Należy dodać, że murki tworzące ogrody gofrowe mają tę przewagę np. nad stosowanymi w naszej strefie klimatycznej w podobnych w części celach zakrzewieniami śródpolnymi, że łatwo je można rozebrać – tj. w prosty sposób usunąć lub przestawić w inne miejsce. Głównym zaś problemem w tworzeniu ogrodów gofrowych jest pracochłonność. Trudno jest tutaj choćby nawet częściowe zmechanizowanie prac. Ale trwają i nad tym intensywne studia między innymi w Chinach i Korei Pd. A gra jest „warta świeczki”, ponieważ okazało się, że w Chinach mocno zagrożonych rozszerzaniem się pustyń na tereny rolnicze, te zagłębione „gofrowe” konstrukcje ziemne, najefektywniej wykorzystując przestrzeń, najlepiej działają jako bariera chroniąca zwłaszcza małe rośliny przed wiatrem, i co najważniejsze dla nas: najwydatniej

koncentrują w pobliżu roślin całą dostępną wodę. Stosunkowo niedawno zaczęto rozważać możliwość takiej, nawet pełnej, mechanizacji „gofrowania” powierzchni upraw w USA i krajach południowej Europy. Mechanizując proces stawiania murków również można będzie rozwiązać problem tworzenia „gofrowanej” struktury na glebach słabych, zwłaszcza piaszczystych – z małą zawartością gliny. Mechanizacja umożliwi bowiem stosowanie dodatków do gleby poprawiających zwięzłość murków. Te nie będą się wówczas zbyt szybko rozsypywać.



Fot. 12. „Ogrody Zuni” około 1927 r., źródło: Library of US Congress
<https://sidrichardsonmuseum.org/wp-content/uploads/2017/06/waffle-garden.jpg>



Fot. 13. Nauczanie dzieci zasad tworzenia ogrodów „gofrowych”
 w ramach Zuni Youth Enrichment Project (ZYEP) USA. źródło: Sid Richardson Museum
<https://sidrichardsonmuseum.org/wp-content/uploads/2017/06/ZYEP-Summer-camp.jpg>

Jak podsumowuje to jedna ze stron poświęconych „starożytnym” sposobom uprawy roli, stosując tę starą, sprawdzoną technikę wafli gofrowych w nowym wydaniu i odpowiednio dobierając jej warianty do środowiska, każdy może uprawiać i to nawet na pustyni, nie tylko „zdrową żywność” w przydomowym ogrodzie warzywnym, ale i rośliny typowo rolnicze wymagające dużych powierzchni.

TECHNIKA ZAI-TASSA

Równie zapładniającą wyobraźnię, „pomysłotwórczą” co „gofrowa”, może być i technika Zai-Tassa. Podobnie jak „gofrowe” wyglądają bowiem pola po drugiej stronie Atlantyku, ale... uprawiane techniką zwaną Zai – w Burkina Faso, lub Tassa – w Nigerii i Nigrze. „Zai” to termin używany przez rolników w północnej części Burkina Faso w odniesieniu do małych dołów przygotowywanych do siewu lub sadzenia roślin uprawnych. Doły te zwykle mają 20–30 cm szerokości, 10–30 cm głębokości i są oddalone od siebie o 60–90 cm. W regionie Tahoua w Nigrze do nazwania bardzo podobnej techniki uprawowej, używa się słowa z języka haussa: „tassa”. Inne terminy tutaj stosowane to: „kieszenie do sadzenia”, „zbiorniki do sadzenia”, „mikro doły” i „małe dołki do zbierania (...) wody”. Ta ostatnia nazwa najbardziej precyzyjnie opisuje technikę uprawną Zai-Tassa, jako de facto formę nawadniania przy użyciu ręcznie wykopanych dołów. Taki wypełniony piaskiem dół działa bowiem jak „mikrozlewnia” wykorzystywana zwłaszcza w przypadku wystąpienia opadów nawalnych lub długotrwałych, do „łapania” – zbierania wody. Dołek po prostu dłużej utrzymuje wodę w porównaniu do otaczającej go niezmięnionej gleby. Ponadto pozwala on gromadzonej w ten sposób deszczówce wnikać do gleby, wsiąkać w nią głębiej i w wolniejszym tempie. Stosowanie tej techniki uprawy znacznie też ogranicza spływ powierzchniowy deszczówki. A dzięki temu rośliny mieć będą stałe, a nie tylko okresowe, źródło wody. Przygotowując takie piaskowe doły wykorzystuje się przy tym znajomość przebiegu naturalnych cykli opadowych, np. terminów występowania monsunów. Są one bowiem kopane często właśnie dopiero na kilka dni przed mającymi wystąpić obfitymi opadami. Technika ta jest tradycyjnie stosowana w zachodnim Sahelu (Burkina Faso, Niger, Mali), głównie do rekultywacji gruntów, aby w ogóle przywrócić przydatność zdegradowanym obszarom suchym do uprawy roślin i zwiększyć żyzność tych z reguły bardzo ubogich, słabych gleb charakteryzujących te tereny.

Tradycyjna uprawa Zai-Tassa została ponownie wprowadzona do szerszego stosowania około 1980 roku przez Yacouba Sawadogo, rolnika z Burkina Faso. Przy okazji istotnie on ją zmienił. Sawadogo wprowadził do niej bowiem innowację, wypełniając doły nie tylko piaskiem, ale i obornikiem oraz, lub kompostem. Do tego również nieznacznie zwiększył średnice dołów w stosunku do tradycyjnych modeli. W wyniku tych zabiegów zaczęła się poprawiać nie tylko pojemność wodna gleby, ale i dostarczono jej dodatkowe składniki pokarmowe niezbędne dla uprawianych roślin.

Jak wygląda obecnie tego typ uprawa?

Nasiona wysiewa się, lub sadi rozsadę, do dołów po napełnieniu ich piaskiem zmieszany z od jednej do trzech garściami materiału organicznego, takiego jak obornik, kompost lub sucha biomasa roślinna (np. trawa nieślakowa, wyschła po skoszeniu).

Co ciekawe, i niezwykle tutaj ważne, zwłaszcza zwierzęce odchody okazały się niezwykle cennym dodatkiem, bo przyciągają one **termity**. A tunele tych owadów są bardzo pomocne w pożądanym tutaj postępującym procesie rozdrabniania gleby do wielkości optymalnej dla gruzełków. W ten sposób termity jeszcze bardziej zwiększają pojemność wodną gleby. Najważniejszą obserwacją jest jednak tutaj to, że ukierunkowane umieszczenie obornika w dołach Zai-Tassa – w ich nowej wersji, **znacznie zwiększa zatrzymywanie wilgoci w pobliżu roślin uprawnych**. Ilustruje to po raz kolejny korzystną rolę jaką próchnico-twórcze obornik, kompost, mogą odgrywać w poprawie zdolności retencyjnych gleby. **Próchnica w końcu gromadzić może nawet do 200 razy więcej wody niż sama waży!**



Fot. 14 i 15. Uprawa techniką Zai. źródło: ECHOcommunity

<https://images.echocommunity.org/66a8a3a9-ce11-4c60-b94f-d29de5fdcf53/zai-pit-microcatchment-system.jpg?w=1200>
https://s3.amazonaws.com/docs.echocommunity.org/linked_images/ETN_Zai-Pit-System_Page_08_Image_01.jpg

Szczególnie w silnie suchym, półpustynnym środowisku, gdzie nawadnianie często w ogóle nie jest możliwe, opisana tutaj maksymalizacja wydajności „zbierania” opadów w dołach wysiewnych i do sadzenia Zai-Tassa, może mieć kluczowe znaczenie dla powodzenia upraw różnego rodzaju roślin jadalnych. I tak - przy zastosowaniu ww. technik, długość okresu występowania odpowiedniej dla wegetacji roślin uprawnych, wilgotności gleby na płaskim terenie, wzrosła średnio z 41 dni (bez dołów Zai-Tassa) do (po wykopaniu i odpowiednim napełnieniu tychże dołów) aż 137 dni!

W przypadku gleb bardzo lekkich stosuje się zmodyfikowane, uproszczone techniki Zai-Tassa, polegające na „wkopywaniu” do jak najmniejszych dołków jedynie samych nawozów organicznych, bez mieszania ich z piaskiem.

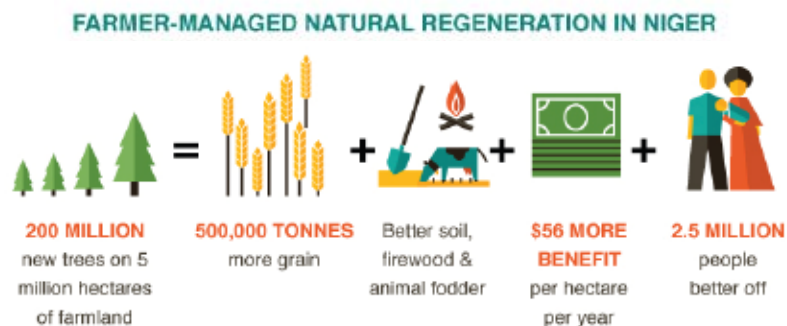
Ponadto i tutaj – dla tej techniki, trwają prace nad jej mechanizacją – charakterystycznych dla niej sposobów uprawy, oraz przystosowaniem ich do wykorzystania również w naszej strefie klimatycznej. Oczywiście także nad doborem naszych gatunków mrówek mogących zastąpić termity.

W ciągu ostatnich 25 lat upowszechniając na większą skalę różne odmiany uprawy Zai-Tassa, odniesiono szczególnie duże sukcesy w Afryce Zachodniej. Stosując właśnie ten sposób uprawy uzyskano bowiem znaczną poprawę wydajności – wielkości plonów. Np. zwiększono zbiory kukurydzy, sorga, prosa, aż o 500 procent! Do tego dodajmy, że praktyki wypracowane przez Sawadogo, pomogły również w rekultywacji od 200 do 300 tys. hektarów silnie zdegradowanych gruntów – corocznym uzyskiwaniu z nich około 80 tys. ton dodatkowej żywności!

FMNR

Jedną z obecnie coraz bardziej globalnych technik zwiększania pojemności wodnej gleby, jej odporności na wysychanie, jest zespół zabiegów prowadzący do Regeneracji Naturalnej Zarządzanej przez Rolników, czyli po angielsku: **Farmer Managed Natural Regeneration** (FMNR). Do tej pory te techniki znane i stosowane były na większą skalę, wyłącznie w Afryce, szczególnie w krajach o glebach suchych – stepowych i półpustynnych. Ale z racji uzyskania tam imponujących wyników (rys. 15), trwają prace nad adaptacją FMNR również do warunków klimatu umiarkowanego. Jedynym bowiem ograniczeniem są tutaj sumaryczne opady deszczu. Na obszarach z sumą rocznych opadów do 1200 mm, FMNR jest opłacalne, efektywne także i w naszym klimacie. Zasady pozostają takie same, ale dokładne praktyki w strefie umiarkowanej mogą się różnić w zależności od warunków regionalnych.

FMNR szczególnie jest przydatne w regionach, gdzie głównie produkuje się na własne potrzeby, a grunty są zdegradowane zbyt intensywną uprawą lub podlegają stepowieniu, pustynnieniu.



Rys. 15. Wyniki wprowadzenia FMNR w Nigrze.

https://www.evergreening.org/wp-content/uploads/2019/09/ADAPTATION_Crops_Farming_Systems-01.jpg

Dlaczego FMNR jest tak skuteczne, tam gdzie inne techniki zawodzą?

Opiera się ono na wykorzystaniu drzew ale rosnących w formie krzewiastej, nigdy z jednym pniem głównym! Takie bowiem **bez przewodnika, regularnie cięte**, zmuszone w ten sposób do **podziemnego i nadziemnego „rozkrzewiania się” drzewo, wytwarza znacznie silniejszy system korzeniowy, zatrzymujący i gromadzący wodę**. Jest ono w ten sposób w stanie przetrwać nawet suszę występującą na terenach półpustynnych.

Stąd znakiem – logo FMNR, jest właśnie takie wielopniowe drzewo (rys. 16).



Rys. 16. Symbol – „logo” FMNR: mocno rozgałęzione drzewo, zarówno nad jak i pod (!) ziemią.

<https://fmnrhub.com.au/wp-content/themes/fmnr/images/logo.png>

Czynniki takie jak dostępne do uprawy gatunki drzew, jakość gleby, istniejąca już roślinność i dostępność wody, owszem będą miały u nas duży wpływ na tempo wzrostu drzew. Co najwyżej może to jednak oznaczać, że wymagane będzie częstsze lub rzadsze cięcie, przycinanie pni niż w Afryce. W Europie tego typu prowadzenie i użytkowanie drzew jest znane już od wieków gospodarce leśnej. Występuje w tzw. lasach odroślowych, odnawianych wyłącznie przez cięcie, a nie karczowanie starych i w to miejsce sadzenie młodych, nowych drzewek. Np. w Wielkiej Brytanii, gdzie lasów jest bardzo mało, od wieków tak użytkuje się lasy wierzbowe i brzoźowe. U nas w Polsce tego rodzaju „rozkrzewione” drzewa mogą być użyte do tworzenia bardziej wydajnych pro-retencyjnie rodzajów zadrzewień śródpolnych. Kiedy bowiem drzewa prowadzone w technice FMNR, są włączane jako takie zadrzewienia do pól uprawnych, to następuje wówczas i u nas, w naszej strefie klimatycznej, wyraźny wzrost plonów, szczególnie w wyniku poprawy struktury i żyzności ale i uwodnienia gleby. Podobnie jak rosną plony na polach, wzrasta także wydajności pastwisk oraz łąk kośnych w wyniku zastosowania tej techniki. Dzięki większej ilości materii organicznej, również wilgotności gleby się znacząco poprawia. Ten proces jest także wspomagany przez cieniowanie powodujące spadek parowania bezpośrednio z gleby. Najważniejsze jednak jest tutaj, dla dłuższego utrzymania – optymalnej retencji wody w glebie, zatrzymanie – gromadzenie jej w gęstszej niż normalnie sieci korzeni. Zmniejszają się też tutaj szkody powodowane huraganowym wiatrem i upałami, a co za tym idzie, erozja gleby. Po wieloletnim stosowaniu tej techniki uprawy, z czasem ponownie pojawiają się też dawno wyschnięte źródła, a poziom wód gruntowych podnosi się do latami nieobserwowanych poziomów historycznych. Powracają też zjadające szkodniki owadzie drapieżniki, w tym nie tylko owady drapieżne, czy pająki ale i ptaki; pomagając w ten sposób utrzymać bez chemii w ryzach populacje szkodliwych owadów i roztoczy. A jeśli z kolei użyjemy do praktyk uprawnych w ramach FMNR, drzew typowych dla sadów, to wtedy mogą stać się one dla nas źródłem jadalnych owoców, orzechów.

Reasumując w wyniku zastosowania technik FMNR z biegiem czasu wzrasta nie tylko żyzność gleb i ich retencyjna, ale i różnorodność biologiczna życia roślinnego oraz zwierzęcego pól i ich otoczenia, czyli tzw. całego agrokrajobrazu definiowanego jako funkcjonalny zbiór ekosystemów i biocenoz: rolniczych, naturalnych. W Afryce uważa się też, że FMNR jako technika charakteryzująca się małymi kosztami i niskim ryzykiem, jest dobrym punktem wyjścia do unowocześnienia gospodarstwa dla rolników ubogich w zasoby i niechętnych do podejmowania ryzyka. To z kolei – tak osiągnięta stabilizacja plonów i zysków, może stać się odskocznią do dalszej większej intensyfikacji produkcji, ponieważ rolnicy o stabilnych dochodach stają się bardziej otwarci na innowacje.

Na terenach uprawianych techniką FMNR, standardową tutaj praktyką rolników jest ograniczanie odrastania drzewa: wycinka wiosenna pni w ramach przygotowań do siewów lub sadzenia roślin uprawnych. Często na takich polach wzrost pni i gałęzi drzew jest zbyt silny. Przy niewielkim jednak zaangażowaniu siły roboczej i niskich innych kosztach, wzrost ten, wycinając pnie, można przekształcić w zysk – cenny zasób opału, bez narażania się na spadki plonów. W tej technice dla każdego pnia podejmowana jest osobno decyzja, ile z nich zostanie wybranych do dalszego wzrostu, a ile do wycięcia. Z reguły wybiera się najwyższe i najprostsze z nich, a te pozostałe poddaje się wycinaniu. Najlepsze wyniki uzyskuje się, gdy rolnik regularnie powraca do zabiegu przycinania wszelkich niechcianych nowych pni i gałęzi bocznych, gdy te tylko się pojawiają. Za każdym razem, gdy wycina się stary pień,

to wybiera się inny młodszy, aby go zastąpić. Rolnicy po dokonaniu cięć mogą następnie między drzewami i wokół nich, uprawiać rośliny uprawne. Kiedy zaś chcą głównie pozyskać drewno, to mogą wyciąć nawet i wszystkie pnie, a tylko same pniaki pozostawić do dalszego użytkowania – odbijania i wzrostu nowych pni. Nowe gałęzie i pnie, które wyrosną z pniaków, będą z każdym rokiem większe i wartościowsze, a przy tym nadal chronić nasze pola uprawne przed suszą oraz poprawiać ich żyzność.

Dodajmy, że te zalecenia (podręcznik FMNR, 2019, <https://fmnrhub.com.au/fmnr-manual/>) nie są traktowane jako obligatoryjne. W rzeczywistości nie ma jednego ustalonego sposobu praktykowania technik FMNR. Rolnicy mogą swobodnie wybierać gatunki, preferowaną gęstość nasadzeń drzew oraz czas i metodę ich przycinania.

Na koniec warto wspomnieć o jeszcze jednej wielkiej zalecie FMNR, bowiem konwencjonalne podejście do walki ze stepowaniem czy pustynnieniem, polegające na dofinansowanym zalesianiu, z reguły kończy się zaprzestaniem działań wraz z ustaniem wsparcia. Dla porównania jednak: FMNR jest odwrotnie niż drogie zalesianie, tani, szybki, do tego zarządzany i wdrażany - implementowany lokalnie. Wykorzystuje się tutaj głównie właśnie lokalne umiejętności i zasoby. Najbiedniejsi rolnicy nie muszą korzystać tutaj z żadnych kosztownych procesów szkoleniowych. Mogą uczyć się poprzez obserwację liderów wprowadzających te techniki i dalej, już sami jako liderzy, uczyć z kolei swoich sąsiadów. FMNR można zatem wprowadzać do praktyki rolniczej na dużą skalę i daleko poza pierwotny obszar docelowy, bez konieczności ciągłych interwencji finansowych rządu lub organizacji pozarządowych.

Należy też dodać i szczególnie podkreślić w kontekście Lokalnych Partnerstw Wodnych, że w Afryce gospodarstwa rolne, rodzinne, praktykujące FMNR, były zdecydowanie mniej od innych, podatne na skutki wystąpienia ekstremalnych anomalii pogodowych, takich jak długotrwałe susze oraz nawalne deszcze i huraganowe burze.

HÜGELKULTUR (HÜGELBED)

...czyli kopiec z drewnianym „łożem”.

Tym razem ta technologia poprawiająca retencję glebową wody deszczowej i z roztopów, pochodzi z naszej strefy klimatycznej, konkretnie z Niemiec. Być może już od setek lat było Hügelkultur praktykowane nie tylko w społecznościach germańskich, ale i słowiańskich i bałtyjskich. Kompleksowego opracowania z wykorzystaniem naukowych badań, „uprawy na wysokich kopcach”, dokonano jednak dopiero w latach 60. ubiegłego wieku w Niemczech.

Uważa się, że Hügelkultur naśladuje naturalny proces rozkładu drewna, który zachodzi na dnie w piętrze runa leśnego. Tam co prawda drzewa leżą początkowo na powierzchni gleby, jednak i one po kilku latach są już w znacznej części lub całości, zagłębione w glebie. Praktyka Hügelkultur opiera się na umieszczaniu drewna – całych bali lub pociętych resztek, wewnątrz podwyższonej dość mocno (do ok. 180–210 cm) grządki z ziemi (może być z dodatkiem kompostu) uformowanej właśnie w kształcie kopca (rys. 17). Kopce mogą być tutaj również wykonane z naprzemiennie ułożonych warstw nie tylko drewna i ziemi, ale także darni, kompostu, czy słomy (rys. 18). Drewno ulega w nich powolnemu – rozłożonemu w czasie, niejednorodnemu – i to właśnie sprzyja magazynowaniu wody, rozkładowi. Pierwsza rozkłada się bowiem tylko miękka celuloza. Z czasem zostaje zaś tylko najtwardsza lignina tworząca sieć włókien, która niczym gąbka gromadzi na wiele miesięcy wodę. Woda ta jest następnie powoli uwalniana z powrotem do środowiska glebowego, oczywiście z korzyścią dla rosnących w pobliżu roślin. Ponadto rozkładające się drewno dostarcza tymże roślinom

spora część potrzebnych makro i mikroelementów i to nawet przez 15–20 lat (rys. 17). W pierwszym roku uprawy także wytwarza się tutaj w sporej ilości ciepło rozkładu, istotnie ogrzewające grządkę. Jeśli chodzi o retencję wody to taka grządka „a la kopiec”, działa zaczyna dopiero w drugim roku od swego założenia, gdy proces **niejednorodnego** rozkładu jest już wystarczająco zaawansowany. Wówczas z reguły nie potrzebuje ona jakiegokolwiek podlewania. Oczywiście do rozpoczęcia **rozkładu** konieczne jest występowanie pór roku typowych dla naszego klimatu umiarkowanego lub w cieplejszych strefach klimatycznych, wystarczająco długiej pory deszczowej.

W przypadku tworzenia kopca drzewnego na pochyłym terenie należy go usypywać w linii ustawionej pod kątem do zbocza. Daje to bowiem możliwość powolnego spływania wody w dół kopca, w związku z czym nie będzie on otrzymywał miejscami zbyt dużych (ale i zbyt małych) jej ilości. W większości przypadków polecane jest również ustawianie kopców w kierunku przeciwnym do przeważającego kierunku wiatru.

Grządki usytuowane na kopcach można obsiewać i obsadzać roślinami natychmiast po ich uformowaniu. Należy jednak pamiętać, że odpowiednia ilość azotu może być tutaj dostępna dopiero po paru miesiącach a nawet w drugim roku uprawy. Uważa się bowiem, że w pierwszym roku użytkowania proces rozkładu blokuje dostępność azotu dla roślin uprawnych. Jednak pomimo obaw, że dużo węglowodanów (celuloza) drewna doprowadzi do immobilizacji – unieruchomienia azotu, a tym samym do jego niedoborów, w doświadczeniach już w pierwszym roku uprawy to właśnie w kopcu z łożem – wkładem drewnianym, stwierdzono wyższy poziom azotu, niż w glebie przy uprawie tradycyjnej na płask. Zwykle by uniknąć braku azotu, do drewna – jako uzupełniający komponent, dodaje się bogatą w ten pierwiastek masę zieloną, np. taką pochodzącą z trawy uzyskanej w czasie koszenia. Także obok dostępności azotu, należy tutaj uważać na braki żelaza mogące wystąpić na początku cyklu uprawowego.

Skala retencji wody w tej technice jest potencjalnie **bardzo duża**. Najlepsze efekty zwiększające retencję, osiągnąć tutaj na glebach zbitych, ciężkich, zdegradowanych rolniczo. W Chinach przebadano skuteczność w zapobieganiu pustynnieniu, wysokiego kopcowania drewna także na glebach lekkich. I tak w tym doświadczeniu kopce zrobione w technice Hügelkultur z czasem zawierały prawie **dwa razy więcej wody**, niż gleba okolicznych, płaskich powierzchni kontrolnych. W badaniach tych 1 hektar pokryty kopcami Hügelbed, zgromadził bowiem **3 do 10 razy więcej wody (!)**, niż płaska działka leżąca obok. Ta płaska kontrolna parcela niestety uległa pełnemu pustynnieniu w przeciągu zaledwie kilku lat.

Owszem tej technice uprawy zarzuca się, iż nie jest do końca proekologiczna, tj. np. że nadmiernie w pierwszych latach obciąża produktami rozkładu środowisko, używając je ponad miarę – eutrofizując, a nawet zatruwając, gdy użyte tutaj drewno będzie zbyt świeże – co szczególnie szkodzi drzewom owocowym. Jednak te szkodliwe procesy można zneutralizować stosując w większości lub nawet tylko same, bale drewna do budowy kopca. Te rozkładają się bowiem znacznie wolniej - bezpieczniej, niż zrębki i odpady pochodzące z przemysłu drzewnego. Ponadto sadząc rośliny wymagające intensywnego nawożenia azotem, takie jak np. warzywa - szczególnie kapustę czy kalafior, ograniczamy odpyw groźnych, nadmiernie użyźniających wody, azotowych biogenów. Z kolei na skłonach kopce mogą nadmiernie gromadzić, niczym wały przeciwpowodziowe, wodę, która po ich przerwaniu w wyniku wymycia niektórych bali drewnianych, może nawet doprowadzić nie tylko do podtopień, ale i do lokalnych powodzi. Temu też można zapobiec stosując właśnie bardziej skośne i/ lub w naprzemiennych kierunkach, czyli „w jodełkę”, ustawienie linii wałów kopcowych.



Rys. 17. Zmiany następujące w czasie (od 1 miesiąca po wykonaniu do 20 lat) użytkowania kopców hügelbed (źródło: www.urbaniahoeve.nl)
<http://www.urbaniahoeve.nl/wp-content/uploads/2012/06/hugelbedden1m-1y.jpg>
<http://www.urbaniahoeve.nl/wp-content/uploads/2012/06/hugelbedden2y-20y.jpg>



Rys. 18. Kopce mogą być wykonane z naprzemiennie ułożonych warstw nie tylko drewna i ziemi
<https://preview.redd.it/mvsx1s6enlg51.jpg?width=960&crop=smart&auto=webp&s=b2ea69a687adc2aecd572daba638f6cfc8928de>
 źródło: preview.redd.it

TERRA PRETA

„Zbieraj ogromne ilości pysznych owoców i warzyw – bez użycia chemiczno-syntetycznych nawozów i pestycydów. Rok w rok. To brzmi jak sen? Nie. Powinno to być w pełni możliwe dzięki Terra Preta. Żywną „czarną ziemię” można bowiem łatwo wytworzyć we własnym ogrodzie przy naprawdę niewielkim wysiłku” (cyt. z Der Kleine „Horror Garten”).



Fot. 16. Profil gleby Terra Preta (po lewej) w porównaniu z profilem gleby rodzimej (po prawej) z tego samego regionu (źródło: Glaser i in., *The 'Terra Preta' phenomenon: a model for sustainable agriculture in the humid tropics.*, 2001).

<https://www.researchgate.net/profile/O-Idowu/publication/327280707/figure/fig1/AS:664820034596864@1535516856213/Soil-profile-of-terra-pret-left-compared-to-the-native-soil-profile-right-in-the.png>

Terra Preta (po portugalsku „czarna ziemia”) to mieszanka węgla drzewnego, odłamków ceramiki i wielu, wielu innych materiałów organicznych, takich jak odpady kuchenne, kości i odchody zwierząt i ludzi. I została ona wynaleziona oraz „wyprodukowana” kilka, kilkanaście wieków temu, przez mieszkańców dorzecza Amazonki. Wydaje się, że podstawową różnicą między technologią uzyskania Terra Preta, a zwykłego kompostu, jest dodanie w tej drugiej technologii do biomasy odpadów roślinnych, dużych ilości biowęgla będącego produktem efektu pirolizy biomasy. Przynajmniej ostatnie badania naukowe zakładają bowiem, że biowęgiel jest decydującym składnikiem dla uzyskania ekstremalnie długotrwałych (setki, ale i tysiące lat!) efektów nawozowych i retencyjnych dla Terra Preta. Biowęgiel działa bowiem jak szczelny zbiornik z dozownikiem. W ten sposób zapobiega szybkiemu wymywaniu organicznych składników odżywczych z gleby przez deszcz lub wodę użytą do nawadniania (w znacznej części ją też pochłaniając). Ze względu na swoją policykliczną strukturę typu węglowodorów aromatycznych, biowęgiel jest stabilny chemicznie oraz mikrobiologicznie, i utrzymuje się w środowisku gleby Terra Preta na przestrzeni wielu (!) wieków. Utlenianie biowęgla do którego dochodzi w tym okresie, stymuluje wytwarzanie się grup karboksylowych na zewnętrznych łańcuchach węglowych, co zwiększa jego zdolność do zatrzymywania składników pokarmowych i wody.

Ale nie wystarczy po prostu „włączyć” biowęgiel do struktury gleby. Wydaje się, że on sam nie daje żadnego pozytywnego efektu. Dopiero gdy zmieszamy go z innymi składnikami i pozwolimy takiej mieszance dojrzeć, to wówczas już w ciągu kilku tygodni rozwinie się z niej żyzna czarna gleba – Terra Preta.

Najcenniejsze właściwości Terra Preta, to:

- zwiększa zdolność gleby do magazynowania składników pokarmowych przyswajalnych dla roślin, i wody,
- odpady organiczne są tutaj przekształcane w wysokiej jakości nawóz, co pozwala zmniejszyć dodatkowe nawożenie,
- usprawnia jej tworzenie lokalne „cykle materiałowe” zmniejszając ilość odpadów poprzez występujący tutaj intensywnie recykling biomasy organicznej,
- unikanie uwalniania dwutlenku węgla i metanu, bowiem użycie biowęgla pozwala przez długi czas (tysiące lat!) przechowywać węgiel w glebie.

CZEGO POTRZEBUJEMY DO PRODUKCJI W OGRODACH NASZEJ STREFY KLIMATYCZNEJ, TERRA PRETA?

Są to:

- dojrzały kompost,
- dojrzały obornik (koński lub bydłowy),
- certyfikowany (głównie bez domieszek metali ciężkich i pestycydów) biowęgla,
- mączka skalna nie poddana obróbce chemiczno-termicznej,
- bioaktywne mikroorganizmy lub gnojówka – także może być roślinna, np. z pokrzyw.

Chcąc uzyskać pola uprawne z glebą tego typu, zamiast trudno dostępnych: kompostu i obornika, możemy użyć przekompostowanych resztek poźniwnych i/ lub odpadów organicznych (koniecznie przetestowanych na obecność metali ciężkich, detergentów, i substancji aktywnych pestycydów) np. typu pofermentowego – kompostowanych, a także gnojowicy.

PRÓCHNICA, CZYLI „HUMUS”

Nawet niezbyt uważna lektura tekstów powyżej, każe nam zwrócić uwagę na częste powoływanie się na fakt, iż w wyniku podjęcia zalecanych działań zwiększymy zawartość próchnicy w glebie. I że będzie to ten jej – gleby organiczny składnik poprawiał znacząco retencję. Jak znacząco i dlaczego?

Szacuje się, że kwasy humusowe mają niezwykłą zdolność do stosunkowo długotrwałego utrzymywania znacznych ilości wody w glebie. Przypomnijmy: są one w sprzyjających warunkach w stanie pochłonąć do nawet 200 razy więcej wody, niż same ważą!

Stąd też w licznych krajach zaczęto się zastanawiać, jak wspomóc rolników, ogrodników chcących zwiększyć zawartość próchnicy w swojej ziemi uprawnej. Przykładem podjęcia takich działań może być Austria, gdzie już od kilku lat istnieją dopłaty do wzbogacania gleby w próchnicę, np. są to programy „Humus” i „Zukunft Erde” (czyli „Przyszła Ziemia” – w znaczeniu ziemia uprawna). Dodatkowy humus powstały w glebach rolników w ramach realizacji tych programów, może być bowiem zamieniony na regionalne, bezpłatne certyfikaty emisyjne CO₂ (węgiel stanowi 58% masy próchnicy w glebie), które mogą z kolei nabyć firmy go emitujące w procesie produkcji. Oczywiście w efekcie końcowym przekłada się to na zwiększony dochód rolnika.

Procedura dla „Zukunft Erde” jest taka: pobiera się próbkę gleby – jedną z maksymalnie 5 ha pola, i analizuje zawartość w niej próchnicy oraz w razie potrzeby, inne istotne dla jej żyzności parametry. Po co najmniej trzech latach pobierana jest druga próbka i ponownie określana zawartość próchnicy. Jeżeli doszło do powstania nowego humusu, to uczestnik może otrzymać certyfikat emisyjny lub rekompensatę finansową, której wysokość zależy od

ceny rynkowej certyfikatów CO₂ w danym momencie – regionie. Jedna trzecia płatności jest zatrzymywana. Zostanie ona wypłacona dopiero po trzecim pobraniu próbki (po trzech kolejnych latach), o ile jednak zawartość próchnicy będzie co najmniej zachowana lub zwiększona. W programie „Humus” z kolei, za wzrost zawartości próchnicy (po 3–7 latach w zależności od umowy) przeliczony na CO₂, rolnicy otrzymują dopłatę 30 euro za tonę dwutlenku węgla zakumulowanego w zwiększonej ilości humusu glebowego. Są to pieniądze uzyskane również ze sprzedaży certyfikatów emisyjnych dla nierolniczych firmy z kolei płacących nimi za swoje wyemitowane CO₂. Wartość rynkowa certyfikatów jest z reguły większa niż 30 euro za tonę. Uzyskana w ten sposób nadwyżka ze sprzedaży pokrywa nakłady poniesione na kontrole i badania, przez instytucję prowadzącą program i nadzorującą prawidłowe jego wykonanie.

OGRODY DESZCZOWE

Są to ogrody, które nie tylko mogą zbierać nadmiar wody z powierzchni zurbanizowanych: dachów i z innych mało przepuszczalnych powierzchni (chodników, ulic etc.), ale również i z gęsto zadarnionych trawników oraz pól uprawnych z utrudnioną retencją wodną. Zwłaszcza to ostatnie dotyczy upraw, gdzie trudno utrzymać np. odpowiednie ułożenie reclin do kierunku spływu wód opadowych, czy też takich będących przez większą część sezonu wegetacyjnego, pod zwartą, niską okrywą roślin uprawnych.



Fot. 17. Warstwa filtrująca to podstawowy element ogrodu deszczowego

źródło: www.lapresse.ca

<https://mobile-img.lpcdn.ca/lpca/924x/r3996/cd0240f3-1791-11eb-b8ad-02fe89184577.jpg>

Ogrody deszczowe są specyficznym rodzajem – odmianą obiektów bioretencyjnych. Mogą bowiem powstać jako projekty na niewielką skalę, nawet takie w postaci grup dużych donic czy pojemników gazonowych na chodniku, lub jako założenia przydomowe przeznaczone dla tylko jednego domu, gospodarstwa. Również mogą być one projektowane – wbrew pozorom dzieje się tak najczęściej, jako zajmujące duże, wielohektarowe powierzchnie tereny krajobrazowe, które zmniejszają natężenie na wielką skalę przepływu wody deszczowej dla całych miejscowości, sołectw, gminy lub kilku gmin, a nawet i więk-

szych jednostek administracyjnych. W miejscowościach typu szczególnie miejskiego, pełnią też rolę oczyszczalni, przyjmując całkowitą ilość wód deszczowych niosących zawsze mniejszy lub większy ładunek zanieczyszczeń spływających z nieprzepuszczalnych: brukowo, ce-glano-betonowo-asfaltowych, elementów infrastruktury miejskiej; takich jak dachy, jezdnie, podjazdy, chodniki, parkingi i zagęszczone nadmiernie murawy - trawniki. Pozwalają one im – zanieczyszczonym wodom poopadowym, wsiąkać w ziemię wzbogaconą o elementy nasadzeń ułatwiających ich biodegradację. Zapewniają także pożywienie i schronienie dla owadów zapylających czy motyli, ptaków śpiewających i wielu innych dzikich zwierząt. W zwartej zabudowie miejskiej wyraźnie chłodząc letnie, upalne powietrze, likwidują przy tym tzw. miejskie wyspy ciepła (UHI – Urban Heat Island).

Ogrody deszczowe opierają się głównie na nasadzeniach roślinnych i naturalnym lub sztucznym, filtrującym „wkładzie” – pogrubionej w stosunku do tej pierwotnie zastanej, warstwie żwirowo-piaskowej w podłożu glebowym. Warstwę tą modyfikuje się tak, aby zmniejszyć szybkość odpływu wody deszczowej (ale nie zatrzymać całkowicie! – bo to stwarzać będzie stałe zagrożenie powodziowe!). Tutaj chodzi bowiem głównie o to, aby zwiększyć tzw. czas opóźnienia infiltracji – wnikania w warstwę filtrującą (fot. 17). A tej ostatniej rolą jest także remediacja – czyli przywrócenie środowisku, glebie – leżącym pod nią warstwom ziemi, skale macierzystej i wodom gruntowym; ich wcześniejszych, a zniszczonych przez np. zanieczyszczenia, ugniatanie – tworzenie warunków anaerobowych itp. wartości użytkowych.

Ogrody deszczowe zapewniać też muszą możliwość ponownego wykorzystania absolutnie (!) każdego opadu, tak stałego (śniegu, gradu), jak i typu deszczowego, nawet i takiego naprawdę skrajnie nawalnego, burzowego; poprzez np. bardziej równomierne rozprzawdzenie wody po całej powierzchni, czy redukcję jej odpływu do cieków wodnych. Ograniczyć też mają potrzeby dodatkowego nawadniania terenów otaczających tego typu ogród. Zaletą równie wielką, a niedocenianą, jest wspomniana już tutaj chłodzące działanie tego typu ogrodów. Wynika one z faktu dużej pojemności cieplnej wody zawartej w roślinach i glebie ogrodu. To powoduje istotnych spadek temperatury powietrza, ale i co ciekawe i temperatury jakiegokolwiek innej wody będącej w otoczeniu ogrodu deszczowego.

Ogrody deszczowe powinny znajdować się tam, gdzie występują największe spływy wód – być usytuowane najlepiej na końcowych odcinkach tychże spływów. Dotyczy to tak spływów z powierzchni miejskich, jak i rolniczych. Filtrując je, ogrody deszczowe mogą istotnie poprawić jakość wody w pobliskich zbiornikach wodnych i co ważne – szczególnie dla rolnictwa, uzupełniać wyczerpane zasoby wód gruntowych.

Brak dostępnych warstw wodonośnych jest zjawiskiem dość częstym w naszym rolnictwie. Dotyczy głównie terenów niewłaściwie, zwłaszcza nadmiernie zmeliorowanych. Także i tereny miejskie – zurbanizowane, z kolei nadmiernie pokryte betonem czy zbyt zwartymi murawami, z czasem tracą większość wody gruntowej. Głębokie korzenie roślin składających się na ogrody deszczowe, tworząc dodatkowe kanały, po pierwsze wzbogacają system filtracyjny gleby. Przez nie woda deszczowa może jednak także głębiej infiltrować tak glebę jak i podglebie. Pozwala to utrzymać lub nawet zwiększyć przepuszczalność gleby, w rezultacie zapewniając lepszą redystrybucję wilgoci (w tym i odtworzenie wyżej wspomnianych warstw wodonośnych). Dobre tzw. przekorzenie gleby, utrzymuje również zróżnicowane populacje drobnoustrojów biorących udział w biofiltracji wody glebowej i gruntowej. Podziemne, gęste systemy korzeniowe tworzące się pod ogrodami deszczowymi, zmniejszają też istotnie erozję gleby, jak również zanieczyszczenie źródeł wody pitnej przez spływy powierzchniowe oraz ograniczają lokalne powodzie.

W miastach ogrody deszczowe optymalizują również zużycie energii potrzebnej do radowania sobie z nadmiarem wody deszczowej, minimalizując obciążenie konwencjonalnej kanalizacji deszczowej. Nie do przecenienia jest też to, że ogrody te tworzą estetyczne miejsce w krajobrazie, tak miejskim jak i wiejskim. Łączą przy tym funkcjonalnie poszczególne posesje i otaczające je ekosystemy, tak naturalne jak i sztuczne, w zintegrowane i korzystne dla środowiska, stałe elementy krajobrazu. Zapewniają zatem one maksymalnie przyjazne dla lokalnych społeczności, rozwiązania ważnych problemów środowiskowych, wpływając pozytywnie na wiele aspektów codziennego życia mieszkańców.

NASADZENIA W OGRODACH DESZCZOWYCH

Wg polskojęzycznych zaleceń, do takich ww. ogrodów mających zatrzymać w glebie wodę pochodzącą z różnorodnych opadów, dobieramy nieomal wyłącznie rośliny pochodzenia bagiennego. U nas uważa się bowiem, że muszą mieć one – rośliny używane do tworzenia ogrodów deszczowych, duże zapotrzebowanie na wodę. Nieomal powszechnie powielany jest w takich zaleceniach poniższy zestaw gatunkowy: **kosaciec syberyjski, kosaciec żółty, krwawnica pospolita, rdest węzownik, tojeść kropkowana, mięta nadwodna, niezapominajka błotna, ponikło błotne, tojeść rozestana, turzyca pospolita, sina** i inne gatunki turzyc, trawy: **manna mielec, trzęślica modra, mózga trzcinowata**, a do miejsc cienistych polecane są dodatkowo paprocie, szczególnie nercznica samcza i wietlica samicza.

Jednak w naszym klimacie – w naszej strefie klimatycznej – tj. z dużym wpływem, udziałem klimatu kontynentalnego, ogród deszczowy założony przy wykorzystaniu tych roślin, zwykle się nie sprawdza w praktyce. Ba, wyżej wymienione rośliny obejmujące gatunki roślinności obrzeży terenów podmokłych, często już w pierwszym roku w praktycznie w 100% giną. Dzieje się tak dlatego, że ogrody deszczowe w naszym kraju, bardzo często po prostu cierpią suszę. Powoduje to oczywiście szybkie zamieranie roślin półbagiennych i bagiennych.



Fot. 18. Róże portlandzkie są niezwykle odporne tak na susze jak i podtopienia

Zacytujmy zatem, w ramach poszukiwania remedium na takie sytuacje, bardziej doświadczonych od nas w budowie ogrodów deszczowych w podobnym do naszego klimacie, Amerykanów: „Wbrew powszechnemu przekonaniu ogród deszczowy nie ma być miejscem dla roślin bagiennych”. (...) „Rośliny przeznaczone do ogrodów deszczowych muszą bowiem wytrzymać nie tylko krótkie okresy stojącej wody, ale i jednocześnie być w stanie tolerować dłuższe okresy suszy”. „Pamiętajmy też, że dobrze zaprojektowany ogród deszczowy tylko tymczasowo ma zatrzymywać wodę, nie może być jej stałym rezerwuarem”. „Chociaż istnieje wiele roślin, które mogą dobrze sobie poradzić w tych warunkach, najlepsze są takie pochodzące z naszego regionu. No bo przecież te nasze rodzime rośliny przez tysiące lat właśnie po to ewoluowały, aby możliwie dobrze zaadaptować się do naszego lokalnego środowiska..”. Oczywiście również gatunki obcego pochodzenia, jeśli pochodzą z naszej strefy klimatycznej i do tego są ładne, ozdobne oraz od lat sadzone u nas, powinny być także jak najbardziej brane pod uwagę przy planowaniu nasadzeń.

Również wg specjalistów z za oceanu, przede wszystkim koniecznie w każdym (nawet najmniejszym!) ogrodzie deszczowym wg nich, powinniśmy posadzić nie tylko rośliny zielne ale i całkowicie u nas pominięte – pomijane drzewa! A jeśli brak na nie kompletnie miejsca, to chociaż krzewy. Te bowiem rośliny, to jest o zdrewniałych pędach, mając silniejszy, większy i głębszy system korzeniowy lepiej nie tylko zatrzymują, czy filtrują z zanieczyszczeń wodę, niż rośliny zielne, ale... Ale i poprzez wysoko położone nad ziemią liście rozpraszają niszczycielską energię dużych kropli, także gradzin, tworzących się w czasie burz – deszczy nawalnych. Chronią w ten sposób przed zniszczeniem, uszkodzeniem byliny – wyżej wspomniane rośliny zielne, czyli rośliny piętra dolnego, tworzącego ogród. Drzewa i duże krzewy, ich liście, odbijając krople rozbijają je bowiem na wiele mniejszych „kropelek”. W ten sposób rozpraszają również i spowalniają one opady, nim te dotrą do ziemi. Dzięki temu dłużej i co za tym idzie w większej części, deszczówka wsiąka w glebę – maleje istotnie spływ powierzchniowy.



Fot. 19. Hortensje bukietowe to jedne z lepszych roślin krzewiastych do ogrodów deszczowych



Fot. 20. Tawułki powinny rosnąć w najbardziej wilgotnej części ogrodu deszczowego

Kontynuując według amerykańskich zaleceń: „Obsadz środek ogrodu deszczowego bylinami i rodzimymi roślinami, które tolerują tzw. mokre stopy (tj. długo – kilka tygodni, a nawet miesięcy, zalegającą płytko pod powierzchnią gleby wodę gruntową). Wokół nich umieść rośliny, które z kolei tolerują sporadycznie stojącą wodę. Na zewnętrznych częściach ogrodu posadź rośliny preferujące suchą glebę”. (...) „Pamiętaj przy tym zawsze, że: rośliny nawet tego samego gatunku są dynamicznie zmienne w swych wymaganiach, a poziom wody, który taka roślina może wytrzymać, jest zróżnicowany – nawet w przypadku roślin bardzo tolerancyjnych. Ponadto przy wyborze roślin zawsze bierz pod uwagę ekspozycję ogrodu deszczowego na słońce/zacienienie, a także i jego głębokość”. Dobrze by też niewątpliwie było, gdyby rośliny tworzące ogród deszczowy, zwłaszcza w okolicy zabudowań w tym szczególnie gospodarskich, tolerowały okresowe lub stałe, zwiększone zasolenie gleby.

Do dużych parkowych ogrodów deszczowych specjaliści amerykańscy zalecają następujące gatunki drzew i krzewów znoszące dobrze tak wahania poziomu wód gruntowych jak i wilgotności gleby oraz wykazujące się tolerancją wysokiego poziomu zasolenia: **blotnię leśną, brzozy, gledicję trójcierniową, kasztanowce, klon czerwony, platany, perełkowca japońskiego, kłęk amerykański, magnolie, dąb czerwony, biały także blotny, miłorzęby, świdośliwy, jesion, oczary, cypriśnik blotny** (szczególnie polecany na tereny o bardzo zmiennym poziomie wód gruntowych), **świerk kłujący (srebrny) i biały, jałowiec wirginij-ski, sosny** (za wyjątkiem naszej pospolitej), **modrzewie, choiny, porzeczki zwłaszcza alpejską, kaliny, róże rodzimych gatunków i odmian parkowych, borówki, derenie, hortensje, ostrokrzewy, bzy lilaki** (te szczególnie w miejsca silnie zasolone), **jaśminowce, pięciorniki krzewiaste, irgi, szczydrzeńce** (= żarnowce), **ketmię syryjską, karaganę** (na ogrody deszczowe mające długie okresy suche i b. suche), **śnieguliczki, dziurawce** – gatunki krzewiaste (zwłaszcza na gleby silnie zasadowe i zasolone), **sumaki** (z kolei na silnie zdegradowane gleby antropogeniczne), **aronie, tawuły, wierzby, bzy czarne i koralowe, orszeliny, pęcherznice** (te wytrzymają i ekstremalnie zmienne warunki hydrologiczne), a do cienia nawet kwaśnolubne różaneczniki czy **azalie gandawskie!**

A z roślin zielnych wieloletnich – bylin, do ogrodów deszczowych ci sami Amerykanie polecają też dość zaskakujący zestaw gatunków.



Fot. 21. Liliowce tolerują nie tylko susze i zalewania, ale i cień

W obu zestawieniach – naszym i ich, powtarza się w zasadzie tylko jeden gatunek: **kosaciec syberyjski**. W amerykańskich zaleceniach bowiem dominują rośliny o bardzo szerokim zakresie tolerancji na wilgotność gleby i poziom wód gruntowych. Np. są to: **Lobelia (stroiczka) szkarłatna, pysznogłówki, liatry, werbeny wieloletnie, sadźce, wysokie gatunki goryczek, dzielniany, przetacznikowce, rudbekie, astry wieloletnie czyli „marcinki” (szczególnie!), boltonie, amzonie, słoneczniczki, trojeście, nawłocie, wiesiołki, nachyłki wieloletnie, fiołki motylkowe, liliowce** (bardzo odporne na naprzemienne występowanie okresów zalewania i suszy!), **penstemony, starce, kosmatki, floksy** (płomyki), **kosaciec różnobarwny, trzykrotki, wielosiły, rutewki, mertensje, żółwiki, bodziszki, odętki, orliki, zawilce** (zwłaszcza kanadyjski), **żurawki i żuraweczki, skrzypy**; z traw ozdobnych są to: wydmuchrzyce, proso różgowate, rozplenice ale tylko te ich gatunki i odmiany, które są wystarczająco odporne na mrozy, i **miskanty**; a z paproci: **długosze i onoklea**.

Oczywiście te rośliny dobieramy następnie odpowiednio do ich wymagań glebowych i tolerowanego stopnia nasłonecznienia oraz planowanej wielkości ogrodu deszczowego.

Na koniec wypada mi jeszcze życzyć śladem – wzorem, amerykańskich autorów opracowań z których czerpałem informacje: „Udanego ogrodnictwa deszczowego!!!”

ŁĄKI KWIETNE

Łąki kwietne retencyjne, czyli takie o właściwościach umożliwiających gromadzenie wody, głównie deszczowej, w warstwie uprawnej gleby ale i pod nią. Woda zawarta w roślinach (czyli wyżej opisana w pierwszej części, tzw. „zielona”) ma bowiem znaczący i wieloraki wpływ na wodę „niebieską” czyli taką zawartą – retencionowaną – „przechowywaną” w glebie. Po pierwsze rośliny cieniują glebę obniżając jej temperaturę. Po drugie im są wyższe, tym wyżej – dalej od gleby utrzymują najsilniej się nagrzewającą warstwę powierzchniową liści, odpowiadającą za większość transpiracji (parowania przez liście – aparaty szparkowe) i ewaporacji (parowania z gleby). Także rośliny jako składające się głównie z wody, mają dużo większą pojemność cieplną od gleby, wyraźnie wolniej się zatem od niej nagrzewają. A parowanie rośnie wraz ze wzrostem temperatury ale nie tak samo jak ona, lecz znacznie szybciej – „potęgowo”.

No tak, ale dlaczego trawniki stanowiące też zbiorowisko roślinne dobrze okrywające glebę, zastępować łąkami kwietnymi?

Po pierwsze regularnie koszone trawniki są niskie, a więc mają małą masę. Po drugie, trawy naszej strefy klimatycznej, gatunki najczęściej tworzące trawniki, charakteryzują się z reguły fotosyntezą typu C3, która bardzo „rozrzutnie” gospodaruje wodą. Na utrzymanie trawnika w stanie zielonym w czasie suszy, potrzeba tyle wody co przy uprawie najbardziej wymagających gatunków warzyw. Stąd trawy przydatne i wykorzystywane na trawniki, gdy są nie podlewane to inaczej niż rośliny dwuliścienne i trawy o fotosyntezie typu C4 tzw. „tropikalnej”, bronią się przed suszą. W warunkach posusznych czyli deficytu wody glebowej, po prostu „rezygnują” one z całego swego ulistnienia, a nawet i większości korzeni. Pozwalają im – źdźbłom i korzeniom, po prostu uschnąć. Żywe pozostają w tej sytuacji tylko węzły krzewienia traw, a w nich zawiązki nowych źdźbeł i korzeni. W wyniku tego procesu gleba, pod trawami o fotosyntezie C3, pozostaje w znacznym stopniu nie pokryta roślinami. Narażona zatem jest na bezpośrednie działanie promieni słonecznych, silne nagrzewanie – wzrost parowania. W tym stanie trawnik zaczyna szybko tracić także i całą zmagazynowaną wodę glebową. Oczywiście, gdy trawy wyschną to rośnie również przepuszczalność gleby trawnika, a co za tym idzie wielkość spływu nie tylko poziomego ale i odpływu pionowego wody występującego w momencie pojawienia się opadów kończących suszę.

Rośliny dwuliścienne - główny element łąk kwietnych, oszczędniej też – od regularnie koszonego trawnika założonego z gatunków traw o fotosyntezie C3, gospodarują wodą używaną na swoje potrzeby fizjologiczne. Potrafią one w warunkach posusznych wyraźnie ograniczyć transpirację – parowanie szparkowe. Ponadto liczne rośliny dwuliścienne mają również i inne istotne adaptacje do warunków suszy. Np. występuje u nich pokrycie liści i łodyg grubą, woskową kutykulą i, lub kutnerem – gęstymi włoskami. Tak jedno jak i drugie zatrzymuje ciepło przed powierzchnią roślin i rozpraszając światło słoneczne ogranicza jego docieranie do skórki roślin, a co za tym idzie jej nadmierne nagrzewanie się. Istotne jest też tutaj to, że w przeciwieństwie do traw, gęsta i głęboka sieć korzeni roślin dwuliściennych lepiej zatrzymuje bezproduktywny przesiąk wód deszczowych w głębokie warstwy podglebia niedostępne dla korzeni większości roślin. Korzenie te spowalniają również wewnątrz glebowy spływ poziomy wody do niżej położonych miejsc.



Fot. 22. Łąka kwietna złożona z kwiatów jednorocznych przy biurku ZODR

W tym roku potwierdziliśmy te wyżej wymienione różnice między łąką kwietną a trawnikiem w prostym, ale niewątpliwie „trafiającym do wyobraźni” doświadczeniu. Przed budynkiem ZODR w Barzkowicach (fot. 22) od strony południowej została na wiosnę zasiana, założona łąka kwietna składająca się wyłącznie z kwiatów jednorocznych (stosunkowo szybko więc rosnąca). Graniczyła ona z intensywnie koszonym, tradycyjnym trawnikiem. W obu tych miejscach (łąka, trawnik) zmierzaliśmy kilkakrotnie w godzinach południowych w kilka upalnych dni, temperaturę gleby na głębokości 5 cm. Różnica temperatur zawsze była znaczna, od 8 do aż 11,5 st.C. O tyle oczywiście niższa była temperatura gleby łąki kwietnej. Tam bowiem nawet w największe upały nie przekraczała ona 25 st.C. Te różnice przełożyły się na **wielokrotnie większe parowanie z gleby i roślin trawnika, w porównaniu z anologicznym z położonej tuż obok łąki kwietnej!**

Stąd też w regionach tropikalnych i subtropikalnych, gdzie stosunkowo najczęściej występują długotrwałe susze – tworzą się warunki półpustynne, deszczowanie trawników wymaga przeznaczenia na nie nawet 60–70% całości wody pozyskiwanej, użytkowanej przez mieszkańców na swoje wszystkie potrzeby życiowe. Dlatego dzisiaj nawet bardzo zamożne kraje, tak strefy zwrotnikowej, jak i podzwrotnikowej, np.: tzw. szejkanaty arabskie, także Australia, czy również południowe stany USA etc., nie są już w stanie w pełni pokryć rosnących kosztów deszczowania, szczególnie takich często i bardzo nisko koszonych, gazonowych powierzchni trawiastych.

Najbardziej celowym jest zatem zakładanie łąk kwietnych w rejonach zurbanizowanych, zwłaszcza w ramach miejskich terenów zieleni, gdzie o wodę w glebie jest najtrudniej. Trwałe łąki kwietne nie trzeba bowiem wielokrotnie w sezonie nisko kosić. A trawniki tam zakładane nawet gdy nie są deszczowane, nawadniane, to są pracochłonne pod tym właśnie względem. Ich koszenie (często co prawda nadmierne, niczym nie uzasadnione) jest także kosztochłonne. Do tego, gdy nie są one pielęgnowane i deszczowane, to trawy zaczynają być tam wypierane przez inne gatunki, głównie mchy, mniszka lekarskiego (popularnie zwanego mleczem) i rdost ptasi oraz rzadziej inne odporne na suszę, zanieczyszczenia i zasolenie gatunki.

Jednak także i użytki rolnicze, tak trwałe jak i nieużytki o nadmiernym udziale traw, mogłyby być „pro-retencyjne” z powodzeniem zastępowane wieloletnimi łąkami kwietnymi, tj. z dominacją bylin. Jeśli zaś zostaną założone z gatunków roślin rodzimych, dziko rosnących, to są także doskonałym sposobem – metodą, na to aby zagospodarować zdegradowane nieużytki podmiejskie i miejskie. Podobnie, szczególnie tego typu kwietne łąki, mogłyby również zastąpić murawy w sadach, czyli trawiaste pokrycie międzyrzędzi, które w czasie letnich upałów bardzo intensywnie paruje, wysusza glebę także i w obrębie korzeni drzew. Byłyby one przy tym tanie w takim sadowniczym użytkowaniu, ponieważ nie wymagają częstego koszenia. W sprzyjających warunkach rzadko też występuje konieczność ich podlewania, gdyż w przeciwieństwie do trawiastej murawy, w wysokim procencie zatrzymują one wodę deszczową w glebie z reguły w wystarczającej ilości, najczęściej jednak z nadatkiem zaspokajającej potrzeby takich niskich muraw kwietnych.

Nawożenie na lepszych, mocniejszych glebach można na łąkach kwietnych także, jak podlewanie, całkowicie pominąć. Na pozostałych słabszych stanowiskach – suchszych, stosujemy je tylko jednokrotnie, to jest w pierwszym roku uprawy jako tzw. startowe.

Rodzaje łąk kwietnych. Jak już wyżej wspomniano, są to:

- po pierwsze takie składające się z gatunków kwiatów jednorocznych (**jednoroczna łąka kwietna**) – ta wykorzystywana jest głównie w małych ogrodach, zwykle amatorskich,
- po drugie z dominującym nad gatunkami jednorocznymi, udziałem atrakcyjnie kwitnących bylin – kwiatów wieloletnich (**trwała** – inaczej **wieloletnia, łąka kwietna**) – także może być ona przeznaczona do małych amatorskich, ale (szczególnie) i takich planowanych na większą skalę, nawet „wielohektarowych”, założeń łąkowych. Może być ona wysoka lub niska – wtedy jest nazywana **murawą kwietną**,
- dalej jest – bardziej odporna na ewentualne użytkowanie np. deptanie, **niska łąka kwietna** czyli tzw. murawa trawiasto-kwiatowa, także złożona głównie z roślin kwitnących wieloletnich, ale z dodatkiem – do 30%, niektórych gatunków traw.

ZAKŁADANIE ŁĄKI KWIETNEJ

Zawsze najpierw warto oczyścić zaplanowane miejsce – powierzchnię, z roślin dotychczas rosnących, szczególnie wysokich o mało atrakcyjnym wyglądzie, powszechnie uważanych za chwasty. Darń należy przeorać lub poddać zniszczeniu przez preparaty oparte o substancję aktywną glifosat (np. Roundup). Wbrew pozorom ten drugi zabieg jest bardziej w zgodzie z naturą niż orka. Nie dokonuje on bowiem pionowego przemieszczenia – odwrócenia warstw gleby, co skutkowałoby naruszeniem istniejącej w niej równowagi biologicznej. Jeśli wykonamy jednak orkę, to warto poczekać z siewem co najmniej miesiąc by skuteczniej zniszczyć chwasty – te w większości wschodzą dopiero po około 2 tygodniach. Najlepiej zacząć – jeśli chcemy zniszczyć praktycznie wszystkie chwasty, nawet dwa miesiące, tak by bronowaniem lub tutaj już w pełni naturalną „chemią”, zniszczyć i wtórnie wschodzące chwasty. Do organicznego chemicznego ich zwalczania, są obecnie dostępne – niszczące tylko zielone części roślin, „proekologiczne” herbicydy oparte o kwas pelargonowy – nonanowy, wyekstrahowany z liści pelargonii.

I dopiero gdy to wszystko zrobimy, to na około 10 m² tak przygotowanej powierzchni, należy wysiać od 10 do 20 gramów mieszanki nasion kwiatów jednorocznych.



Fot. 23. „Mini” łąka kwietna jednoroczna, wysoka złożona z roślin miododajnych

Jednoroczną łąkę kwietną zakładamy głównie z: kwiatów jednorocznych (ale i mogą być to gatunki dwuletnie oraz krótkowieczne byliny – te ich gatunki kwitnące już w roku wysiewu), roślin przyprawowych i ziół jednorocznych gatunków dostępnych w sklepach ogrodniczych; np. **nagietka, Inicy marokańskiej, dzierotki, gipsówki nadobnej, maków gat. jednorocznych, kosmosów, dimorfotek, niecierpków, cynii gat. drobnokwiatowych, chabrów bławatków, złocieni trójbarwnych, wieńcowych i maruna** (ten ostatni polecany jest nawet na bardzo ubogie stanowiska!), **kleome ciernistej, laków, maciejki, lwiej paszczy, malope, kąkolu, motylka, nacytków, ostróżeczek gat. jednorocznych** (są doskonałe na najłabsze gleby!), **nasturcji, czarnuszki damasceńskiej, nemezji, rezedy, słoneczników, ogóreczników, gryki, kolendry, maczka kalifornijskiego, trybuli, bazylii, smagliczki, ślázówki letniej, lnu czerwonego, malw, szaławii trójbarwnej, dzwonek irlandzkich i ogrodowych, żmiowców, krospedii, facelii błękitnej, łubinów** gatunków jednorocznych i wielu, wielu jeszcze innych... Szczególnie warto zakładać łąki jednoroczne z roślin miododajnych (fot. 23). Nie nadają się natomiast do tego celu takie popularne gatunki kwiatów jednorocznych, jak np. astry chińskie, aksamitki, petunie czy begonie stale kwitnące. Te bowiem kwiaty, dzięki między innymi bardzo silnemu oraz sprawnemu systemowi korzeniowemu i, lub dość dużej transpiracji, mocno wyczerpują stanowisko gdzie rosną z zasobów wodnych. Obniżają one zatem, zamiast zwiększać, retencję wody w glebie.

DOBÓR GATUNKÓW DO STANOWISKA

Jedna ze stron internetowych doradza nam taką dość „przekorną” technikę podejmowania tutaj decyzji: „Jeśli nie wiesz, które nasiona wybrać na łąkę kwietną, zawsze możesz sobie przypomnieć samosiewów których kwiatów ciężko pozbyć się z ogrodu.



Fot. 24. Kwietna łąka wieloletnia złożona między innymi z jeżówek, cynobrówek, przetaczników i floksów

Jeśli plewiłeś lub plewiłaś kiedyś niesforne nagietki czy też smagliczkę, wiesz o czym tu mowa. Jeśli coś samo się rozsiało, bez żadnego podlewania, przerywania, odchwaszczania rośliny i kwitnie, to i na łące też sobie poradzi”. Kwietne, roczne łąki założone z szybko rosnących gatunków, mają tę zaletę, że szybko dają dużą masę roślinną. Okrywają zatem często już od początku maja, dostatecznie mocno – dobrze glebę, oczywiście tym sposobem zmniejszając jej nagrzewanie i parowanie, poprawiając jej bilans wodny. Stosunkowo wcześniej też obficie zaczynają one kwitnąć, są więc długo ozdobne. Wadą ich jest jednak przekwitanie przed zakończeniem sezonu wegetacyjnego, późnym latem – wczesną jesienią. Stąd poleca się koszenie łąk rocznych na wysokości około 20-30 cm po pierwszym, najintensywniejszym, czerwcowo-lipcowym kwitnieniu, tak aby usunąć nasienniki i w ten sposób odmłodzić rośliny. Lubią to, np. z wczesnie kwitnących, smagliczka nadmorska, gipsówka nadobna, a z późnych nacytki czy oneńki (kosmosy). Podejmując decyzję o koszeniu łąki jednorocznej, należy jednak pamiętać, że dla niektórych gatunków, np. dla maków, taki zabieg koszenia jest zabójczy – definitywnie kończy ich wegetację. Po skoszeniu bowiem one w ogóle nie odbijają ale na trwale zamierają.

TRWAŁE ŁĄKI KWIETNE

Chociaż bylinowe, trwałe kwiaty łąkowe, nie kwitną tak masowo jak te roczne, to cieszą nas dłużej swą urodą, przy jednocześnie mniejszym nakładzie pracy na ich pielęgnację. Trwałe łąki kwietne (Fot. 24.) także mają w swym składzie gatunkowym kwiaty jednoroczne lub dwuletnie, ale te są tutaj użyte w zdecydowanie mniejszej ilości. Dominują natomiast na tej łące byliny, rośliny – kwiaty wieloletnie. Najlepiej użyć gatunków wieloletnich rodzimego, krajowego pochodzenia, ale można do tego celu polecić również i niektóre obce, szczególnie takie od dawna zdomowione – kenofity.

Wybór jest duży, np. mogą być to: **brodawnik zwyczajny, rumian barwierski, przelot polspolity, aster alpejski, chaber łąkowy, chaber driakiewnik, chaber austriacki, bukwica polspolita, cykoria podróżnik, cieciora pstra, marchew zwyczajna, szczyt polspolita, pszczenik mołdawski, jeżówka purpurowa, mikołajek płaskolistny, wieczornik damski, liliowce, świerznica polna, kozibród łąkowy, łubin trwały, lawenda wąskolistna, złocien właściwy, len trwały, firletka chalcedońska, firletka poszarpana, krwawnica polspolita, śláz piżmowy, szaławia omszona, szaławia łąkowa, mydlnica lekarska, krowiziół zbożowy, macierzanka tymiankowa, stokrotka polspolita, rumian żółty, szanta zwyczajna, szczaw krwisty, lebiodka polspolita, czarcikęs łąkowy, cynobrówki, jasioniec piaskowy, zawciąg nadmorski, śláz dziki, goździk kropkowany, mydlnica lekarska, wiązówka błotna, szaławia łąkowa, krwiściąg lekarski, komanica zwyczajna, dziewanny, smotrawa okazała, wiesiołki, rzepik polspolity, cykoria podróżnik, przetacznikowiec wirginijski, wyki, kocimiętka, floksy (= płomyki), tymianek, cząber (tylko łąki ciepłe, kserotermiczne), lubczyk, koniczyny, by wymienić te najczęściej się powtarzające gatunki.**

Na niską łąkę kwietną (murawę trawiasto-kwiatową) szczególnie polecane są: **babka lancetowata i średnia, bniec biały i czerwony** (zwłaszcza ten ostatni to znakomita roślina usuwająca z roztworu glebowego nadmiar miedzi i metali ciężkich), **cieciora pstra, driakiew żółta, dzwonek okrągolistny, farbownik lekarski, goździk kartuzek, rumian rzymski, goździk kropkowany, jaskier bulwkowy, koniczyna pogięta, krwawnik polspolity, jego „kuzyn” zdomowiony przybysz z Bałkanów, atrakcyjnie kwitnący krwawnik kowniatkolistny, krwiściąg mniejszy, lebiodka polspolita, lepnicza rozdęta, Inica polspolita, lucerna nerkowata, macierzanka zwyczajna, ostróżeczka polna, pasternak zwyczajny, przelot polspolity, przetacznik kłosowy,**

smółka pospolita, szaflwia łąkowa, szaflwia okrągowa, szaflwia omszona, ślázówka turyngska, świerzbica polna, traganek szerokolistny, zawciąg wydłużony, złocień polny, złocień zwyczajny i oczywiście inne byliny tutaj nie wymienione, o ile nie wyrastają one do znaczniejszych, „soliterowych” rozmiarów. Z traw „wiążących” w całość powyższy zestaw gatunków, polecane są jako pewne – niezawodne: **kostrzewa czerwona, kostrzewa owcza, mietlica pospolita, stokłosa prosta, tomka wonna, wiechlina cebulkowata, wiechlina łąkowa i wiechlina spłaszczona.**

SIEW NAWOŻENIE I PIELĘGNACJA

Kwiatne łąki trwale siejemy wiosną (od marca do końca maja) i jesienią począwszy od września do listopada. Termin jesienny jest lepszy, ponieważ gleba jest wtedy dłużej i bardziej optymalnie uwilgotniona. Nasiona przed siewem – dla osiągnięcia równomiernego pokrycia powierzchni materiałem siewnym i uzyskania na całej powierzchni podobnie gęstych wschodów, dobrze jest wymieszać z piaskiem (lub trocinami) w stosunku zbliżonym do 1 : 1. Najlepiej i najprościej siać gotowe, profesjonalnie przygotowane mieszanki nasion. Zalecana ilość materiału siewnego użytego do zakładania łąki dla 100 m², to 150-200 g mieszanki nasion kwiatów wieloletnich, lub 50-100 g tejże bylinowej mieszanki, wymieszane z 200 g mieszanki nasion różnych gatunków traw. Łąki kwiatne trwale, zwłaszcza ubogie w domieszkę gatunków jednorocznych, w pierwszych latach po założeniu z reguły słabo lub nawet wcale nie kwitną. Zdecydowana bowiem większość bylin zakwita dopiero na drugi rok, a niektóre z nich nawet w 3 roku po wysiewie.

W pierwszym roku uprawy można łąk trwałych kwiatowych w ogóle nie kosić i zostawić na zimę niezgrabione wszelkie suche resztki roślinne. Będą one chronić młode rośliny przed mrozem i staną się schronieniem dla wielu gatunków zwierząt łąkowych oraz umożliwią samosiewy gatunków jednorocznych użytych do komponowania składu gatunkowego łąki. W drugim roku... otóż gdy nie musimy, to nie kosimy łąki kwietnej wieloletniej już w maju. Najlepiej zrobimy to nie wcześniej niż na początku czerwca. Jest bowiem istotna – duża grupa bylin i gatunków jednorocznych pięknie i obficie – wręcz „zjawiskowo”, kwitnących właśnie w maju i czerwcu. One zaś, gdy zostaną za wcześnie skoszone, nie będą mogły dać samosiewu nasion. Gdy chcemy mieć non stop kwitnącą łąkę, to pierwsze koszenie najlepiej wykonać jeszcze później, to jest po zawiązaniu się i dojrzaniu nasion większości bylin, czyli dopiero w lipcu, a nawet sierpniu. Łąki po tym pierwszym koszeniu również nie powinny być od razu grabione, tak by dać czas na osypanie się większości nasion ze ściętych nasienników. Na łąkach założonych na dobrym stanowisku, dokonujemy po pierwszym koszeniu następne, w liczbie od 1 do 3 pokosów. To czy będzie to jedno czy trzy koszenia, zależy będzie od stanu murawy łąkowej, ponieważ najlepiej kosić ją wtedy, gdy ta dorasta nam już, mniej więcej, do kolan. Nie warto się jednak trzymać schematycznie żadnych wskaźników terminów koszenia. Szczególnie należy zaniechać tego zabiegu, gdy cała łąka – ale i nawet tylko jej fragmenty, wyglądają pięknie. Np. spore jej połacie pokryte są kwieciami. Natomiast tzw. suchych łąk kwietnych, tj. rosnących na słabych i bardzo słabych glebach, w drugim i następnych latach, nie kosimy wcale – przez cały sezon wegetacyjny. Tylko tuż przed zimą musimy suche łąki choć raz na dwa lata, wysoko (> 30 cm) ale jednak „profilaktycznie” skosić. Robimy to tylko po to, aby nie zarosły one z czasem siewkami drzew i krzewów leśnych. Typowe gatunki łąkowych bylin zielnych i traw, łatwo bowiem regenerują. Bardzo zatem szybko odtwarzają skrócone koszeniem pędy, zacierając niepożądane, przycięte siewki drzew, krzewów, chwastów i agresywnych roślin ruderalnych czy też pionierskich; umożliwiając im ich rozwój.

Na glebach żyznych może dojść z czasem do innej niekorzystnej sytuacji - dominacji w runi łąkowej kilku gatunków azotolubnych bylin – nitrofilii (np. łopianów, ostów, ostrożeń, barszczów, pokrzyw, świerzbic etc.). Jet to bardzo niepożądane zjawisko. Te ekspansywne gatunki mogą nam wyeliminować większość innych, co bardzo zuboży naszą łąkę. W konsekwencji może znacznie zmniejszyć się jej zdolność do retencjonowania wody, ponieważ przerośnięcie korzeniami gleby będzie w tej sytuacji dalece niepełne. Nie wytworzy się bowiem wystarczająco dużo drobnych – cienkich korzeni w całym profilu glebowym. Ponadto gleba będzie zbyt słabo okryta runią, ociniana liśćmi i łodygami roślin. Takie azotolubne dominujące gatunki należy zatem gdy rosną na żyznych glebach, za wszelką cenę usuwać. Przede wszystkim robimy to mechanicznie, ale gdy to nie pomoże, to nawet i chemicznie, najważniejsze aby nie za późno. Najlepiej zaplanować ten zabieg – czynność, w momencie, gdy dominujące byliny dopiero zaczynają tworzyć pierwsze „podejrzenie” ekspansywne gniazda roślin, tak by te nie zdążyły pokryć całej powierzchni łąki.

Na koniec warto wysłuchać wybitnego specjalistę, twórcę licznych łąk kwietnych, który również opracował składy wielu profesjonalnych mieszanek nasion służących do ich założenia, Łukasz Łuczaj, jego rady udzielonej decydującym się na założenie takiej łąki - po pierwsze zatem i przede wszystkim: „Ogrodu należy słuchać (...)", ale przy tym „Czasem dobrze jest posłuchać własnego ogrodniczego instynktu”.

Podstawowe publikacje źródłowe:

1. **Jak wysoka powinna być łąka kwietna?, Łukasz Łuczaj, 12.04.2021.**
2. **Łąki kwietne na okres suszy, Rafał Matusiak, 8.04.2020.**
3. **Łąki kwietne, czyli dlaczego lepiej zapomnieć o przyszczyżonym trawniku? Emilia Obłuska, 20.09.2020.**
4. **Instrukcja wysiewu łąk kwiatowych jednorocznych, Dariusz Sławiński, 23.01.2021.**
5. **Jak zamienić trawnik w łąkę kwietną? Michalina Aleksandrowicz, 22.01.2021.**



**Zachodniopomorski
Ośrodek Doradztwa Rolniczego
w Barzowicach**

