

IRRIGATION OF PLANTS IN RELATION TO OPTIMAL WATER CONSUMPTION. REVIEW OF IRRIGATION

Summary

Water conditions are one of the most volatile components of the soil environment. Water is an essential factor that determines the growth and development of plants and soil microorganisms to life and a number of processes in the soil. Various soils retain different moisture, although the same precipitation, it depends on the porosity and the retention capacity of soil. Irrigation systems can play an important role in saving water used for irrigation. The article describes some of the sprinklers with a wide range of functionality designed to irrigate the gardens, golf courses and large green areas. Technical data are compatible with almost all existing automatic irrigation control systems.

NAWADNIANIE ROŚLIN W ASPEKTCIE OPTYMALNEGO ZUŻYCIA WODY. PRZEGLĄD ELEMENTÓW NAWADNIAJĄCYCH

Streszczenie

Warunki wodne są jednym z najbardziej zmiennych elementów środowiska glebowego. Woda stanowi podstawowy czynnik, który decyduje o wzroście i rozwoju roślin, a także o życiu mikroorganizmów glebowych i szeregu procesach zachodzących w glebie. Różne gleby zachowują różną wilgotność, mimo takich samych opadów atmosferycznych, zależy to od porowatości oraz od zdolności retencyjnych gleby. Ważną rolę w oszczędności wody zużywanej do nawodnień mogą odegrać systemy nawadniania. W artykule opisano wybrane zraszacze o szerokim zakresie funkcjonalności, przeznaczone do nawadniania ogrodów, pól golfowych i dużych terenów zieleni. Parametry techniczne są kompatybilne z prawie wszystkimi istniejącymi systemami sterującymi automatyką nawadniania.

1. Wstęp

Ilość wody, jaką gleba może utrzymać przez dłuższy czas, charakteryzuje połowa pojemność wodna, której wartość waha się od 6% dla gleby o składzie granulometrycznym piasku luźnego do 34-35% dla gliny ciężkiej i iltu pylastego [4].

Działanie klimatu jest niezależne od człowieka, jednak człowiek ma wpływ na bilans wodny kraju poprzez działanie o charakterze ekonomiczno-społecznym. Poza kontrolą człowieka jest objętość wody, której źródłem są opady oraz zbiorniki naturalne. Natomiast zużycie wody w produkcji roślinnej, jak też spływy powierzchniowe można w pewnym zakresie procesami technologicznymi kontrolować. Ograniczyć zużywalność wody do nawodnień roślin można poprzez wprowadzanie odmian o znacznie obniżonych wymaganiach wodnych.

Działalność ogrodnicza oddziałuje w bezpośredni, istotny sposób na gospodarowanie wodami powierzchniowymi. Nawadnianie terenów zieleni przydomowej ma coraz większy udział w zapotrzebowaniu na wodę. Zasadnicze oszczędności w tym zakresie można poczynić poprzez zastosowanie prostych w konstrukcji i tanich sond glebowych (koszt około 12\$). Według danych amerykańskich zastosowanie sond, które umożliwiają bieżące skontrolowanie uwilgotnienia gleby na przykład pod trawnikiem, spowodowało oszczędności od 16% jesienią, 24% latem aż po 69% wiosną, w stosunku do grupy kontrolnej [1].

Ważną rolę w oszczędności wody zużywanej do nawodnień mogą odegrać systemy sterowania automatyką nawadniania. Automatykacja zapewnia także osiągnięcie wyższych standardów produkcji roślin, wyższego jako-

ściowo produktu końcowego.

Odwodnienie roślin wpływa na niższe wartości przewodności aparatów szparkowych, co upośledza ich naturalne zdolności do absorpcji i transpiracji w konsekwencji zamierają. Takie same efekty są skutkiem nadmiaru wody. Woda bierze między innymi udział w transporcie składników pokarmowych i kontroluje przebieg procesów metabolicznych. Zwykle stanowi ok. 80% masy rośliny, ale jej zawartość jest zmienna i zależy od gatunku oraz fazy rozwojowej, w której znajduje się roślina.

Niekorzystny rozkład opadów w czasie wegetacji roślin może powodować znaczne straty w postaci obniżki plonów. Rośliny narażone są na brak wody zwykle w kwietniu i maju, kiedy intensywnie rosną i zaczynają wytwarzać dużo zielonej masy. W tym okresie dużo wody potrzebują także trawniki. W tym przypadku mamy do czynienia z sytuacją, w której wilgotność gleby nie jest na tyle wystarczająca, by pokryć potrzeby wodne tych roślin.

Wzajemne relacje woda-gleba zależą od wielu czynników. Duże znaczenie ma tu rodzaj zabiegów agrotechnicznych, co w sumie wpływa na ilość przyjmowanych opadów atmosferycznych, przesiąkanie związków chemicznych do spodnich warstw gleby, straty wody przez ewapotranspirację i przesiąkanie, zapełnienie porów glebowych wodą, zmienność temperatury gleby, rodzaj występujących żywych organizmów (mikroflora i fauna) oraz pojemność wodną dostępną dla roślin. Różna zawartość wody dla każdego typu, rodzaju i gatunku gleby ma wpływ na właściwości fizyczne gleby i na rodzaj uprawy.

W Polsce rośliny są zaopatrywane w wodę przede wszystkim w sposób naturalny – z opadów, a nawadnianie praktykuje się głównie w warzywnictwie i ogrodnictwie.

Wynika to głównie z wysokich kosztów takiego zabiegu. Z tego względu tak ważne jest rozsądne podejście do gospodarowania wodą. W konstrukcjach automatycznych systemów nawadniania niezbędnym jest tworzenie takich systemów automatycznego sterowania procesem nawadniania, których zastosowanie skutkowałoby ograniczeniem zużycia wody w sposób racjonalny. Jednocześnie zwiększało plony oraz ich wartość handlową.

Wprowadzenie nowych rozwiązań technicznych, zapewniających dalszą poprawę parametrów związanych ze zużyciem wody adekwatnie do zapotrzebowania rośliny według cech gatunkowych tak, by spełniły oczekiwania nowoczesnego rolnictwa i ogrodnictwa, a także rygory związane z ochroną środowiska i wód powierzchniowych.

Aktualnie rynek oferuje szereg rozwiązań w zakresie systemów automatycznego nawadniania. Systemy automatycznego nawadniania ogrodów pozwalają na regulację ilości wody. Woda dostarczana jest w odpowiedniej ilości i o odpowiedniej porze, w zależności od potrzeb roślin. Regulację ich pracy można kalibrować stosownie do potrzeb pogody. Dostępnych jest wiele rozwiązań, od nieskomplikowanych instalacji dla ogrodów wokół domów jednorodzinnych, po sterowane centralami komputerowymi instalacje do nawadniania wielohektarowych pól golfowych, terenów zielonych otaczających rezydencje, czy dworki.

System nawadniający może być wyposażony w elektroniczny sterownik i czujnik wilgotności gleby, zaprogramowany w odpowiednim czasie podleje warzywa, drzewa i krzewy owocowe, a także trawnik i rabaty.

2. Zasada działania

Elementy nawadniające (zraszacze czy linie kroplujące) systemu zamontowanego w ogrodzie zgrupowane są w sekcje. W każdej z nich znajdują się elementy nawadniające tylko jednego rodzaju (np. zraszacze), połączone ze sobą rurami. Podlewiają one fragment ogrodu z określoną roślinnością (rabaty kwiatowe, żywopłot, trawnik). Sekcje uruchamiane są przez elektrozawory, których pracą kieruje sterownik wspomagany przez czujniki. System podłączony jest do ujęcia wody: kranu lub studni z pompą.

Aby system działał prawidłowo i zraszacze podlewały teren, odpowiednie musi być ciśnienie statyczne i wydajność wody w ujęciu (decyduje bowiem o tym, ile zraszaczy może pracować w tym samym czasie, czyli ile zraszaczy może znajdować się w sekcjach, a także ile będzie sekcji).

3. Główne elementy systemu – zraszacze

Zraszacze mogą być niewynurzalne lub wynurzalne, rotacyjne lub statyczne. Te pierwsze to sztywne rury wystające ponad poziom gruntu. Stosuje się je na rabatach i wśród grup roślin, tam gdzie nie używa się kosiarki i gdzie nie są zbyt widoczne. Zraszacze wynurzalne umieszcza się tuż pod ziemią. Pod wpływem ciśnienia wody wysuwają się z obudowy ponad powierzchnię. Gdy nie pracują, są niewidoczne i nie ma ryzyka, że zostaną uszkodzone przez nadepnięcie.

Zraszacze mogą być także statyczne (stosowane w mniejszych ogrodach lub na mniejszych fragmentach terenu) – dają równomierny strumień wody, skierowany w jedno miejsce, lub rotacyjne (z uwagi na duży zasięg, o promieniu do 30 m, i duże zużycie wody stosuje się je w większych ogrodach i parkach). Zależnie od rodzaju dyszy i jej wyregulowania

mogą podlewać teren o kształcie koła lub jego wycinka (25–360°).

Na rynku światowym wiele firm specjalizuje się w produkcji systemów nawadniających. Klasyfikacja tych urządzeń związana jest z możliwością uzyskania optymalnego nawodnienia, przy efektywnym zużyciu wody. Przykładowe zraszacze wynurzane z napędem wahadłowym, turbinowym lub tłokowym oferowane są przez firmę PERROT (rys. 1, 2, 3).

Niezależnie od rodzaju mechanizmu powodującego podnoszenie, obrót zraszacza i opadanie, wspólną ich cechą jest napęd pochodzący od przepływającej wody.



Rys. 1. Zraszacz z napędem wahadłowym [6]
Fig. 1. Shuttle-powered sprinkler [6]



Rys. 2. Zraszacz z napędem turbinowym [6]
Fig. 2. Turbine-powered sprinkler [6]



Rys. 3. Zraszacz z napędem tłokowym [6]
Fig. 3. Piston-engined sprinkler [6]

Przykładowy zraszacz turbinowy serii Hydra, oferowany przez niemiecką firmę Perrot, przedstawiono na rys. 4. Jest on cichy w działaniu, a dzięki centralnemu przepływowi wody przez zraszacz generuje duży promień zraszania, przy niskiej stracie ciśnienia. Rozwiązanie to pozwala obniżyć ciśnienie za pompą i w rurociągach zasilających, równocześnie zmniejszając zużycie energii.



Rys. 4. Zraszacz turbinowy serii Hydra [6]
Fig. 4. Turbine sprinkler Hydra series [6]

Zraszacz turbinowy „Hydra” zaprojektowany jest do nawadniania trawników sportowych, takich jak: boiska piłkarskie, pola golfowe. Wyposażony jest w obustronną dowolną regulację sektora zraszania, zmianę ustawienia i możliwość sprawdzenia zraszanego sektora również w czasie postoju zraszacza, sprzęgło, centralny przepływ wody przez zraszacz, samoczynne odwodnienie, zmienną prędkość obrotu. Występuje w wersji modelu z regulacją sektora zraszania lub z zaworem zwrotnym.

Tab. 1. Parametry techniczne zraszacza turbinowego „Hydra”

Table 1. Technical parameters of the turbine sprinkler "Hydra"

Typ zraszacza	HYDRA M
Przyłącze	1"
Wysokość zraszacza	386 mm
Wysokość wynurzenia	90 mm
Ciśnienie minimalne	4 bar
Średnica obudowy Ø	162 mm
Średnica głowicy Ø	87 mm
Średnica dyszy	7,0- 12,0 mm
Ciśnienie pracy	4,0 - 7,0 bar
Promień zraszania	21,0 - 31,0 m
Zużycie wody	5,2 - 17,3 m ³ /h

4. Dane ogólne

Zraszacz wynurzalny o nachyleniu strugi wodnej 25°. Regulowana prędkość obrotu – przy ciśnieniu 6 bar od 100 s do 130 s/360°, przekładnia i przełącznik sektora są zamknięte w oddzielnej obudowie. Wyprodukowany z wysoko wytrzymałego tworzywa sztucznego, mosiądzu i stali nierdzewnej.

Na rys. 5 przedstawiono zraszacz firmy Perrot serii LVZ z napędem wahadłowym. Są to bardzo trwałe zraszacze o wysokiej niezawodności i dużej żywotności, co zmniejsza koszty eksploatacji. Zraszacze tej serii są odporne na zabrudzoną wodę.



Rys. 5. Zraszacz firmy Perrot serii LVZ z napędem wahadłowym [6]

Fig. 5. Perrot's shuttle -powered sprinkler LVZ series [6]

Producent proponuje następujące modele:

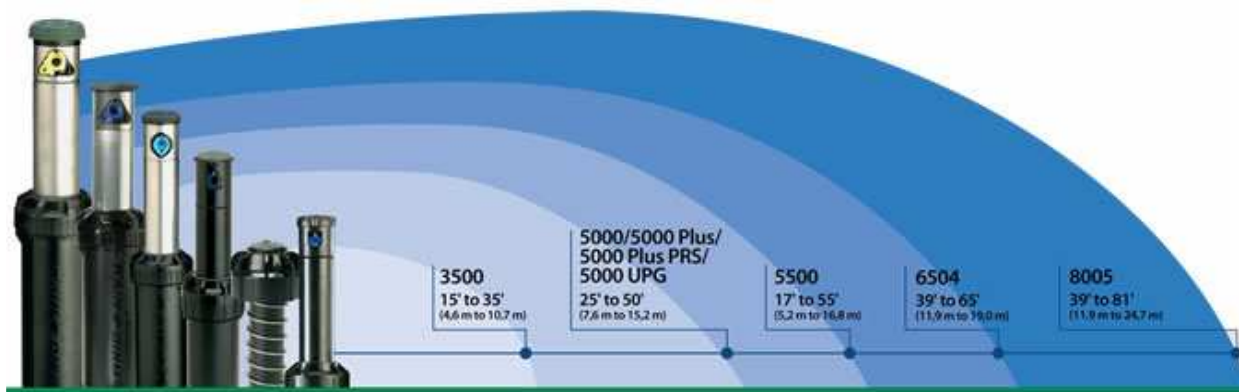
- z regulacją sektora zraszania (W),
- z zaworem hydraulicznym (V),
- z zaworem zwrotnym I (H),
- z elektrozaworem AC (VAC),
- z dekoderm (VDE),
- z Feedback-Decoder (FVDE).

Tab. 2. Parametry techniczne zraszacza firmy Perrot serii LVZ
Table 2. Technical parameters of Perrot's sprinkler series LVZ

Typ zraszacza	LVZR 22 LVZR 22 H	LVZR 22 V LVZR 22 VAC
Przyłącze	1 1/2"	1 1/2"
Wysokość zraszacza	370 mm	450 mm
Wysokość wynurzenia	98 mm	99 mm
Ciśnienie minimalne	3 bar	3 bar
Średnica obudowy Ø	246 mm	246 mm
Średnica pokrywy Ø	180 mm	180 mm

Zraszacz wynurzalny z napędem tłokowym VP2M, zaproponowany przez firmę Perrot, umożliwia uzyskanie promienia zraszania do 50 m. Seria zraszczy VP2M to rozwiązanie do zraszania boisk piłkarskich z trawą syntetyczną, boisk do gry w hokeja na trawie, torów wyścigowych, lub wszędzie tam, gdzie wymagane jest usytuowanie, zraszacz na zewnątrz zraszanego powierzchni.

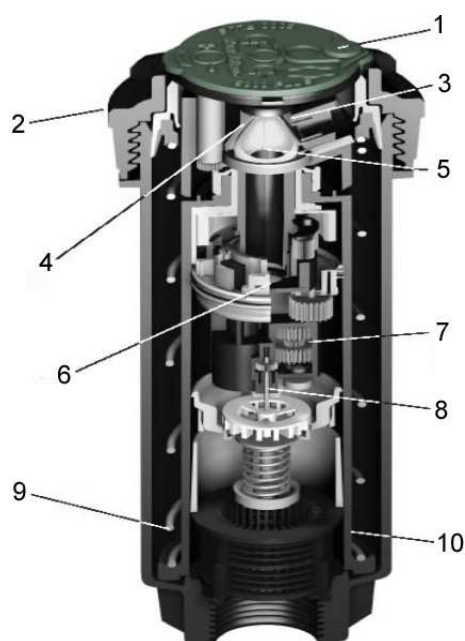
Konstrukcja dyszy w połączeniu z optymalnym kątem strugi wodnej stanowi, że zraszacze te nie są wrażliwe na działanie wiatru.



Rys. 6. Wirniki i zraszacze obrotowe [8]
 Fig. 6. Rotors and rotary sprinklers [8]

Na rys. 6 przedstawiono wirniki i zraszacze obrotowe firmy Rainbird w uwzględnieniu potrzeb nawadniania ogrodów przydomowych, pól golfowych, oraz dużych terenów zieleni. Na rys. 7 przedstawiono natomiast przekrój zraszacza obrotowego z serii 5000 Plus średniego zasięgu z przekładnią zębatą.

Zraszacz obrotowy z serii 5000 oferowany przez firmę Rainbird, zaprojektowany zarówno dla ogródków przydomowych jak i obiektów komercyjnych, stanowi następny krok w ewolucji pracy zraszacza.



Rys. 7. Duży zraszacz wynurzalny firmy Rainbird typu 5000 Plus [5]: 1 – zielona gumowa pokrywa, 2 – wzmocnienie pokrywy, 3 – posterunek gruzu, 4 – urządzenie odcinające przepływ, 5 – ścieżki przepływu do otworu dyszy- promień przejścia, 6 – zaokrąglone wejście ścieżki promienia przepływu, 7 – trwałe, niezawodne smarowane wodą biegi, 8 – uszczelnienie od ziaren piasku, 9 – sprężyna ze stali nierdzewnej zapewniająca sprawne chowanie się zraszacza, 10 – stalowy trzpień

Fig. 7. Big Pop-up sprinkler type 5000Plus manufactured by Rainbird [5]: 1 – green rubber cover, 2 – reinforced cover, 3 – debris sentry, 4 – flow shut-off device, 5 – flow path to nozzle bore transition radius, 6 – rounded flow path entrance, 7 – durable, reliable water-lubricated gear-drive, 8 – grit resistant seal, 9 – heavier-duty stainless steel spring, 10 – optional stainless steel stem for enhanced durability

Na rys. 8 przedstawiono zraszacz rotacyjny produkowany przez firmę HUNTER z serii TTS, który w przeciwieństwie do tradycyjnych zraszaczy golfowych posiada dostęp do każdej części (zaworu wlotowego i mechanizmu zębatego, do zaworu sterującego, cewki, połączenia cewki, a także regulatora ciśnienia) od góry zraszacza bez naruszania otaczającej murawy. Charakteryzuje się szerokim zakresem możliwości przepływu i zasięgu.



Rys. 8. Zraszacz rotacyjny produkcji firmy HUNTER z serii TTS [7]

Fig. 8. Hunter's production rotary sprinkler of TTS [7]

Firma Hunter produkuje wiele modeli i opcji tego typu zraszaczy. W tab. 3 przedstawiono parametry techniczne różnych wersji zraszaczy.

Tab. 3. Parametry techniczne różnych wersji zraszaczy [7]
 Table 3. Technical parameters of the different versions of sprinklers [7]

MODELE	Dane techniczne G870					
	Dysza	Ciśnienie Bar	Ciśnienie kPa	Zasięg m	Wydajność wody m ³ /h	Opad mm/h
G 870 – Pełnozakresowy	15 Szara	3,4	344	16,2	2,95	49,2
G 875 – Sektorowy		4,1	413	16,5	3,20	53,4
G 880 – Pełnozakresowy		4,5	450	16,8	3,36	56,0
		4,8	482	17,1	3,52	58,7
		5,5	551	17,7	3,70	61,7
OPCJE	18 Czerwona	3,4	344	17,7	3,23	53,8
C – zawór stopowy Check-o-Matic pozwalający na pracę przy względnej różnicy poziomu do 8m		4,1	413	18,0	3,61	60,2
E – wbudowany zawór elektryczny z regulacją ciśnienia, przełącznikiem on-off-auto, cewką magnetyczną 190mA z wciśniętym guzikiem i wewnętrznym przepłukiwaniem		4,5	450	18,3	3,70	61,7
WYMIARY		4,8	482	18,3	3,84	64,0
		5,5	551	18,6	4,04	67,4
DANE TECHNICZNE	20 C. brązowa	4,1	413	18,6	4,27	71,2
		4,5	450	18,9	4,45	74,2
		4,8	482	19,2	4,66	77,6
		5,5	551	19,5	5,00	83,3
		6,2	620	19,5	5,32	88,6
DANE TECHNICZNE	23 C. zielona	4,1	413	19,2	4,57	76,1
		4,5	450	19,8	4,77	79,5
		4,8	482	19,8	4,97	82,9
		5,5	551	20,1	5,32	88,6
		6,2	620	20,4	5,66	94,3
DANE TECHNICZNE	25 C. niebieska	4,1	413	19,8	4,95	82,5
		4,5	450	20,4	5,11	85,2
		4,8	482	20,4	5,36	89,3
		5,5	551	21,0	5,75	95,8
		6,2	620	21,6	6,11	101,8
DANE TECHNICZNE	28 Czarna	4,8	482	21,6	6,38	106,4
		5,5	551	21,6	6,79	113,2
		6,2	620	22,3	7,22	120,4
DANE TECHNICZNE	28 Czarna	6,9	689	22,9	7,66	127,6
		6,9	689	22,9	7,66	127,6



Automatyczne sterowanie umożliwia optymalne wykorzystanie wody w zależności od zapotrzebowania. Propozycje elementów sterowania, oferowane przez firmę Perrot, przedstawiono na rys. 9–10.



Rys. 9. Sterownik dekodery [6]
 Sterowanie komputerowe dla maksymalnie 1920 sekcji opracowane do nawodnień pól golfowych, hipodromów, dużych obiektów sportowych.
 Fig. 9. Decoder control unit [6]
 Computer control for max. 1920 sections, designed for golf courses, hippodromes, large sports facilities.



Rys. 10. Sterownik cyfrowy Water Control [6]
 Cyfrowy sterownik z możliwością rozbudowy od 2 do 12 sekcji. Przeznaczenie: korty tenisowe, boiska piłkarskie, ogrody.
 Fig. 10. Water Control - Digital controller [6]
 Control-top boxes Digital controller expandable from 2 to 12 sections. Destiny: tennis courts, football pitches, gardens.



Rys. 11. Elektrozwór z mosiądu do systemów nawadniających Perrot [6]
 Fig. 11. Magnetventil brass solenoid valve for Perrot's irrigation systems [6]

Sterownik to zegar włączający i wyłączający elektrozwory, często ma różne dodatkowe funkcje, a sterownik wielosekcyjny powinien mieć 3–4 programy (w ramach programu określa się czas pracy poszczególnych sekcji i moment rozpoczęcia nawadniania). Kilka programów pozwala lepiej zarządzać pracą instalacji, dodać też program testowy i regulację sezonową od 20% do 200% (łatwy sposób dostosowania ilości podawanej wody do pory roku), nawadnianie w określone dni tygodnia lub cyklicznie z określoną przerwą, możliwość współpracy z czujnikiem wilgotności gleby, funkcję opóźnienia deszczowania od 1 do minimum 3 dni (jest to funkcja dostosowująca system do lokalnych warunków wysychania gleby), możliwość manualnego włączenia poszczególnych sekcji, system zabezpieczenia pamięci przed zanikami napięcia. Oferowany w wariantach z różną ilością sekcji. Niektóre sterowniki mogą być obsługiwane z pilotem.

Jeden z wielu możliwych do zastosowania modułów sterujących pracą systemu pokazano na rys. 12.



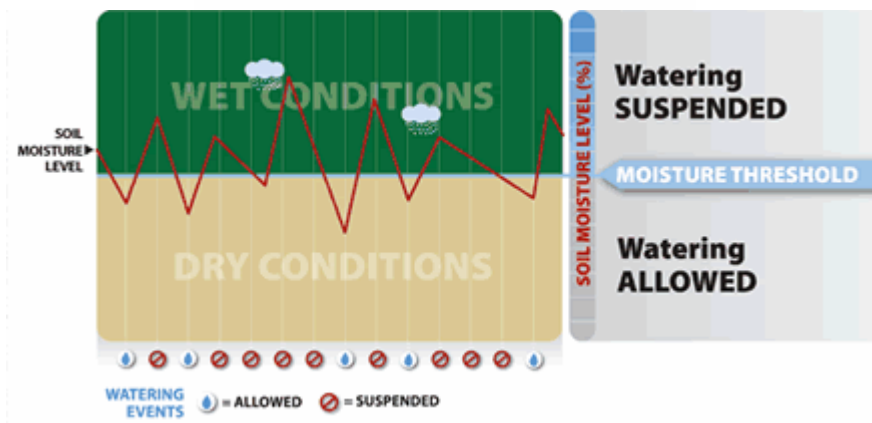
Rys.12. Sterownik cyfrowy firmy Perrot [6]
 Fig. 12. Perrot's Digital Controller [6]

Poniżej przedstawiono dane techniczne sterownika cyfrowego firmy Perrot:

- wersja podstawowa posiada dwie sekcje,
- wymienne moduły 2-sekcyjne z możliwością rozbudowy sterownika do 12 sekcji,

- trzy niezależne programy,
- każdy program można uruchomić czterokrotnie w ciągu doby,
- przyłącze dla czujnika deszczu,
- możliwość podłączenia zewnętrznej stacyjki do zdalnego uruchomienia wcześniej wpisanego programu,
- optymalizacja wahań ciśnienia w rurociągach i ochrona przed uderzeniami ciśnienia dzięki możliwości regulacji czasu przerwy pomiędzy pracą poszczególnych sekcji,
- każdy moduł wyposażony w kondensatory chroniące płytę główną przed wyładowaniami atmosferycznymi,
- tania i prosta wymiana modułów,
- wymiary (HxBxT): 270 x 350 x 110 mm.

Czujnik wilgotności gleby sygnalizuje potrzebę uruchomienia lub zaprzestania podlewania. Sprawdzając warunki glebowe co 10 minut urządzenie wyświetla zawartość wilgoci, przewodność elektryczną i temperaturę gleby. Na rys. 13 pokazano czujnik wilgotności gleby firmy Rain-bird.



Rys. 13. Czujnik wilgotności typu SMRT-Y [5]
 Fig. 13. SMRT-Y type Soil Moisture Sensor Kit [5]

5. Podsumowanie

Zaprezentowane w artykule elementy do nawadniania trawników bazują na zbliżonych rozwiązaniach technicznych oraz mają podobne parametry techniczne i zbliżoną zasadę pracy w swojej klasie produktu. Wszystkie umożliwiają efektywne zużycie wody i optymalne nawodnienie powierzchni. Wybór systemów nawadniania zależy od potrzeb odbiorcy i możliwości ich wykorzystania. Oferowane są urządzenia o różnych promieniach zraszania i różnym zakresie ciśnień, z różnym kątem wzniosu strugi, z jedną, dwoma lub wieloma dyszami do każdego celu i wszechstronnego zastosowania. Odporność na zanieczyszczenia zewnętrzne i wewnętrzne zapewnia zastosowany napęd wahadłowy.

Możliwość zraszania wycinka lub pełnego koła. Wbudowane elektrozawory, regulatory ciśnienia i zawory zwrotne pozwalają na równomierne deszczowanie terenów o znacznym zróżnicowaniu poziomów. Zastosowanie czujników wilgotności i elektronicznych sterowników daje możliwość zautomatyzowania procesu deszczowania.

Wyróżnia się zraszacze zalecane do stosowania na dużych powierzchniach zielonych, polach golfowych, w parkach i ogrodach, hipodromach oraz parkurach, produkowane przez takie firmy jak: Perrot, Hunter, Rain Bird. Dzięki bardzo dużej prędkości obrotu dają możliwość zraszania, np. boiska bezpośrednio przed meczem lub w przerwie meczu. Wszystkie prace związane z serwisem zraszacza (wymiana cewki, montaż dekodera) można wykonać od góry zraszacza bez konieczności ingerencji w otaczający go trawnik. Oś, tuleja ślizgowa i wahadło wykonane są z mosiądzu. Obudowa elektroniki, przełącznik sektora i korpus zraszacza wykonany jest z odpornego na uderzenia tworzywa sztucznego, a obudowa zraszacza – ze stali cynkowanej ogniowo. Wyposażone są też w bezodpryskowe

wahadło oraz w śrubę do regulacji rozkładu opadu wody, co zabezpiecza przed nadmiernym zalewaniem w promieniu blisko zraszacza i w konsekwencji zniszczeniu murawy w tych miejscach. Zauważalne jest doskonalenie rozwiązań konstrukcyjnych urządzeń do nawadniania roślin w celu poprawy ich funkcjonalności. Rozwój techniki w nowych kierunkach w zakresie systemów nawadniania i prowadzone prace przez wszystkich większych producentów tej techniki dają wartościowe rezultaty, mające znaczenie praktyczne. Wśród tych wielu z pewnością na szczególną uwagę zasługują również produkty australijskiej firmy Toro. Jednak chociażby skrótowe ich omówienie wykracza poza ramy niniejszego artykułu.

Efektom stosowania profesjonalnych systemów nawadniania jest oszczędność zasobów wodnych oraz czasu, co jest podstawą działań w zakresie ekonomiczno-społecznym.

Przedstawione urządzenia do nawadniania pozwalają na efektywniejsze zużycie wody według potrzeb roślin.

6. Literatura

- [1] Ash T.: Homeowners can conserve water with low-tech and high-tech solutions alike. W: Cathej M. (wyd.) Water Right. Conserwing our water, preserving our environment. ITPF, ILLINOIS, USA: 2002, 52-54.
- [2] Bednarek R., Dziadowiec H., Pokojka U., Prusinkiewicz Z.: Badania ekologiczno-gleboznawcze. Warszawa: Wydawnictwo Naukowe PWN, 2004.
- [3] Davis J.G. et al.: Using electromagnetic induction to characterize soils. [In:] Better Crops with Plant Food, 1997, v. 4, <http://mpac.missouri.edu/pubs/Electromag.pdf>
- [4] Trybała M.: Gospodarka wodna w rolnictwie. Warszawa: PWRiL, 1996.
- [5] <http://www.rainbird.com>
- [6] <http://www.perrot.com>
- [7] <http://www.hunterindustries.com/Products/default.htm>
- [8] <http://www.rainbird.com/landscape/products/rotors/index.htm>