

## PRZYDATNOŚĆ PĘDÓW ROZCHODNIKÓW (*SEDUM* SP.) DO WCZESNOJESIENNEGO ZADARNIANIA EKSTENSYWNYCH DACHÓW ZIELONYCH

Beata Grygierzec<sup>1</sup>, Wojciech Szewczyk<sup>1</sup>, Michał Gąsiorek<sup>2</sup>, Barbara Janus<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instytut Produkcji Roślinnej, Zakład Łąkarstwa, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, e-mail: rrgolab@cyf-kr.edu.pl; w.szewczyk@ur.krakow.pl; janus\_barbara@o2.pl

<sup>2</sup> Katedra Gleboznawstwa i Ochrony Gleb, Uniwersytet Rolniczy im. H. Kołłątaja w Krakowie, al. Mickiewicza 21, 31-120 Kraków, e-mail: rrgasior@cyf-kr.edu.pl

### STRESZCZENIE

Badania zrealizowano w latach 2013–2015 w Krakowie. Ich celem była ocena wielogatunkowej i wieloodmianowej mieszanki rozrzuconych pędów rozchodników do wczesnojesiennego zadarniania ekstensywnych dachów zielonych, pod względem wybranych cech biometrycznych. Mieszanka składała się z 13 gatunków z rodzaju *Sedum*. Dwa z nich *Sedum album* i *Sedum spurium* były reprezentowane każdy przez cztery odmiany, pozostałe przez jedną odmianę. Pod względem ukorzenienia się oraz przezimowania najbardziej odpowiednie do wielogatunkowej mieszanki stosowanej wczesną jesienią były: *Sedum acre*, *Sedum album*, ‘Coral Carpet’, ‘Laconicum’, ‘Micranthum Chloroticum’, ‘Murale’, *Sedum cyaneum*, *Sedum oreganum*, *Sedum rupestre*, *Sedum sexangulare* oraz *Sedum spurium* ‘Fuldaglut’, ‘Roseum’. Po pierwszym roku badań z mieszanki wypadły: *Sedum ewersii*, *Sedum floriferum* ‘Weihenstephaner Gold’, *Sedum hispanicum* oraz *Sedum lydium*. Gatunki o większej masie wegetatywnej tj.: *Sedum hybridum*, *Sedum kamtschaticum* ‘Variegatum’ oraz *Sedum spurium* ‘Album Superbum’ i ‘Variegatum Tricolor’ miały trudności z ukorzenieniem się. Ponadto ich stan wiosną w drugim roku badań określono, jako: bardzo zły, zły lub zły do przeciętnego, a więc w porównaniu do gatunków o mniejszej masie wegetatywnej był dużo gorszy.

**Słowa kluczowe:** ekstensywne zielone dachy, wielogatunkowa mieszanka, odmiany, pędy rozchodników.

### THE USEFULNESS OF STONECROP (*SEDUM* SP.) SHOOTS FOR AUTUMN SODDING OF EXTENSIVE GREEN ROOFS

#### ABSTRACT

The research was carried out in the period 2013–2015 in Krakow. Its objective was to assess the usefulness of multispecies and multi-cultivars mixture for sodding for extensive green roofs. The blend of scattered stonecrops shoots comprised of 13 species of the genus *Sedum* were evaluated in terms of selected biometric features. Two of them, *Sedum album* and *Sedum spurium*, were represented by four varieties each while others – by a single variety. In terms of rooting and wintering, most suitable for multi-species blend used in the early autumn were: *Sedum acre*, *Sedum album*, ‘Coral Carpet’, ‘Laconicum’, ‘Micranthum Chloroticum’, ‘Murals’, *Sedum cyaneum*, *Sedum oreganum*, *Sedum rupestre*, *Sedum sexangulare* and *Sedum spurium* ‘Fuldaglut’, ‘Roseum’. After the first year of research: *Sedum ewersii*, *Sedum floriferum* ‘Weihenstephaner Gold’, *Sedum hispanicum* and *Sedum lydium* disappeared from the mixture. Species with greater mass of the plant, i.e.: *Sedum hybridum*, *Sedum kamtschaticum* ‘Variegatum’ and *Sedum spurium* ‘Album Superbum’ and ‘Variegatum Tricolor’ had difficulties with rooting. Furthermore, their condition in the spring of the second year of the study was defined as very bad, bad, or bad to average and significantly worse in comparison to species with a smaller mass.

**Keywords:** extensive green roofs, multi-species mixture, cultivars, stonecrop shoots.

### WPROWADZENIE

Dotychczas w Polsce badania zielonych dachów i tarasów nie są powszechnie prowadzone

w warunkach rzeczywistych (terenowych), a raczej na modelach, które stanowią ich uzupełnienie [Stec i Hypiak 2011; Burszta-Adamiak i Mrowiec 2013; Burszta-Adamiak i in. 2014; Sakson i

Berliński 2014]. Jednym z czynników decydującym o takim stanie rzeczy jest ich kosztocłonność. Choć zielone dachy są obiektem zainteresowań naukowców z Europy Zachodniej, głównie z Niemiec, już od drugiej połowy XX. wieku. Tam też wypracowano odpowiednie procedury dotyczące zakładania oraz utrzymania zielonych dachów i tarasów, włączając w to nie tylko aspekt konstrukcyjny (architektoniczny), ale także przyrodniczy (roślinny).

Ekstensywne zazielenianie dachów i tarasów zielonych stanowi jedną z form zadarniania, którą szczegółowo precyzują niemieckie normy FLL (Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V.) [FLL 2008]. Celem ekstensywnego zazieleniania jest przyspieszenie procesu samozadarniania, dzięki korzystaniu z naturalnego rozwoju roślinności poprzez stworzenie trwałej populacji, która nie wymaga praktycznie żadnej zewnętrznej ingerencji dla wschodów, rozwoju i utrzymania.

Rośliny stosowane do ekstensywnego zazieleniania powierzchni dachów i tarasów zielonych muszą spełniać wymagania określone szczegółowo normami. Główne z nich to trwała odporność na ekstremalne warunki bytowania np. nasłonecznienie, przesuszenie, silny wiatr, emisję zanieczyszczeń, ograniczoną pielęgnację. Ponadto roślinność taka powinna łatwo regenerować się, wykazywać zwiększoną odporność na szkodniki i choroby, a jej miejsce wzrostu i rozwoju powinno być tożsamym z miejscem pochodzenia [FLL 2008].

Szybkie, tanie i skuteczne zadarnianie powierzchni dachów i tarasów zielonych gwarantują wielogatunkowe i wieloodmianowe mieszanki z pociętych pędów rozchodników. Zwłaszcza, że nabywanie komponentów do mieszanek może odbywać się w sposób ciągły. W takiej mieszance nie powinno zabraknąć następujących gatunków: rozchodnika białego (*Sedum album*), rozchodnika kamczackiego (*Sedum kamtschaticum*), rozchodnika kaukaskiego (*Sedum spurium*), rozchodnika kwiecistego (*Sedum floriferum*), rozchodnika mieszańcowego (*Sedum hybridum*), rozchodnika niebieskiego (*Sedum cyaneum*), rozchodnika oregońskiego syn. lebiodkowaty (*Sedum oreganum*), rozchodnika ostrego (*Sedum acre*), rozchodnika ościstego oraz rozchodnika sześciorzędowego (*Sedum sexangulare* syn. *Serum mite*).

Mieszanki pociętych pędów rozchodników tworzą ekologiczne dachy i tarasy zielone, które są zgodne z aktualną tendencją w nowoczesnej architekturze miejskiej, cechujące się wysokim

aspektem estetycznym. Roślinność dachów i tarasów zielonych przynosi wymierną korzyść środowisku - natlenia i jednocześnie oczyszcza powietrze, tłumi hałas, stanowi doskonałą izolację termiczną zarówno latem, jak i zimą, retencjonuje wodę, stanowi miejsce bytowania dla drobnej fauny, może być także niebanalnym miejscem odpoczynku dla człowieka, który dążąc do poprawy swego bytu jednocześnie przybliży się w ten sposób do natury i otwartych obszarów zieleni [Myszak 2010].

Rozchodniki to stosunkowo wytrzymałe rośliny, mało wymagające i co ważne trwałe. Właściwie najważniejsze jest dla nich światło, znane są również gatunki i odmiany znoszące półcień. Rozchodniki mają małe wymagania dotyczące wilgotności podłoża. Właściwie lepiej rozwijają się w podłożu przesuszonym niż zalewanym. Większość gatunków i odmian z rodzaju *Sedum* cechuje duża odporność na niesprzyjające warunki atmosferyczne, głównie niską temperaturę powietrza oraz wysoką amplitudę dobową [Butler i Orians 2009].

Wielogatunkowe i wieloodmianowe mieszanki z pociętych pędów rozchodników mają inną specyfikę niż mieszanki nasienne, choćby ze względu na sposób wysiewu oraz termin przydatności. Pocięte pędy rozchodników najlepiej bezpośrednio umieszczać na podłożu wegetacyjnym, poprzez równomierne rozrzucenie na całej docelowej powierzchni wegetacyjnej, gdyż mają zdolność szybkiego ukorzenia się w podłożu. W tym przypadku nie należy zapominać również o dokładnym i regularnym podlewaniu roślin jeszcze przez około 2–3 tygodnie od rozrzucenia. Termin i sposób przechowywania pociętych pędów wynosi zaledwie 2–4 dni w temperaturze około 5 °C, z uwagi na obumieranie roślin.

Problem pojawia się w momencie doboru odpowiednich gatunków i odmian roślin do mieszanek zwłaszcza, gdy do zadarnienia przystępuje się jesienią. Aspekt właściwego doboru gatunków i odmian w mieszankach jest dość istotny, jednakże jego waga jest inna, jeśli zadarnia się powierzchnię dachu sadzonkami lub pociętymi pędami rozchodników z wysadzenia w okresie jesiennym, a inna, jeśli zadarnia się powierzchnię pociętymi pędami rozchodników z rozrzucenia. Chodzi, bowiem o to by rozrzucone rośliny nie obumarły i zdążyły przed przymrozkami wykształcić system korzeniowy.

Celem badań była ocena wielogatunkowej i wieloodmianowej mieszanki rozrzuconych pę-

dów rozchodników do wczesnojesiennego zadarnienia ekstensywnych dachów zielonych na podstawie wybranych cech użytkowych.

## METODYKA BADAŃ

Badania zrealizowano w latach 2013–2015 na Wydziale Biotechnologii i Ogrodnictwa Uniwersytetu Rolniczego w Krakowie (N 50°03.878' E 019°55.507') (229 m n.p.m.), przy współdziałaniu firmy „APK Dachy Zielone”. W pierwszym roku badań rozstawiono 4 stanowiska badawcze imitujące zielone dachy (fot. 1), każde o wymiarach 1,8×1,8 m (3,24 m<sup>2</sup>). Każde stanowisko badawcze zbudowane było z następujących warstw: drenażowej (systemowa mata drenażowa Optigrün typ FKD 25-2,5 cm), hydroizolacyjnej (geowłóknina chłonno-ochronna Optigrün typ RMS 600 K), wegetacyjnej oraz roślinnej (fot. 2).

Warstwę wegetacyjną w stanowiskach badawczych umieszczono w drugiej połowie sierpnia 2013 r. Stanowił ją specjalny heterogeniczny substrat glebowy, sporządzony przez firmę Optigrün. Do badań laboratoryjnych pobrano około 1 kg substratu z czterech stanowisk badawczych.

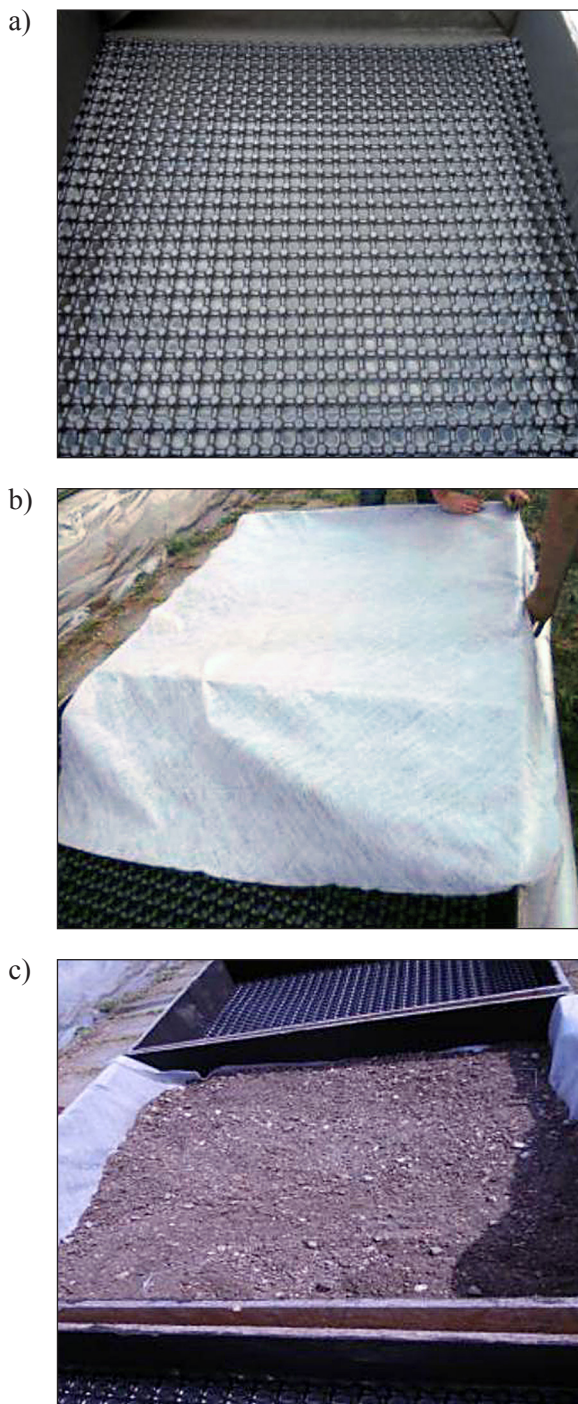
Do określenia właściwości substratu glebowego wykorzystano analizy organoleptyczną i sitową. Wykonano następujące oznaczenia:

- wilgotności substratu metodą suszarkową, po wysuszeniu do stałej masy w 105 °C,
- zawartości materii organicznej metodą termiczno-wagową, po mineralizacji próbek w temperaturze 550 °C,



**Fot. 1.** Stanowiska badawcze  
**Fig. 1.** Research positions

- pH metodą potencjometryczną w roztworze wodnym, przy stosunku substrat – woda destylowana 1:2,5,
- zasolenie przy użyciu solomierza CC-103, przy stosunku substrat – woda destylowana 1:2,5.



**Fot. 2.** Budowa stanowisk badawczych: a – warstwa drenażowa, b – warstwa hydroizolacyjna – stanowiąca filtr, c – heterogeniczny substrat glebowy  
**Fig. 2.** The construction of research positions: a – layer of drainage, b – layer waterproofing – consisting of a filter, c – heterogeneous soil substrate

Ponadto oznaczono:

- azot ogólny metodą Kjeldahla,
- przyswajalny fosfor metodą Egnera-Riehma kolorymetrycznie,
- przyswajalny potas metodą Egnera-Riehma przy zastosowaniu fotometrii płomieniowej,
- przyswajalny magnez metodą atomowej spektrometrii absorpcyjnej AAS po ekstrakcji w  $0,0125 \text{ mol CaCl}_2 \cdot \text{dm}^{-3}$ .

Po rozfrakcjonowaniu substratu glebowego wydzielono dwie zasadnicze grupy: 1) ziarna  $\varnothing > 2 \text{ mm}$  (części szaletowe), które stanowiły 33,1% (wagowo), 2) ziarna  $\varnothing < 2 \text{ mm}$  (części ziemiste), które stanowiły 66,9% (wagowo).

We frakcji ziaren  $\varnothing > 2 \text{ mm}$  dominowały ziarna mineralne pochodzenia antropogenicznego, czyli keramzyt, żużel i ziarna będące fragmentami skał pochodzenia naturalnego (m. in. wapień). Niewielki udział stanowiły także duże okruchy torfu. We frakcji ziaren  $\varnothing < 2 \text{ mm}$  (częściach ziemistych) zdecydowanie przeważała frakcja piasku, zwłaszcza piasku grubego, choć występowały również fragmenty wapienia i ceramiki.

Wilgotność substratu wysuszonego powietrznie wynosiła: - dla frakcji ziaren  $\varnothing > 2 \text{ mm}$  (części szaletowe) 1,16% (wagowo), - dla frakcji ziaren  $\varnothing < 2 \text{ mm}$  (części ziemiste) 1,46% (wagowo). Do dalszych analiz laboratoryjnych wykorzystano frakcję części ziemistych ( $\varnothing < 2 \text{ mm}$ ), gdyż ona miała zasadniczy wpływ na żyzność substratu. Otrzymano dla tej frakcji następujące wyniki: zawartość materii organicznej 6,3% (wagowo), a co za tym idzie popielność równą 93,7%; pH – 7,37; zasolenie – 2,76 g/L w odniesieniu do NaCl; N ogólny – 1,6 g  $\text{kg}^{-1}$ ; P – 57,3 mg; K – 92,8 mg; Mg – 51,6 mg  $\text{kg}^{-1}$ .

Warstwę roślinną stanowiła mieszanka 13 gatunków pociętych pędów rozchodników, do których należały: rozchodnik biały, rozchodnik Ewersa (*Sedum ewersii* syn. *Hylotelephium ewersii*), rozchodnik kamiczacki, rozchodnik kaukaski, rozchodnik kwiecisty, rozchodnik lydyjski (*Sedum lydium*), rozchodnik mieszańcowy, rozchodnik niebieski, rozchodnik oregoński, rozchodnik ostry, rozchodnik ościsty syn. skalny (*Sedum rupestre* syn. *Sedum reflexum*), rozchodnik siny syn. hiszpański (*Sedum hispanicum* var. *minus*) i rozchodnik sześciorzędowy. Rozchodnik biały i rozchodnik kaukaski były reprezentowane każdy przez 4 odmiany. Stosowano 200 g mieszanki pociętych pędów rozchodników na 1  $\text{m}^2$  substratu glebowego. Mieszankę rozrzucano 4 września 2013 r. Przez okres dwóch tygodni podlewano

pędy rozchodników w ilości 2,5 l dziennie na 3,24  $\text{m}^2$ . W przeprowadzonym doświadczeniu nie stosowano żadnego nawożenia. Ograniczono się jedynie do zabiegów pielęgnacyjnych polegających na usuwaniu zalegających liści oraz obumarłych części roślin.

W badaniach oceniano długość korzeni rozchodników 20 i 40 dni po rozrzuceniu mieszanki, wysokości roślin 30 dni po rozrzuceniu i w ostatnim roku badań. W każdym sezonie wegetacyjnym dokonywano obserwacji terenowych – wiosną i jesienią sprawdzano stan roślin według metodyki opracowanej przez COBORU [Domański 1998]. Stosowano 9 stopniową skalę bonitacyjną, w której 9 oznaczało wartość najbardziej pożądaną. Ponadto określono powierzchnię roślin 30 dni po ich rozrzuceniu i w ostatnim roku badań, za pomocą skanera LI-3100C Area Meter.

Uzyskane wyniki poddano obliczeniom statystycznym, wykonując analizę wariancji za pomocą programu Statistica 6.0. Istotność różnic weryfikowano testem Tukeya na poziomie ufności  $\alpha = 0,05$ . Roczna suma opadów w latach 2013–2014 wahała się od 523,1 do 806,6 mm, a w okresie wegetacji 2013–2015 wynosiła 356,6–654,0 mm. Z kolei średnia roczna temperatura w latach 2013–2014 zawierała się w przedziale 7,5–10,1  $^{\circ}\text{C}$ , natomiast w okresie wegetacji 2013–2015 osiągnęła wartość 15,0–16,3  $^{\circ}\text{C}$ .

## WYNIKI BADAŃ

Długość korzeni rozchodników zarówno 20, jak i 40 dni po rozrzuceniu wielogatunkowej i wieloodmianowej mieszanki była statystycznie istotnie zróżnicowana (tab. 1). Najdłuższym system korzeniowym 20 dni po rozrzuceniu odznaczał się rozchodnik ostry. Około dwukrotnie krótszy system korzeniowy stwierdzono u rozchodnika ościstego, trzech odmian rozchodnika białego ‘Coral Carpet’, ‘Micranthum Chloroticum’, ‘Murale’ oraz u jednej odmiany rozchodnika kaukaskiego ‘Fuldaglut’. Najkrótszy system korzeniowy określono u rozchodnika kamiczackiego, co stanowiło ponad 0,1 długości korzeni rozchodnika ostrego.

Po 40 dniach od rozrzucenia mieszanki pociętych pędów rozchodników najdłuższym systemem korzeniowym cechował się rozchodnik ostry, a najkrótszym rozchodnik kamiczacki. Różnica pomiędzy tymi skrajnymi wartościami wynosiła aż 6,3 cm.

**Tabela 1.** Długość korzeni w pierwszym roku badań (cm)  
**Table 1.** The length of the roots in the first year of the study (cm)

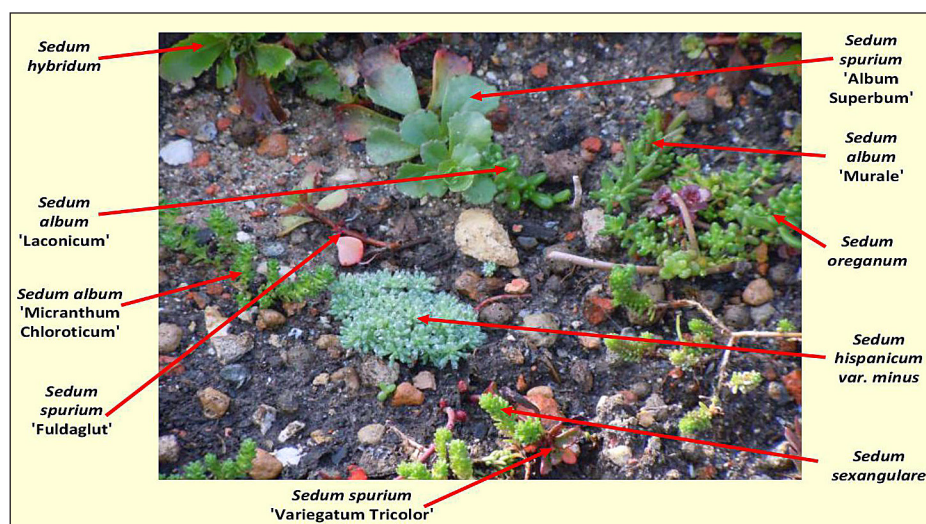
Wyszczególnienie	Długość korzeni (cm)	
	po 20 dniach od rozrzczenia	po 40 dniach od rozrzczenia
<i>Sedum acre</i> 'Elegans Geel'	4,2	6,9
<i>Sedum album</i> 'Coral Carpet'	1,9	3,2
<i>Sedum album</i> 'Laconicum'	1,6	3,0
<i>Sedum album</i> 'Micranthum Chloroticum'	2,1	3,4
<i>Sedum album</i> 'Murale'	2,0	3,1
<i>Sedum cyaneum</i> 'Rosenteppich'	1,7	2,9
<i>Sedum ewersii</i> var. <i>homophyllum</i>	0,6	0,7
<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	0,5	0,8
<i>Sedum hispanicum</i> var. <i>minus</i>	1,8	2,5
<i>Sedum hybridum</i> 'Winter Lemon'	0,5	0,8
<i>Sedum kamtschaticum</i> 'Variegatum'	0,4	0,6
<i>Sedum lydium</i> (r. bałkański)	1,5	1,7
<i>Sedum oreganum</i>	1,2	2,6
<i>Sedum rupestre</i> 'Blue Spruce'	2,4	3,5
<i>Sedum sexangulare</i>	1,1	2,4
<i>Sedum spurium</i> 'Album Superbum'	0,5	0,9
<i>Sedum spurium</i> 'Fuldaglut'	1,9	2,7
<i>Sedum spurium</i> 'Roseum'	1,4	2,5
<i>Sedum spurium</i> 'Variegatum Tricolor'	0,6	0,8
NIR <sub>α=0,05</sub>	0,3	0,4

Największym jesiennym przyrostem systemu korzeniowego w ciągu 20 dni odznaczał się rozchodnik ostry (2,7 cm). Ponad dwukrotnie niższe przyrosty systemu korzeniowego, wynoszące 1,4 cm, obserwowano u rozchodników: białego 'Laconicum' i oregońskiego. Z kolei najniższy przyrost systemu korzeniowego stwierdzono u rozchodnika Ewersa, który wynosił zaledwie 0,1 cm. Również rozchodniki: kamczacki, lidyjski oraz kaukaski 'Variegatum Tricolor' cechowały się niewielkim, bo zaledwie 0,2 cm, przyrostem systemu korzeniowego.

Fotografia 3 przedstawia wielogatunkową i wieloodmianową mieszankę pociętych pędów rozchodników po 40 dniach od rozrzczenia.

W pierwszym roku badań bardzo dobrym stanem jesienią odznaczały się rozchodnik ostry i dwie odmiany rozchodnika białego 'Laconicum', 'Micranthum Chloroticum' (tab. 2). Natomiast najgorszy stan jesienią prezentował rozchodnik kwiecisty. W przyjętej skali oceniony został na 3°.

Po pierwszym roku badań w stanowiskach badawczych nie stwierdzono następujących roz-



**Fot. 3.** Wielogatunkowa i wieloodmianowa mieszanka rozrzcenych pędów rozchodników  
**Fig. 3.** Multi-species and multi-cultivars mixture of stonecrop (*Sedum* sp.) shoots

**Tabela 2.** Stan roślin jesienią (skala 9°)**Table 2.** The status of the plants in the fall (scale 9°)

Wyszczególnienie	Stan roślin jesienią 2013 r.	Stan roślin jesienią 2014 r.
<i>Sedum acre</i> 'Elegans Geel'	9	9
<i>Sedum album</i> 'Coral Carpet'	8	9
<i>Sedum album</i> 'Laconicum'	9	9
<i>Sedum album</i> 'Micranthum Chloroticum'	9	6
<i>Sedum album</i> 'Murale'	8	7
<i>Sedum cyaneum</i> 'Rosenteppich'	7	8
<i>Sedum ewersii</i> var. <i>homophyllum</i>	4	1
<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	3	1
<i>Sedum hispanicum</i> var. <i>minus</i>	7	1
<i>Sedum hybridum</i> 'Winter Lemon'	4	6
<i>Sedum kamtschaticum</i> 'Variegatum'	5	7
<i>Sedum lydium</i> (r. bałkański)	8	1
<i>Sedum oreganum</i>	8	8
<i>Sedum rupestre</i> 'Blue Spruce'	7	6
<i>Sedum sexangulare</i>	8	9
<i>Sedum spurium</i> 'Album Superbum'	6	7
<i>Sedum spurium</i> 'Fuldaglut'	7	8
<i>Sedum spurium</i> 'Roseum'	7	8
<i>Sedum spurium</i> 'Variegatum Tricolor'	4	5
NIR <sub>α=0,05</sub>	1,4	1,6

**Skala:** 1° – brak roślin, 2° – stan bardzo zły, 3° – zły, 4° – zły do przeciętnego, 5° – przeciętny (50% strat), 6° – przeciętny do dobrego, 7° – dobry, 8° – dobry do bardzo dobrego, 9° – bardzo dobry.

chodników: Ewersa, kwiecistego, hiszpańskiego oraz lydyjskiego. Z kolei w drugim roku badań bardzo dobrym stanem cechowały się rozchodniki ostry, sześciorzędowy oraz dwie odmiany rozchodnika białego 'Coral Carpet' i 'Laconicum'. Rozchodnik ostry, rozchodnik biały odmiana 'Laconicum', a także rozchodnik oregoński charakteryzowały się identycznym stanem jesienią, tak w pierwszym, jaki i w drugim roku badań.

Najlepszym stanem wczesną wiosną 2014 roku odznaczały się rozchodnik ostry i dwie odmiany rozchodnika białego 'Coral Carpet' oraz 'Laconicum' (tab. 3). Z kolei wiosną 2015 roku bardzo dobry i dobry stan roślin stwierdzono u rozchodnika ostrego, dwóch odmian rozchodnika białego 'Coral Carpet', 'Laconicum' oraz u rozchodnika sześciorzędowego.

W trzecim roku badań najbardziej na wiosnę poprawił się stan rozchodnika mieszańcowego oraz jednej odmiany rozchodnika kaukaskiego 'Variegatum Tricolor', w przyjętej skali wzrósł o 3°. U pozostałych gatunków i odmian rozchodników również obserwowano lepszy stan wiosną.

Wysokość analizowanych roślin 30 dni po wysiewie kształtowała się następująco: rozchodnik kwiecisty i rozchodnik kamczacki osiągnęły największą długość, ponad 2 cm (tab. 4). Natomiast najniższą wysokością nie przekraczającą

nawet jednego cm odznaczały się: rozchodnik ostry, jedna odmiana rozchodnika białego 'Micranthum Chloroticum', rozchodnik siny, rozchodnik lydyjski, rozchodnik oregoński, rozchodnik sześciorzędowy, a także jedna odmiana rozchodnika kaukaskiego 'Roseum'. Rozchodnik lydyjski był blisko czterokrotnie mniejszy od rozchodnika kamczackiego.

W ostatnim roku badań najwyższą wysokość osiągnął rozchodnik biały odmiana 'Laconicum'. Niewiele niższe były: rozchodnik kamczacki oraz jedna odmiana rozchodnika kaukaskiego 'Variegatum Tricolor'. Najniższą wysokością cechowała się odmiana rozchodnika białego 'Micranthum Chloroticum'.

Najwyższym przyrostem na długość w ostatnim roku badań w porównaniu do roku pierwszego odznaczały się: rozchodnik biały 'Laconicum' – 13,2 cm, rozchodnik kaukaski 'Variegatum Tricolor' – 12,4 cm oraz rozchodniki kaukaski 'Fuldaglut' i kamczacki 'Variegatum' – 11,7 cm.

W pierwszym roku badań największą powierzchnię roślin 30 dni po wysiewie osiągnęły: rozchodnik kamczacki, rozchodnik niebieski oraz rozchodnik kwiecisty (powyżej 30 cm<sup>2</sup>) (tab. 5). Natomiast najniższą rozchodnik lydyjski. Z kolei w ostatnim roku badań największą powierzchnią cechował się rozchodnik

**Tabela 3.** Stan roślin wiosną (skala 9°)**Table 3.** The status of the plants in the spring (scale 9°)

Wyszczególnienie	Stan roślin wiosną 2014 r.	Stan roślin wiosną 2015 r.
<i>Sedum acre</i> 'Elegans Geel'	7	8
<i>Sedum album</i> 'Coral Carpet'	7	8
<i>Sedum album</i> 'Laconicum'	7	9
<i>Sedum album</i> 'Micranthum Chloroticum'	6	7
<i>Sedum album</i> 'Murale'	6	7
<i>Sedum cyaneum</i> 'Rosenteppich'	5	6
<i>Sedum ewersii</i> var. <i>homophyllum</i>	1	1
<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	1	1
<i>Sedum hispanicum</i> var. <i>minus</i>	1	1
<i>Sedum hybridum</i> 'Winter Lemon'	2	5
<i>Sedum kamtschaticum</i> 'Variegatum'	3	5
<i>Sedum lydium</i> (r. bałkański)	1	1
<i>Sedum oreganum</i>	6	7
<i>Sedum rupestre</i> 'Blue Spruce'	6	7
<i>Sedum sexangulare</i>	6	8
<i>Sedum spurium</i> 'Album Superbum'	4	6
<i>Sedum spurium</i> 'Fuldaglut'	5	7
<i>Sedum spurium</i> 'Roseum'	5	7
<i>Sedum spurium</i> 'Variegatum Tricolor'	2	5
NIR <sub>α=0,05</sub>	1,5	1,6

**Skala:** 1° – brak roślin, 2° – stan bardzo zły, 3° – zły, 4° – zły do przeciętnego, 5° – przeciętny (50% strat), 6° – przeciętny do dobrego, 7° – dobry, 8° – dobry do bardzo dobrego, 9° – bardzo dobry.

**Tabela 4.** Wysokość roślin (cm)**Table 4.** Plant height (cm)

Wyszczególnienie	Wysokość roślin 30 dni po wysiewie (2013)	Wysokość roślin w ostatnim roku badań (2015)
<i>Sedum acre</i> 'Elegans Geel'	0,7	6,0
<i>Sedum album</i> 'Coral Carpet'	1,2	5,8
<i>Sedum album</i> 'Laconicum'	1,3	14,5
<i>Sedum album</i> 'Micranthum Chloroticum'	0,9	3,0
<i>Sedum album</i> 'Murale'	1,4	6,0
<i>Sedum cyaneum</i> 'Rosenteppich'	1,1	9,5
<i>Sedum ewersii</i> var. <i>homophyllum</i>	1,3	-
<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	2,1	-
<i>Sedum hispanicum</i> var. <i>minus</i>	0,8	-
<i>Sedum hybridum</i> 'Winter Lemon'	1,5	13,5
<i>Sedum kamtschaticum</i> 'Variegatum'	2,3	14,0
<i>Sedum lydium</i> (r. bałkański)	0,6	-
<i>Sedum oreganum</i>	0,8	8,0
<i>Sedum rupestre</i> 'Blue Spruce'	1,3	9,5
<i>Sedum sexangulare</i>	0,7	7,0
<i>Sedum spurium</i> 'Album Superbum'	1,1	8,5
<i>Sedum spurium</i> 'Fuldaglut'	1,8	13,5
<i>Sedum spurium</i> 'Roseum'	0,9	10,0
<i>Sedum spurium</i> 'Variegatum Tricolor'	1,6	14,0
NIR <sub>α=0,05</sub>	0,3	1,8

kamczacki, a najniższą rozchodnik ostry. W latach 2013–2015 największym przyrostem całkowitej powierzchni charakteryzował się rozchodnik kamczacki (o 55,4 cm<sup>2</sup>). Natomiast

najmniejsze przyrosty powierzchni stwierdzono u dwóch odmian rozchodnika białego 'Coral Carpet' oraz 'Micranthum Chloroticum' (o 16,2–16,4 cm<sup>2</sup>).

**Tabela 5.** Powierzchnia roślin (cm<sup>2</sup>)**Table 5.** Plant surface area (cm<sup>2</sup>)

Wyszczególnienie	Powierzchnia roślin 30 dni po wysiewie (2013)	Powierzchnia roślin w ostatnim roku badań (2015)
<i>Sedum acre</i> 'Elegans Geel'	18,3	36,8
<i>Sedum album</i> 'Coral Carpet'	26,7	42,9
<i>Sedum album</i> 'Laconicum'	24,9	62,4
<i>Sedum album</i> 'Micranthum Chloroticum'	27,4	43,8
<i>Sedum album</i> 'Murale'	29,2	58,3
<i>Sedum cyaneum</i> 'Rosenteppich'	30,5	61,0
<i>Sedum ewersii</i> var. <i>homophyllum</i>	26,5	–
<i>Sedum floriferum</i> 'Weihenstephaner Gold'	32,8	–
<i>Sedum hispanicum</i> var. <i>minus</i>	19,3	–
<i>Sedum hybridum</i> 'Winter Lemon'	26,4	71,8
<i>Sedum kamtschaticum</i> 'Variegatum'	36,9	92,3
<i>Sedum lydium</i> (r. bałkański)	16,5	–
<i>Sedum oreganum</i>	24,1	54,7
<i>Sedum rupestre</i> 'Blue Spruce'	19,8	61,0
<i>Sedum sexangulare</i>	21,6	48,3
<i>Sedum spurium</i> 'Album Superbum'	23,5	52,6
<i>Sedum spurium</i> 'Fuldaglut'	22,9	58,9
<i>Sedum spurium</i> 'Roseum'	21,4	57,6
<i>Sedum spurium</i> 'Variegatum Tricolor'	23,2	60,4
NIR <sub>σ=0,05</sub>	4,5	5,0

## PODSUMOWANIE

Pod względem ukorzenia się oraz przezimowania najbardziej odpowiednie do wielogatunkowej mieszanki stosowanej wczesną jesienią były: rozchodnik biały 'Coral Carpet' 'Laconicum', 'Micranthum Chloroticum', 'Murale', rozchodnik kaukaski 'Fuldaglut', 'Roseum' rozchodnik niebieski, rozchodnik oregoński, rozchodnik ostry, rozchodnik ościsty oraz rozchodnik sześciorzędowy.

Po pierwszym roku badań z mieszanki wypadły: rozchodnik Ewersii, rozchodnik kwiecisty 'Weihenstephaner Gold', rozchodnik lidyjski oraz rozchodnik siny.

Gatunki o większej masie wegetatywnej tj.: rozchodnik kameczacki 'Variegatum', rozchodnik kaukaski 'Album Superbum' i 'Variegatum Tricolor' oraz rozchodnik ogrodowy miały trudności w ukorzeniu się. Ponadto ich stan wiosną w drugim roku badań określono, jako: bardzo zły, zły lub zły do przeciętnego, a więc w porównaniu do gatunków o mniejszej masie wegetatywnej był dużo gorszy.

## Podziękowania

Publikacja została sfinansowana z dotacji na utrzymanie potencjału badawczego przyznanej z MNiSW.

## LITERATURA

- Burszta-Adamiak E., Łomotowski J., Wiercik P. 2014. Zielone dachy jako rozwiązania poprawiające gospodarkę wodami opadowymi w miastach. Inżynieria Ekologiczna, 39, 26–32.
- Burszta-Adamiak E., Mrowiec M. 2013. Modeling of green roofs hydrologic performance using EPA's SWMM. Water Science & Technology, 68(1), 36–42.
- Butler C., Orians C. M. 2009. Sedum facilitates the growth of neighboring plants on a green roof under water limited conditions. In: Greening Rooftops for Sustainable Communities, conference awards & trade show. Atlanta, GA, 1–14.
- Domański P.J. 2003. Charakterystyka odmian trawnikowych zarejestrowanych w Polsce. Poznań, 43–113.
- Forschungsgesellschaft Landschaftsentwicklung Landschaftsbau e.V. 2008. Guidelines for the Planning, Construction and Maintenance of Green Roofing – Green Roofing Guideline.
- Myszak A. 2010. Architektura, której integralną częścią jest zieleń. Budownictwo i Architektura, 6, 91–104.
- Sakson G., Berliński B. 2014. Modelowanie systemu odwodnienia miasta z uwzględnieniem obiektów LID na przykładzie zielonych dachów. Gaz, Woda i Technika Sanitarna, 3, 99–102.
- Stec A., Hypiak J. 2011. Modelowanie odpływu wód deszczowych z zielonych dachów w programie Storm Water Management Model. Instal, 2, 38–43.